



ننگرهار انجنیري پوهنځی

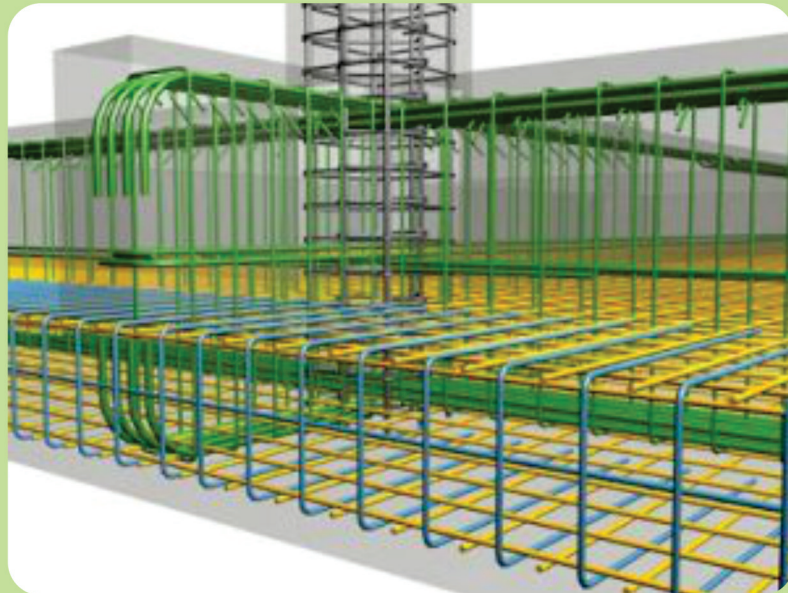


Nangarhar Engineering Faculty

Afghanic

د تهاداب انجنیري

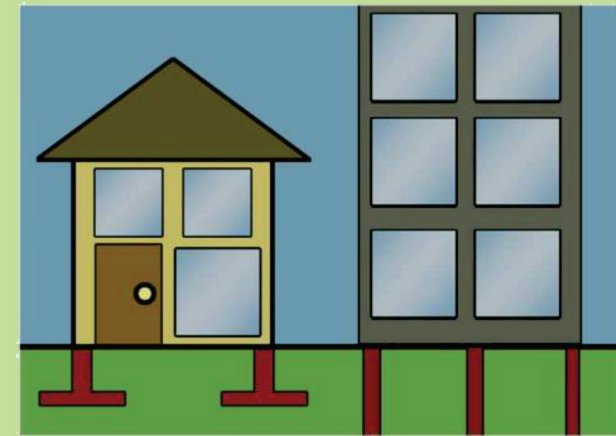
# د تهاداب انجنیري



Prof Eng Zalmay Khaliqi

# Foundation Engineering

Foundation Engineering

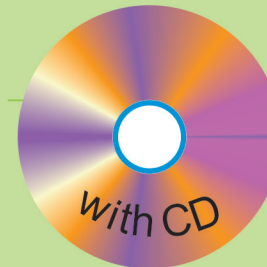


Funded by  
Kinderhilfe-Afghanistan

پوهاند انجنیر زلمی خالقي



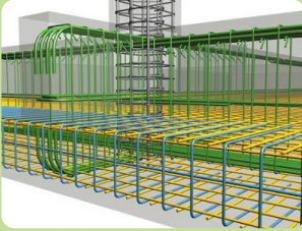
پوهاند انجنیر زلمی خالقي



# Foundation Engineering

Prof Eng Zalmay Khaliqi

افغانیک  
Afghanic



Dari PDF  
2018



Nangarhar Engineering Faculty  
ننگرهار انجنیري پوهنځی

Funded by  
Kinderhilfe-Afghanistan

## د تهداب انجنیري

پوهاند انجنیر زلمی خالقي

[www.ecampus-afghanistan.org](http://www.ecampus-afghanistan.org)

بسم الله الرحمن الرحيم

## د تهاداب انجنيري

پوهاند انجنير زلمی خالقي

لومړی چاپ

دغه کتاب په پي ډي ايف فارمت کې په مله سي ډي کې هم لوستلی شئ:



د کتاب نوم  
لیکوال  
خپرندوی  
وېب پاڼه  
د چاپ کال  
چاپ شمېر  
مسلسل نمبر  
ډاونلوډ  
چاپ ځای

د تهداب انجنیري  
پوهاند انجنیر زلمی خالقي  
ننګرهار پوهنتون، انجنیري پوهنځی  
www.nu.edu.af  
۱۳۹۷، لومړی چاپ  
۱۰۰۰  
۲۷۵  
www.ecampus-afghanistan.org  
افغانستان تایمز مطبعه، کابل، افغانستان



دا کتاب د افغان ماشومانو لپاره د جرمني کمپنۍ، په جرمني کې د Eroes کورنۍ یوې خیریه ټولنې لخوا تمویل شوی دی. اداري او تخنیکي چارې یې په آلمان کې د افغانیک لخوا ترسره شوي دي. د کتاب د محتوا او لیکنې مسؤلیت د کتاب په لیکوال او اړونده پوهنځي پورې اړه لري. مرسته کوونکي او تطبیق کوونکي ټولنې په دې اړه مسؤلیت نه لري.

د تدریسي کتابونو د چاپولو لپاره له مور سره اړیکه ونیسئ:  
ډاکتر یحیی وردک، د لوړو زده کړو وزارت، کابل  
تېلیفون ۰۷۵۶۰۱۴۶۴۰  
ایمېل textbooks@afghanic.de

د چاپ ټول حقوق له مؤلف سره خوندي دي.

ای اس بی ان ۹-۲۰-۶۳۳-۹۹۳۶-۹۷۸

## د لوړو زده کړو وزارت پیغام



د بشر د تاریخ په مختلفو دورو کې کتاب د علم او پوهې په لاسته راوړلو، ساتلو او خپرولو کې ډیر مهم رول لوبولی دی. درسي کتاب د نصاب اساسي برخه جوړوي چې د زده کړې د کیفیت په لوړولو کې مهم ارزښت لري. له همدې امله د نړیوالو پیژندل شویو معیارونو، د وخت د غوښتنو او د ټولنې د اړتیاوو په نظر کې نیولو سره باید نوي درسي مواد او کتابونه د محصلینو لپاره برابر او چاپ شي.

له ښاغلو استادانو او لیکوالانو څخه د زړه له کومې مننه کوم چې دوامداره زیار یې ایستلی او د کلونو په اوږدو کې یې په خپلو اړوندو څانگو کې درسي کتابونه تألیف او ژباړلي دي، خپل ملي پور یې اداء کړی دی او د پوهې موتور یې په حرکت راوستی دی. له نورو ښاغلو استادانو او پوهانو څخه هم په درنښت غوښتنه کوم تر څو په خپلو اړوندو برخو کې نوي درسي کتابونه او درسي مواد برابر او چاپ کړي، چې له چاپ وروسته د گرانو محصلینو په واک کې ورکړل شي او د زده کړو د کیفیت په لوړولو او د علمي پروسې په پرمختگ کې یې ښکېل گام اخیستی وي.

د لوړو زده کړو وزارت دا خپله دنده بولي چې د گرانو محصلینو د علمي سطحې د لوړولو لپاره د علومو په مختلفو رشتو کې معیاري او نوي درسي مواد برابر او چاپ کړي. په پای کې د افغان ماشومانو لپاره د جرمني کمیټې او زموږ همکار ډاکټر یحیی وردک څخه مننه کوم چې د دی کتاب د خپرولو لپاره یې زمینه برابره کړېده. هیله منده یم چې نوموړې گټوره پروسه دوام وکړي او پراختیا ومومي تر څو په نږدې راتلونکې کې د هر درسي مضمون لپاره لږ تر لږه یو معیاري درسي کتاب ولرو.

په درنښت

پوهنمل دوکتور نجیب الله خواجه عمری

د لوړو زده کړو وزیر

کابل، ۱۳۹۷

## د درسي کتابونو چاپول

قدرمنو استادانو او گرانو محصلينو!

د افغانستان په پوهنتونونو کې د درسي کتابونو کموالی او نشتوالی له لویو ستونزو څخه گڼل کېږي. یو زیات شمیر استادان او محصلین نویو معلوماتو ته لاس رسی نه لري، په زاړه میتود تدریس کوي او له هغو کتابونو او چپترونو څخه گټه اخلي چې زاړه دي او په بازار کې په تیت کیفیت فوتوکاپي کېږي.

تر اوسه پورې مور د ننگرهار، خوست، کندهار، هرات، بلخ، البیروني، کابل، کابل طبي پوهنتون او کابل پولي تخنیک پوهنتون لپاره ۲۷۸ عنوانه مختلف درسي کتابونه د طب، ساینس، انجنیري، اقتصاد، ژورنالیزم او زراعت پوهنځیو (۹۶ طبي د آلمان د علمي همکارو ټولني DAAD، ۱۶۰ طبي او غیر طبي د افغان ماشومانو لپاره د جرمني کمپني Kinderhilfe-Afghanistan، ۷ کتابونه د آلماني او افغاني پوهنتونونو ټولني DAUG، ۲ کتابونه په مزار شریف کې د آلمان فدرال جمهوري جنرال کنسولگری، ۲ کتابونه د Afghanistan-Schulen، ۱ د صافی بنسټ لخوا، ۱ د سلواک اېډ او ۸ نور کتابونه د کانراد ادناور بنسټ) په مالي مرسته چاپ کړي دي.

د یادونې وړ ده، چې نوموړي چاپ شوي کتابونه د هېواد ټولو اړونده پوهنتونونو او یو زیات شمېر ادارو او مؤسساتو ته په وړیا توگه وپشل شوي دي. ټول چاپ شوي کتابونه له [www.afghanistan-ecampus.org](http://www.afghanistan-ecampus.org) ویب پاڼې څخه داوڼلوډ کولای شئ.

دا کړنې په داسې حال کې تر سره کېږي چې د افغانستان د لوړو زده کړو وزارت د (۲۰۱۰ - ۲۰۱۴) کلونو په ملي ستراتیژیک پلان کې راغلي دي چې:

”د لوړو زده کړو او د ښوونې د ښه کیفیت او زده کوونکو ته د نویو، کره او علمي معلوماتو د برابرولو لپاره اړینه ده چې په دري او پښتو ژبو د درسي کتابونو د لیکلو فرصت برابر شي د تعلیمي نصاب د ریفورم لپاره له انگریزي ژبې څخه دري او پښتو ژبو ته د کتابونو او درسي موادو ژباړل اړین دي، له دې امکاناتو څخه پرته د پوهنتونونو محصلین او استادان نشي کولای عصري، نویو، تازه او کره معلوماتو ته لاس رسی پیدا کړي.“

مونږ غواړو چې د درسي کتابونو په برابرولو سره د هیواد له پوهنتونونو سره مرسته وکړو او د چپتر او لکچر نوټ دوران ته د پای ټکی کېږدو. د دې لپاره دا اړینه ده چې د لوړو زده کړو د مؤسساتو لپاره هر کال څه نا څه ۱۰۰ عنوانه درسي کتابونه چاپ شي.

له ټولو محترموا استادانو څخه هيله كوو، چې په خپلو مسلکي برخو کې نوي کتابونه وليکي، وژباړي او يا هم خپل پخواني ليکل شوي کتابونه، لکچر نوټونه او چپټرونه ايډېټ او د چاپ لپاره تيار کړي، زمونږ په واک کې يې راکړي چې په ښه کيفيت چاپ او وروسته يې د اړوند پوهنځيو، استادانو او محصلينو په واک کې ورکړو. همدارنگه د ياد شويو ټکو په اړوند خپل وړانديزونه او نظريات له مونږ سره شريک کړي، تر څو په گډه پدې برخه کې اغيزمن گامونه پورته کړو.

د مؤلفينو او خپروونکو له خوا پوره زيار ايستل شوی دی، ترڅو د کتابونو محتويات د نړيوالو علمي معيارونو په اساس برابر شي، خو بيا هم کيدای شي د کتاب په محتوی کې ځينې تيروتنې او ستونزې وليدل شي، نو له درنو لوستونکو څخه هيله مند يو تر څو خپل نظريات او نيوکې مؤلف او يا مونږ ته په ليکلې بڼه راوليږي، تر څو په راتلونکي چاپ کې اصلاح شي. له افغان ماشومانو لپاره د جرمني کميټې او د هغې له مشر ډاکټر ايروس څخه ډېره مننه کوو چې د دغه کتاب د چاپ لگښت يې ورکړی دی، دوی تر دې مهاله د ننگرهار پوهنتون د ۱۶۰ عنوانه طبي او غيرطبي کتابونو د چاپ لگښت پر غاړه اخيستی دی.

د جي آی زيت (GIZ) له دفتر او CIM (Center for International Migration & Development) څخه، چې زما لپاره يې له ۲۰۱۰ نه تر ۲۰۱۶ پورې په افغانستان کې د کار امکانات برابر کړي وو، هم د زړه له کومې مننه کوم.

د لوړو زده کړو له وزير پوهنمل دوکتور نجيب الله خواجه عمری، علمي معين پوهنمل ديپلوم انجنير عبدالتواب بالاكرزی، مالي او اداري معين ډاکټر احمد سير مهجور، مالي او اداري رئيس احمد طارق صديقي، په لوړو زده کړو وزارت کې سلاکار ډاکټر گل رحيم صافي، د پوهنتونونو رئيسانو، د پوهنځيو رييسانو او استادانو څخه مننه کوم چې د کتابونو د چاپ لړۍ يې هڅولې او مرسته يې ورسره کړې ده. د دغه کتاب له مؤلف څخه ډېر مندوی يم او ستاينه يې کوم، چې خپل د کلونو-کلونو زيار يې په وړيا توگه گرانو محصلينو ته وړاندې کړ. همدارنگه د دفتر له همکارانو هر يو حکمت الله عزيز او فهيم حبيبي څخه هم مننه کوم چې د کتابونو د چاپ په برخه کې يې نه ستړې کيدونکې هلې ځلې کړې دي.

ډاکټر يحيی وردک، د لوړو زده کړو وزارت سلاکار

کابل، جولای ۲۰۱۸

د دفتر ټيليفون: ۰۷۵۶۰۱۴۶۴۰

ايميل: [textbooks@afghanic.de](mailto:textbooks@afghanic.de)

## د پیل خبری

خرگنده ده چی ساختمانونه په تهدابونو تکیه کوی او د هغوي ټول بارونه د تهداب پواسطه د اساس خاورو ته انتقالیږی، نو له دې امله د ساختمانونو پایداری او ثبات د خاورو د فزیکې او میخانیکې مشخصاتو او د زغم وړتیا په پام کې نیولو سره د تهدابونو د ډول انتخاب او ابعادو ټاکلو پوری اړه لری، چې د تهداب انجنیری د اصولو له مخې ډیزاینیږی تر څو د ساختمانونو پایداری او ثبات تضمین شي.

د خاوری میخانیک او د تهداب انجنیری په تېرو پنځوسو کلنو کې په ډیره چټکۍ سره وده او پرمختګ کړی ده. په ساحو او لابراتوارونو کې پراخه څېړنې او مشاهدات تر سره شوي چې د تهدابونو د ډیزاین په علم کې د اصلاحاتو او پرمختګ لامل شوي دي.

د تهداب انجنیری درسي کتاب د لیسانس د دوری سیول انجنیری محصلینو لپاره په پام کې نیول شوی او هغه انجنیرانو لپاره چې د تهدابونو د ډیزاین په برخه کې کار کوی ډیر اغیزمن دی. ددی درسي کتاب په لیکلو کې د نړۍ د معتبره اثارو څخه ګټه اخستل شوی چې په یوولسو فصلونو کې ترتیب او په هر فصل کې د متریک سیستم واحدونو څخه په ګټې اخیستنې سره د اړونده مسایلو مثالونه او پوښتنې هم په پام کې نیول شوی دي چې د محصلینو سره په اړونده مسایلو کې د فورمولونو او ګرافونو په کاریدلو سره په زده کړه کې مرسته کوی. د فصلونو ډېری موضوعګانې د تهدابونو د ډیزاین جیوتیکنک برخې ته ځانګړې شوې دي. د نوموړی کتاب ټول مفردات د امریکې سنتیاګو پوهنتون پواسطه د ننگرهار پوهنتون انجنیری پوهنځي ته د جوړ شوی کریکولم سره مطابقت لری.

دا چې د انجنیری تهداب درسي کتاب تر اوسه پوری په پښتو ژبه شتون نه درلود نو هغه محصلین چې د سیول انجنیری په څانګه کې زده کړه کوی، د اړتیاو د پوره کولو لپاره د انجنیری پوهنځي د سیول انجنیری څانګې لازمه وګڼله چې زه باید د تهداب انجنیری کتاب تألیف او ولیکم. زه د ټولو هغه استادانو څخه د زړه له کومی مننه کوم او د لوی څښتن تعالی څخه دوی ته د ښه صحت او اوږد عمر غوښتنه کوم چې دوي ددي کتاب په لیکلو کې ئې له ما سره هر ډول مرستې نه دي سپمولی. درنښت

پوهاند انجنیر زلمی خالقي  
د سیول انجنیری څانګی استاد



# لیکچر

صفحه

سرلیک

سریزه

1

## لومړی فصل

په سیول انجنیرۍ کې تهدابونه

3

پیژندنه 1.1

3

د نوي تهداب انجنیرۍ په هکله څرگندونې 2.1

6

د تهداب انجنیر 3.1

7

د ودانۍ کود 4.1

8

د تهدابونو صنف بندي 5.1

9

لنډیز

9

پوښتنې

## دوهم فصل

ساحوي ازمیښتونه (SPT او CPT)

10

پیژندنه 1.2

10

د (SPT) ازمیښت 2.2

14

د ازمیښت د ارقامو تصحیح 3.2

17

د SPT د ارقامو استعمال 4.2

17

د اړونده کثافت سره رابطه 5.2

19

د غوڅیدنې مقاومت سره رابطه 6.2

21

د (CPT) ازمیښت 7.2

24

د CPT ارقامو استعمالول 8.2

25

د خاورې د صنف بندۍ سره رابطه 9.2

25

د اړونده کثافت سره رابطه 10.2

27

د غوڅیدنې مقاومت سره رابطه 11.2

27

د SPT د N قیمت سره رابطه 12.2

30

لنډیز

30

پوښتنې

## دریم فصل

سطحي تهدابونه

32

پیژندنه 1.3

32

ځانگړي تهدابونه 2.3

36

فرشي تهدابونه 3.3

39

زغموونکي فشار 4.3

56	لنډيز
56	پوښتنې

## څلورم فصل

### سطحي تهدايونو د زغم وړتيا

58	پيژندنه	1.4
58	د زغم د وړتيا تخريبات	2.4
60	خاوره کې د زغم د وړتيا تحليل - عمومي غوڅيدنې حالت	3.4
78	د ځمکې لاندې اوبو اغيزې	4.4
82	د زغم مجازي وړتيا	5.4
84	د خاورې د مقاومت پاراميترونو انتخاب	6.4
86	د زغم وړتيا څيړنې - موضعي او سوري کونکې غوڅيدنې حالتونه	7.4
88	په طبقه يي خاورې کې د زغم وړتيا	8.4
91	د زغم د وړتيا د تحليل تصحيح	9.4
93	لنډيز	
94	پوښتنې	

## پنځم فصل

### سطحي تهدايونو ناسته

96	پيژندنه	1.5
97	د ډيزاين غوښتنې	2.5
98	د ناستې تحليل طريقو ته کتنه	3.5
100	د سطحي تهدايونو لاندې تحميل شوي تشنجات	4.5
109	د لابراتواري تستونو په بنسټ د ناستې تحليل	5.5
126	د ناستې بيله شوې پاڼه	6.5
127	د ساحوې ازميبنتونو په اساس د ناستې تحليل	7.5
141	د Schmertmann بيله شوې پاڼه	8.5
141	په طبقه يي خاورو کې د سطحي تهدايونو ناسته	9.5
143	توپيري ناسته	10.5
151	د ناستې اندازه	11.5
152	د ناستې د وړاند ويني دقت	12.5
156	لنډيز	
157	پوښتنې	

## شپږم فصل

### فرشي تهدايونه

159	پيژندنه	1.6
159	مرکب تهدايونه	2.6

163	د فرشي تهدابونو معمول ډولونه	3.6
164	د فرشي تهدابونو د زغم وړتيا	4.6
168	فرشي تهدابونو توپيري ناسته	5.6
169	په ساحه کې د فرشي تهدابونو د ناستې مشاهدات	6.6
170	جبران شوی تهداب	7.6
175	د فرشي تهدابونو ساختماني محاسبه	8.6
196	لنډيز	
196	پوښتنې	

## اووم فصل

### ميخي تهدابونه

198	پيژندنه	1.7
200	د ميخي تهدابونو ډولونه او د هغوی ساختماني خاصیتونه	2.7
213	د ميخونو د طول اټکلول	3.7
216	د ميخونو نصبول	4.7
219	د بار د انتقالولو ميکانيزم	5.7
223	د ميخونو د ظرفيت اټکلولو لپاره معادلې	6.7
226	د Qp اټکلولو لپاره د (Meyerhof) طريقه	7.7
230	د Qp اټکلولو لپاره د (Vesic) طريقه	8.7
232	په شگو کې د Qp اټکلولو لپاره د (Coyle) او (Castello) طريقه	9.7
237	د SPT او CPT نتایجو سره د اړیکو په استفاده د Qp محاسبه کول	10.7
239	په شگه کې اصطکاکي مقاومت (QS)	11.7
246	په کلی کې اصطکاکي مقاومت	12.7
251	په صخره باندې متکي ميخونو د زغم وړتيا	13.7
255	د ميخ د بار ازماينستونه	14.7
261	د ميخونو الاستيکي ناسته	15.7
265	افقي بار شوي ميخونه	16.7
280	د ميخ - خښولو (ټک وهلو) فورمولونه	17.7
286	په اهتزاز داخلیدونکي ميخونو لپاره د ميخ ظرفيت	18.7
288	د پوټکي منفي اصطکاک	19.7
293	گروپي اغيزمنتيا	20.7
297	په مشبوع شوي کلی کې د گروپي ميخونو د زغم نهايي وړتيا	21.7
299	د گروپي ميخونو الاستيکي ناسته	22.7
300	د گروپي ميخونو تحکيمي ناسته	23.7
302	لنډيز	
303	پوښتنې	

## اتم فصل

### برمه يې څاه تهدا بونه

305	پيژندنه	1.8
306	د برمه شوي څاه تهدا بونو ډولونه	2.8
307	د جوړولو پروسې	3.8
309	د ډيزاين نورې کتنې	4.8
314	د بار د انتقالولو ميکانيزم	5.8
315	د بار د زغم وړتيا محاسبه	6.8
317	په دانه يې خاوره کې برمه شوي څاه تهدا ب: د بار د زغم وړتيا	7.8
321	د ناستې پر اساس د بار د زغم وړتيا	8.8
328	په کلې کې برمه يې څاه تهدا ب	9.8
330	د ناستې پر اساس د بار د زغم وړتيا	10.8
334	په کاري بار کې د برمه يې څاه ناسته	11.8
335	د افقي بار زغملو وړتيا - مشخصه او د مومنت طريقه	12.8
342	لنډيز	
342	پوښتنې	

## نهم فصل

### د خاورې افقي فشار

344	پيژندنه	1.9
345	د خاورې ساکن افقي فشار	2.9
	فعال فشار	
350	د رنکين فعال فشار يو عمومي حالت	3.9
353	د خاورې رنکين فعال فشار لپاره يو عمومي حالت	4.9
361	د کولمب فعال فشار	5.9
366	سربارې له کبله د خاورې فعال فشار	6.9
374	د زلزلي حالتونو لپاره د خاورې فعال فشار	7.9
378	د دانه يې خاورې شا ډکون سره استنادي ديوال د اړخي انتقال په خاطر د خاورې فعال فشار	8.9
	غير فعال فشار	
382	د خاورې رنکين غير فعال فشار	9.9
387	د خاورې رنکين غير فعال فشار: د شاه خوا عمودي سطحې او ميلان لرونکي ډکون	10.9
388	د خاورې کولمب غير فعال فشار	11.9
391	د کولمب د فشار د محاسباتو لپاره د تخريبي سطحې فرضيې باندي تبصره	12.9
394	د زلزلي په شرايطو کې د خاورې غير فعال فشار	13.9
397	لنډيز	
398	پوښتنې	

## لسم فصل

### د ميلانونو ثبات

400	پيژندنه	1.10
402	په خپرونو کې عمومي کتنې او فرضيې	2.10
404	د ډاډمنتيا ضريبونه	3.10
407	د شگې په نامحدوده ميلانونو کې د ثبات تحليل	4.10
408	په کلې کې د نامحدوده ميلانونو د پايډاري تحليل	5.10
413	د محدود ارتفاع ميلان د ثبات د تحليل طريقې	6.10
414	د تخریب هواره سطحه	7.10
417	د تخریب دايروي سطحه	8.10
419	د اصطکاک دايروي طريقه	9.10
428	د ټايلرد استواری نمبر	10.10
432	د تشنج درزونه	11.10
433	لنډيز	
433	پوښتنې	

## يوولسم فصل

### استنادي ديوالونه

436	پيژندنه	1.11
	ثقلي او کانتيليبور ديوالونه	
438	استنادي ديوالونو متناسبوالی	2.11
439	د ډيزاين لپاره د خاورې د افقي فشار د عمل تيوري	3.11
442	د استنادي ديوالونو ثبات	4.11
444	د چپه کيدنې په وړاندې ازمينست	5.11
446	د قاعدې په اوږدو کې د بنويدنې چک	6.11
450	د زغم د وړتيا نه تايمينيدلو لپاره چک	7.11
457	ساختماني غوتې او د شالخوا ډکون څخه د اوبو ويستل	8.11
461	د زلزلې حالتونو لپاره د ثقلي استنادي ديوالونو ډيزاين	9.11
	ميخانيکي کلک شوي استنادي ديوالونه	
465	د خاورې ځواکمنول	10.11
466	د خاورې په تقويه کولو کې کتنې	11.11
469	د ډيزاين عمومي کتنې	12.11
470	لنډيز	
471	پوښتنې	
473	اخځ ليکونه	
475	ضميمې	

## د شکلونو لیکلر

صفحه	شکل	
13	SPT نمونه اخستونکې	1.2
13	په ساحه کې د SPT پواسطه نمونه اخستنه	2.2
19	د SPT خټکونو نمونې	3.2
20	د غیر سیمینټي شگې لپاره د $N_{60}$ او $(\Phi)$ ترمنځ تجربوي رابطه	4.2
23	د مخروطونو ډولونه	5.2
24	CPT باندې مجهز ټرک چې هایډرولیکي رم د هغې په داخل کې موقیعت لري ، چې مخروط باندې په ځمکه کې داخلولو لپاره فشار واردوي او د ټرک وزن د عکس العمل په حیث کار کوي.	6.2
26	د CPT د ازمیښت پایلې . دغه پایلې د Piezocone څخه ترلاسه شوي او همدارنگه د خاورې د منفذونو د اوبو فشار (u) د ژوروالي په مقابل کې هم بنودل شوی . فشار په ټن في فټ مربع سره بنودل شوی	7.2
27	د CPT د ازمیښت پایلو په اساس د خاورو صنف بندي	8.2
28	د غیر سیمینټي ، نورمال کلکو شوو کوارتز شگو لپاره د CPT د پایلو ، اضافه باری فشار او مؤثرې اصطکاکی زاویې ترمنځ رابطه	9.2
29	د $q_c/N_{60}$ نسبت او د خاورې د ذراتو د منځني حد سایز ( $D_{50}$ ) ترمنځ رابطه	10.2
34	د ځانگړي تهدابونو شکل او اندازې .	1.3
36	د کناري پایو د حمایې لپاره د تسمه یي تهداب استعمال په هغه صورت کې چې ساختمان د ملکیت خط څخه وړاندې غزیدلی نه وي .	2.3
37	(a) د سایز ورکړل شوي تیرو تهداب ، (b) د بنویه تیرو څخه تهداب .	3.3
37	اوسپنیز شبکې تهداب چې د اوسپنې پټلې د لارو څخه جوړه شوې او کانکریت د اوسپنې شبکې د زنگ و هلو د مخنیوی لپاره پوښل شوی .	4.3
38	اوسپنیز کانکریتي ځانگړي تهداب .	5.3
38	ځانگړي تهداب لپاره د راسته بیلچه لرونکي اکسکواتور کندنکاري .	6.3
40	په تهدابونو کې د کانکریت ریزی طریقې .	7.3
41	یو مکمل ځانگړي تهداب چې څلور بولټونه د اوسپنیز پایې د قاعدې د پلیټ سره د اتصال ورکولو په منظور پرینودل شوي دي .	8.3
41	یو فرشي تهداب .	9.3
43	د مرکزي عمودي قوې په پام کې نیولو سره د سطحې تهدابونو د قاعدې په طول کې د زغمونکي فشار ویشنه . (a) په کلی خاوره کې انعطاف پذیره تهداب ، (b) په شگه کې انعطاف پذیره تهداب .	10.3
43	په مسلسلو تهدابونو باندې بارونو لپاره تعریف .	11.3
45	ځانگړي تهداب	12.3
46	شناور تهداب .	13.3
48	په سطحې تهدابونو باندې (a) غیر مرکزي او (b) مومنت بارونه .	14.3

50	په مختلفو عن المرکيزيتونو سره د تهدابونو لاندې د زغـموني فشار ويشنه .	15.3
51	مسلسل تهداب چې 4.3 مثال لپاره په پام کې نيول شوی	16.3
54	(a) د B او L په لوري غير مرکزي عمودي بار سره د تهداب لاندې د فشار ويشنه. (b) د تهداب د قاعدې په ټول طول کې د $q \leq 0$ په پام کې نيولو سره د قوو محصله بايد د الماس شکله kern په شکل واقع شي .	17.3
55	فرشي تهداب او د غنمو ذخيږي .	18.3
59	فرشي تهداب .	19.3
62	د زغم د وړتيا د ناکامۍ ډولونه .	1.4
63	د زغم د وړتيا تخريب د مختلفو ډولونو لپاره د بار د بيخايه کيدلو منحنی .	2.4
64	په شگه کې د دايريوي تهداب د مودول د تخريب ډولونه .	3.4
65	د يوې دايريوي تخريبي سطحې په طول کې د زغم د وړتيا تحليل .	4.4
70	تهداب.	5.4
74	د ويزيک د بار د ميلان ، د قاعدې د ميلان او د ځمکې د ميلان فکتورونو لپاره نښې. ټولي زاويې په درجه بنودل شوي دي.	7.4
80	د زغم د وړتيا اناليز لپاره د ځمکې لاندې او بو سطحې درې کيسونه.	8.4
90	د سختې خاورې قشر لپاسه ځانگړی تهداب چې هغې لاندې سسته خاوره موقیعت لري .	11.4
93	په ځانگړي مکمل سايز تهدابونو باندې د ستاتيکي بارونو د ازمايلو نتايج	12.4
100	د پليټ بار تست پواسطه تشنجات په خاوره کې ډېر ژور نه داخلېږي، په دې اساس د پليټ د بار د ناستې خواص د يو مکمل سايز تهداب سره يو شان نه دی .	1.5
102	د Boussinesq د مساوات د Newmark د حل په اساس د مربعي او مسلسل يا فيته بي تهدابونو د تشنج بلپونه .	2.5
103	د يو مستطيلي تهداب د څنډې لاندې د متحمل شوي عمودي تشنج لپاره د (Newmark) حل .	3.5
105	د مستطيلي تهداب لاندې په هره نقطه کې د عمودي متحمل شوي تشنج پيدا کولو لپاره د (Newmark) د حل استعمال او انطباق .	4.5
109	په طبقه بي خاوره کې د متحمله تشنج $\Delta\sigma_z$ ويشنه .	5.5
112	په ناسته باندې د تهداب د سختۍ تأثير. چپ طرف ته فلزي تانک انعطاف پذيره دی، په دې اساس د مرکز ناسته د کنجونو په پرتله زياته ده. برعکس اوسپنيز کانکريټي تهداب په بني طرف کې ډېرې سختۍ په لرلو سره يو شان ناسته کوي .	6.5
114	د تهداب لاندې خاورو په طبقو ويشلو کلاسيکي طريقه.	7.5
120	د يو ځانگړي تهداب لاندې انحرافي ناسته .	10.5
121	د (Skempton او Bjerrum) طريقې لپاره د $\psi$ فکتورونه .	11.5

123	په (15.5 مساوات) کې د استعمال لپاره د $I_1$ او $I_2$ اغېزې فکتورونه.	12.5
126	د ناستې د XLS څخه نمونه يي سکرين .	13.5
132	د مربعي او مسلسل تهدابونو لاندې د تغیر شکل د نفوذ فکتور تقسیمات.	14.5
136	د McDonald په مزرعه کې د CPT نتایج.	15.5
142	د Schmertmann.XLS بیله شوې پاڼې نمونه يي سکرين .	16.5
144	دغه فلزي فرم لرونکی ساختمان مایل ټینګوونکی او شیبې وال نه لري نو په دې اساس په انعطاف پذیره صنف بندي شوی.	17.5
145	په دغه فلزي فرم لرونکې ساختمان کې مایل ټینګوونکی نصب شوی دی تر خود زلزلي بارونو په مقابل کې مقاوم وي. دغه مایل ټینګوونکی د زیات کلکوالي سبب کېږي، کوم چې حتی د زیات توپيري ناستې مخنیوي سره کومک کوي. شیبې وال مشابه تاثیر لري .	18.5
146	د ساختماني سختی اغیزه په توپيري ناستې باندې.	19.5
147	په کلي خاورو کې د ځانګړو تهدابونو مجموعي او توپيري ناستې .	20.5
148	په شګه کې د ځانګړو تهدابونو مجموعي او توپيري ناستې.	21.5
150	د تهدابونو په تړلو کې د بیم استعمال .	22.5
155	د ځانګړو تهدابونو د محاسبه شوي او اندازه شوي ناستو تر منځ پرتله.	23.5
160	مستطیلي مرکب تهداب.	1.6
161	ذو ذنقه يي مرکب تهداب.	2.6
162	د تسمه يي بیم په استفاده کنسولي تهداب.	3.6
163	د فرشي تهدابونو معمول ډولونه .	4.6
164	د ځانګړي او فرشي تهدابونو مقایسه .	5.6
167	په خاوره باندې د فرشي تهداب پواسطه وارده خالص فشار .	6.6
170	تعویض شوی تهداب .	7.6
173	د فرشي تهداب لاندې تحکیماتی ناسته .	8.6
177	د فرشي تهداب معمولي سختی ډیزاین .	10.6
181	(a) د معمولي سختې طریقي پواسطه د ډیزاین اساسات، (b) د تقریبي انعطاف پذیره طریقي اساسات، (c) په الاستیکي تهداب باندې د بیم لپاره د (39.6 مساوات) لاسته راوړنه .	11.6
182	د تهداب دبستر د عکس العمل ضریب k څرګندونه .	12.6
186	د فرشي تهداب د ډیزاین تقریبي انعطاف پذیره طریقه .	13.6
188	د فرشي تهداب پلان .	14.6
191	د AGHF فیته يي برخې لپاره د عرضي قوې او مومنت ډیاګرامونه .	16.6
192	د GIJH فیته يي برخې لپاره د عرضي قوې او مومنت ډیاګرامونه .	17.6
193	د ICDJ فیته يي برخې لپاره د عرضي قوې او مومنت ډیاګرامونه .	18.6
193	د بحراني محیط لرونکې پایه .	19.6
195	د سیخبندي عمومي ترتیب .	20.6



200	د میخې ته د اېتونو د استعمال د اړتیا حالتونه .	1.7
205	فولادي میخونه .	2.7
206	د معمولي سیخبندي سره مخکې جوړ شوي میخونه .	3.7
209	په ساحه کې جوړ شوي کانکریټي میخونه .	4.7
211	د لرگین میخونو اتصال .	5.7
215	(a) او (b) اتکایي میخونه، (c) اصطکاکي میخونه .	6.7
218	د میخ د ټک وهلو تجهیزات .	7.7
222	د میخونو لپاره د بار د انتقال میکانیزم .	8.7
223	په شگه کې د پایپ میخ د بارگذاري تست پایلې .	9.7
224	د میخ د نهایی بار انتقالولو وړتیا .	10.7
227	په متجانسه شگه کې د څوکې واحد سطحې د مقاومت د تغیراتو ماهیت	11.7
227	د $\phi'$ په نسبت د $N_q^*$ اعظمي میخ د مقدارونو تغیرات .	12.7
229	د Vesic د میخ تست پایله - نسبت ژوروالي ته د $q_p$ او $N_{60}$ تغیرات .	13.7
234	د $L/D$ سره د $N_q^*$ تغیرات (د Coyle او Costello څخه وروسته ترسیم شوي)	14.7
240	په شگه کې د في واحد سطحې اصطکاکي مقاومت .	15.7
243	د K تغیرات نسبت $L/D$ ته .	16.7
244	په شگه کې د میخ د نفوذ په نسبت د $\alpha'$ تغیرات. الکتريکي مخروط نفوذ سنج .	17.7
244	په شگه کې د میخ د نفوذ په نسبت د $\alpha'$ تغیرات. میخانیکي مخروط نفوذ سنج	18.7
248	په طبقه یې خاورو کې د $\lambda$ د طریقې څخه کار اخستل .	19.7
250	په کلی کې د میخونو لپاره د $\alpha'$ توپیر $f_c/p_a$ سره .	20.7
253	د پایپ میخ د خښولو د بار د زغم وړتیا محاسبه کول .	21.7
257	(a) د میخ د باریدنې ازمینست د ترتیب شیماتیک دیاگرام (b) د بار گراف د مجموعي ناستې په مقابل کې (c) د بار گراف د خالصې ناستې په مقابل کې	22.7
258	د $Q_u$ تعینولو لپاره د Davisson طریقې .	23.7
259	(a) په نرمه کلی کې د خښ شوي میخ شاوخوا بیا قالب شوی یا تخته شوی زون ، (b) د وخت په تیریدو سره په نرمه کلی کې د خښ شوي میخ شاوخوا په غیر د اوبو ویستلو خاورو غوڅیدني مقاومت د تغیراتو ماهیت .	24.7
260	د بار - ناستې گراف .	25.7
266	د میخ د تغیر شکل، مومنت او عرضي قوې د توپیر ماهیت لپاره (a) سخت میخ، (b) الاستیکي میخ .	26.7
267	(a) افقي بار شوی میخ. (b) د افقي بار پواسطه د میخ پرمخ د خاورې مقاومت، (c) د بیخایه کیدني، مومنت، عرضي قوې او د خاورې عکس العمل لپاره د علامو قبولول .	27.7
272	د Z سره د $A_M$ ، $B_x$ ، $A_x$ او $B_M$ تغیرات .	28.7
274	د Z سره د $A'_m$ ، $B'_x$ ، $A'_x$ او $B'_m$ تغیرات .	29.7
275	د لنډ میخونو د افقي نهایی مقاومت لپاره د Broms حل لاره .	30.7

278	د اورده ميخونو د افقي نهائي مقاومت لپاره د Broms حل لاره .	31.7
279	د ميخ د سرد كريدني اټكلولو لپاره د Broms حل لاره .	32.7
283	د تشنج په مقابل كې د ضربې (N/25.4mm) گراف .	33.7
289	د پوټكي منفي اصطكاك .	34.7
291	د ناروې د Oslo په بندر كې په يو ميخ باندي د پوټكي منفي اصطكاك.	35.7
295	د ميخونو گروپ .	36.7
296	د ميخ د موقيعت پراساس پوټكي منخني اصطكاك $f_{av}$	37.7
297	په شگه كې د گروپي ميخونو د مؤثريت تغييرات .	38.7
298	په كلي خاوره كې د گروپي ميخونو د زغم وړتيا	39.7
299	د $L/B_g$ او $L_g/B_g$ سره د $N_c^*$ تغييرات .	40.7
301	د گروپي ميخونو تحكيماتې ناسته .	41.7
307	د برمه يې څاه ډولونه .	1.8
310	د جوړولو وچه طريقه .	2.8
311	د جوړولو كيسينگ طريقه .	3.8
313	د جوړولو اوبه كوونكې مادې طريقه .	4.8
316	د Reese او ملگرو پواسطه يې په برمه يې څاه باندي د بارگذاري ازميښت پايلې.	5.8
317	د برمه يې څاه ته داب د زغم نهايي وړتيا.	6.8
320	د $\phi'$ او $L/D_b$ سره د $\omega$ تغييرات .	7.8
322	د (25.10 مساوات) لاسته راوړنه .	8.8
323	په شگه كې د ناستې په مقابل كې د څاه د څوكې نارملې انتقالي قوه .	9.8
324	په شگه كې د ناستې په مقابل كې نارملې انتقالي قوه .	10.8
325	د ناستې په مقابل كې نارملې جانبي قوې انتقال .	11.8
329	د $c_u/p_a$ سره د $E_s/3c_u$ تقريبي تغييرات .	13.8
332	په چسپناكه خاوره كې د ناستې په مقابل كې د نورمال شوي جانبي قوې انتقال گراف .	14.8
333	په چسپناكه خاوره كې د ناستې په مقابل كې د نورمال شوي جانبي قوې انتقال گراف .	15.8
334	په غير د Bell څخه برمه يې څاه .	16.8
337	په كلي خاوره كې د $Q_g/Q_c$ نسبت $x_o/D_s$ ته گراف .	17.8
338	په شگه كې د $Q_g/Q_c$ او $M_g/M_c$ نسبت $x_o/D_s$ ته گراف .	18.8
339	د بار او مومنت له اثره انطباقي تغيير شكل .	19.8
340	د $Q_g/Q_c$ سره د $M_{max}/M_c$ تغييرات .	20.8
341	د $z/T$ سره د $A_m$ او $B_m$ تغييرات .	21.8
345	د استنادي ديوال پرمخ د خاورې د افقي فشار خاصيت	1.9
345	په يو معين ژوروالي كې د خاورې د افقي فشار مختلف خاصيت	2.9
346	د خاورې ساكن فشار	3.9
348	په $z < H$ ژوروالي كې د ځمكې لاندي اوبو سطحې سره د خاورې ساكن فشار	4.9
349	په استنادي ديوال باندي د خاورې افقي فشار پيدا كول.	5.9

354	د رنکین فعال فشار.	6.9
355	د دانه ئې خاورې شا ډکون سره د استنادي ديوال لپاره عمومي حالت	7.9
356	د رنکین فعال فشار موقیعت او جهت.	8.9
358	د فعال فشار د (19.9, 20.9, او 21.9 معادلو) لپاره یادگیرنه	9.9
363	د Coulomb فعال فشار.	11.9
372	د خاورې افقي فشار چې (الف) د خطي بارونې او (ب) فیتنه یې بارونې پواسطه صورت نیولی.	13.9
375	د (42.9 مساوات) لاسته راوړل.	14.9
376	د $P_{ae}$ د تاثیر خط معلومول.	15.9
386	د Rincken غیر فعال فشار.	18.9
390	د کولمب غیر فعال فشار.	20.9
392	د اصطکاک لرونکي ديوال سره په خاوره کې د تخریب شوي سطحې خاصیت. (a) فعال فشار، (b) غیر فعال فشار.	21.9
393	د Shields او Tolunay د خپرني په اساس $K_p$ قیمتونه.	22.9
393	د مثلثي خیرلو طریقي پواسطه د غیر فعال فشار مسئلې حل.	23.9
397	د $P_{pe}$ پیدا کولو لپاره په خپرنه کې په پام کې نیول شوی د خاورې د تخریب شوي سطحې خاصیت	24.9
397	د $K_{py(e)}$ تغیرات: الف. $\delta'/\phi' = 1$ ، ب. $\delta'/\phi' = 0.5$ .	25.9
401	د ځمکې په میلانونو باندې د قوو عمل.	1.10
408	په شگو کې د ناپایداره میلان د ثبات تحلیل.	2.10
409	په کلی خاورو کې د غیر محدود میلانونو پایداري.	3.10
411	د غیر محدود میلان تحلیل.	4.10
415	د Culmann په طریقه د میلانونو ثبات یا پایداري.	5.10
418	د خاکي بندونو د تخریب ډولونه.	7.10
419	د اصطکاکي دایري طریقي اساسات	8.10
420	محركي قوې.	9.10
421	سربینناکه مقاوم قوې.	10.10
423	د داخلي دانه ئې قوو محصله.	11.10
424	د $\alpha'$ مرکزي زاوئې او $K$ ترمنځ رابطه	12.10
425	د اصطکاک دایري د طریقي لپاره د قوو مثلث.	13.10
426	د مقاومت د ډاډمنتیا فکتور پیدا کولو گرافیکي طریقه.	14.10
431	د هغه دایري لپاره د Taylor د ثبات نمبر چې د میلان د لاندینی برخې څخه لاندی یا لپاسه تیریری.	15.10
431	د $\emptyset' = 0$ لپاره د Taylor د ثبات نمبر.	15.10
432	د سربینناکه خاورو څخه جوړ شوي بند کې تشنجي درز.	16.10
437	د استنادي ديوالونو ډولونه.	1.11
439	د مختلفو استنادي ديوالونو د استواری لومړني چک لپاره تقریبي ابعاد.	2.11

440	د خاورې د افقي فشار تعینولو لپاره فرضیه .	3.11
443	د استنادي دیوال تخریب: a. د چپه کیدلو پواسطه، b. د بنویدلو پواسطه، c. د زغم د وړتیا د لاسه ورکولو پواسطه، d. د ژور غوڅیدني تخریب پواسطه	4.11
443	ژور غوڅیدني تخریب.	5.11
445	د چپه کیدلو لپاره ازمینت، فرضوو چې د رنکین فشار د اعتبار وړ دی .	6.11
447	د قاعدې په اوږدو کې د بنوئیدني چک .	7.11
449	په بنویدنه کې د ډاډمنتیا ضریب زیاتولو لپاره متبادلي لارې .	8.11
451	د زغم د وړتیا د ناکامۍ چک .	10.11
454	د استنادي دیوال د استواری محاسبه .	11.11
458	a. ساختماني غوتې، b. انقباضي غوتې، c. انبساطي غوتې .	12.11
459	د استنادي دیوال تر شا د اوبو ویستونکي جوړول .	13.11
460	د فلتر د موادو د ذراتو د سایز ویشني پیدا کول .	14.11
462	د زلزلي قوې په مقابل کې د استنادي دیوالونو استواری .	15.11
463	استنادي دیوال .	16.11
468	جیوگرید .	17.11
469	د جیوگرید سوري د شاو خوا خاورو سره نښتې .	18.11
470	خارجي ثبات چک .	19.11

## د جدولونو ليكلر

صفحه	جدول	
15	1.2	SPT د خټک مؤثریت
17	2.2	د نمونې اخستلو څاه، نمونه اخستونکي او د راډ د تصحيح فکتورونه .
30	3.2	د (ASTM D2487) له مخې د خاورې د ذرو د سايز صنف بندى .
72	1.4	د زغم د وړتيا فکتورونه .
92	2.4	په مشبوع شوي کلي خاوره کې د زغم د وړتيا د ناکاميو ارزونې .
113	1.5	. د سطحې تهداب په مرکز کې د مجموعي ناستې محاسبې لپاره د $r$ قيمتونه او د غير منظم ناستې محاسبې لپاره طريقي .
115	2.5	د سطحې تهدابونو د تحکيمي ناستې لاسي محاسبې لپاره د خاورې تقريبي ضخامتونه
129	3.5	د CPT پایلو څخه د $E_s$ قيمتونه .
131	4.5	د 17.5 مساوات لپاره فکتورونه .
149	5.5	ځانگړو تهدابونو لپاره د $\delta_D / \delta$ ډيزاين قيمتونه .
172	1.6	په شگه او جغلو لپاسه د فرشي تهدابونو ناسته (د Meyerhof, 1965 طريقي په اساس) .
185	2.6	د تهداب د بستر عکس العمل قيمتونه $k_{0.3}(k_1)$
203	1.7	د H ميخونو عمومي مقطعي چې په متحده ايالاتو کې استعماليري .
204	2.7	د پايپ ميخونو انتخابي مقطعي .
208	3.7	د معمول سره سم د استفادې وړ مخکې نه تشنج ورکړل شوی کانکريتي ميخونه .
218	4.7	د ميخونو خښونکو خټکونو موجوده تجارتي نمونې .
228	5.7	د Meyerhof د نظريې په اساس د $N_q^*$ انټرپوليشن شوی قيمتونه .
229	6.7	په يو ټسټلاندې ميخ د څوکې نهايي مقاومت $q_p$ د Ogeechee د سيند په ساحل کې چې د Vesic پواسطه راپور ورکړل شوی دی
233	7.7	د خاليگاود انبساط تيورۍ پر اساس د $N_\sigma^*$ د زغم د وړتيا فکتورونه
234	8.7	د Vesic نظريې پر اساس په $\phi = 0$ حالت کې د $I_{rr}$ سره د $N_c^*$ تغييرات
247	9.7	د ميخ د نفوذې طول $L$ سره د $\lambda$ تغييرات .
249	10.7	د $\alpha$ تغييرات (د Terzaghi، Peck او Mesri پواسطه انټرپوليشن شوي) .
252	11.7	د تيرود نمونو غير محدود شوی فشاری مقاومت مقدارونه .
252	12.7	د تيرود نمونو د اصطکاک زاويو اندازې .
263	13.7	د $C_p$ نمونه يي قيمتونه (75.7 مساوات له مخې) .
269	14.7	د اوږدو ميخونو لپاره ضريبونه ( $k_z = n_h z$ )
270	15.7	د $n_h$ نمونه يي مقدارونه .
285	16.7	د ميخ-ټک وهلو فورمولونه .
296	17.7	د اصطکاکي ميخونو د گروپ مؤثریت لپاره معادلي .

318	د $\phi'$ سره د $\mu_s, I_{cr}, C, F_{qs}, N_q$ او $n$ تغیرات .	1.8
320	د $\phi'$ سره د $N_q^*$ تغیرات .	2.8
331	د $\psi_1$ او $\psi_2$ لپاره رابطې .	3.8
360	د $K_o$ قیمتونه .	1.9
361	د $K'_a$ قیمتونه	2.9
364	د $\alpha = 0^\circ$ او $\beta = 90^\circ$ لپاره د $K_a$ قیمتونه	3.9
368	د $\delta' = \frac{2}{3}\phi'$ لپاره د $K_a$ قیمتونه .	4.9
370	د $\delta' = \frac{\phi'}{2}$ لپاره د $K_a$ قیمتونه .	5.9
381	د $\beta = 90^\circ$ او $K_v = 0$ لپاره د $K_{ae}$ قیمتونه .	6.9
388	د $K_p$ خاورې غیر فعال فشار ضریب (65.9 معادلې څخه)	7.9
389	د $K'_p$ قیمتونه .	8.9
390	د $\alpha = 0$ او $\beta = 90^\circ$ لپاره د $K_p$ قیمتونه .	9.9
395	د $K_{p(\delta' = 0)}$ تغیرات .	10.9
396	د $R$ تغیرات .	11.9
446	د مقاومت مومنټ $\sum M_R$ د محاسبه کولو پروسیجر .	1.11
450	د اصطکاک زاویې او مساحت ترمنځ اړیکه (د $\alpha' = 45^\circ$ لپاره) .	2.11

## سریزه

د ودانیو، پلونو، بندونو او ټولو ساختمانونو د تهدابونو ډیزاین، معمولاً د هغه بارونو چې د ساختمان پواسطه تهداب ته انتقالیږي، د خاورې خواصو او د تشنج اړوند تغییر شکل سیستم او د خاورې د جیولوجیکي حالتونو له مخې تر سره کیږي. دوه وروستني فکتورونه چې د خاورې میخانیک پورې اړه لري ډېر مهم شمیرل کیږي.

د خاورې جیوتکنیکي خاصیتونه، لکه د خاورې د دانه یې سایز ویش، پلاستیکیت، تخته کیدنه او د غوڅیدني مقاومت، کیدلی شي چې د مناسبو لابراتواري ازمیښتونو پواسطه و ارزول شي. سربیره پردې په اوسني وخت کې د خاورو د مقاومت او تغییر شکل خاصیتونو د ټاکلو لپاره په ساحوي ازمیښتونو باندې هم تاکید کیږي، ځکه چې دغه پروسه د ساحې د پلټنې پر مهال د خاورې د نمونې د مختل کیدلو څخه مخنیوی کوي. په ځینو خاصو او ځانگړو حالتونو کې د اقتصادي او یا نورو ستونزو له کبله ټول ازمیښتونه نه تر سره کیږي. په داسې حالتونو کې انجنیران باید د خاورو د خواصو په اړه د تیرو تجربو پر بنسټ ځانگړي فرضیې په پام کې ونیسي.

د تهداب انجنیري د خاورې میخانیک، انجنیري جیولوجي او د تیرو تجربو څخه ترکیب مومي. چې د ډېر اقتصادي تهداب ټاکلو پر مهال یو انجنیر باید د ساختمان بار، د سطحې خاورو حالت او د تحمل وړناسته په پام کې ونیسي. په عمومي توگه د ودانیو او پلونو تهدابونه په دوو کتگوریو یانې سطحې تهدابونو او ژورو تهدابونو باندې ویشل کیږي.

ځانگړي تهدابونه، د دیوالونو لاندې تهدابونه او فرشې تهدابونه د سطحې تهدابونو څخه عبارت دي. چې د ډېری سطحې تهدابونو ژوروالې د هغوی عرض له درې څخه تر څلور ځلي سره مساوي وي.

میخونه او برمه یې څاه تهدابونه، ژورو تهدابونو څخه عبارت دي چې دا ډول تهدابونه د ځمکې د پورتنۍ طبقې د بارد زغم ضعیفی وړتیا او یا د سطحې تهدابونو د

کاریدني له کبله د پام وړ تخریب یا نا استواری د رامنځته کیدني په صورت کې، استعمالیږي.

دا درسي کتاب چې په یوولسو فصلونو کې د سیول انجنیري خانگې لپاره ترتیب شوي دي، ټول مفردات یې د نوي کریکلولم مطابق چې د امریکې متحده ایالاتو د سنتیاگو پوهنتون لخوا ننگرهار پوهنتون انجنیري پوهنځي لپاره ترتیب شوي او د لوړو زده کړو وزارت لخوا منظور شوي، په پام کې نیول شوي دي چې محتویات یې په لاندې ډول دي.

په لومړي فصل کې په سیول انجنیري کې تهدابونه، په دوهم فصل کې د ساختماني ساحې تفتیش او ځانگړتیاوې، په دریم فصل کې سطحې تهدابونه، څلورم فصل کې د سطحې تهدابونو د زغم وړتیا، پنځم فصل کې د سطحې تهدابونو ناسته، شپږم فصل کې فرشې تهدابونه، اووم فصل کې میخي تهدابونه، اتم فصل کې برمه یې څاه تهدابونه، په نهم فصل کې د خاورې افقي فشار، په لسم فصل کې د میلانونو ثبات، او په یوولسم فصل کې استنادي دیوالونه په بر کې نیسي او په هر فصل کې د محصلینو د ښه زده کړې په خاطر په اړونده مسائیلو کې مثالونو، گرافونو او جدولونو څخه استفاده شوي ده. د کتاب په لیکلو کې د نړۍ د معتبرو او معاصرو اثارو څخه استفاده شوي چې د سیول انجنیري محصلینو سربیره د سیول انجنیرانو ته هم د تهدابونو په ډیزاین کې د یو مأخذ اثر په حیث مرسته کوي.

درنښت



## لومړی فصل

### په سیول انجنیري کې تهدابونه (Foundations in Civil Engineering)

#### 1. 1 پیژندنه (Introduction)

د انجنیري ساختمانونو ټول بارونه د تهدابونو پواسطه د هغوی لاندې ځمکې خاورې ته انتقالیږي. پخواني معماران په دې پوهیدل چې که چیرې ساختمانونه ډېر ښه ډیزاین شوي هم وي پرته له مناسب تهداب له ملاتړ (حمایه) څخه چپه کیږي، او د دې ښه بېلگه په ایټالیا کې د (Pisa) برج د تهداب ناکامي او ناسته کیدلای شي.

سره له دې چې معماران د بی شمیره نسلونو څخه د کلک تهداب په اهمیت، او د زرگونو کلونو لپاره د تهداب د ساختمان غزولو په تاریخچه باندې پوهیږي، د تهداب انجنیري د سـپـلین لکه چې مونږ اوس پوهیږو، له 19 پیړۍ تر وروستیو پورې وجود نه درلود.

#### 2. 1 د نوي تهداب انجنیري په هکله څرگندونې

##### (The Emergence of Modern Foundation Engineering)

په پخوا وختونو کې د تهدابونو ډیزاین او جوړول په فکر، عقل او دود پورې تړلي وو چې معمارانو د هغوی د اندازو او جوړولو لپاره د غلطیو په لرلو سره خپل قوانین لرل. د بېلگې په ډول په 19 پیړۍ کې په نیویارک کې وزن برداره دیوالونه په تخته شوو جغلو باندې د ځانگړو تهدابونو له پاسه جوړیدل چې د تهداب عرض د دیوال د ضخامت 1.5 چنده زیات نیول کېده، او هغه چې د شگې او یا کلی خاورې له پاسه جوړیدل نو د تهداب عرض د دیوال د ضخامت درې چنده نیول کېده.

ډېری دغو تجربوي قوانینو تطبیق په هغو ځایونو کې د منلو وړ پایلې لرلې چې مخکې د مشابه ډول ساختمانونو جوړولو او د خاورو حالت سره مخامخ شوي وو. په هر صورت دغه پایلې ځینې وخت په هغه صورت کې خطرناکه وي، کله چې معماران د نوو حالاتو لپاره د نوموړو قوانینو په رڼا کې وړاند وینه کوله. دغه ستونزه په خاصه توگه په

هغه وخت کې تکلیف ورکونکې شوله کله چې د 19 پیړۍ په وروستيو کې د ودانیو جوړولو نوې طریقي راڅرگندې شوې. د فولادو او اوسپنيز کانکريټو پیژندلو، سخت معمورو لرونکې ساختمانونو څخه ارتجاعي چوکاتي ساختمانونو ته د انتقال یوه لاره راوښودله. دغه نوي مواد پخوا په نسبت لوړترینو او درندو ودانیو جوړولو ته هم اجازه ورکړله. ددې ترڅنګ ښې ساحې تر لاسه شولې، او معماران دې ته وهڅول شول چې د ضعیفی خاورې لرونکې ساحې په پام کې ونیسي، چې په دغو ساحو کې د تهدا بونو ډیزاین او جوړول ډېری ستونزې درلودې. نو په دې اساس د تهدا بونو د ډیزاین لپاره پخواني قوانین د تطبیق وړ نه وو [5:3].

### د ایفل برج (Eiffel tower)

د تهدا بونو د ډیزاین او ساختمان د پخواني قانون د نه تطبیق یوه ښه بېلگه په پاریس کې د ایفل برج دیو نوي ډول ساختمان جوړول دي. دغه ساختمان اصلاً د ټول پاریس د لیدلو په منظور په 1889م کال کې جوړ شوې چې د نړۍ له لوړترینو ودانیو څخه شمیرل کیږي. (Alexandre Gustave Eiffel) د نوموړي برج ډیزاینر او جوړونکی، د مناسب تهدا بونو د اړتیا لپاره ډېر محتاط وو او په پریکنده ډول نه غوښتل چې د (Paisa) د برج پینښه شي.

د ایفل برج له (Seine) سیند سره نژدې دی چې د غیر تپک شوي ډکون او د سیند د نرمې خاورې په شمول له هغې لاندې خاوره ډېر بد حالت لري. له دې سره نژدې د (Alma) د پل میخي تهدا بونو نژدې یو متر ناسته کړې وه چې برج دارنگه ناسته نه شو زغملای.

په هغه وخت کې ایفل د ځمکې سطحې حالت تر څیړنې لاندې ونیو، او د برمه کولو سامان الاتو څخه یې استفاده وکړله چې د هغې پاېله د قناعت وړ نه وه. وروسته ایفل خپلو څیړنو ته دوام ورکړ چې له هغې وروسته څیړنو څخه څرگنده شوه چې د برج دوه پښې چې د (Siene) سیند ته نژدې وید هغې لاندې په زیات ژوروالي سره نرمې خاورې وجود درلود چې د سیند یو مخکیني کانال سره نژدې او د نرم سیلت خاورې پواسطه ډک شوی وو. د تهدا بونو ډیزاین د خاورې د موجوده حالت په پام کې نیولو سره صورت ونیو، چې په

دې ترتیب د برج دوه پښې په نرمه خاوره کې د دوو نورو پښو په نسبت ژوری نصب شولې ترڅو برج ته کومه تاوان ونه رسیږي [6:3].

د خاورې حالت د څیړنې پر اساس ایفل د برج د دوه پښو تهدابونه د سیند له تل څخه لاندې د سیند په کلکو شویو خاورو کې ځای پر ځای کړل. له نوموړو تهدابونو لاندینۍ برخه له ځمکې لاندې د اوبو له سطحې څخه پورته موقیعت درلود ځکه د هغوی جوړول په ساده شکل صورت ونيو. په هر صورت هغې د دوو نورو پښو تهدابونه ډېر ژور په پام کې ونيول ځکه چې هغوی سختې خاورې سره نښتې جوړ شوی وو. دغو تهدابونو ته 12m د ځمکې د سطحې څخه لاندې کندنه کړی. (6m د ځمکې لاندې اوبو سطحې څخه ژور) صورت نیولې و. چې په نتیجه کې تهدابونو له 100 کلونو راهیسې د برج ټول بار وزغمه او هیڅ ناسته یې ونه کړه.

دا چې د ودانیو لویوالي او دروندوالي دوام درلوده نو انجنیرانو د تهدابونو په ډیزاین او جوړولو کې نورو زیاتو زده کړو ته دوام ورکړ، چې د ساده پرمختګ په عوض نوي تجربوي قوانینو په جوړولو سره د تهدابونو ډیزاین په تجربوي طریقو کې پرمختګ او د تهدابونو د کار په هکله څیړنې پیل شولې، او په دې اساس د تهداب انجنیري بنسټونه جوړ شول.

د جیوتیکنيکي انجنیري پرمختګ په 1920م کال کې په جدیت سره پیل شو، چې د تهداب انجنیري لپاره یوه بڼه تیوریتیکي اساس کښود. چې په دې کې د خاورو او تیرو د څیړنې او تست لپاره اصلاح شوي طریقې هم جوړې شوی. دغه پرمختګونو تر 20 پېړۍ پورې دوام درلود. د تهدابونو د جوړولو ډیرې نورې نوي طریقې رامنځته شولې او ددې امکان یې برابر کړ چې په هغو ځایونو کې تهدابونه جوړ کړي چېرې چې مخکې د ودانیو جوړیدل هلته ناممکنه او یا غیر عملي وو.

په اوسني وخت کې زموږ د تهداب ډیزاین او جوړولو علم نسبت تیرو 100 کلونو ته ډېر پرمختللی دی. اوس ددې امکان شته چې د هر ډول معاصرو ودانیو لپاره مناسب، اقتصادي، د زیات ظرفیت لرونکي تهدابونه جوړ کړو [7:3].

**3.1 د تهداب انجنیر (The Foundation Engineer)**

دا چې د تهداب انجنیري د سیول انجنیري د دودیز فرعي دیسپلین سره کاملاً سمون نه لري. نو د تهداب انجنیر باید هر اړخیز تنظیموونکی وي او په لاندېنېو ساحو کې پوره کاري پوهه ولري:

1. د ساختمان د تحلیل انجنیري : تهداب یو ساختماني عنصر دی چې باید عامل بار د اساس خاورې ته انتقال کړي، نو ځکه مونږ باید د ساختمان د تحلیل انجنیري په قوانینو او استعمال باندې پوه شو. د دې ترڅنګ تهداب یو ساختمان حمایه کوي او ساتي، نو ځکه مونږ باید د ساختماني بارونو په منشا او خاصیت باندې او د تهداب د ساختمان د زغم په تغیر باندې پوه شو.

2. جیوتیکنیکي انجنیري : ټول تهدابونه د ځمکې سره په عکس العمل کې واقع کیږي، ځکه نو ډیزاین باید د خاورې او تیري انجنیري خواص او کار منعکس کړي. نو په دې اساس د تهداب انجنیر باید په جیوتیکنیکي انجنیري باندې پوه شي. ډېری د تهداب انجنیران غواړي چې جیوتیکنیکي انجنیران شي.

3. د ساختمان انجنیري : بالاخره تهدابونه باید جوړ شي. که څه هم اصلي ساختمان د قراردادیانو او د ساختمان انجنیرانو پواسطه جوړیږي، دا د ډیزاین د انجنیر لپاره ډیره مهمه ده چې په ساختماني طریقو او د جوړولو په سامان الاتو باندې پوه شي، چې نوموړی ساختمان اقتصادي جوړ شي. د ساختمان د جوړولو په وخت کې د ستونزو د حلولو لپاره د ساختمان انجنیري علم هم ډېر اړین دی.

**4.1 د ودانۍ کود (Building Code)**

نږدې د ټولو تهدابونو ډیزاین او جوړول د ودانۍ د کود په اساس صورت نیسي. که څه هم د تهداب انجنیري لکه د سیول انجنیري ځینې نورو برخو په شان دومره کودیزه شوي نه دي، خو مونږ باید د یوې ځانګړې پروژې لپاره د تطبیق وړ کړنلارو سره اشنا شو. د امریکې په متحده ایالاتو کې د لویو لارو او اورګاډو لارو، پلونو څخه پرته د زیاتره تهدابونو جوړونه یو د لاندې دريو کودونو پواسطه صورت نیسي:

1. The uniform Building Code (ICBO, 1997) ، کوم چې د لومړي ځل لپاره په د (Mississippi) سیند په لویډیڅه برخه کې استعمال شوي دي.
  2. The National Building Code (BOCA, 1996) ، کوم چې د لومړي ځل لپاره په مرکزي لویډیڅ او شمال ختیځو ولایتونو کې استعمال شوي دي.
  3. The Standard Building Code (SBCCI, 1997) ، کوم چې د لومړي ځل لپاره په جنوب ختیځو ولایتونو کې استعمال شوي دي.
- ځینې ایالات او ښارونه خپل کودونه لري ، یاد خپلې اړتیا مطابق پورته یاد شوي کودونه له بدلونونو څخه وروسته استعمالوي . د بېلگې په توګه د (New Orleans) ښار عموماً (Standard Building Code) څخه پیروي کوي، مګر هغوی د تهداب د ډیزاین لپاره خپل مقررات لري چې په خاصه توګه په هغه ځای کې د موجوده ضعیفې خاورې حالت منعکسوي.
- دغه درې نمونه یې کودونه د (International Building Code (IBC, 2000) په یو ځانګړي کود کې ګډ شوي دي کوم چې د امریکې په متحده ایالاتو کې لومړنی ملي کود دی.
- نمونه یې کودونه او (IBC) کود لومړنې تمرکز په ودانېو، ټاورونو (برجونو)، ټانکونو او داسې نورو مشابه ساختمانونو باندې دی. که څه هم په دغو کودونو کې د لویو لارو د پلونو ډیزاین شتون نه لري ځکه چې هغوی په بنسټیزه توګه مختلف مقررات لري. د امریکې په متحده ایالاتو او کاناډا کې زیاتره د لویو لارو پلونو ډیزاین د لویو لارو پلونو لپاره د ستندرد ځانګړتیاو لاندې چې د (AASHTO, 1996) پواسطه نشر شوي، صورت نیسي.
- د تهدابونو ډیزاین نور کودونه هم په ځانګړو پروژو کې د ځانګړو موقعیتونو لپاره کارول کیږي ، چې عبارت دي له:
1. The National Building Code of Canada (CCC, 1995) کوم چې په کاناډا کې د ودانېو او نورو ساختمانونو ډیزاین د هغې له مخې صورت نیسي.

2. The Ontario Highway Bridge Design Code (MTO, 1991) ، کوم چې په ځانگړي توگه د تهدابونو د (LRFD) ډیزاین لپاره استعمالیږي.
3. Planning, Designing and Constructing Fixed Offshore Platforms (API, 1997) ، کوم چې د سیند دغاړي د پلا تفورمونو سوري کولو ډیزاین لپاره استعمالیږي. په حقیقت کې ټول پورتنی کودونه په نورو کودونو کې اعتبار لري. چې د تهداب انجینیري لپاره دوه مهم کودونه عبارت دي له [10:3]:
1. Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-99 and 318M-99) ، چې د امریکې کانکریټو انستیتوت (ACI, 1999) پواسطه نشر شوي دي.
2. د فلزي ساختمانونو منول ، چې د امریکې فلزي ساختمانونو انستیتوت (AISC, 1989, 1995) پواسطه نشر شوي دي.

ځینې وخت مختلف کودونه متناقض او یو له بل سره په ټکر کې وي چې د یو کتاب په شکل لیکل شوي وي او د هغوی تفسیر صورت نیولې وي. که څه هم دغه کتاب مختلفو کودونو مقرراتو پورې اړه لري او دا پرته له مشر ح تفصیل څخه دی او د کود کتابونو تعویض نه دی. د دغو کودونو مآخذونه په قوسونو کې بنودل شوي دي. د بېلگې په توگه [IBC 1801.1] چې 1801.1 د IBC کود برخه بڼایي.

### 5.1 د تهدابونو صنف بندی (Classification of Foundation)

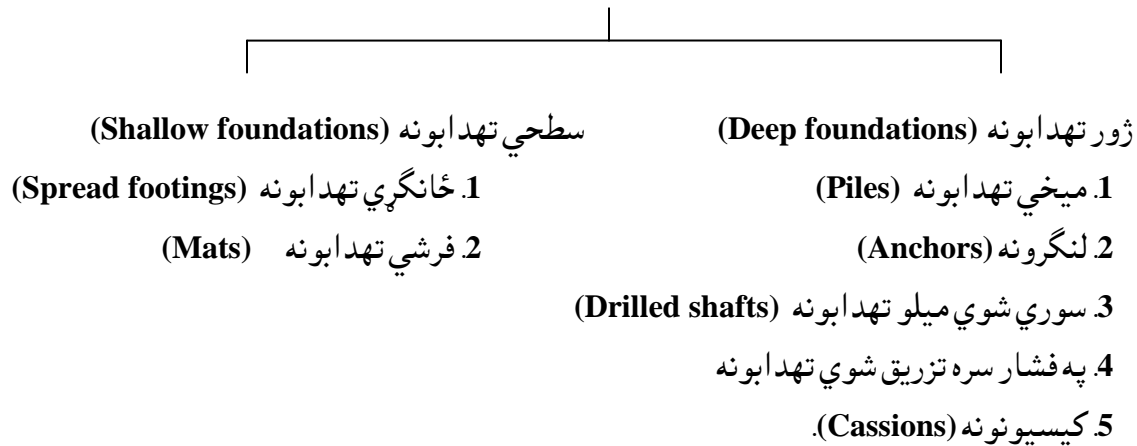
تهداب هغه ساختماني عنصر دی چې ساختمان له ځمکې سره نښلوي. دغه عناصر د کانکریټو، اوسپنې او داسې نورو موادو څخه جوړیږي. تهدابونه په لاندې دوو عمومي کټه گوربو وېشل کیږي:

1. سطحی تهدابونه (Shallow foundations).

2. ژور تهدابونه (Deep foundations).

سطحی تهدابونه د ساختمان بار د ځمکې سطحی خاورو ته انتقالوي، او ژور تهدابونه بارونه یو څه یا ټول د ځمکې لاندې ژورو خاورو ته انتقالوي. چې دغه دواړه کټه گوری تهدابونه په وروستي فصلونو کې په مشر ح ډول تر بحث لاندې نیول کیږي [10:3].

## تهډابونه (Foundations)



### لنډيز (Summary)

په دې فصل کې د تيرو وختونو تهډاب جوړولو قوانينو او مقرراتو په هکله چې معمارانو د خپلو تجربو په اساس وضع کړي وو لنډه معلومات، د تهډاب انجنیري په هکله څرگندونې، د تهډاب انجنیري وظيفې او مسؤليتونه، ساختماني کودونو او همدارنگه د تهډابونو د صنف بندي، په هکله لنډو څرگندونو صورت نيولې.

### پوښتني (Problems)

1. د تهډاب انجنیر بايد د سیول انجنیري په کومو برخو کې ډيره کاري پوهه ولري؟
2. د ساختمان د تحليل انجنیري په هکله خپل معلومات وليکئ؟
3. جيوټيکنیک انجنیري څه ته وايي واضح يې کړئ؟
4. د IBC کود لومړنی تمرکز په کومو ساختمانونو باندې دی واضح يې کړئ؟
5. د تهډاب انجنیري د دوه مهمو کودونو نومونه واخلي؟

## دوهم فصل

### ساحوي ازماينبتونه (SPT او CPT)

#### 1.2 پيژندنه (Introduction)

د خاورې د تجزيې او ازماينبت کولو نوي طريقي د ډپر پخوانه د (Bullet) د طريقي څخه مخکې په ځمکه کې د لرگي ټک و هلو پواسطه دوام درلود. د خاورې د ازماينبت يو څو ډوله تخنيکونه شتون لري چې په دې فصل کې به تر بحث لاندې ونيول شي. د تهديد انجنير لپاره دا ډيره مهمه ده چې د موجوده تخنيکونو سره بايد اشنائې ولري، او په دې باندې بايد پوه شي چې کله نوموړي تخنيکونه استعمال شي او د دوی د قوانينو د تطبيق (يا نه تطبيق) په درجه باندې هم پوه شي [318:18].

د خاورې د تجزيې تخنيکونه په لاندې دريو کته گوريو باندې ويشل کيږي:

1. د ساحې تحليلول: په دې تحليل کې د خاورې د پروفایل (عرضي مقطع) معلومول، د هغې اړوند ارقام او لاسته راغلي نمونې شاملې دي.
  2. لابراتواري ازماينبتونه: په دې کې د خاورې د انجنيري خواصو معلومولو لپاره د خاورې د نمونو تست کول شامل دي.
  3. ساحوي ازماينبتونه: په دې کې هغه طريقي شاملې دي چې د هغې پواسطه خاوره په ساحه کې تست کيږي او د نمونو د بيا اخستلو د مشکل څخه مخنيوی کوي.
- د ساحې لټون (Site exploration): د ساحې د تجزيې د مرحلې اهداف عبارت دي له:
1. د موقیعتونو او د خاورې د طبقې ضخامت معلومول.
  2. د ځمکې لاندې اوبو د سطحې د موقیعت او د هغې اړوند خواصو معلومول.
  3. د خاورې د نمونو اخستل.
  4. د خاصو ستونزو او نيوکو پيدا کول.

#### 2.2 د (SPT) ازماينبت (Standard Penetration Test)

د ساحوي ازماينبتونو څخه د ستندر د نفوذ ازماينبت (SPT) يو معمول ازماينبت دې . د غه ازماينبت اصلاً د 1920م کلونو په ورستيو کې رامنځته شو، او په جنوبي او شمالي



امريکا، انگلستان او جاپان کې ډېر زيات استعمال شوی دی. ددغه ازماينبت د ډيرې اوږدې تجربې له مخې په انجنيري کې ئې ډيره ښه نتيجه ورکړې ده. متأسفانه نوموړی ازماينبت مخصوصاً په لويو او ډيرو خطرناکه پروژو کې له زياتو ستونزو سره هم مخامخ شوی چې د دقت او د بيا توليدولو وړتيا يې اغيزمنه کړې، او اهسته اهسته هغه د نورو ازماينبتونو پواسطه عوض شوی [18:319].

### د ازماينبت کړنلاره (Test Procedure)

د تست کړنلاره تر 1958م کال پورې ستندرد نه وه کله چې د ASTM(D1586) ستندرد د لومړي ځل لپاره رانېکاره شو، دغه کړنلارې په لاندې ډول صورت وموند:

1. د  $60\text{mm} - 200\text{mm}$  (2.5-8in) په قطر او د (3-30m) په ژوروالي سره د لاسي يا ماشيني بوقي پواسطه سوري کيندل کيږي.

2. په سوري کې د SPT نمونه اخستونکي (نمونه اخستونکې قاشقه) داخلېږي. د نوموړې نمونه اخستونکي ډول او اندازې په (1.2 شکل) کې ښودل شوي دي. نوموړی نمونه اخستونکې د اوسپنې 63.5Kg خټک لرونکې راډ سره تړلې شوې چې په (2.2 شکل) کې ښودل شوی.

3. رسی يا ماشيني اتومات ميکانيزم پواسطه خټک د (30 in) 760mm په اندازه پورته کيږي او غورځول کيږي. د خټک په ضربې سره نمونه اخستونکې په سوري کې لاندې خواته داخلېږي. دغه کار ته تر هغه وخته پورې دوام ورکول کيږي چې نمونه اخستونکې تر (18 in) 450mm اندازې پورې د سوري د لاندینۍ برخې څخه لاندې په ځمکه کې دننه شي، د خټک د ضربو شمير په ځمکه کې د هر 150mm داخلیدلو په انټروال کې ياداشت کيږي. که چيرې په نوموړې انټروال کې د خټک د ضربو شمير د 50 څخه زيات شي او يا مجموعي ضربو شمير د 100 څخه زيات شي تست ته توقف ورکول کيږي. دغه نتيجه په پام کې نه نيول کيږي او د سوري کولو په ياداشت کتاب کې ليکل کيږي.

4. د خټک د ضربو شمير (N) قيمت د 300mm د نمونه اخستونکي قاشقې د دخول په اندازه کې محاسبه کيږي. د N شميره د لومړي 150mm د ريفرينس لپاره ساتل

کيږي، مگر د N د محاسبه کولو لپاره نه استعمالیږي ځکه چې د سوري لاندینی برخه نوره هم د کیندلو پروسې پواسطه باید تقسیم شي او کیدای شي له سستی خاورې څخه وي چې د بغلونو څخه غورځیدلې وي.

5. د SPT نمونه اخستونکې له سوري څخه ایستل کيږي او خاوره د نمونې لپاره ورڅخه اخستل کيږي.

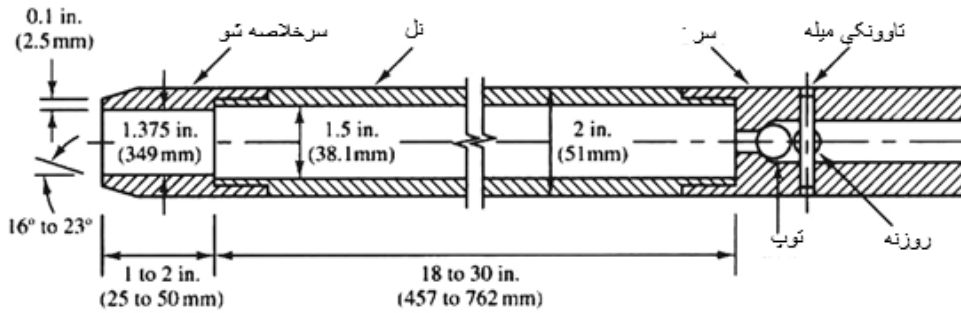
6. د 2 څخه تر 6 مرحلو پورې تست تکرار کيږي.

په دې اساس د N شمیره د 450mm داخليدلو اندازې څخه په کم انټروال کې کېدلې شي لاسته رانسي.

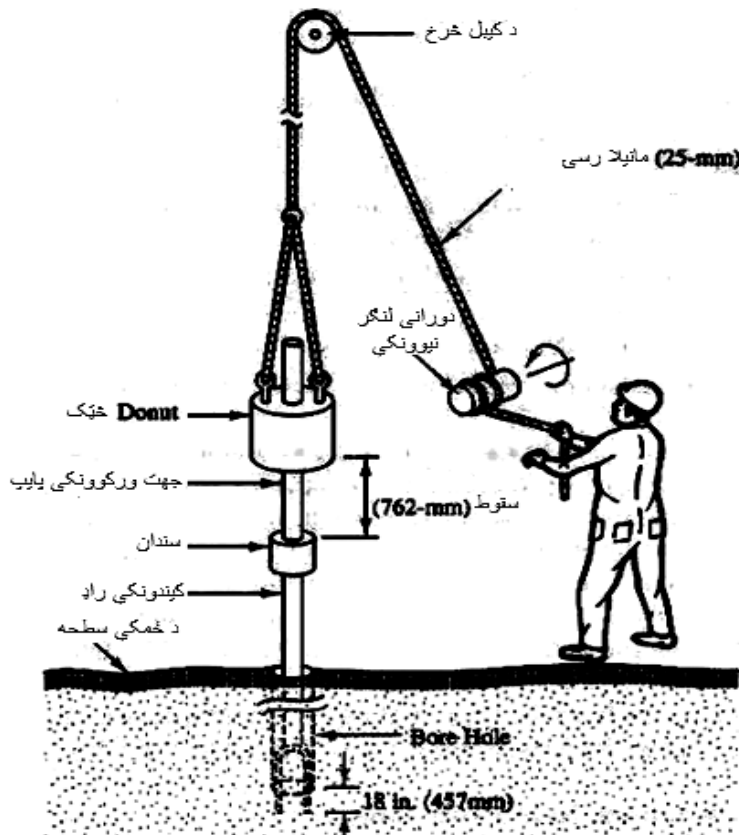
متأسفانه په ساحه کې د تست نتیجه توپیر لري، چې د دغه توپیرونو یوه برخه نظر د ستندردونو توپیر ته وي، مگر په پیل کې دغه توپیر د کار د ضعیفه مهارت او د تست کړنلارې د توپیر له سببه وو. د تست پایلې له دغو توپیرونو سره حساس دي، په دې اساس د N قیمت دومره د تکرار وړ نه دي لکه مونږ یې چې غواړو. د تست نتیجه توپیر په لاندې برخو کې رامنځته کيږي.

- د کیندلو طریقه.
- د سوري لاندینی برخې د تست څخه مخکې پاکیدلو څرنگوالی.
- کیندل شوي خاورې شتون یا نه شتون.
- د سوري د کیندلو قطر.
- د خټک موقعیت (سطحې یا په سوري کې له لاندې شکل سره).
- د خټک ډول (ایا لاسي دي او که د کښولو اتومات میکانیزم سره).
- د خټک د غورځولو ارتفاع.
- د سندان کتله چې خټک ورباندې وهل کيږي.
- د رسی د جهت ورکونکې او د څرخونو اصطکاک.
- د نمونې اخستونکې د دخولي پنبې اغوستل.
- د دخولي راډ مستقیموالي.

• د ضربې وهلو اندازه.



1.2 شکل. د SPT نمونه اخستونکې [320:18]



2.2 شکل. په ساحه کې د SPT پواسطه نمونه اخستنه [117:3].

ددغو توپيرونو په نتيجه کې دازمينبت توپير رامنځته کيږي، چې فني اشخاصو او سامان الاتو پورې اړه لري. په 1970م کال کې د تېسټ دغه توپيرونه او نور اړخونه د بررسۍ د زياتيدلو سبب شول او په 1980م کال کې د ډيرو کونبنسونو په نتيجه کې SPT

لازیات معیاری شوه . ددې مطالعې په اساس (Seedetal) په 1985 کال کې د SPT د تطبیقولو په وخت کې لاندینی اضافی معیارونه په پام کې نیولو سره لاندینی سپارښتنې وکړي.

- د سوري ویستلو لپاره د څرخي مینځلو طریقې استعمالول چې د سوري قطر د 200mm او 250mm ترمنځ وي . د کیندنې څرخونه باید کیندل شوي خاوره پورته خواته واچوي .
  - د 15m څخه په کم ژوروالي سره د A یا AW سایز کیندنې راډونه باید استعمال شي او د زیات ژوروالي لپاره د N یا NW سایز کیندنې راډونه استعمالیږي .
  - د خټک ضربې باید په یوه دقیقه کې 30 – 40 وي . خوشبختانه اتومات خټکونه ډېر زیات مشهور دي . هغوی د لاسي خټک په نسبت ډېر ثابت دي ، او په دې اساس د ازمایینت باوریتوب اصلاح کوي .
- د SPT ازمایینت نسبت نورو ساحوي ازمایینت طریقو ته لاندې درې مهمې گټې لري:
- لومړی د ازمایینت لپاره خاوره ترلاسه کیږي . چې له دې سره د خاورې مستقیم صنف بندي صورت نیسي .
  - دوهم دا ډیره تیزه او ارزانه طریقه ده ځکه چې دا په ځمکه کې د سوري کیندلو ته ترجیح ورکوي چې باید حتمي وکیندل شي .
  - په اخره کې نږدې ټوله کیندل شوی خاوره چې د خاورې تجزیې لپاره استعمالیږي د ازمایینت د اجرا لپاره مجهز وي ، چیرې چې د ساحوي ازمایینت په نورو طریقو کې ځانگړو سامان الاتو ته اړتیا لري چې ممکن دفعتاً موجود نه وي .

### 3.2 د ازمایینت د ارقامو تصحیح (Correction to the test data)

د محدودو اصلاحي فکتورونو په زیاتولو سره مونږ کولای شو چې د SPT لومړني ارقام اصلاح کړو . د ازمایینت د کړنلارې توپیرونو یوه کمه برخه د N اندازه شوی قیمت په  $N_{60}$  باندې د تبدیلولو پواسطه کیدای شي چې په لاندې توگه جبران شي (Skempton, 1986).

$$N_{60} = \frac{E_m C_B C_S C_R N}{0.60} \dots\dots\dots(1. 2)$$

په پورته فورمول کې:

- $N_{60}$  - د ساحوي کړنلارې لپاره د SPT د N اصلاح شوی قیمت دی.
- $E_m$  - د خټک مؤثریت دی چې د (1.2 جدول) څخه اخستل کېږي.
- $C_B$  - د نمونې اخستلو د سوري د قطر تصحيح (د 2.2 جدول څخه اخستل کېږي).
- $C_S$  - د نمونه اخستونکي تصحيح (د 2.2 جدول څخه اخستل کېږي).
- $C_R$  - د راپد اوږدوالي تصحيح (د 2.2 جدول څخه اخستل کېږي).
- $N$  - د SPT د N اندازه شوي قیمت.

1.2 جدول. د SPT د خټک مؤثریت [321:18] (Adapted from Clayton, 1990).

هيواد	د خټک ډول	د خټک د خوشي کولو ميکانيزم	د خټک مؤثریت $E_m$
ارجنټينا	Donut	د څرخ سره	0.45
برازيل	Pin weight	ازاد سقوط	0.72
چين	Automatic	بنوويدلی	0.60
	Donut	ازاد سقوط	0.55
	Donut	له څرخ سره	0.50
کولمبيا	Donut	له څرخ سره	0.50
جاپان	Donut	له څرخ سره	0.78-0.85
	Donut	له دوه څرخونو سره	0.65-0.67
انگلستان	Automatic	بنوويدلی	0.73
د امریکې متحده ايالات	Safety	له دوه څرخونو سره	0.55-0.60
	Donut	له دوه څرخونو سره	0.45
وينزويلا	Donut	له څرخ سره	0.43

د خټک مختلف ډيزاينونه عمومي استعمال لري، چې هيڅ يو يې 100% گټور نه دی، د خټکونو ځينې عام ډيزاينونه په (3.2 شکل) کې ښودل شوي دي، او د ځانگړو خټکونو مؤثریت په (1.2 جدول) کې لست شوي. د SPT اړوند د ډيرو ډيزاينونو په تصحيح کې د هغه خټک څخه استفاده کېږي چې د هغې مؤثریت 60% وي. نو په دې

اساس د 2.2 مساوات له نورو خټکونو څخه لاسته راغلي نتيجه تصحيح کوي او د خټک پورته ياد شوي مؤثریت ته چې بايد استعمال شي، برابر وي [322:18].

د SPT ارقام د اضافه باری په تصحيح کې هم تنظيميږي چې د مؤثره فشار اغيزه جبرانوي. د يو شان خاورې په ژورو ازماينستونو کې نسبت سطحې ازماينستونو ته د N لور قيمت لري، نو په دې اساس د اضافه باری تصحيح د N اندازه شوی قيمت هغه چې بايد وي تنظيموي که چيرې عمودي مؤثره فشار  $(\sigma_z)$ ،  $(2000 \text{ Ib/ft}^2)$   $(100 \text{ kPa})$  وي نو د  $(N_I)_{60}$  قيمت مساوي دی له (Liao and Whitman, 1985):

$$(N_I)_{60} = N_{60} \sqrt{\frac{2000 \text{ Ib/ft}^2}{\sigma_z'}} \quad \dots\dots\dots (2.2 \text{ English})$$

$$(N_I)_{60} = N_{60} \sqrt{\frac{100 \text{ kPa}}{\sigma_z'}} \quad \dots\dots\dots (2.2 \text{ SI})$$

په پورته فورمول کې:

$(N_I)_{60}$  - د ساحوي کرنلارې او د اضافه باری فشار لپاره د STP د N تصحيح شوی قيمت.

$\sigma_z'$  - د ازماينست په موقیعت کې عمودي مؤثره فشار.

$N_{60}$  - د ساحوي کرنلارې لپاره د STP د N تصحيح شوې قيمت.

که څه هم Liao او Whitman په دې تصحيح کې کوم حد نه دي پريښی، خو دا به بهتره وي چې  $(N_I)_{60} \leq 2N_{60}$  په پام کې ونیول شي. دغه حد په کم عمقه شاه گانو کې د  $(N_I)_{60}$  له زیات قيمت څخه مخنیوی کوي.

د تصحيح کوونکو فکتورونو استعمال ځینې وخت يوه مغشوشونکې مسئله ده، د ساحوي کرنلارې تصحيحوالی هر وخت لپاره مناسب دی، مگر د اضافه باری تصحيح کيدای شي چې مناسب وي او يا نه وي او دا د هغه چا د کرنلارې پورې اړه لري څوک چې د انالیز دغه طريقه پرمخ بيايي.

2.2 جدول د نمونې اخستلو څاه، نمونه اخستونکي او د راډ د تصحيح فکتورونه [117:3].

فکتور	د سامان ډول	قيمت
د نمونې اخستلو څاه د قطر فکتور $C_B$	65 - 115 mm (2.5 - 4.5 in)	1.00
	150 mm (6 in)	1.05
	200 mm (8 in)	1.15
د نمونې اخستلو د طريقې فکتور $C_S$	ستندرد نمونه اخستونکې	1.00
	غير خطي نمونه اخستونکې (سپارښتنه ئې نه ده شوې)	1.20
د راډ د طول فکتور $C_R$	3 - 4m (10 - 13 ft)	0.75
	4 - 6m (13 - 20 ft)	0.85
	6 - 10m (20 - 30 ft)	0.95
	>10m (> 30ft)	1.00

#### 4.2 د SPT د ارقامو استعمال (Uses of SPT data)

د SPT د N قيمت او داسې نور ازماينبتونه يواځې د خاورې د خواصو يو انډکس بڼايي. دا د خاورې انجنيري خاصيتونه مستقيماً نه اندازه کوي او يواځې هغه وخت گټور دی په کوم وخت کې چې ځانگړي اړيکي شتون ولري. دارنگه اړيکي زياتره له تجربو څخه لاسته راغلي وي.

متأسفانه اکثره دارنگه اړيکې تقريبي وي، خصوصاً هغه چې د زړو ارقامو څخه وي، کوم چې د پخواني ازماينبت کړنلارې او سامانونو څخه لاسته راغلي وي. په مجموع کې د SPT د نتايجو عدم اطمینان سره، دغه ټولې اړيکې د پراخه غلطيانو لرونکي وي. د کلی د خاورې د انجنيري خواصو او د SPT نتايجو تر منځ اړيکو په استعمال کې بايد خاص احتیاط وشي ځکه چې دغه کارې رابطې خامې دي. په عمومي توگه SPT بايد يواځې په شگلنه خاوره کې استعمال شي [121:3].

#### 5.2 له اړونده کثافت سره رابطه (Correlation with relative density)

د شگود ثبات واضح کولو لپاره د اړوند کثافت پيدا کول گټوره لاره ده. دا کيداې شي چې د SPT د لاندې تجربوي رابطو په استعمالولو سره پيدا شي:

$$D_r = \sqrt{\frac{(N_I)_{60}}{C_P C_A C_{OCR}}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(3.2)$$

$$C_p = 60 + 25 \log D_{50} \left(\frac{t}{100}\right) \dots\dots\dots(4.2)$$

$$C_A = 1.2 + 0.05 \log \left(\frac{t}{100}\right) \dots\dots\dots(5.2)$$

$$C_{OCR} = OCR^{0.18} \dots\dots\dots(6.2)$$

په پورته فورمولونو کې:

$D_r$  - اړوند کثافت.

$(N_I)_{60}$  - د ساحوي کرڼلارې او اضافې بارې فشار لپاره د SPT د N تصحيح شوی

قيمت دی.

$C_p$  - د خاورې ذراتو د سايز د تصحيح فکتور (ضريب).

$C_A$  - د زوروالي د تصحيح فکتور.

$C_{OCR}$  - زيات محکميدونکې تصحيح فکتور.

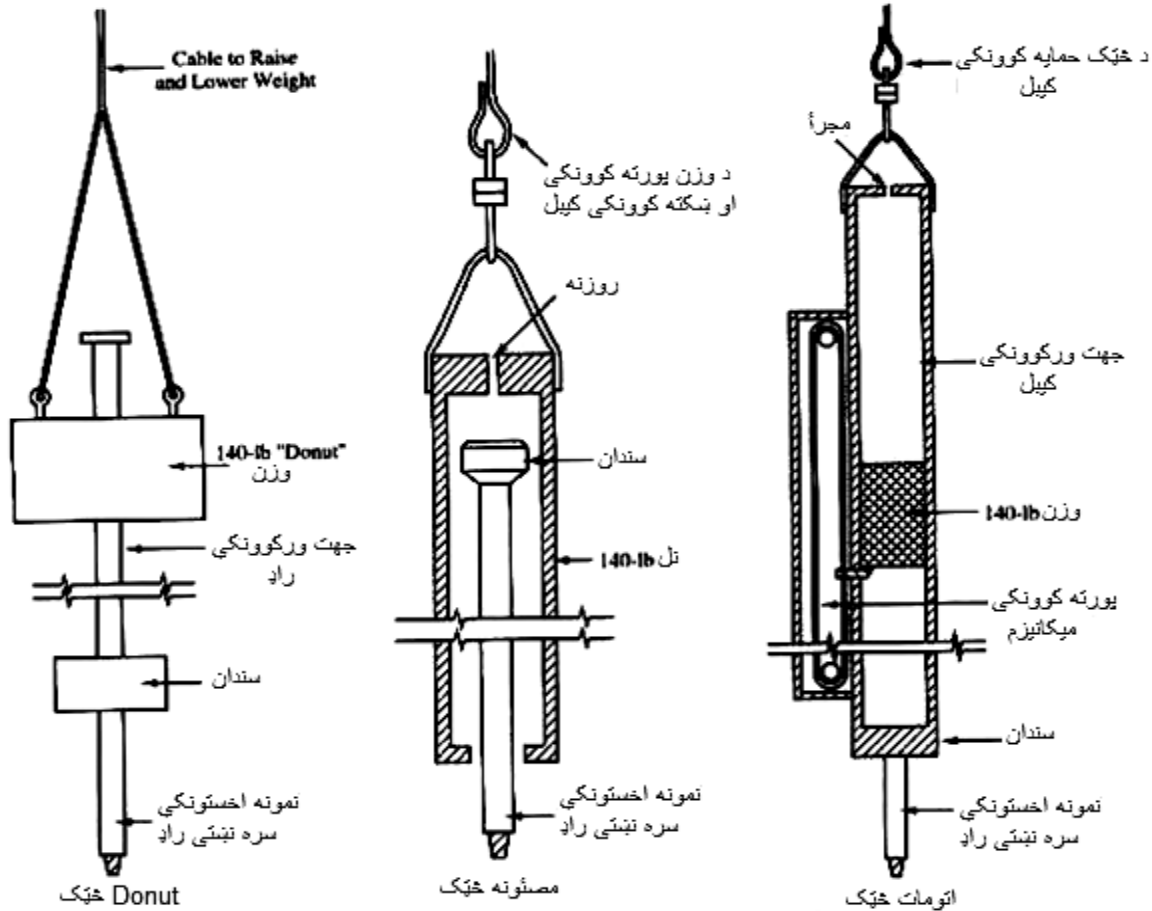
$D_{50}$  - د خاورې د ذراتو سايز چې 50% ټي میده وي (mm).

t - د خاورې عمر (د ذخيره کيدلو له وخته)، (کلونه).

OCR - زيات محکميدونکې نسبت.

مونږ به د ازماينبت ډبر کم ارقام ولرو چې د هغې په اساس د (4.2 څخه تر 4.6) مساواتونو ټول پاراميترونه لاسته راوړو، نو ځکه ځينې وخت دا ضروري ده چې ځينې له دوې محاسبه کړو. که چيرې د خاورې ذراتو د سايز منحنی شتون ونلري،  $D_{50}$  شايد د خاورې د مشاهداتي ازماينبت څخه لاسته راوړو. جيولوجيستان ځينې وخت د شگو د انبار عمر اټکلوي، مگر 5.2 مساوات انتخاب شوي قيمت سره دومره زيات حساس نه دی، پدې اساس يو صحرايي فکر کول ممکن کافي وي. د  $t = 1000$  کلونه، اکثره تحليلونو لپاره ممکن کافي وي. د زيات محکميدونکې نسبت په شگو کې کم پوهيدل کيږي، مگر دغه قيمتونه تقريباً په سسته شگه کې ( $N_{60} < 10$ ) د 1 څخه تر تقريباً 4 پورې په متراکمه شگه کې ( $N_{60} < 50$ ) ممکن د 6.2 مساوات لپاره کافي وي [3:121].





3.2 شکل. د SPT څټکونو نمونې [121:3]

6.2 د غوڅیدني مقاومت سره رابطه (Correlation with shear strength) د SPT نتایجو او د غیر سیمنتي شگې د مؤثره اصطکاک زاويې ( $\phi$ ) تر منځ یوه رابطه DeMello (1971) پیشنهاد کړله چې په (4.2 شکل) کې ښودل شوې. دغه رابطه باید یواځې د 2m څخه په زیاتې ژوروالي کې استعمال شي.

### 1.2 مثال

په میډه دانه شگه کې د ازمیښت لپاره د 6 inch په قطر او 19 ft په ژوروالي سره یوه څاه کیندل شوې. د (USA Safety) څټک په مرسته په نومورې ژوروالي کې د ستندرد نمونه اخستونکي سره د SPT د N لاسته راغلي قیمت 23 دی. د څاه ژوروالي ته نوره هم ادامه ورکړل شوې چې په 35m کې د ځمکې لاندې د اوبو سطحې سره مخ شوې. د

خاورې واحد وزن معلوم نه دی. د ازمینبت په موقیعت کې  $(N_I)_{60}$ ،  $\phi'$  او  $D_r$  محاسبه کړئ او د نوموړې ارقام د شگې د ثبات په صنف بندۍ کې استعمال کړئ؟



4.2 شکل. د غیر سیمنتي شگې لپاره د  $N_{60}$  او  $(\phi)$  ترمنځ تجربوي رابطه [122:3].

حل:

نظر جدول ته د SP خاورې چې د ځمکې لاندې اوبو سطحې څخه پورته موقیعت ولري په نمونه یی ډول سره د هغوی واحد وزن (95 – 125 lb/ft<sup>3</sup>) دی. د  $N$  اندازه شوي قیمت (23) څخه معلومیږي چې شگه نسبتاً متراکمه ده،  $\gamma = 115 \text{ lb/ft}^3$  په پام کې نیول کیږي. په دې اساس د نمونې اخستلو په ژوروالي کې:

$$\sigma'_z = \sum YH - u = (115 \text{ Ib/ft}^3)(19\text{ft}) - 0 = 2185 \text{ Ib/ft}^2$$

$$N_{60} = \frac{E_m C_B C_S C_R N}{0.60} = \frac{(0.57)(1.05)(1.00)(0.85)(23)}{0.60} = 19.5$$

$$(N_I)_{60} = N_{60} \sqrt{\frac{2000 \text{ Ib/ft}^2}{\sigma'_z}} = 19.5 \sqrt{\frac{2000 \text{ Ib/ft}^2}{2185}} = 18.7$$

نظر (4.2 شکل) ته  $\phi = 40^\circ$ . که څه هم  $D_{50}$  ورکړل شوی نه دی، خاوره یوه میډه دانه خاوره ده او د ذراتو سایز یې جدول ته په کتلو سره (0.075 – 0.425 mm) دی. په دې اساس  $D_{50} = 0.2 \text{ mm}$  استعمالیږي.

$$C_p = 60 + 25 \log D_{50} = 60 + 25 \log(0.2) = 42.5$$

$t$  نه دی ورکړل شوی نو په دې اساس  $t = 1000 \text{ years}$  په پام کې نیول کیږي.

$$C_A = 1.2 + 0.05 \log \left(\frac{t}{100}\right) = 1.2 + 0.05 \log \left(\frac{1000}{100}\right) = 1.25$$

OCR نه دی ورکړل شوی نو په دې اساس  $OCR = 2.5$  په پام کې نیول کیږي.

$$C_{OCR} = OCR^{0.18} = 2.5^{0.18} = 1.18$$

$$D_r = \sqrt{\frac{(N_I)_{60}}{C_p C_A C_{OCR}}} \times 100 = \sqrt{\frac{18.7}{(42.5)(1.25)(1.18)}} \times 100 = 55\%$$

نظر جدول ته خاوره په منځنۍ توگه متراکمه ده.

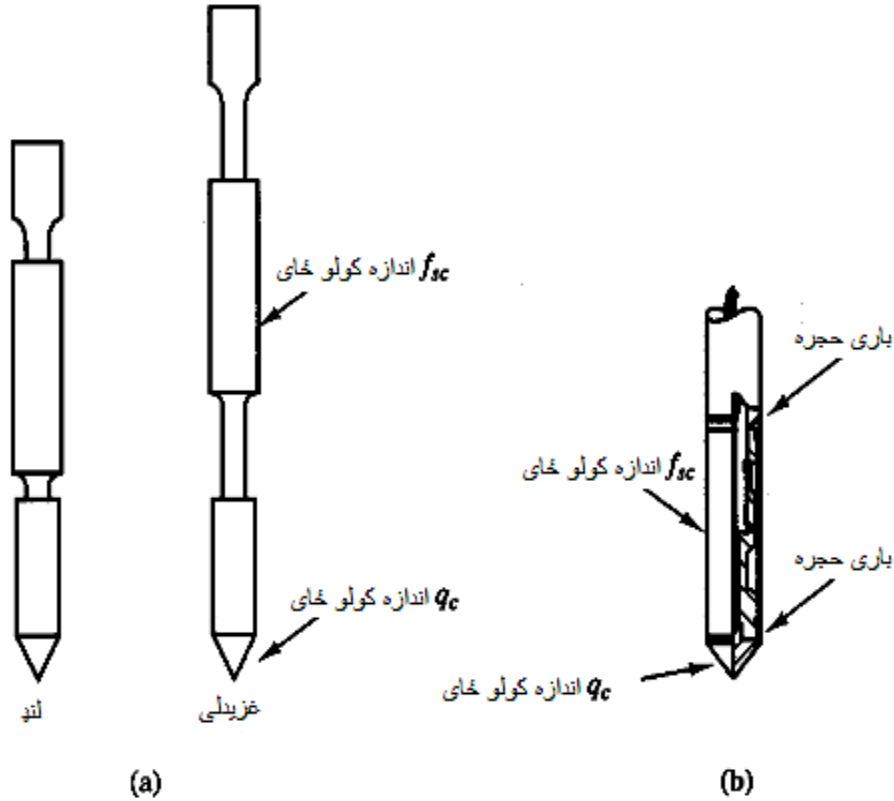
## 7.2 د مخروطي نفوذ ازماينبت (CPT) Cone Penetration Test

د مخروطي نفوذ ازماينبت (CPT) يو بل ساحوي معمول ازماينبت دی. د دې ازماينبت ډېر پرمختگ او تکامل په پيل کې د 1930 څخه تر 1950 م کلونو کې په اروپا کې واقع شوی. که څه هم په هاليند کې د کارونو د اجرا کولو زيات شمير ستندردونه رابرسيره شوي دي چې د زياتو متفاوتو طريقو او څيړنو په اساس سرته رسيدلي، چې يو له هغوی څخه د مخروطي نفوذ ازماينبت دې، ځکه ځينې وخت ورته هاليندي مخروط هم

وايي . CPT په اروپا کې د پخوا څخه زيات استعماليري او په اوسني وخت کې په شمالي امريکا او نورو ځايونو کې شهرت ئې مخ په زياتيدو دی .

معمولاً د مخروط دوه ډولونه استعماليري: ميخانيکي مخروط او برقي مخروط، لکه چې په (5.2 شکل) کې ښودل شوي، دواړه ډولونه د دوو برخو لرونکي دي، چې يوه برخه ئې مخروطي برخه ده چې 35.7mm قطر او د هغې د رأس زاويه  $60^\circ$  ده او بله برخه ئې د سلنډر برخه ده چې 35.7mm قطر او 133.7mm اوږدوالي لري . يوه هايډروليکي رم (Ram) پواسطه نوموړی مجمع په ځمکه کې پورې وهل کيږي او د آلې د نفوذ په مقابل کې د خاورې مقاومت اندازه کيږي. د مخروط مقاومت ( $q_c$ ) د ټولې قوې چې په مخروط باندې عمل کوي او د هغې دمقطع مساحت ( $10\text{cm}^2$ ) د نسبت څخه عبارت دی ، د مخروط سطحي اصطکاک ( $f_{sc}$ ) عبارت دې له ټولې اصطکاکي قوې څخه چې په سلنډر باندې عمل کوي او د هغې د سطحي مساحت ( $150\text{cm}^2$ ) نسبت څخه . معمولاً اړخونو اصطکاک د اصطکاک نسبت ( $R_f$ ) په نوم هم ياديري چې ( $f_{sc}/q_c \times 100\%$ ) سره مساوي دی [124:3].

د مخروط د دواړو ډولونو کارول توپير لري ، چې ميخانيکي مخروط اندازې او مرحلې پرمختللي دي چې د 20cm په انټروال کې د  $q_c$  او  $f_{sc}$  اندازې اخستل کيږي ، چيري چې برقي مخروط کشش سنج لري او کولای شي چې  $q_c$  او  $f_{sc}$  په مسلسل توگه تر ټاکلي ژوروالي پورې اندازه کړي . نسبت SPT ته د CPT پواسطه د خاورې بڼه په ډيره بڼه توگه مشخص کيږي . CPT اکثراً د درې اکسله لوی ټرک سره تړل کيږي لکه چې په (6.2 شکل) کې ښودل شوي دي .



5.2 شکل. د مخروطونو ډولونه: (a) میخانیکي مخروط (د Begemann مخروط په نوم هم یادېږي) او (b) برقی مخروط (د Fugro مخروط په نوم هم یادېږي) [124:3].

د CPT د نتیجې پلاټ (د نقشي پرمخ د نقطو انتقالول) په (7.2 شکل) کې بنودل شوې دی. که څه هم CPT نسبت SPT ته ډیرې گټې لري مگر لاندې درې مهمې نیمگړتیاوې هم لري [125:3].

- د خاورې د نمونې بیا لاسته راوړنه صورت نه نیسي، په دې اساس د خاورې د خپرلو هیڅ چانس نه لیدل کېږي.
- د هغې خاورې ازماينبت چې جغل ولري دقیقه نه ده او یا د استفادې وړ نه ده.
- که څه هم د فی فټ قیمت د بور وهلو د قیمت څخه کم دي، دا اړینه ده چې د CPT لپاره خاص تجهیزات تهیه شي.



6.2 شکل. CPT باندې مجهز ټرک چې هایډرولیکي رم د هغې په داخل کې موقیعت لري ، چې مخروط باندې په ځمکه کې داخلولو لپاره فشار واردوي او د ټرک وزن د عکس العمل په حیث کار کوي [3:124].

### 8.2 د CPT ارقامو استعمالول (Uses of CPT data)

د خاورې د بڼې د ارزونې لپاره CPT یوه ارزانه او گټوره لاره ده . دا چې د CPT پواسطه په ژوروالي سره په مسلسل توگه (د برقي مخروط سره) یا د ژوروالي په ډېر کم انټروال سره (میخانیکي مخروط سره) ارقام پلاس راځي ، CPT کولای شي چې د ځمکې د طبقاتو ډېر کوچني تغیرات هم پیدا کړي . په دې اساس انجنیران په لومړي مرحله کې CPT د سطحې څیړنې لپاره استعمالوي د ځمکې سوری کول او نمونو اخستل دویمې مرحلې ته پریږدي .

CPT د تجربوي رابطو له مخې د خاورې د انجنیري خواصو د څیړلو لپاره هم استعمالیږي . نوموړي رابطې د غیرسربینناکه خاورې لپاره په عمومي صورت استعمالیږي او بڼه نتیجه ورکوي . دغه رابطې په سربینناکو خاورو کې د منفذونو او بود

زيات فشار او نورو فکتورونو د موجوديت له کبله زياتره لږصحت لري. که څه هم دغه مشکل د (Piezocone) پواسطه حل کيږي. د تهداب او د CPT اړوند پايلو ترمنځ مستقيمي اړيکي هم شتون لري چې نوموړې اړيکي خاصاً د ژورو تهدابونو په ډيزاين کې گټورې دي.

**9.2 د خاورې د صنف بندۍ سره رابطه (Correlation with soil classification)**  
دا چې CPT پواسطه د خاورې کومه نمونه لاسته نه راځي، نو د څيړنيزې شاه ځای نه شي نيولی. په هر صورت ددې امکان شته چې د خاورې يوه تقريبي صنف بندۍ د مخروط مقاومت ( $q_c$ ) او د اصطکاک د فيصدي نسبت ( $R_f$ ) درابطې له مخې چې په 8.2 شکل (د Robertson او Campanella پواسطه ترتيب شوي) کې بنودل شوی حاصل شي [126:3].

**10.2 د اړونده کثافت سره رابطه (Correlation with relative density)**  
د CPT د پايلو او د شگود اړونده کثافت ترمنځ تقريبي رابطه په لاندې ډول ده:

$$D_r = \sqrt{\left(\frac{q_c}{315Q_c OCR^{0.18}}\right) \sqrt{\frac{2000 Ib/ft^2}{\sigma'}}} \times 100\% \dots\dots\dots(\text{English 8.2})$$

$$D_r = \sqrt{\left(\frac{q_c}{315Q_c OCR^{0.18}}\right) \sqrt{\frac{2000 Ib/ft^2}{\sigma'}}} \times 100\% \dots\dots\dots(\text{IS 8.2})$$

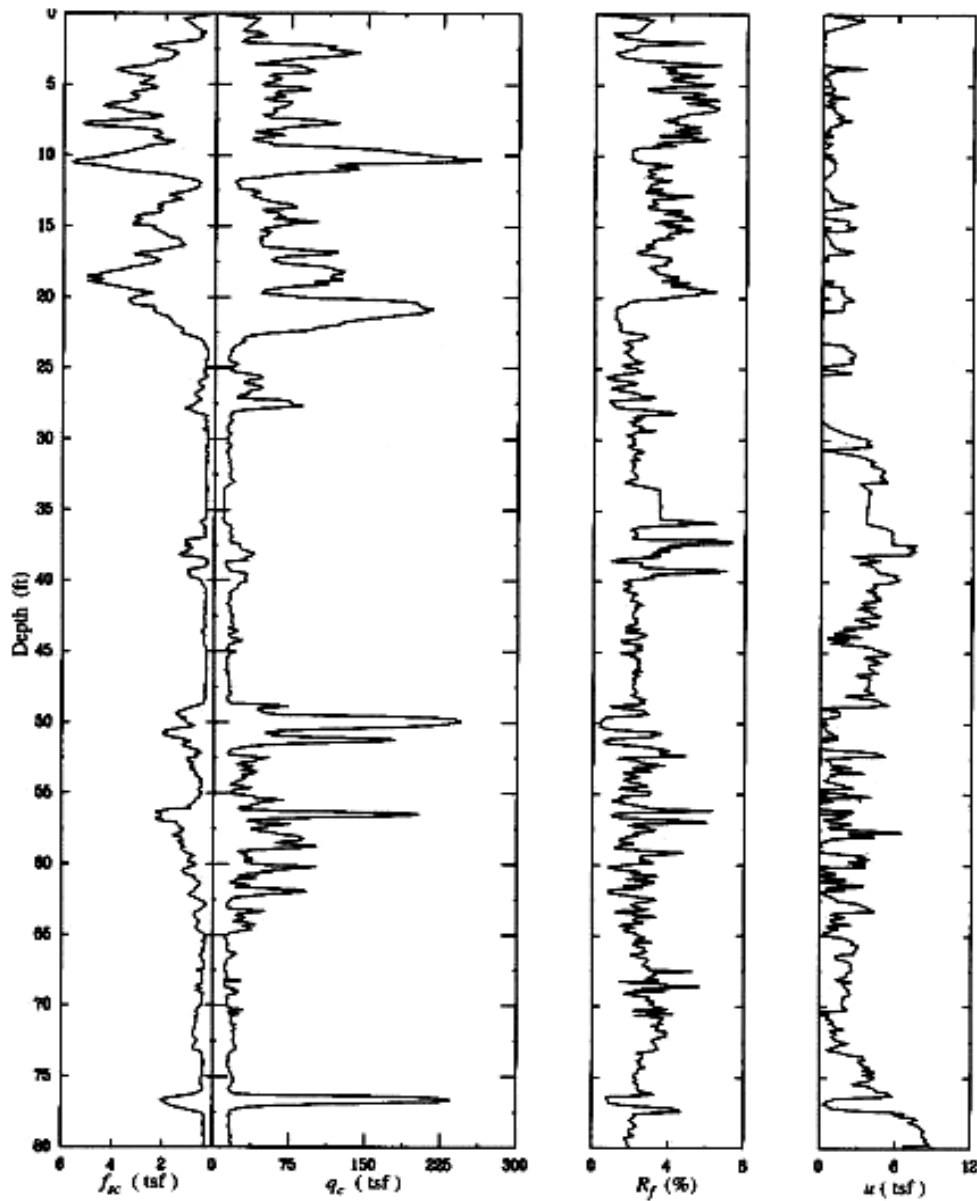
په پورته فورمول کې:

$q_c$  - د مخروط مقاومت  $\text{Kg/cm}^2$  (يا  $\text{ton/ft}^2$ )

$Q_c$  - د تراکم پذيرۍ فکتور دې چې نوموړې فکتور د زيات تراکم پذيره (د تخته کيدلو قابليت لرونکو) شگو لپاره 0.91، د منځني تراکم پذيره شگو لپاره 1.00 او د کم تراکم پذيره شگو لپاره 1.09 په پام کې نيول کيږي.

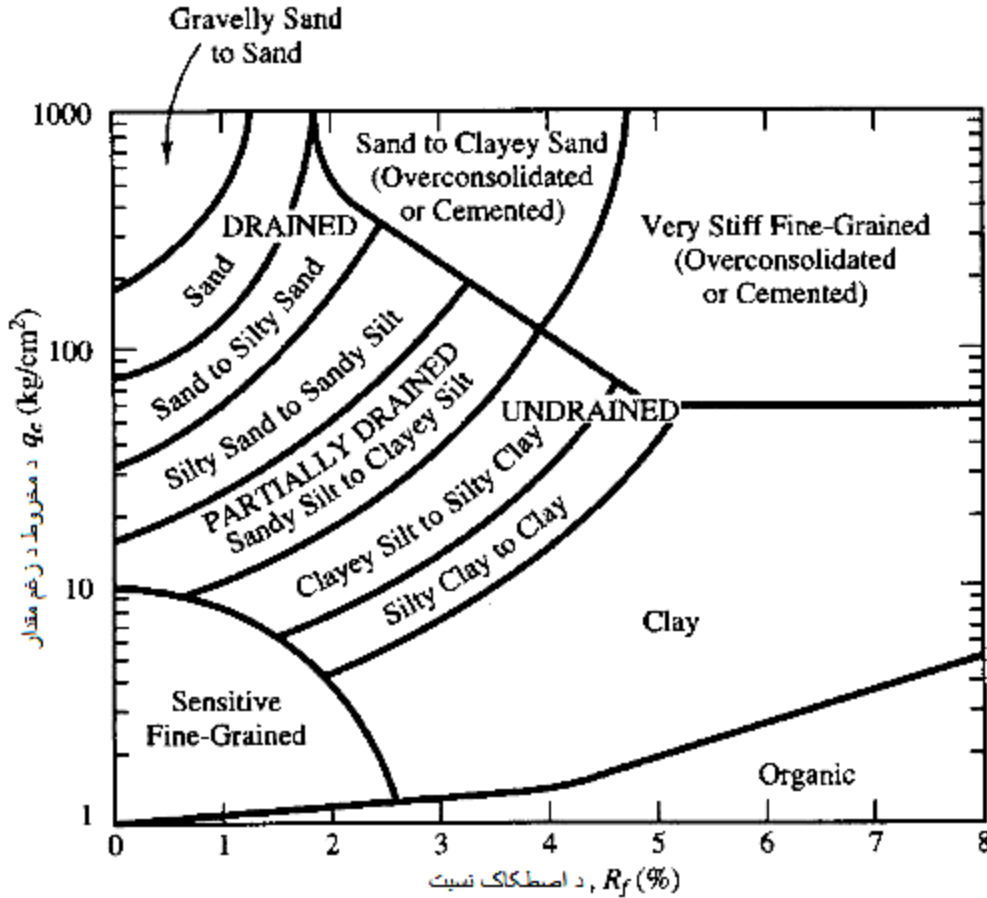
OCR - زيات محكميدونكي نسبت دی.

$\sigma_z'$  - عمودي مؤثره فشار دی.



7.2 شکل. د CPT د ازماينبت پایلې. دغه پایلې د Piezocone څخه ترلاسه شوي او همدارنگه د خاورې د منفذونو د اوبو فشار ( $u$ ) د ژوروالي په مقابل کې هم ښودل شوی. فشار په ټن في فټ مربع سره ښودل شوی (tsf)، [125:3].



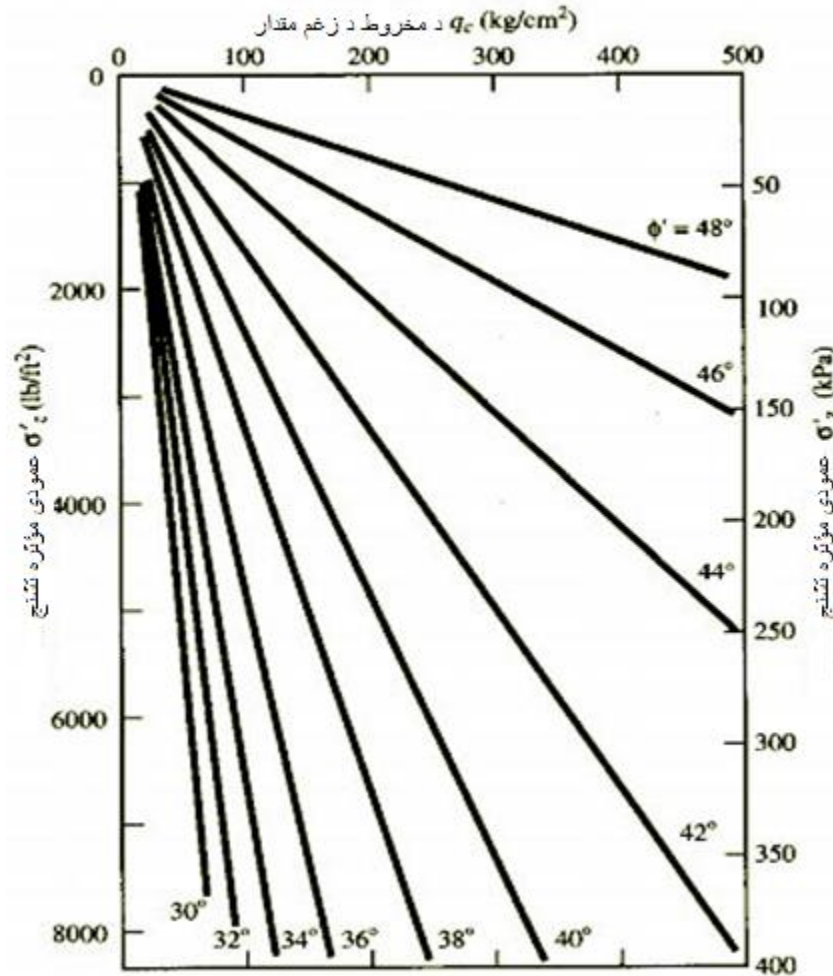


8.2 شکل. د CPT د ازماينست پایلو په اساس د خاورو صنف بندي [125:3].

11.2 د غوڅيدني له مقاومت سره رابطه (Correlation with shear strength) د CPT پاېلې د غوڅيدني له مقاومت سره خصوصاً په شگو کې هم رابطه لري. د (Robetson او Campanells) له خوا د غير سيمنتي شگې او د کوارتز شگې لپاره چې په نورمال شکل سره کلکې شوې وي نوموړې رابطه په (9.2 شکل) کې ترتيب کړي. د زيات محکميدونکې شگو لپاره د اصطکاک زاويي څخه چې د لانديني شکل څخه لاسته راځي د  $(1^\circ - 2^\circ)$  منفي کيږي.

12.2 د SPT د N قيمت سره رابطه (Correlation with SPT N - Value) څرنگه چې SPT او CPT دوه معمول ساحوي ازماينستونه دي، دا ډيره اړينه ده چې د يوې پاېلې څخه بلې ته تبديل شي. د  $q_c/N_{60}$  د نسبت او د خاورې د ذراتو د منځني

حد سايز ( $D_{50}$ ) تر منځ رابطه په (10.2 شکل) کې بنودل شوې ده چې نوموړی شکل د (Mayne او Kulhawy) له خوا ترتيب شوې. دا بايد په ياد ولرو چې  $N_{60}$  په اضافه باری تصحيح کې شامل نه دی.

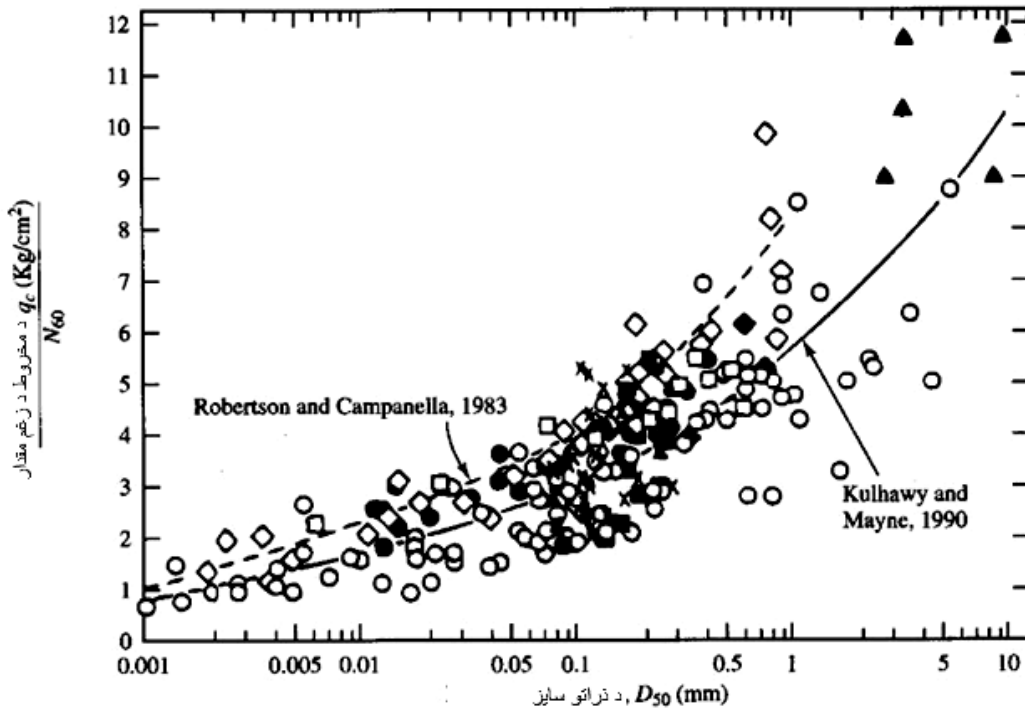


9.2 شکل. د غیر سیمنتي، نورمال کلکو شوو کوارتز شگو لپاره د CPT د پایلو، اضافه باری فشار او مؤثرې اصطکاکی زاویې ترمنځ رابطه [18:330].

د  $N$  په معادل قیمت باندې د CPT ارقامو په تبدیلولو او د SPT انالیز د طریقو په استعمال کې باید ډېر محتاط او سو. دغه تخنیک غیر اطمینانیت رامنځته کوي ځکه په دې کې دوه رابطې استعمالیږي، چې یوه رابطه په  $N$  باندې د تبدیلولو او بله ئې د مطلوب مقدار په محاسبه کولو کې [18:331].

### 7.1 مثال

د 7.2 شکل د CPT د نتايجو په استفاده هغې خاورې طبقه، صنف بندي کړئ چې د 28ft او 48ft تر منځ په ژوروالي کې موقیعت لري، او د SPT د N معادل قيمت محاسبه کړئ؟



10.2 شکل. د  $q_c/N_{60}$  د نسبت او د خاورې د ذراتو د منځني حد ساييز ( $D_{50}$ ) ترمنځ رابطه [331:18].

حل

په نموري طبقه کې  $q_c = 15 \text{tsf}$  او  $R_f = 2.0\%$  دي. د 8.2 شکل ته په کتلو سره دغه خاوره کيداى شي چې کلی لرونکې سيلت خاوره وي. د خاورې د صنف بندي او د 3.2 جدول په اساس د  $D_{50}$  د ذراتو د ساييز اندازه کيداى شي تقريباً  $0.02 \text{mm}$  وي. د 10.2 شکل په کتلو سره  $q_c/N_{60} = 1.0$  نو په دې اساس  $N_{60} = 15$  سره دی.

3.2 جدول د (ASTM D2487) له مخې د خاورې د ذرو د سايز صنف بندي [18:331].

د غلبلل سايز		د ذراتو قطر		د خاورې صنف بندي	
Passes	Retained on	(in)	(mm)		
	12 in	> 12	> 350	خويه تيرې	تيرې
12 in	3 in	3-12	75.0-350	قرنې تيرې	د تيرو پارچې
3 in	3/4 in	0.75-3	19.0-75.0	زيرده جغل	
3/4 in	#4	0.19-0.75	4.75-19.0	میده جغل	
#4	#10	0.079-0.19	2.00-4.75	زيرده شگه	خاوره
#10	#40	0.016-0.079	0.425-2.00	منځنۍ شگه	
#40	#200	0.0029-0.016	0.075-0.425	میده شگه	
#200		< 0.0029	< 0.075	میده (سپلت + کلی)	

### لنډيز

په دې فصل کې د خاورې له ازماينست کولو څخه چې د ساحې د تحليلولو، لابراتواري او ساحوي ازماينستونو په اساس صورت نيسي معلومات ورکړل شوي دي. او همدارنگه په ساحوي ازماينستونو کې د SPT او CPT ازماينستونو څخه استفاده کولو، دهغوی کړنلارې، د ارقامو محاسبه او لاسته راوړنه او د SPT د خاورې د نمونو اخستونکو مختلف ډولونو څخه بحث شوی دی.

د SPT او CPT د ارقامو استعمال او دهغې له مخې د خاورې د اړونده انجنيري خاصيتونو پيدا کولو رابطو په اړه هم معلومات ورکړل شوي دي.

### پوښتنې (Problems)

1. د STP په نسبت د CPT گټې واضح کړئ؟
2. په يوه څاه کې چې 150mm قطر او 9.5m لري د SPT تست اجرا شوی دی، يو ساده STP نمونه اخستونکې استعمال شوی دی، د خټک د ضربو شمير  $N=19$  دی. خاوره له نورمالې کلکې شوي میده شگې څخه تشکيله شوې ده چې واحد وزن يې  $18 \text{ KN/m}^3$  او  $D_{50}=0.4 \text{ mm}$  دي. د ځمکې لاندې او بو سطحه 15m په ژوروالي کې موقیعت لري تاسې لاندیني پاراميترونه محاسبه کړئ؟

$$D_r \text{ او } N_{60}, (N_I)_{60} -$$

3. د 7.2 شکل څخه د CPT د ازماينبت د ارقام څخه استفاده وکړئ، کله چې د خاورې واحد وزن  $115 \text{ Ib/ft}^3$  او زيات محکميدونکې نسبت يې مساوي له 3 سره وي. د 21 او 23ft تر منځ ژوروالي کې تاسې د خاورې صنف بندي،  $N_{60}$  او  $D_r$  محاسبه کړئ په دې صورت کې چې د ځمکې لاندې اوبو سطحه 15m د ځمکې له سطحې څخه ژور موقیعت ولري.

## دریم فصل

### سطحي تهدا بونه (Shallow Foundations)

#### 1.3 پیژندنه (Introduction)

سطحي تهدا بونه هغه تهدا بونه دي چې ساختماني بارونه د اساس خاورې ته انتقالوي. په نوموړي تهدا بونو کې ځانگړي تهدا بونه (Spread footing foundations) او فرشي تهدا بونه (Mat foundations) شامل دي. په دې څپرکي کې به نوموړي تهدا بونه وپیژندل شي او راتلونکي څپرکو کې به د دوی جیوتنیکي ډیزاینونو په اړه مفصلاً معلومات ورکړل شي (86:2).

#### 2.3 ځانگړي تهدا بونه (Spread Footings)

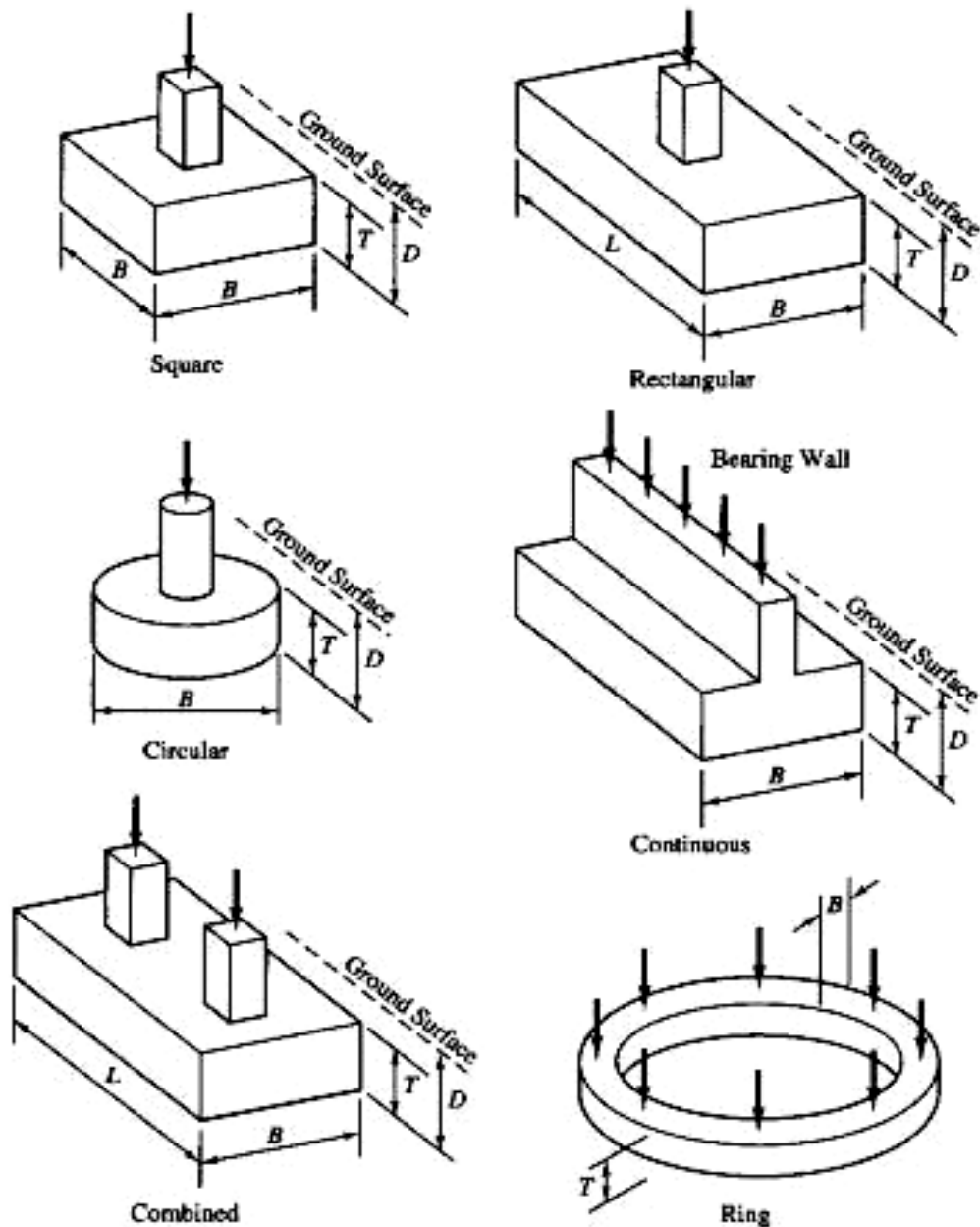
ځانگړي تهدا ب د پائې یا وزن برداره دیوال لاندینی برخه کې یو اړت یا پراخه ساختماني عنصر دی چې وارده ساختماني بارونه د اساس د خاورې په پراخه ساحه باندې ویشي. په ځانگړي توگه هره پایه او هر وزن برداره دیوال خپل ځانگړي تهدا ب لري، په دې اساس په هر ساختمان کې په زیات شمیر سره ځانگړي تهدا بونه شتون لري.

ځانگړي تهدا بونه د ډېر پخوا څخه نظر ارزانه قیمت او اسانه جوړولو طریقې ته د تهدا بونو ډېر معمول ډول څخه دي. نوموړي تهدا بونه زیاتره په هغه ساحه کې د کوچني یا منځني سائز لرونکي ساختمانونو لپاره جوړیږي چې خاوره یې د منځني څخه تر ښه حالتونو لرونکې وي، او حتی ځینې وخت کېدلی شي چې د لویو ساختمانونو لپاره هم استعمال شي په هغه صورت کې چې د ساختمان جوړولو ساحې د سطحې خاورې څخه لاندې صخره یې یا د ښه خاورو طبقه شتون ولري (88:2).

ځانگړي تهدا بونه د ځانگړو اړتیاو پوره کولو لپاره په مختلفو ډولونو او سائزونو سره جوړیږي لکه چې په (1.3 شکل) کې ښودل شوي دي. ځانگړي تهدا بونو په لاندې ډولونو ویشل کیږي (111:19):

- مربعي تهدا بونه: نوموړي تهدا بونه په پلان کې  $(B \times B)$  اندازه لرونکي دي او د ځمکې سطحې څخه د تهدا ب قاعدې پورې د  $D$  ژوروالی لري او ضخامت یې د  $T$  سره مساوي دی. مربعي تهدا بونه زیاتره د مرکزي پایو لپاره جوړیږي.

- مستطيلي تهدا بونه : په پلان کې د نوموړي تهدا بونو اندازه  $(B \times L)$  ده . نوموړي تهدا بونه په هغه ځايونو کې جوړيږي چې د لوی قاعدې لرونکې مربعي تهدا ب ساختمان د خنډ سره مخ شي او يا د زيات مومنت د شتون په صورت کې د نوموړي تهدا ب څخه استفاده کيږي .
  - ځانگړي دايروي تهدا بونه : دايروي تهدا بونه زياتره د بيرغ پائې او د برق د شبکې په پايو کې استفاده کيږي . که چېرې نوموړي تهدا بونه په زيات ژوروالي سره وغزول شي (يعنې  $D/B$  تقريباً د 3 سره مساوي شي) دوی به د ژورو تهدا بونو په شکل وي .
  - فيته ئي تهدا بونه: د وزن برداره ديوالونو لپاره استعمال کيږي .
  - يو ځايي تهدا بونه : نوموړي تهدا بونه د يو څخه زياتو پايو لپاره استعمال کيږي . دا دهغه پايو لپاره گټور دي چې يو بل سره ډېر نږدې موقیعت ولري .
  - ځانگړي حلقه ئي تهدا بونه: دا تهدا بونه مسلسل تهدا بونه دي چې په يوه دايره کې پيچلې شوي وي ، دا ډول تهدا بونه معمولاً د ځمکې لپاسه د دايروي ذخيروي تانک ديوالونو د حمايي لپاره استعمال کيږي .
- ځينې وخت دا اړين وي چې د بل ساختمان د ملکيت خط سره ډېر نږدې يا په داسې ځای کې چې هلته د خارجي ديوال سره کوم ساختمان شتون ونه لري ځانگړی تهدا ب جوړيږي ، دغه حالت په (2.3 شکل) کې بنودل شوی دی . ځکه چې دارنگه تهدا بونه د پايو لاندې متمرکز کيدلی نه شي ، او بار غير مرکزي وي . دا د تهدا ب د دور خوړلو سبب کيږي او په دې اساس غير متوازن مومنت او د پايو بيخايه کيدنه رامنځته کيږي .
- ددغه مشکل د حل لپاره تسمه يي تهدا ب څخه استفاده کيږي (د کانتيليبور تهدا ب په نوم هم ياديږي) ، کوم چې يو غـير مرکزي کناري پاي لاندې بار شوی تهدا ب چې د (grade beam) په واسطه د مرکزي بار شوې پائې سره وصل شوې وي . دغه ترتيب يو ځايي تهدا ب ته ورته دی ، چې په کناري تهدا ب کې د غير مرکزي بار په مقابل کې اړين مومنت تهيه کوي . ځينې وخت (grade beam) د زيات سخت تهدا بې سيستم تهيه کولو په منظور په يو ساختمان کې د ټولو ځانگړو تهدا بونو د تړلو لپاره استعمال کيږي (121:19) .



1.3 شکل. د ځانگړی تهدا بونو شکل او اندازې (120:19).

### مواد (Materials)

د 19 پیړۍ په نیمايي کې نږدې ټول ځانگړي تهدا بونه د معمورو څخه جوړیدل لکه چې په (3.3 شکل) کې ښودل شوي دي. غوڅ شوي تیرو تهدا بونه د هغه تیرو څخه جوړیږي چې په معینو اندازو او سایزونو سره غوڅ شوي وي او ددوی تر منځ د اصغري درز په پریښودلو سره د تهدا ب په معموره کې ورڅخه استفاده شوې وي ، همدارنگه د ښویه



ډبرو تهدا بونه د گډوډ سايز لرونکو ډبرو څخه د مسالې سره يو ځای کولو پواسطه جوړېږي. نوموړي تهدا بونه ډبر کم کششي مقاومت لري، په همدې اساس معماران د لوی سايز لرونکو ډبرو څخه استفاده کوي ترڅو د تشنجاتو زغمل کم کړي او د کششي تخریب څخه مخنیوی وکړي.

که څه هم د معمورو څخه تهدا بونه د کوچنیو ساختمانونو لپاره د قناعت وړ دي، مگر کله چې په درندو ساختمانونو کې استعمال شي د هغوی وزن او اندازې زیاتوي او زیاتره په تحکوي کې د هغوی استعمال ته ترجیح ورکول کېږي. په لویو او پراخو ساختمانونو کې اړینه ده داسې تهدا بونه استعمال شي چې کم وزنه او کمه اندازه ولري. په 1882 کال کې د لومړي ځل لپاره په (Chicago) کې د 10 منزله بلاک لپاره د اوسپنې د شبکې څخه تهدا بونه استعمال شول، او کېدلی شي چې دا د ځانگړي تهدا بونو لومړني ډیزاین وو چې د خمیده گي (Flexure) په مقابل کې یې مقاومت درلود. په نوموړي تهدا بونو کې د اوسپنې پتلی د لارو زیات شمیر طبقې شاملې دي لکه چې په (4.5 شکل) کې ښودل شوي دي. د اوسپنې تهدا بونه د خمیده گي په مقابل کې د زیات مقاومت په لرلو سره کېدلی شي چې کوچنی او سپک جوړ شي. د اوسپنې شبکوي تهدا بونو په جوړولو کې په اوسني وخت کې د اوسپنې د لارو پتلیو په ځای I ډوله اوسپنیز پروفیل استعمالېږي. نوموړي تهدا بونه د 20 پېړۍ شروع پورې کله چې اوسپنیز کانکریتو ظهور پیدا کړ ډېر مروج وو.

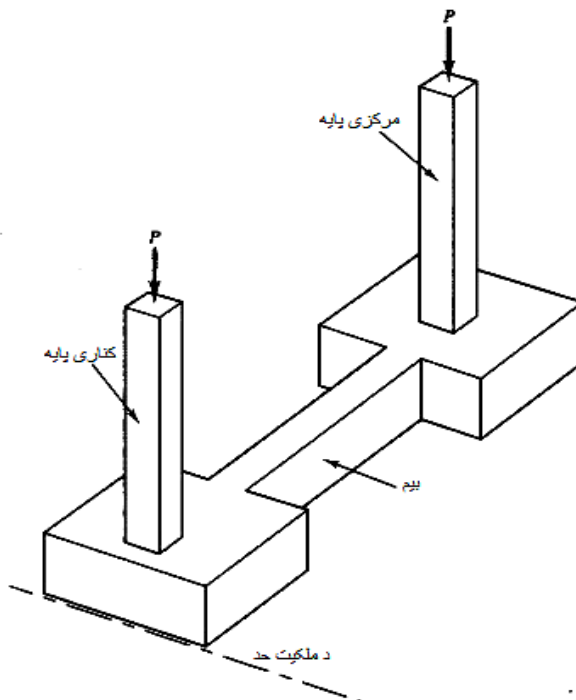
په (5.3 شکل) کې اوسپنیز کانکریتو یو ټپیک تهدا ب ښودل شوی. نوموړي تهدا بونه ډېر قوي، اقتصادي، دوامداره او په اسانه سره جوړېږي. د اوسپنیز کانکریتي تهدا بونو حجم نسبت معموره یې تهدا بونو ته کم دی، په همدې اساس دوی ډیرې کندنکاري او په تحکویانو کې لاندې داخلولو ته اړتیا نه لري. په همدې دلیل نږدې ټول ځانگړي تهدا بونه په اوسني وخت کې د اوسپنیز کانکریتو څخه جوړېږي (125:19).

### د جوړولو طریقي

قراردادیان زیاتره د ځانگړي تهدا بونو د کیندلو لپاره د چپه بیلچه لرونکي اکسکواتور څخه استفاده کوي لکه چې په (6.3 شکل) کې ښودل شوې، په نمونه یې ډول لاسي کارونو ته هم اړتیا لري ترڅو کیندل شوی ځای پاک شي. کله چې کندنکاري صورت ونیو دا مهمه ده چې کیندل شوې خاوره چک شي او په ډیزاین کې د استعمال شوې خاورې سره مقایسه شي. تفتیشان زیاتره د نوموړې خاورو د کلکوالي معلومولو لپاره 9mm اوسپنیز Probe استعمالوي. که چېرې د خاورې د حالتونو وړاندوینه ونه شي، خصوصاً

که چیرې نوموړې خاورې ډیرې نرمې وي، اړینه ده چې ډیزاین بیا ځلې صورت ونیسي (135:19).

زیاتره خاورې د کانکریت ریزی، وخته پورې کافي مقاومت لري چې عمودي ودریږي، په داسې خاوره کې د تهداب کانکریت په غیرد قالبه اچول کیږي او ځینې ځایونو کې په کیندل شوي تهدابونو کې د لرگیو په واسطه قالببندي، څخه وروسته کانکریت ریزی صورت نیسي لکه چې په (7.3 شکل) کې ښودل شوي. په دې اساس د تهداب پورتنۍ برخه د مناسبې ارتفاع لرونکې وي. که چیرې خاوره عموداً ونه دریږي نو اړینه ده چې د کندنکاري اندازه د لرگیو پواسطه قالببندي، په خاطر زیاته ونیسو لکه چې په (7c.5 شکل) ښودل شوي. دا ډول تهداب د قالب بندي شوي تهداب په نوم یادېږي. یو ځل چې کندنکاري صورت ونیو او پاکه شوه او قالب (که چیرې اړتیا وه) ځای په ځای شو، وروسته سیخبندي صورت نیسي (136:19).



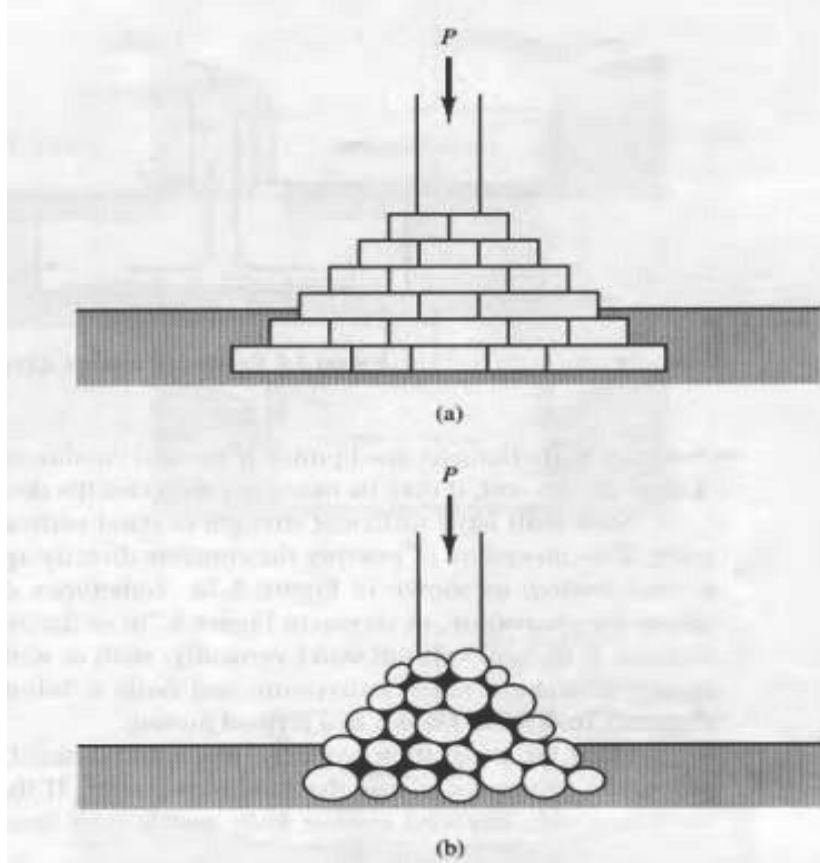
2.3 شکل. د کناري پایو د حمایې لپاره د تسمه یي تهداب استعمال په هغه صورت کې چې ساختمان د ملکیت خط څخه وړاندې غزیدلی نه وي (125:19).

### 3.3 فرشې تهدا بونه (Mats)

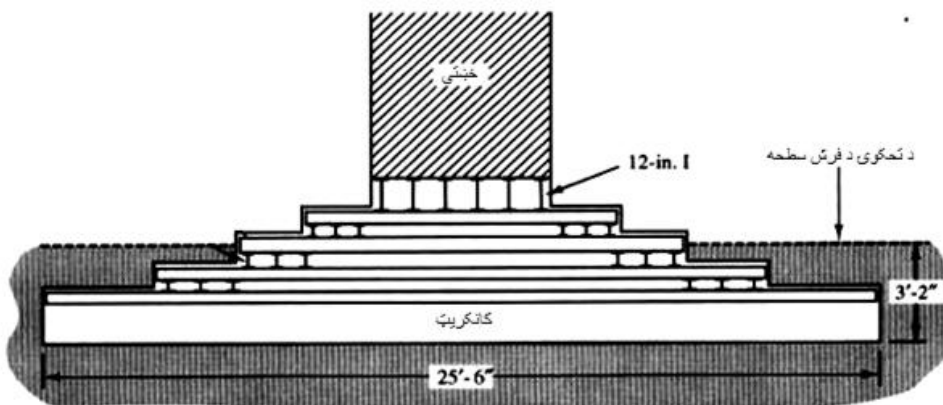
د سطحې تهدا بونو دوهم ډول فرشې تهدا بونه دي، لکه چې په (9.3 شکل) کې ښودل شوي دي. فرشې تهدا بونه په حقیقت کې یو ځانگړی لوی تهداب دی چې زیاتره د یو

ساختمان ټول افقي مرتسم په بر کې نيسي. نوموړي تهدا بونه د اوسپنيز کانکريټو  
څخه جوړېږي.

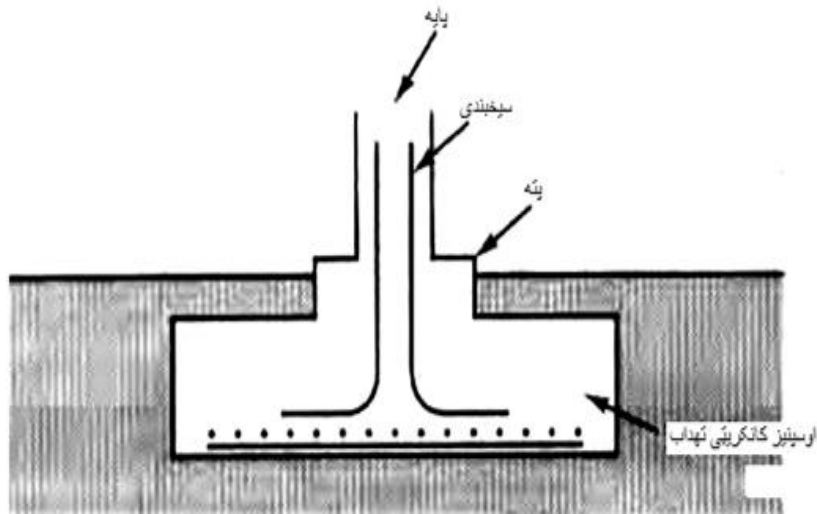
د تهدا ب انجنيران فرشي تهدا بونه د لاندیني حالتونو له مخې په پام کې نيسي:



3.3 شکل. (a) د ساييز ورکړل شوي تېرو تهدا ب ، (b) د بنويه تېرو څخه تهدا ب (135:19).



4.3 شکل. اوسپنيز شبکې تهدا ب چې د اوسپنې پټلې د لارو څخه جوړه شوې او کانکريټ د  
اوسپنې شبکې د زنگ وهلو د مخنيوی لپاره پوښل شوی (136:19).



5.3 شکل. اوسپنیز کانکریټي ځانگړي تهدا ب (136:19).



6.3 شکل. ځانگړي تهدا ب لپاره دراسته بیلچه لرونکي اکسکواتور کندنکاري (137:19).

- که چېرې د ساختمان بار ډېر زیات وي او یا خاوره ډیره سسته وي ، په دې صورت کې ځانگړي تهدا ب باید پراخه جوړ شي . د تهدا ب جوړونې د قانون له مخې که چېرې ځانگړي تهدا بونه د ساختمان د مساحت 50% څخه زیات مساحت په بر کې ونیسي نو فرشي تهدا بونه یا ژور تهدا بونه زیات اقتصادي تمامیږي .
- که خاوره ډیره نامنظمه او د نشست زیات توپیر ولري . د فرشي تهدا ب د ساختمان تسلسل او انحنایي مقاومت د دغه نامنظموالي لپاره د یو پل حیثیت لري (140:19).

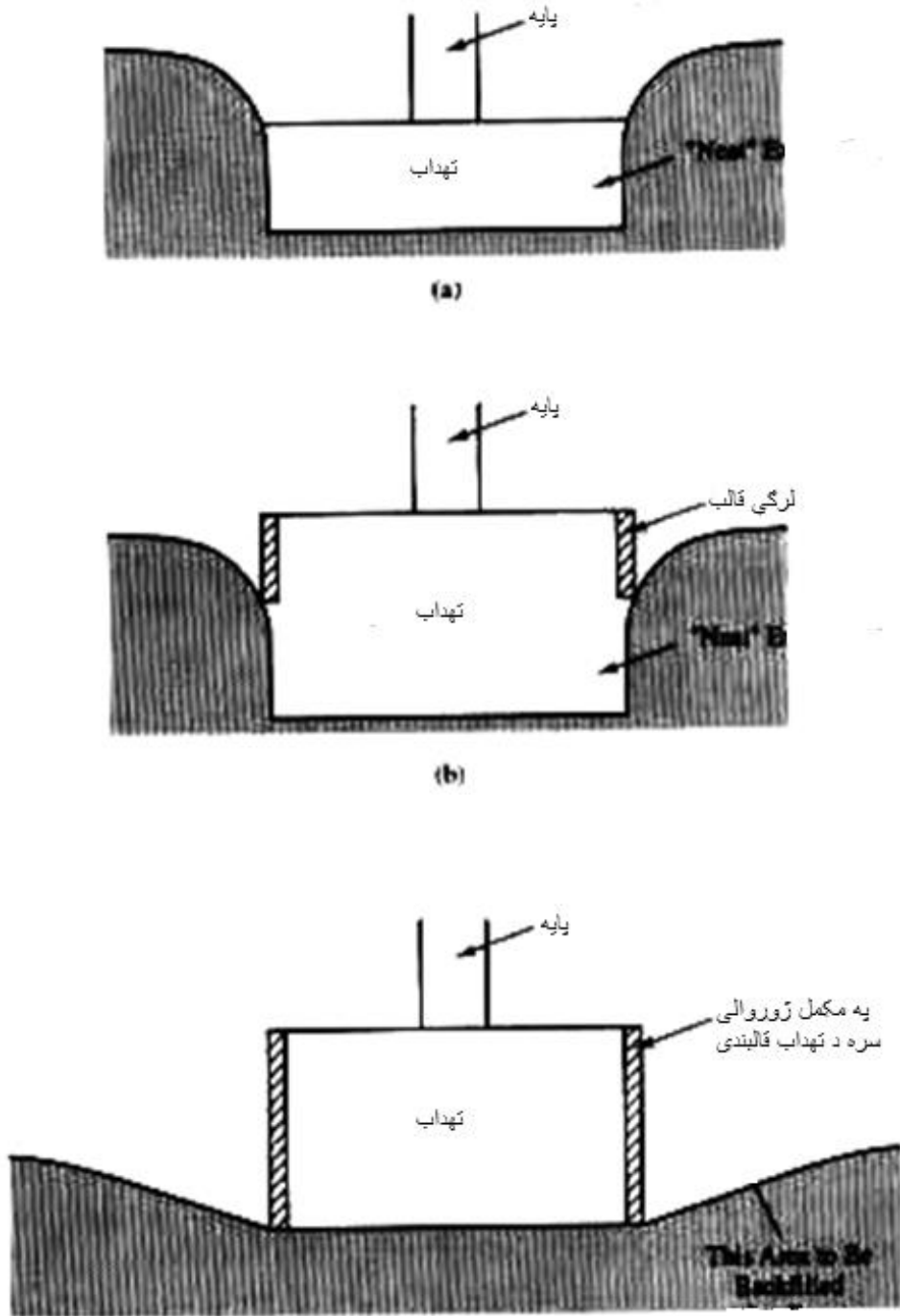
- د ساختمان بارونه غير منظم وي او په دې اساس د غيرمنظم نشست اندازه زياتيږي. بيا هم د فرشي تهدا د ساختمان تسلسل او انحنایي مقاومت د داسې نامنظموالي مخه نيسي.
- افقي قوي په ساختمان باندې مساوي نه ويشل کيږي ، او کيدای شي چې په ځانگړي يا ميخي تهدا بونو کې د متفاوت افقي مومنتونو سبب شي. د فرشي تهدا د ساختمان تسلسل د نوموړي مومنتونو په مقابل کې مقاومت بنایي.
- د ساختمان لاندینی برخه ځینې وخت د ځمکې لاندې اوبو سطحې څخه لاندې موقیعت لري نو په دې اساس د اوبو څخه غیر قابل نفوذ کول یوه مهمه خبره ده. دا چې فرشي تهدا یو پارچه یي ساختمان دی نو له همدې امله په اسانه کېدلای شي چې عایق رطوبت شي. د فرشي تهدا بونو وزن هم د ځمکې لاندې اوبو د هایدروستاتيکي پورته کوونکي قوو په مقابل کې مقاومت کوي.
- د ذخیرو د تانکونو او لویو ماشینونو تهدا بونه د فرشي تهدا بونو څخه جوړيږي. په (Houston) کې د تیکساس پنځه اویا پوریزه تجارتې ټاور فرشي تهدا بونه په نړۍ کې د لوی ترین تهدا بونو څخه دی. نوموړی فرشي تهدا ب 3m ضخامت لري او د جادي د سطحې څخه 19.2m لاندې ژوروالی لري (150:19).

### 4.3 زغمونکی فشار (Bearing pressure)

هغه اساسي پارامیتر چې د تهدا ب او اساس خاورې تر منځ رابطه تشکیلوي د فشار زغملو څخه عبارت دی. نوموړی زغمونکی فشار د تهدا ب لاندې په في واحد مساحت باندې د قوي د عمل څخه عبارت دی ، چې انجنیران د 19 پیړۍ څخه را پدې خوا د زغمونکي فشار په اهمیت باندې پوهیدل، په دې ترتیب د خاورې اساس د تهدا ب د وروستی ناستې او د زغم د وړتیا لپاره جوړوي (233:19).

### د زغمونکي فشار ویشنه (Distribution of Bearing Pressure)

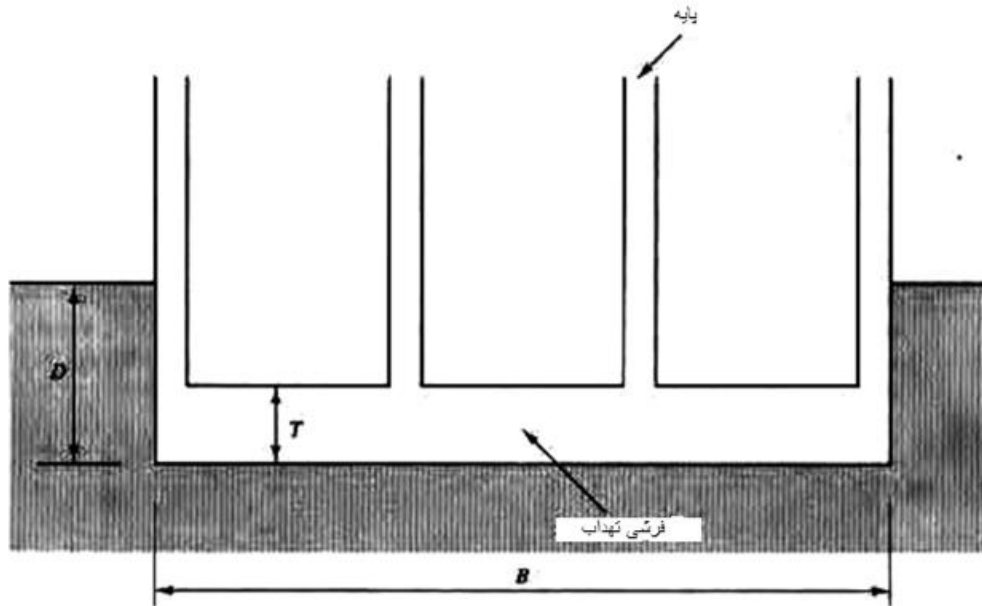
که څه هم د سطحې تهدا ب لاندې د اساس د ټول مساحت مکمل زغمونکی فشار د هغه قوو سره چې د تهدا ب او خاورې تر منځ عمل کوي، سره باید مساوي وي. تحلیلي مطالعې او ساحوي اندازې دا بنایي چې د زغمونکي فشار صحیح ویشنه لاندې فکتورونو پورې اړه لري:



7.3 شکل. په تهدا بونو کې د کانکریت ریزيه طريقې (a) خالصه کندنکاري، (b) په پورتنۍ برخه کې د قالب سره خالصه کندنکاري، (c) دمکمل ژوروالي سره قالببندي شوی تهداب (141:19).



8.3 شکل. یو مکمل ځانگړی تهدا ب چې څلور بولټونه د اوسپنیز پایې د قاعدې د پلیټ سره د اتصال ورکولو په منظور پریښودل شوي دي (142:19).



9.3 شکل. یو فرشي تهدا ب (142:19).

- د وارده قوې عن المرکزیت ، که چېرې کومې قوې عمل کړی وي .
- د وارده مومنت زیاتوالی .
- د تهدا ب ساختماني سختوالی .
- د خاورې د فشار تغیر شکل خاصیت .

• د تهدا ب لاندینی برخې زیږوالی.

په (10.3 شکل) کې د مرکزي عمودي بار شوي تهدا ب قاعدې په طول کې د زغمونکي فشار ویشنه ښودل شوې. په (10a.3 او 10b.3 شکلونو) کې د مساوي زغمونکي فشار په پام کې نیولو سره انعطاف پذیر تهدا بونو کوږوالی ښودل شوی دی، په داسې حال کې چې (10c.3 او 10d.3 شکلونو) کې زغمونکي فشار توپيرونو سره سخت تهدا بونه ښودل شوي دي.

اصلاً ځانگړي تهدا بونه سخت تهدا بونو ته ورته دي، نو په دې اساس د زغمونکي فشار ویشنه مساوي نه ده. که څه هم د داسې ویشني په بنا د زغم د وړتیا د زغم او د ناستې تحلیل یو کمپلکس کار دی نو په دې اساس داسې فرض کيږي چې د مرکزي عمودي بارونو لاندې فشار د تهدا ب په ټوله قاعده باندې مساوي دی، لکه چې په (10e.3 شکل) کې ښودل شوي دي. د فرشي تهدا بونو ضخامت نسبت د هغې عرض ته ډېر کم دی، نو په دې اساس نسبت ځانگړي تهدا بونو ته ډېر انعطاف پذیره دی. په مجموع کې مونږ په فرشي تهدا بونو کې د کرونکو فشارونو ارزونه او سیخ بندي ډېر په احتیاط سره کوو. په دې اساس د فرشي تهدا بونو د زغمونکي فشار د ویشني په پیدا کولو کې تفصیلي تحلیل سرته رسوو.

کله چې د سطحې تهدا بونو تحلیل صورت نیسي، د تهدا بونو د اړخي اصطکاکی ښویدنه د تهدا ب په ټول اړخ کې په پام کې نه نیول کيږي، او فرض کيږي چې ټول بار لاندینی برخې ته انتقالیږي. چې دا د سطحې او ژورو تهدا بونو تر منځ یو ډېر مهم تحلیلي توپیر دی (233:19).

د زغمونکي فشار محاسبه (Computation of bearing pressure)

د سطحې تهدا ب په طول کې د هغې لاندې زغمونکي فشار مساوي دی له:

$$q = \frac{P + W_f}{A} - u_D \quad \dots\dots\dots(1.3)$$

په پورته فورمول کې:

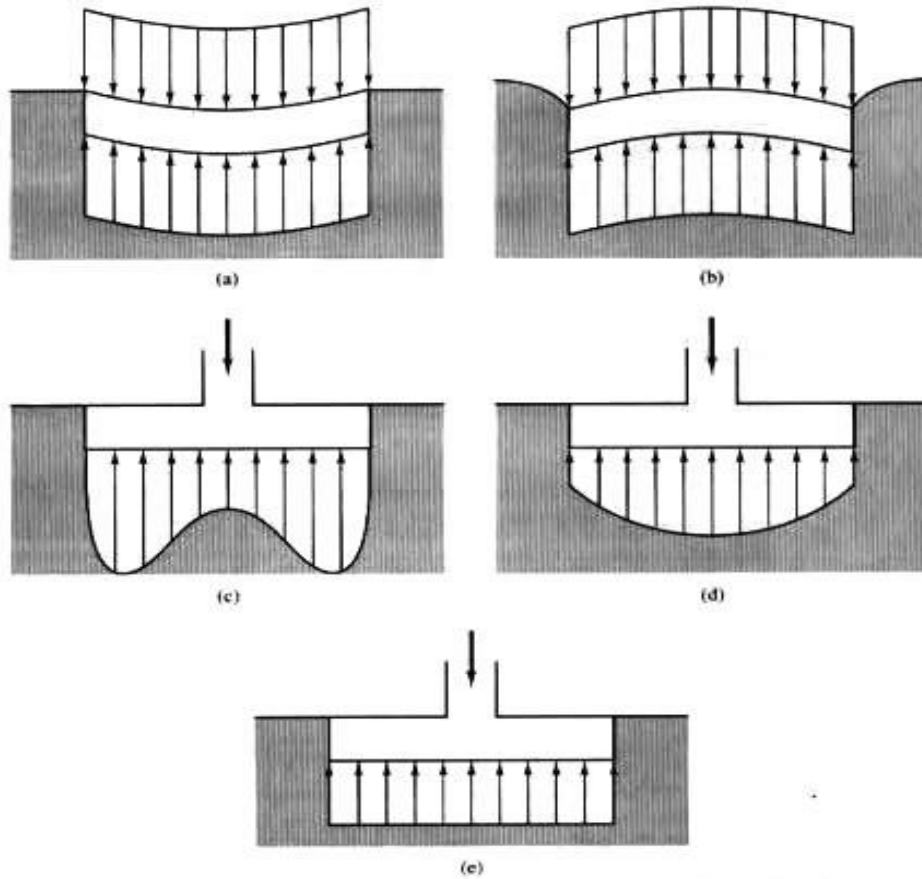
q زغمونکي فشار.

P د پایې بار.

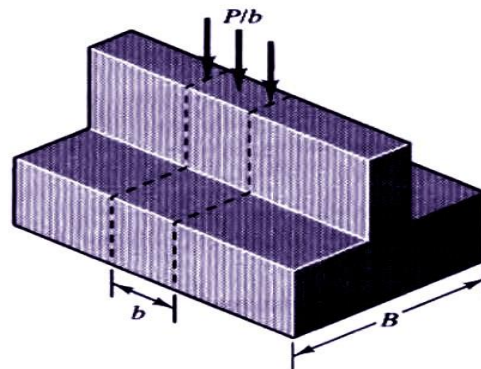
W<sub>f</sub> تهدا ب د پاسه خاورې سره د تهدا ب وزن.



A د تهدا د قاعدې مساحت ( مربعوي تهدا ب لپاره  $B^2$  او مستطيلي تهدا ب لپاره BL).



10.3 شکل . د مرکزي عمودي قوې په پام کې نیولو سره د سطحې تهدا بونو د قاعدې په طول کې د زغمونکي فشار ویشنه . (a) په کلی خاوره کې انعطاف پذیر تهدا ب ، (b) په شگه کې انعطاف پذیر تهدا ب ، (c) په کلی خاوره کې سخت تهدا ب ، (d) په شگه کې سخت تهدا ب ، (e) ساده شوې ویشنه (235:19).



11.3 شکل . په مسلسلو تهدا بونو باندې بارونو لپاره تعریف (236:19).

$u_D$  د تهڊاب په لاندینی برخه کې د خاوري د منفذونو د اوبو فشار (یعنې د ځمکې د سطحې لاندې د  $D$  په ژوروالي سره).

په حقیقت کې ټول سطحی تهڊابونه د اوسپنیز کانکریتو څخه جوړیږي، په دې اساس د  $W_f$  د محاسبې لپاره د کانکریتو واحد وزن  $23.6 \text{ kN/m}^3$  په پام کې نیول کیږي. د خاوري د منفذونو د اوبو فشار اصطلاح د پورته کوونکي فشار په حساب کې راضي (Bouyancy forces)، په کوم وخت کې چې د تهڊاب یوه برخه د ځمکې لاندې اوبو سطحې څخه لاندې واقع وي. که چېرې د ځمکې لاندې اوبو سطحې ژوروالی د  $D$  څخه زیات وي په دې صورت کې  $u_D = 0$  دی (19:235).

د مسلسل تهڊابونو لپاره وارده قوې په قوه في واحد طول باندې بنایو لکه  $2000 \text{ kN/m}$  د محاسبې د اسانه کولو لپاره في واحد طول په  $b$  سره بنایو کوم چې زیاتره  $1 \text{ m}$  سره مساوي نیول کیږي لکه چې په (11.3 شکل) کې ښودل شوي. په دې اساس بار په  $P/b$  او وزن په  $W_f/b$  سره ښودل کیږي. د مسلسل تهڊابونو لپاره زغمونکی فشار مساوي دی له:

$$q = \frac{P}{b} + \frac{W_f}{b} - u_D \quad \dots\dots\dots(2.3)$$

### 1.3 مثال

په (12.5 شکل) کې یو  $5 \text{ ft}^2$  تهڊاب ښودل شوی چې  $100 \text{ k}$  بار شوي پایه متحملوي. تاسې زغمونکی فشار محاسبه کړئ؟

**حل**

د کانکریتو واحد وزن مساوي دی له  $150 \text{ Ib/ft}^3$  ( $23.6 \text{ kN/m}^3$ )، همدارنگه  $W_f$  محاسبه کړئ که چېرې تهڊاب د ځمکې سطحې څخه  $D$  په اندازه ژور موقیعت ولري.

$$W_f = (5\text{ft})(5\text{ft})(4\text{ft})(150 \text{ Ib/ft}^3) = 15,000 \text{ Ib}$$

$$A = (5\text{ft})(5\text{ft}) = 25 \text{ ft}^2$$

$$u_D = \gamma_w z_w = (62.4 \text{ Ib/ft}^3)(4\text{ft} - 3\text{ft}) = 62 \text{ Ib/ft}^2$$

$$q = \frac{P + W_f}{A} - u_D = \frac{100,000 \text{ Ib} + 15,000 \text{ Ib}}{25 \text{ ft}^2} - 62 \text{ Ib/ft}^2 = 4538 \text{ Ib/ft}^2$$

### 2.3 مثال

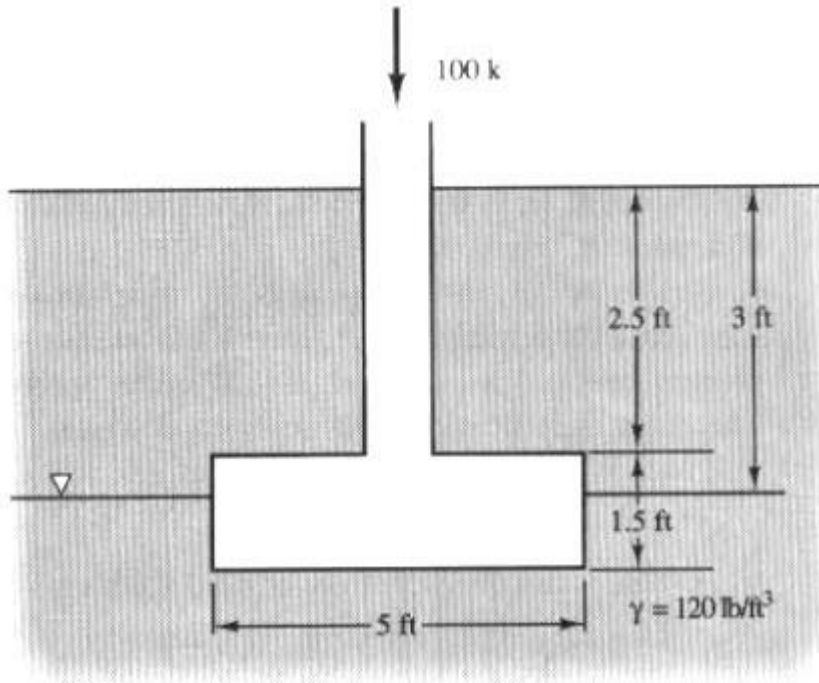
د 0.70m په عرض يو مسلسل تهڊاب چې 110kN/m د يو ديوال وزن متحملوي. د نوموړي تهڊاب ژوروالي د ځمکې د سطحې څخه 0.5m دی او د خاورې واحد وزن 17.5kN/m<sup>3</sup> دی. د ځمکې لاندې د اوبو سطحه د ځمکې سطحې څخه 10m لاندې موقیعت لري. زغمونکي فشار محاسبه کړئ؟  
حل

د کانکريټو واحد وزن مساوي دی د (23.6 kN/m<sup>3</sup>) سره.

$$W_f/b = (0.70m)(0.5m)(23.6 \text{ kN/m}^3) = 8\text{kN/m}$$

$$u_D = 0$$

$$q = \frac{110 \frac{\text{kN}}{\text{m}} + 8 \frac{\text{kN}}{\text{m}}}{0.7 \text{ m}} - 0 = 169 \text{ kPa}$$



12.3 شکل. ځانگړی تهڊاب [238:19]

خالص زغمونکي فشار (Net Bearing pressure)  
د زغمونکي فشار پيدا کولو متبادله طريقه د خالص زغمونکي فشار  $q$  څخه عبارت ده، کوم چې د  $D$  په ژوروالي کې د مجموعي زغمونکي فشار  $q$  او د مؤثره عمودي

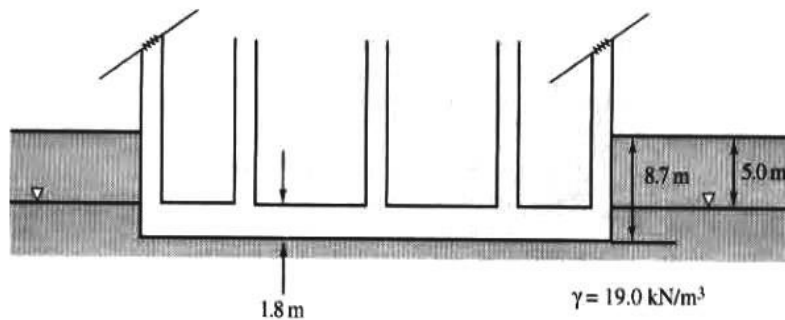
فشار  $\sigma'_{z0}$  ترمنځ د توپير څخه لاسته راځي. په بل عبارت  $q$  د  $D$  په ژوروالي کې د مؤثره عمودي فشار د اندازې د زياتوالي څخه عبارت دی (Coduto, 1994).

د خالص زغمونکي فشار په استعمالولو سره په ځينو محاسباتو کې اساني راځي، خصوصاً په هغو محاسباتو کې چې د ځانگړي تهدا بونو د ناستې سره تړاو ولري، مگر نور کارونه پيچلي کوي. ځينې انجنيران دې طريقې ته ترجيح ورکوي مگر ځينې نور يې بيا د مجموعي زغمونکي فشار استعمال ته ترجيح ورکوي. مونږ په دې کتاب کې د ځانگړي تهدا بونو ډيزاين لپاره د مجموعي زغمونکي فشار څخه استفاده کوو ځکه چې:

- نوموړې طريقه ډيره معموله او استعمال شوې طريقه ده.
- احتمالي زغمونکي فشار چې په (Building code) کې بنودل شوی د همدې طريقې څخه استفاده شوي (IBC 1805.4.1.1).
- نوموړې طريقه يوه اسانه طريقه ده.
- د شناور تهدا بونو اناليز اسانه کوي.

### لامبو وهونکي تهدا بونه (Floating Foundations)

فرشي تهدا بونه زياتره په ژورو کيندل شوو ساحو کې ځای په ځای کيږي (په 13.3 شکل کې بنودل شوي). سره له دې چې د ځمکې لاندې ځای تهيه کيږي لکه په زير زمينۍ کې د موټرو تم ځای، په دغه ډيزاين کې زغمونکي فشار کميږي ځکه چې د تهدا ب وزن د کيندل شوې خاورې د وزن څخه کم دی. د  $q$  په کميدلو سره په څرگند ډول د تهدا ب ناسته کميږي. دارنگه ډيزانونو ته شناور تهدا بونه وايي.



13.3 شکل. شناور تهدا ب (238:19).

### 3.3 مثال

يو فرشي تهدا ب چې په (13.3 شکل) کې بنودل شوي 50m عرض ، 70m اوږدوالي او 1.8m ضخامت لري. د ديوال او پايې مجموعي وزن 805 MN دی، د زغمونکي فشار منځنۍ اندازه محاسبه کړئ او بيا هغه د فرشي تهدا ب لاندې په خاوره کې د عمودي مؤثره فشار سره يې مقايسه کړئ؟

حل

$$\gamma_{conc} = 23.6 \text{ kN/m}^3 \text{ فرض کړئ.}$$

$$W_f = (50\text{m})(70\text{m})(1.8\text{m})(23.6 \text{ kN/m}^3) = 149000 \text{ kN}$$

$$u_D = \gamma_w z_{wD} = (9.8 \text{ kN/m}^3)(8.7\text{m} - 5.0\text{m}) = 36 \text{ kPa}$$

$$A = (50\text{m})(70\text{m}) = 3500 \text{ m}^2$$

$$q = \frac{P + W_f}{A} - u_D = \frac{805000 \text{ kN} + 149000 \text{ kN}}{3500} - 36 \text{ kPa} = 237 \text{ kPa}$$

نوټ: فرشي تهدا ب نه ارتجاعي او نه سخت وي نو په دې اساس اصلي زغمونکي فشار د تهدا ب د قاعدې په ټول مساحت کې متغیروي.  
د ساختمان څخه مخکې د D په ژوروالي سره د خاورې مؤثره عمودي فشار مساوي دی له:

$$\sigma'_{zD} = \sum \gamma H - u = (19.0 \text{ kN/m}^3)(8.7\text{m}) - (36 \text{ kPa}) = 129 \text{ kPa}$$

په دې اساس د خاورې په کیندل او د ساختمان د جوړولو څخه وروسته به  $237 - 129 = 108 \text{ kPa}$  عمودي مؤثره فشار د فرشي تهدا ب لاندې زیاتیري.

د عن المركزیت یا مومنت بارونو سره تهدا بونه

هغه بارونه چې د تهدا بونو په مرکز باندې عمل وکړي نو د زغمونکي فشار یو مناسب مساوي ویشنه رامنځته کوي. که څه هم ځینې وخت داسې پیښیږي چې قوه باید د یوې نقطې څخه عمل وکړي لکه چې په (3. 14a شکل) کې بنودل شوي دي. چې دغه قوې د غیر مرکزي قوو په نوم یادیري او د زغمونکي فشار غیر مساوي ویشنه رامنځته کوي. د زغمونکي فشار عن المركزیت e مساوي دی له (19:239):

$$e = \frac{Pe_1}{P + W_f} \dots\dots\dots(3.3)$$

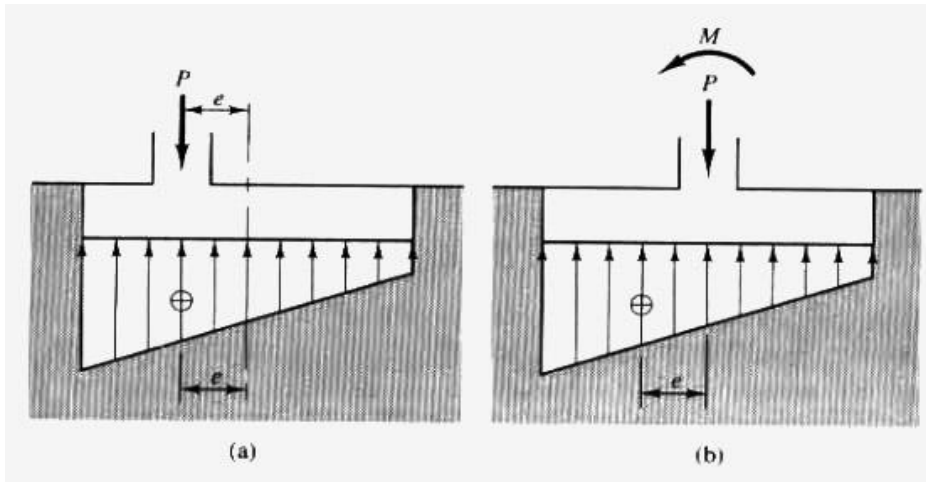
د مسلسل تهدا بونو لپاره:

$$e = \frac{(P/b)e_1}{(P/b + W_f/b)} \dots\dots\dots(4.3)$$

يو بل مشابه حالت كله چې مومنت بارونه په تهدا بونو باندي عمل وكړي هم رامنځته كيږي لكه چې په (14b.3 شكل) كې ښودل شوي . نوموړي بارونه هم غير مساوي زغمونكي فشارونه توليدوي . په دې حالت كې د زغمونكي فشار عن المركزيت مساوي دي له:

$$e = \frac{M}{P + W_f} \dots\dots\dots(5.3)$$

$$e = \frac{M/b}{(P/b + W_f/b)} \dots\dots\dots(6.3)$$



14.3 شكل. په سطحي تهدا بونو باندي (a) غير مركزي او (b) مومنت بارونه (19:239).

په پورته فورمولونو كې:

$e$  - د زغمونكي فشار د ویشنې عن المركزيت دی.

$P$  - عمودي وارده بار.

$P/b$  - د تهدا ب په في متر طول باندي عمودي وارده بار.

$M$  - د مومنت وارده قوه.

$M/b$  - د تهدا ب په في متر طول باندي د مومنت وارده قوه.

$e_1$  - د عمودي وارده بار عن المركزيت.

$W_f$  - د تهداب وزن.

$W_f/b$  - د تهداب في واحد طول وزن.

په دواړو حالتونو کې مونږ فرضوو چې د ځانگړي تهدا بونو لاندې زغمونکي فشار ویشنه خطي دی لکه چې په (14.3 شکل) کې ښودل شوي. د فرشي تهدا بونو لپاره مونږ تفصیلي انالیز سرته رسوو.

د یو لوري باریدنه (One – Way Loading)

که چېرې د عن المکزیت یا د مومنت بارونه یواځې د  $B$  له لوري عمل وکړي، د زغمونکي فشار ویشنه په (15.3 شکل) کې ښودل شوې ده.

که چېرې  $e \leq B/6$  وي د زغمونکي فشار ویشنه ذو ذنقه یې ده لکه چې په (15a.3 شکل) کې ښودل شوې او د زغمونکي فشار اعظمي او اصغري اندازه مساوي ده له

$$q_{\min} = \left( \frac{P + W_f}{A} - u_D \right) \left( 1 - \frac{6e}{B} \right) \dots\dots\dots(7.3)$$

$$q_{\max} = \left( \frac{P + W_f}{A} - u_D \right) \left( 1 + \frac{6e}{B} \right) \dots\dots\dots(8.3)$$

چېرې چې:

$q_{\min}$  - اصغري زغمونکي فشار دی.

$q_{\max}$  - اعظمي زغمونکي فشار دی.

$P$  - د پایي وزن دی.

$A$  - د تهداب د قاعدې مساحت دی.

$u_D$  - د تهداب د قاعدې په طول کې د منفذونو د اوبو فشار دی.

$e$  - د زغمونکي فشار د ویشني عن المکزیت دی.

$B$  - د تهداب عرض دی.

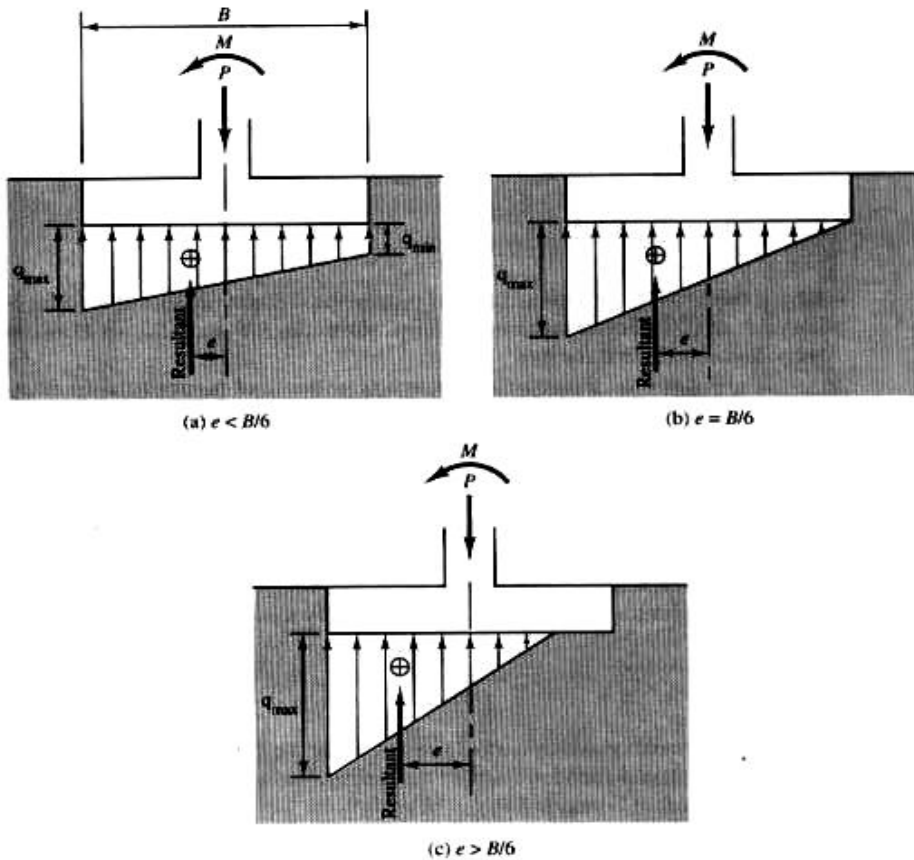
که چېرې غیر مرکزي یا مومنت بار د  $L$  لوري څخه وي په 7.3 او 8.3 مساواتونو کې  $B$  د  $L$  سره عوض کیږي. په مسلسلو تهدا بونو کې  $P/b$  او  $M/b$  په ترتیب سره د  $P$  او  $M$  سره عوض کیږي او د  $A$  په عوض  $B$  لیکل کیږي.

که چېرې  $e = B/6$  (یعنې د قوو محصله د تهداب په دریمه برخه باندې عمل وکړي) نو  $q_{\min} = 0$  او د زغمونکي فشار ویشنه مثلي ده لکه چې په (15b.3 شکل) کې ښودل شوې ده. په دې اساس که  $e < B/6$  وي په دې صورت کې یوه اندازه فشار د تهداب د قاعدې د مساحت په ټول طول کې به شتون ولري.

که چېرې  $e > B/6$  د قوو محصله د تهدا ب د دريمې برخې څخه د باندې عمل کوي نو د فشار ويشنه په (شکل 15c.3) له مخې صورت نيسي . هلته هيڅ تشنج د تهدا ب او خاورې ترمنځ شتون نه لري ، په دې اساس د تهدا ب يوه خوا د ځمکې څخه پورته پاتې کيږي ، او د تهدا ب په بله خوا کې زيات زغمونکي فشار د تهدا ب د ناستې سبب کيږي . په نتيجه کې د تهدا ب کړيدنه صورت نيسي کوم چې يو ناسم کار دی . په دې اساس هغه تهدا بونه چې په هغوی باندې غير مرکزي يا د مومنت بارونه عمل کوي بايد لاندې حالت غوره کړي:

$$e \leq \frac{B}{6} \quad \dots\dots\dots(9.3)$$

پورتنی معيار فشاري تشنجات د تهدا ب د قاعدې د ټول مساحت په طول کې ساتي . په مستطيلي تهدا بونو کې چې غير مرکزي يا مومنت بارونه په اوږد لوري باندې عمل وکړي نو په پورتنی فورمول کې  $B$  په  $L$  سره تعويض کيږي .

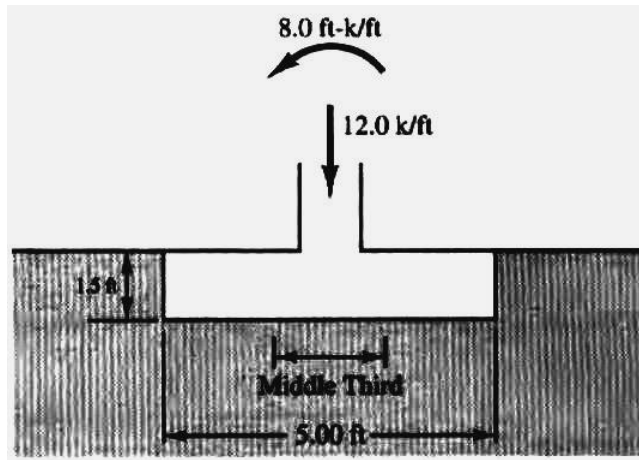


15.3 شکل. په مختلفو عن مرکزي تونو سره د تهدا بونو لاندې د زغمونکي فشار ويشنه . په مختلفو عن مرکزي تونو سره د تهدا بونو لاندې د زغمونکي فشار ويشنه . په مختلفو عن مرکزي تونو سره د تهدا بونو لاندې د زغمونکي فشار ويشنه . په مختلفو عن مرکزي تونو سره د تهدا بونو لاندې د زغمونکي فشار ويشنه .  
(a)  $e < B/6$  ، (b)  $e = B/6$  او (c)  $e > B/6$  څخه عبارت دي (19:240).



### 4.3 مثال

د 5 ft عرض لرونکی په مسلسل تهدا باندې 12 K/ft عمودي مرکزي بار او 8 ft-k/ft کوروالي مومنت چې د تهدا په افقي جهت عمل کوي (16.5 شکل کې ښودل شوی). همدارنگه د ځمکې لاندې او بو سطحه ډیره لاندې قرار لري. تاسې د تهدا په قاعده باندې د قوو د محصلې عمل په لاس راوړئ چې ایا د قاعدې څخه د تهدا په 1/3 برخه باندې عمل کوي او که نه، او همدارنگه اعظمي او اصغري زغموونکی فشار محاسبه کړئ.



16.3 شکل. مسلسل تهدا چې 4.3 مثال لپاره په پام کې نیول شوی (240:19).

حل

$$W_f/b = (5.0 \text{ ft})(1.5 \text{ ft})(150 \text{ lb/ft}^3) = 1125 \text{ lb/ft}$$

$$e = \frac{8000 \text{ ft-lb/ft}}{(12000 \text{ lb/ft} + 1125 \text{ lb/ft})} = 0.610 \text{ ft}$$

$$\frac{B}{6} = \frac{5 \text{ ft}}{6} = 0.833 \text{ ft}$$

څرنگه چې  $e < B/6$  سره دی نو د لاسته راغلې مجموعې قوه (د قوو محصله) په

دریمه نیمايي برخه کې عمل کوي.

$$q_{\min} = \left( \frac{P + W_f}{A} - u_D \right) \left( 1 - \frac{6e}{B} \right) = \left( \frac{12000 + 1125}{5} - 0 \right) \left( 1 - \frac{6(0.610)}{5} \right) = 703 \text{ lb/ft}^2$$

$$q_{\max} = \left( \frac{P/b + W_f/b}{B} - u_D \right) \left( 1 + \frac{6e}{B} \right) = \left( \frac{12000 + 1125}{5} - 0 \right) \left( 1 + \frac{6(0.610)}{5} \right) = 4546 \text{ lb/ft}^2$$

د يو ځايي تهدا بونو د ډيزاين په وخت کې ، کونښن بايد وشي چې د تهدا بونو اندازې او د پاڼې موقیعت داسې ترتيب شي چې د وارده قوو محصله د تهدا بونو په مرکزي برخه کې عمل وکړي . په دې حالت کې زغمونکی فشار په ټولو برخو کې مساوي وي . ځينې يو ځايي تهدا بونو ډيزاينونه ، تهدا بونو ته د ذوزنقه يي شکل ورکولو پواسطه صورت نيسي چې کم وزنه پاڼه د ذوزنقې په نړۍ برخه کې موقیعت ورکول کيږي . که چېرې دغه حالت ممکن نه وي نو قوو حالت به غير مرکزي وي او د  $B/6$  څخه به نه زياتيږي .

### دوه طرفه عن المركزيت يا مومنتي باريدنه

(Two-Way Eccentric or Moment Loading)

که چېرې د قوو محصله په قاعده باندې د  $L$  او  $B$  په دواړو جهتونو په غير مرکزي شکل عمل وکړي ، دا بايد د الماس منځنۍ پريوتې برخې (Diamond shaped kern) په شکل پريوځي او د فشار د وارديدلو په صورت کې ټوله قاعده بايد تخته شي ، د kern (د الماس منځنۍ برخه) پشان د دې پريوتنه يواځې د لانديني حالت په صورت کې ممکنه ده (241:19).

$$\frac{6 e_B}{B} + \frac{6 e_L}{L} \leq 1.0 \quad \dots\dots\dots(10.3)$$

په پورته فورمول کې:

$e_B$  د  $B$  په جهت عن المركزيت .

$e_L$  د  $L$  په جهت عن المركزيت .

که چېرې 10.3 مساوات صحت ولري نو د مربعوي او مستطيلي سطحې تهدا بونو په څلورو کنجونو کې د  $q$  شدت د لاندي فورمول پواسطه پيدا کيږي:

$$q = \left( \frac{P + W_f}{A} - u_D \right) \left( 1 \pm \frac{6 e_B}{B} \pm \frac{6 e_L}{L} \right) \quad \dots\dots\dots(11.3)$$

### 5.3 مثال

يو فرشي تهدا بونو چې په (18.3 شکل) کې ښودل شوی د غنمو د څلورو ذخيرو لپاره په پام کې نيول شوی . دغه ذخيرو د غنمو ذخيره کولو لپاره سلنډري شکل لري ، د هر يوې خالي ذخيرو وزن 29MN دی ، او کولای شي چې 110MN پورې غنم ذخيره کړي . د فرشي

تهدا ب وزن 60MN دی ، په داسې حال کې چې هره ذخیره جداگانه ډکېږي ، نو په دې اساس د قوو محصله په تهدا ب باندې مرکزي عمل نه کوي . د باریدنې مختلف حالتونه وارزوي او هم پیدا کړي چې د غیر مرکزي باریدنې مقررات په دې کې صدق کوي . که چېرې دغه مقررات صدق ونه کړي ، تاسې د فرشي تهدا ب اصغري عرض B پیدا کړئ تر څو دغه مقررات صدق وکړي .

حل

1. یو طرفه عن المکزیت ازمايو:

یو طرفه لوی عن المکزیت په هغه وخت کې واقع کیږي چې ځای په ځای شویو ذخیرو څخه دوه یې ډک وي او دوه یې خالي وي .

$$P = 4(29 \text{ MN}) + 2(110 \text{ MN}) = 336 \text{ MN}$$

$$M = 2 (110 \text{ MN})(12 \text{ m}) = 2640 \text{ MN-m}$$

$$e = \frac{M}{P + W_f} = \frac{2640 \text{ MN}}{336 \text{ MN} + 60 \text{ MN}} = 6.6 \text{ m}$$

$$e \leq \frac{B}{6}$$

د یو طرفه عن المکزیت لپاره صحت لري

2. دوه طرفه عن المکزیت ازمايو:

دوه طرفه لوی عن المکزیت په هغه وخت کې واقع کیږي چې ځای په ځای شویو

ذخیرو څخه یو یې ډک وي او درې دانې یې خالي وي .

$$\frac{B}{6} = \frac{50 \text{ m}}{6} = 8.33 \text{ m}$$

$$P = 4(29 \text{ MN}) + (110 \text{ MN}) = 226 \text{ MN}$$

$$MB = ML = (110 \text{ MN})(12 \text{ m}) = 1320 \text{ MN} - m$$

$$e_B = e_L = \frac{M}{P + W_f} = \frac{1320 \text{ MN}}{226 \text{ MN} + 60 \text{ MN}} = 4.62 \text{ m}$$

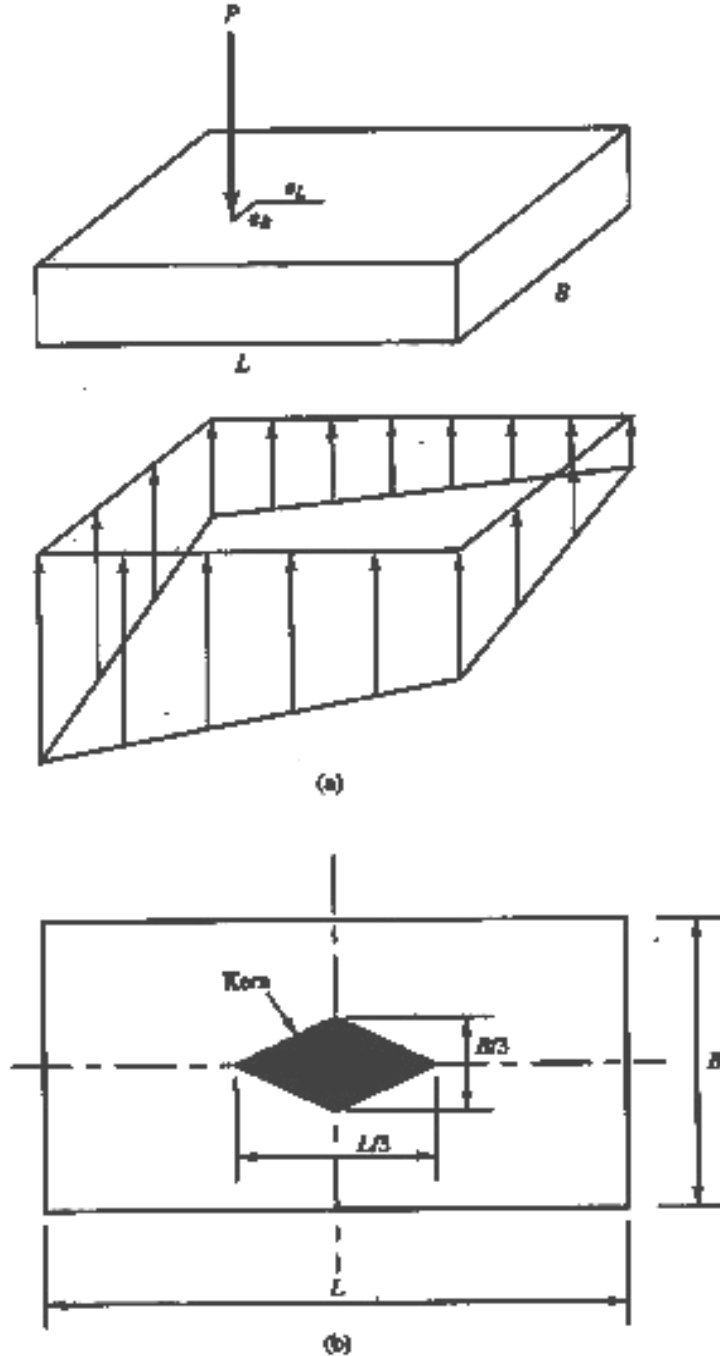
$$\frac{6 e_B}{B} + \frac{6 e_L}{L} = \frac{6 (4.62 \text{ m})}{50 \text{ m}} + \frac{6 (4.62 \text{ m})}{50 \text{ m}} = 1.11 > 1$$

1. د پورتنی حل څخه نتیجه داسې اخستل کیږي چې که څه هم تهدا ب د یو طرفه عن

المکزیت لپاره صحت لري خو دوه طرفه عن المکزیت لپاره درست نه دی ځکه چې

د قوو محصله د kern څخه د باندې ده . دا په دې معنی ده چې د فرشي تهدا ب

کنجونه د ذخیرو د بار په مخالف پورته خواته ځي، ډیره زیاته کړیدنه رامنځته کوي، نو په دې اساس دا اړینه ده چې د تهدا ب عرض  $B$  زیات شي.



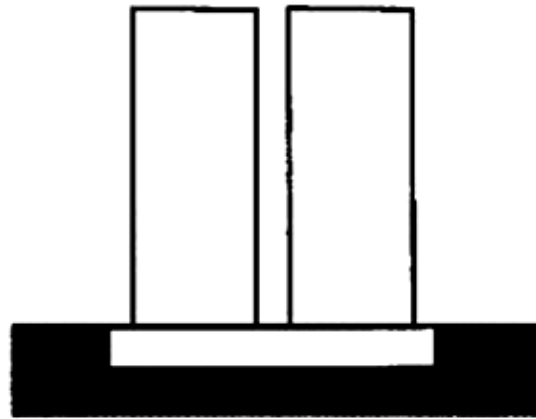
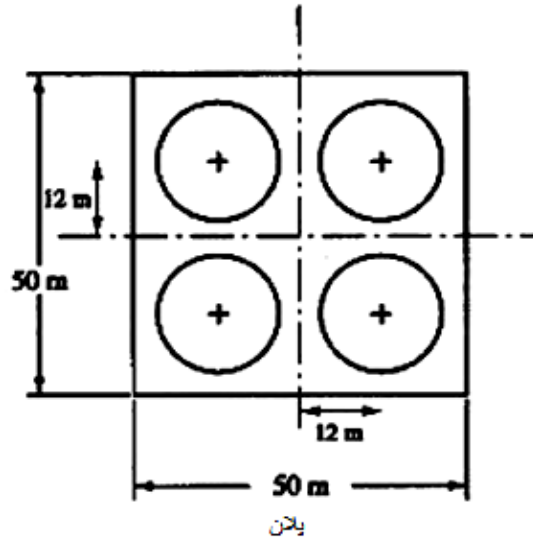
17.3 شکل . (a) د  $B$  او  $L$  په لوري غیر مرکزي عمودي بار سره د تهدا ب لاندې د فشار ویشنه.  
(b) د تهدا ب د قاعدې په ټول طول کې د  $q \leq 0$  په پام کې نیولو سره د قوو محصله باید د الماس شکله kern په شکل واقع شي (241:19).

2. د ډيزاين كره كول يا بياكتل.

$$\frac{6 e_B}{B} + \frac{6 e_L}{L} = \frac{6 (4.62 \text{ m})}{B} + \frac{6 (4.62 \text{ m})}{L} = 1$$

$$\text{Minimum } B = \text{Minimum } L = 55.4 \text{ m}$$

په دې اساس د فرشي تهڊاب لپاره (55.4m x 55.4m) اندازه اړينه ده ترڅو د قوو محصله په Kern كې قرار ونيسي.



18.3 شكل. فرشي تهڊاب او د غنمو ځخيري (242:19).

### لنډيز (Summary)

سطحي تهدا بونه هغه ساختماني عناصرو څخه عبارت دي چې د ساختماني بارونه د ځمکې سطحې ته نږدې د خاورې اساس ته انتقالوي، چې نوموړي تهدا بونه په ځانگړو او فرشي تهدا بونو باندې ويشل کېږي. که څه هم د سطحي تهدا بونو په جوړولو کې پخوا د مختلفو موادو څخه استفاده کيدله خو په اوسني وخت کې د اوسپنيز کانکريټو څخه جوړېږي.

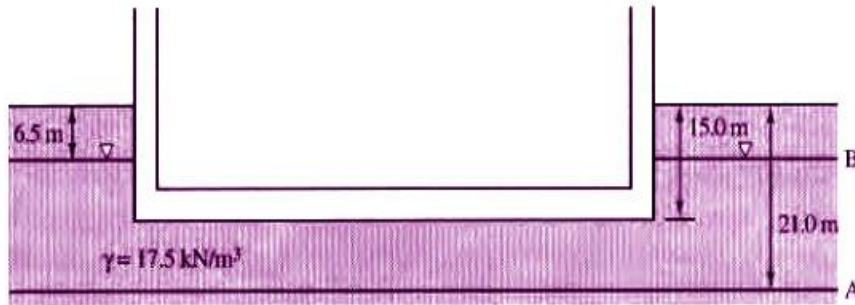
ځانگړي تهدا بونه په هغه ساحو کې چې خاوره يې منځنۍ يا ښه حالت ولري، زياتره د کوچنيو او منځني ساييز لرونکي ساختمانونو لپاره استعمالېږي، او فرشي تهدا بونه د لويو ساختمانونو لپاره خصوصاً چې تهدا ب د ځمکې لاندې اوبو سطحې څخه لاندې او د غير منظم ناستې ستونزه شتون ولري.

زغمونکي فشار د تهدا ب د لاندینۍ برخې او د هغې لاندې پرتې خاورې ترمنځ يو تماسي فشار دی. که چېرې په تهدا ب باندې غير مرکزي بار عمل وکړي يا مومنتي بار عمل وکړي د لاسته راغلي زغمونکي فشار ويشنه به هم غير مرکزي وي. په داسې حالاتو کې اړين دی چې تهدا ب داسې ډيزاين شي ترڅو د زغمونکي فشار محصله د تهدا ب دريمې برخې په وسط کې (يو طرفه عن المركزيت لپاره) يا د دوه طرفه عن المركزيت په صورت کې د Kern په برخه کې موقیعت ونيسي.

### پوښتنې (Problems)

1. د مربعي او مسلسل تهدا ب تر منځ توپير څه دی او په کوم وخت کې نوموړي ډولونه استعمالېږي؟
2. د يوې پایې 400kN عمودي مرکزي بار په (1.5m x 1.5m) مربعي تهدا ب باندې واردېږي، د تهدا ب لاندینۍ برخه د ځمکې د سطحې څخه 0.4m لاندې موقیعت لري او پورتنۍ برخه يې د ځمکې سطحې سره هم سطحه ده. د ځمکې لاندې اوبو سطحه د ځمکې سطحې څخه 3m لاندې موقیعت لري، تاسې زغمونکي فشار محاسبه کړئ؟
3. يو زغمونکي ديوال 5 k/ft مېر بار او 3 k/ft ژوندي بار (ويشونکي بار) باندې بار شوی دی چې د 3 ft په عرض او 2 ft په ژوروالي مسلسل تهدا ب لرونکی دی. د تهدا ب پورتنۍ برخه د ځمکې سطحې سره هم سطحه ده او د ځمکې لاندې اوبو سطحه 35 ft لاندې موقیعت لري تاسې زغمونکي فشار محاسبه کړئ؟

4. يو فرشي تهڊاب چي عرض يي 49ft او طول يي 90ft دي ، 140 MN وزن لري (په 19.5 شکل بنودل شوي). د ساختمان مجموعي وارده بار اندازه 1300 MN ده. زغمونكي منحنی فشار محاسبه کړئ که چيرې د ځمکې لاندې اوبه د A په موقعيت کې وي، همدارنگه محاسبه د ځمکې لاندې اوبو د B موقعيت لپاره تکرار کړئ. همدارنگه واضح کړئ چې ولې د  $q$  قيمت په دې دواړو موقعيتونو کې توپير لري



19.3 شکل. فرشي تهڊاب (19:244).

## څلورم فصل

### د سطحی تهادبونو د زغم وړتیا (Shallow Foundation Bearing Capacity)

#### 1.4 پیژندنه (Introduction)

سطحی تهادبونه باید د مختلفو کړنو غوښتنې پوره کړي ، لکه مخکې فصلونو کې چې ورڅخه یادونه شوې. یو د دغه غوښتنو څخه د زغم وړتیا (Bearing Capacity) څخه عبارت دی ، کوم چې د یو جیوتیکنيکي مقاومت غوښتنه ده . په دې فصل کې دغه غوښتنې څیړل کېږي او دا ښودل کېږي چې څنګه یو سطحی تهادب ډیزاین شي او د زغم د وړتیا د ناکامۍ سبب نه شي .

#### 2.4 د زغم د وړتیا تخریبات (Bearing Capacity Failures)

سطحی تهادبونه ساختماني وارده بارونه د ځمکې سطحې ته نږدې خاورو ته انتقالوي . د بارونو د انتقال په پروسه کې خاورې د تخته کیدنې او غوڅیدنې فشار متحملوي . د نوموړو فشارونو زیاتوالی د زغمونکي فشار او د تهادب سایز پورې اړه لري . که چېرې د زغم فشار په کافي اندازه زیات وي یا تهادب په کافي اندازه کوچنی وي ، د غوڅیدنې فشار زیاتېږي او د خاورې د زغم وړتیا د تخریبیدلو سبب کېږي . څیړونکو د زغم دورتیا درې ډوله تخریبات په ګوته کړي دي چې عبارت دي له :

- د غوڅیدنې عمومي تخریب (General shear failure) .
  - د غوڅېدنې موضعي تخریب (Local shear failure) .
  - او د غوڅیدنې سوری کوونکي تخریب (Punching Shear Failure) .
- د پورته هر ډول غوڅیدنې تخریب لپاره د بار د بیخایه کیدلو منحنی په (2.4 شکل) کې ښودل شوي .

د غوڅیدنې عمومي تخریب ډېر عمومي حالت دی . دا په هغه خاورو کې واقع کېږي چې د تخته کیدلو وړ نه وي او مناسب کلکوالی ولري ، په صخره او په مشبوع حالت کې په



نورماله توگه کلکه شوی کلی خاوره چې په کافي اندازه په چټکۍ سره باره شوې وي . تخریب شوې سطحه ډیره بڼه واضح کیږي او تخریب دفعتاً واقع کیږي ، لکه چې د بار بیخایه کیدني منحنی پواسطه بنودل شوې . د ځمکې په سطحه کې د تهداب سره نږدې د خاورې پرسیدنه څرگندیږي، که څه هم د خاورې پرسیدنه د تهداب دواړو خواو ته څرگندیږي ، خو نهایي تخریب د تهداب یواځې په یوه خوا کې واقع کیږي او دا زیاتره د تهداب د دور خوړلو سره ملگرې وي [111:19].

د غوڅیدني سوري کوونکي تخریب په ډیرو سستو شگو او د سختې خاورې په نازکه طبقه کې چې د هغې لاندې سسته خاوره شتون ولري ، واقع کیږي . د دارنگه پروفیل لرونکو خاورو زیاته تخته کیدنه د زیاتي ناستې سبب کیږي، چې د ځمکې په سطحه کې خاورې پورته کیدنه کمه او یا هیڅ نه واقع کیږي ، او تخریب په تدریج سره صورت نیسي لکه چې د بار د هرې زیاتیدني له اثره د ناستې په منحنی کې بنودل شوې ده .

د غوڅیدني موضعي تخریب یو منحنی حالت دی . د تهداب لاندې د غوڅیدني سطحې په واضحه توگه معلومیږي او وروسته د ځمکې سطحې ته نږدې ناڅرگند شي د تهداب خواو ته ډیره کمه خاوره پورته کیږي مگر د پاملرنې وړ ناسته کوي . حتی دفعتاً ناکامي صورت نه نیسي لکه چې د غوڅیدني په عمومي تخریب حالت کې واقع کیږي . تهداب په ځمکه کې په مسلسل ډول بنکته خواته په حرکت کې وي .

Vesic په 1973 کال کې په شگلنه خاوره کې د دایروي تهداب په یو مودول باندې د بارونو په واردولو سره ، د یاد شویو غوڅیدني تخریباتو په ډولونو باندې څیړنه ترسره کړه . نوموړي ازمینیستونه په سطحی او ژور تهدابونو باندې ترسره شول . په (3.4 شکل) کې چې کومه پایله بنودل شوې د خاورې اړونده کثافت په پام کې نیولو سره د سطحی تهدابونو (D/B تقریباً د 2 څخه کم وي) تخریب بنایي . که څه هم ژور تهدابونه (D/B تقریباً د 4 څخه زیات وي) تل د سوري کوونکي غوڅیدني تابع وي . د Vesic پواسطه ددغه ازمینیستونو پایلې یواځې په شگلنه خاوره کې د منلو وړ دي او نه شي کیدلای چې

ټولو خاورو لپاره عام شي ، چې له دې څخه یواځې د تخریب ډول ، اړونده کثافت او D/B اندازې ترمنځ یوه رابطه لاسته راځي.

تر اوسه پورې داسې یو کمی معیار نشته چې د هغې په اساس په هر حالت کې د تخریب دغه درې ډولونه پیدا شي ، مگر لاندینی لارښوونې مرسته کولای شي :

- په صخره یی خاورو او مرطوب کلی کې سطحی تهدابونه د غوڅیدنې عمومي تخریب (General shear failure) پواسطه متاثره کیږي.
- په متراکم و شگو کې سطحی تهدابونه د غوڅیدنې عمومي تخریب (General shear failure) پواسطه متاثره کیږي په هغه صورت کې چې د هغې اړوند کثافت د 67% څخه زیات وي.
- د سست څخه تر منځني تراکم لرونکې شگو کې ( $30% < D_r < 67%$ ) سطحی تهدابونه د غوڅیدنې دموضعی تخریب (Local shear failure) پواسطه متاثره کیږي.
- په ډیره سسته شگه کې ( $D_r < 30%$ ) سطحی تهدابونه په سوري کونکي غوڅیدنه (Punching shear failure) کې واقع کیږي [112:19].

د سطحی تهدابونو نږدې ټولو عملي مسائلو ډیزاین لپاره اړینه ده چې د غوڅیدنې عمومي حالت امتحان شي ، او وروسته د تهداب د ناستې لپاره څیړنه وشي ترڅو وموندل شي چې تهداب زیاته ناسته ونکړي . د تهداب د ناستې نوموړی تحلیل په ضمني توگه د موضعی او سوري کونکي غوڅیدنې تخریباتو څخه ساتنه کوي .

### 3.4 په خاوره کې د زغم د وړتیا تحلیل – عمومي غوڅیدنې حالت

(Bearing Capacity Analysis in Soil – General Share Case)

د زغم د وړتیا د تحلیلولو طریقې (Methods of analyzing bearing capacity)  
د زغم د وړتیا د تخریباتو لپاره د ځانگړي تهدابونو تحلیلولو او په داسې یوه طریقې سره د هغوی ډیزاینول چې د نوموړي تخریباتو مخه ونیسي ، لومړی مونږ باید د زغم د وړتیا ، بار ، تهداب د اندازو او د خاورې د خاصیت ترمنځ اړیکو باندې پوه شو .

زیاترو څیړونکو د لاندینيو طریقو په شمول مختلفو طریقو په استفادې سره په دغه اړیکو باندې څیړنې کړې دي چې نوموړې طریقې عبارت دي له:

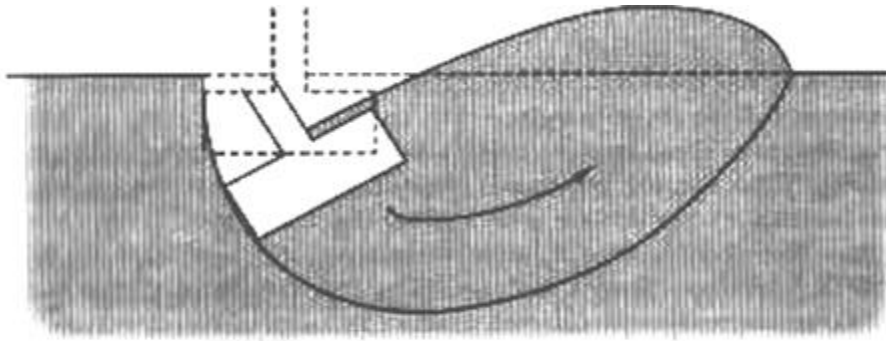
- د مکمل معیاري بارونې ازمینستونو په شمول، د حقیقي تهدابونو د کار ارزونه.
- تهدابونو مودول باندې د بارونې ازمینستونه.
- د تعادل حد تحلیل.
- د فشار تفصیلي تحلیل، لکه د محدودو اجزاو طریقې (Definite element method) تحلیل.

د مکمل معیاري بارونې ازمینستونه، چې په دې کې د حقیقي ځانگړي تهدابونو جوړول او د هغوی د ناکامۍ حده پورې بارونه شاملې دي، د زغم د وړتیا ارزونې لپاره ډیره دقیقه طریقه ده. که څه هم داسې ازمینستونه قیمتته او کم دي، نو د ډیزاین د یوې برخې په حیث او څیړنې په مقصد باید اجرا شي.

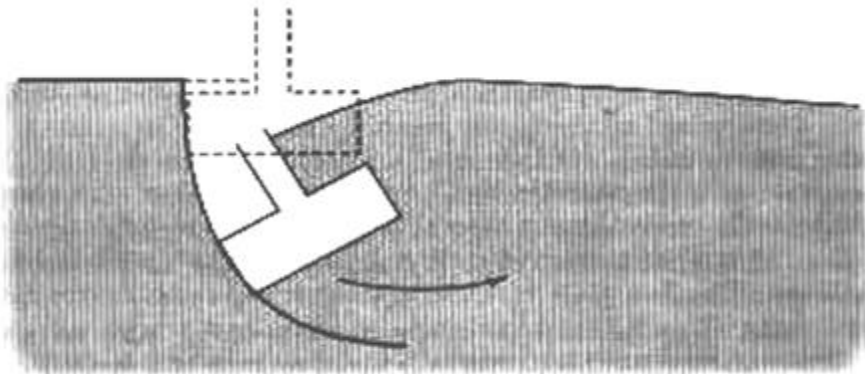
تهدابونو مودول باندې د بارونې ازمینستونه ډېر زیات استعمالیږي، ځکه چې د نوموړي ازمینست قیمت په مراتبو د مکمل معیاري بارونې ازمینست څخه کم دی. متأسفانه د تهداب د مودول تست یا ازمینست خپل محدودیتونه لري، خصوصاً په شگو کې د ترسره کولو په وخت کې د متردد معیاري فکتورونو څخه استفاده وشي.

د سطحی تهدابونو د زغم د وړتیا د ارزونې لپاره د تعادل حد تحلیل یوه عمده طریقه ده. دغه څېړنې د تخریب د سطحو ډول تعریفوي لکه چې په (1.4 شکل) کې ښودل شوي، او همدارنگه نوموړو سطحو په طول کې د فشار او مقاومت ارزونه کوي. د تعادل حد په تحلیل کې زیاتره عددي فکتورونه شامل دي چې د مودول ازمینستونو څخه لاسته راغلي دي.

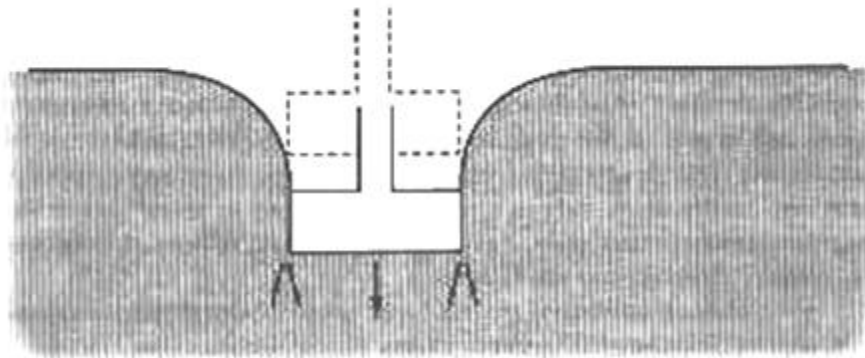
ځینې وخت جیوتیکنیک انجیران د زغم د وړتیا د تفصیلي څیړنې لپاره د عددي طریقو څخه استفاده کوي لکه د (Finite element method) طریقه. دغه څېړنې ډېر کمپلکس دي او یواځې په ډیرو سختو پروژو کې توجیه کیږي [3:175].



(a) عمومي غوڅېدنې تخریب



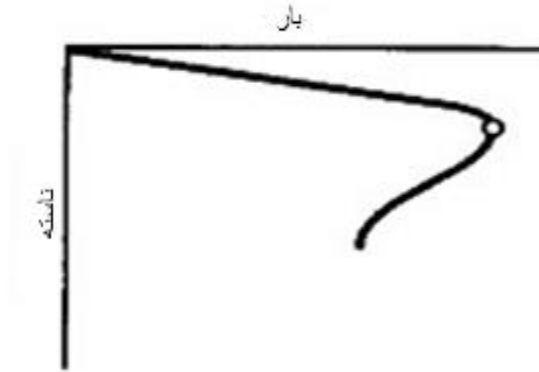
(b)



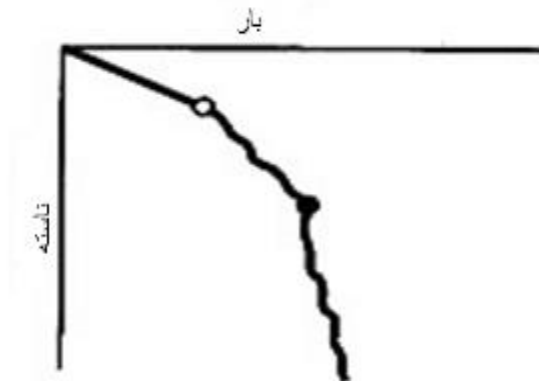
(c)

1.4 شکل. د زغم وړتیا د ناکامۍ ډولونه: (a) عمومي غوڅېدنې تخریب (G. S. F)  
(b) موضعي غوڅېدنې تخریب (L. S. F) او (c) سوري کونکې غوڅېدنې تخریب (P. S. F)

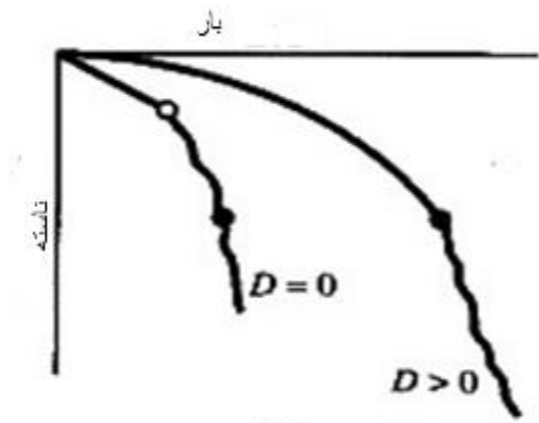
[113:19]



(a)

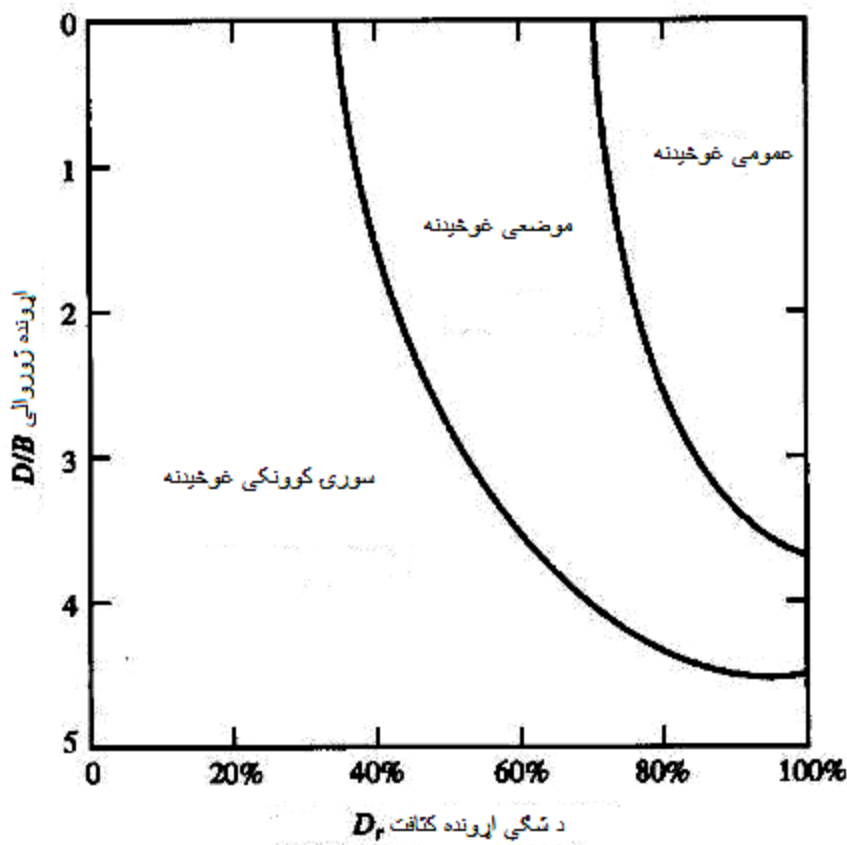


(b)



(c)

2.4 شکل. د زغم د وړتیا تخریب د مختلفو ډولونو لپاره د بار د بیخایه کیدلو منحني:  
(a) د غوڅیدني عمومي تخریب، (b) د غوڅیدني موضعي تخریب او (c) د غوڅیدني  
سوری کوونکې تخریب [114:19].



3.4 شکل. په شگه کې د دایروي تهاداب د مودول د تخریب ډولونه (Vesic). [174:3]

### د زغم د وړتیا فورمولونه ( Bearing capacity formula )

د تعادل حد طریقه کېدلې شي چې د مسلسل تهادبونو پواسطه وښودل شي چې په (4.4 شکل) کې ښودل شوي. فرضو چې دغه تهاداب د زغم د وړتیا د تخریب سره مخ دی او دغه تخریب لکه چې په شکل کې ښودل شوی دی د عرضي تخریب یوې دایروي سطحې په طول کې واقع شوی. مونږ به دا هم فرض کړو چې خاوره د مرطوب کلی څخه ده او د  $S_u$  عرضي مقاومت لرونکې ده. په اخره کې مونږ د ځمکې سطحې او د  $D$  ژوروالي ترمنځ د محافظوي برخې عرضي مقاومت په پام کې نه نیسو. په دې اساس د نوموړي زون خاوره یواځې د سرباري بار په شکل په پام کې نیول کېږي چې د  $D$  په ژوروالي کې د هغې عمودي فشار مساوي دې له  $\sigma_{zD} = \gamma D$  سره.

د دغه اقتباس هدف د زغم وړتیا نهایی قیمت  $q_{ult}$  لپاره د فورمول لاسته راوړل دي ، کوم چې زغمونکی فشار د زغم وړتیا د تخریب سبب کیږي. د تهداب د  $b$  د طول د یوې برخې او د  $A$  په نقطه کې د مومنت په پام کې نیولو سره ، مونږ لاندې معادله لاسته راوړو .

$$M_A = (q_{ult} Bb)(B/2) - (S_u \pi Bb)(B) - \sigma_{zD} Bb(B/2) \dots\dots\dots(1.4)$$

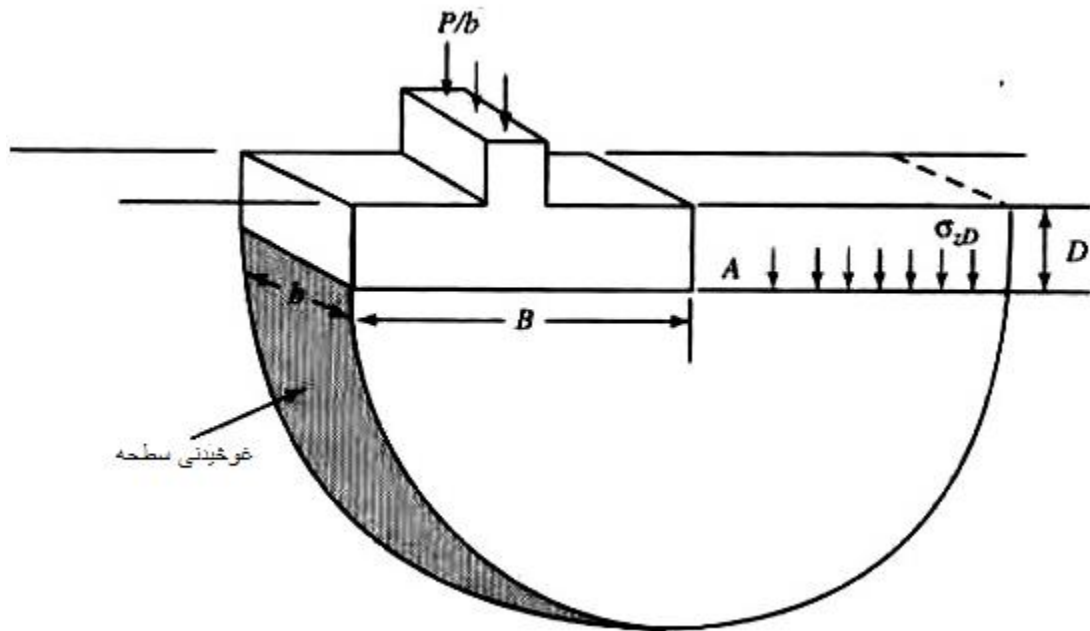
$$q_{ult} = 2\pi S_u + \sigma_{zD} \dots\dots\dots(2.4)$$

دا به ډیره مناسبه وي چې د زغم وړتیا د  $N_c$  یو نوی پارامتر چې د زغم وړتیا د فکتور په نوم یادېږي تعریف کړو او په (2.4 معادله) کې وضع کړو نو لیکلای شو چې:

$$q_{ult} = N_c S_u + \sigma_{zD} \dots\dots\dots(3.4)$$

د (3.4 مساوات) د زغم وړتیا فورمول په نوم یادېږي او کیدلی شي چې د پام وړ تهداب د زغم وړتیا په پیدا کولو کې ورڅخه اسـتفاده وشي. د دغه فورمول پربنا

$$N_c = 2\pi = 6.28$$



4.4 شکل. د یوې دایروي تخریبي سطحې په طول کې د زغم وړتیا تحلیل [3:175].

دغه ساده فورمول په عمل کې په محدوده ساحه کې د قبول وړ دی ځکه چې دا په مرطوب حالت کې خاوره ( $\phi = 0$ ) او فیته یي تهداب په پام کې نیسي او همدارنگه په دې

کې دا هم فرض کېږي چې کله د خاورې تخریب رامنځته شي تهاداب دور خوري. دغه ساده فورمول د عمومي میتودولوژي څرگندونه کوي کوم چې له مخې به یې د زغم د وړتیا نور مشرح فورمولونه رامنځته کېږي.

### د ترزاغی زغم د وړتیا فورمولونه (Terzaghi's Bearing Capacity Formulas)

د شلمې پیړۍ په لومړۍ نیمایي کې د خاورې د زغم د وړتیا محاسبه کولو کې د تعادل د حد مختلفو طریقو پرمختګ وکړ، مګر په (1943) کال کې د ترزاغی یواځینۍ طریقه وه چې هر اړخیزه د قبول وړ وګرځیده. دهغې په طریقه کې لاندینۍ فرضیې شاملې دي:

- د تهاداب ژوروالی د هغې د عرض څخه کوچنی یا مساوي دی ( $D \leq B$ ).
- د تهاداب لاندینۍ برخه په کافي اندازه زیږه ده چې د خاورې او تهاداب تر منځ بنوئیدنه نه واقع کېږي.
- د تهاداب لاندې خاوره یو څه نامحدوده متجانسه کتله ده (یعنې د تهاداب لاندې خاورې د طبقې ضخامت زیات دی او خاوره د مشابه خواصو لرونکې ده).
- د خاورې د غوڅیدنې مقاومت د ( $S = C' + \sigma' \tan \phi'$ ) فورمول پواسطه پیدا کېږي.
- د غوڅیدنې تخریب عمومي حالت په پام کې نیول کېږي.
- د خاورې کلکیدنه صورت نه نیسي (د تهاداب ناسته یواځې د غوڅېدنې او د خاورې د اړخي حرکت په پام کې نیولو سره صورت نیسي).
- د خاورې په مقایسه تهاداب ډېر سخت دی.
- د  $D$  ژوروالی او د ځمکې د سطحې تر منځ خاوره د غوڅیدنې مقاومت نه لري او یواځې د سرباري بار په توګه کار کوي.
- وارده بار فشاري دی او د تهاداب په مرکز باندې عمود عمل کوي او د مومنټ قوه شتون نه لري.



ترزاغی په خاوره کې درې زونونه په پام کې نیولې لکه چې په ( 5.4 شکل ) کې بنودل شوي ، چې یو یې مثلثي شکله زون دی چې د تهداب لاندې موقیعت لري او د تهداب سره نښتې لاندې خواته په حرکت کې وي. بل یې شعایي غوڅېدنې زون دی ، چې د مثلثي شکله زون هرې برخې څخه غزیدلی دی ، کوم چې هموار غوڅیدنې سطحه ځانته غوره کوي او لوگارتمي حلزونونو په شکل وي. اخري زون یې خطي غوڅېدنې زون دی چې د خاورې غوڅیدنه د هموارې سطحې په طول کې واقع کېږي [118:19].

ترزاغی د ځمکې د سطحې او  $D$  ژوروالي ترمنځ د خاورې عرضي مقاومت څخه صرف نظر کړی ، نو په دې اساس په نوموړي ژوروالي کې د غوڅېدنې سطحه توقف کوي او له دې سطحې څخه پورته خاوره د سرباری فشار  $\sigma'_{zD}$  په توگه په پام کې نیول کېږي. دغه لاسته راوړنه محفوظه ده او د سطحی تهادبونو ( $D \leq B$ ) د اړونده طریقې لپاره د محدودیت یوه برخه ده. ترزاغی خپله تیوري د فیته یې تهادبونو لپاره رامنځته کړې. دا یو ساده حالت دی ځکه دا یو دوه بعدي مشکل دی . هغې بیا خپله تیوري د مودولونو څخه لاسته راغلي تجربوي ضریبونو په زیاتولو سره مربعي او دایروي تهادبونو لپاره وغزوله او د زغم د وړتیا لاندینی فورمول یې لاسته راوړ [120:19].

د مربعي تهادبونو لپاره:

$$q_{ult} = 1.3 c'N_c + \sigma'_{zD}N_q + 0.4\gamma'BN_\gamma \quad \dots\dots\dots(4.4)$$

د مسلسل تهادبونو لپاره:

$$q_{ult} = c'N_c + \sigma'_{zD}N_q + 0.5\gamma'BN_\gamma \quad \dots\dots\dots(5.4)$$

د دایروي تهادبونو لپاره:

$$q_{ult} = 1.3 c'N_c + \sigma'_{zD}N_q + 0.3\gamma'BN_\gamma \quad \dots\dots\dots(6.4)$$

په پورته فورمولونو کې:

$q_{ult}$  د زغم نهایی وړتیا ده.

$c'$  د تهاداب لاندې خاورې مؤثره سرینینا کې.

$\phi'$  د تهاداب لاندې خاورې د اصطکاک مؤثره زاویه.

$\sigma'_{zD} = YD$  د ځمکې د سطحې څخه په D ژوروالي کې عمودي مؤثره فشار

که چېرې د ځمکې لاندې اوبو سطحه د D څخه زیاته وي).

$\gamma'$  د خاورې مؤثره واحد وزن ( $\gamma = \gamma'$ ) که چېرې د ځمکې لاندې اوبو سطحه ډیره ژوره وي).

D د تهاداب ژوروالی دی.

B د تهاداب عرض دی.

$N_c, N_q, N_\gamma$  د ترزاغی د زغم د وړتیا فکتورونه دي چې د  $\phi'$  تابع دی

(1.4 جدول او یا 7.4 - 12.4 مساواتونه دې ولیدل شي).

د تخریبي سطحې د بڼې په صورت کې د تهاداب د لاندینی برخې او د لاندینی

برخې څخه د B په اندازه ژورو خاورو ډول د  $c'$  او  $\phi'$  قیمتونو له مخې بنودل کیږي.

سطحی خاورې او د D په اندازه ژورې خاورې د سرباري په حیث قبلیري.

د ترزاغی فورمولونه په مؤثره فشار سره بنودل شوي دي. که څه هم دغه فورمولونه د

$C_T, \phi_T$  او  $\sigma_D$  په  $c'$ ،  $\phi'$  او  $\sigma'_D$  باندې د عوضولو پواسطه د یو مجموعي فشار په

تحلیل کې استعمال شوي دي. د مشبوع حالتونو د موجودیت په صورت کې مونږ

مجموعي فشار تحلیل چې د غوڅېدنې مقاومت  $C_T = S_u$  او  $\phi_T = 0$  سره مشخص

شوی وي، تر سره کوو. د  $N_c = 5.7$ ،  $N_q = 1.0$  او  $N_\gamma = 0.0$  په حالت کې د ترزاغی د

زغم د وړتیا فکتورونه عبارت دي له:

$$N_q = \frac{a_\theta^2}{2 \cos^2 (45 + \phi'/2)} \dots\dots\dots(7.4)$$

$$a_\theta = e^{\pi(0.75 - \phi'/360) \tan \phi'} \dots\dots\dots(8.4)$$

$$N_c = 5.7 \quad \text{for } \phi' = 0 \dots\dots\dots(9.4)$$

$$N_C = \frac{N_q - 1}{\tan \phi'} \quad \text{for } \phi' > 0 \quad \dots\dots\dots(10.4)$$

$$N_Y = \frac{\tan \phi'}{2} \left( \frac{K_{PY}}{\cos^2 \phi'} - 1 \right) \quad \dots\dots\dots(11.4)$$

پورتني د زغم د وړتیا فکتورونه د جدول په شکل په (1.4 جدول) کې هم ښودل شوي دي. ترزاغی د  $K_{PY}$  قیمتونو حاصلولو لپاره د گرافیکي طریقي څخه استفاده کړې بیا وروسته دغه قیمتونه د  $N_Y$  د محاسبې لپاره استعمال کړي دي. هغې د زغم د وړتیا نورو فکتورونو  $N_C$ ,  $N_q$  او  $N_Y$  قیمتونه محاسبه کړي دي او د هغوی نتیجې د  $\phi'$  په پام کې نیولو سره د جدول په شکل ښودلي. دغه جدولونه تر اوسه پورې د پارامیټرونو د ارزونې په اسانه کولو کې استعمالیږي [126:19].

$$N_Y \cong \frac{2(N_q + 1)\tan \phi'}{1 + 0.4 \sin(4 \phi')} \quad \dots\dots\dots(12.4)$$

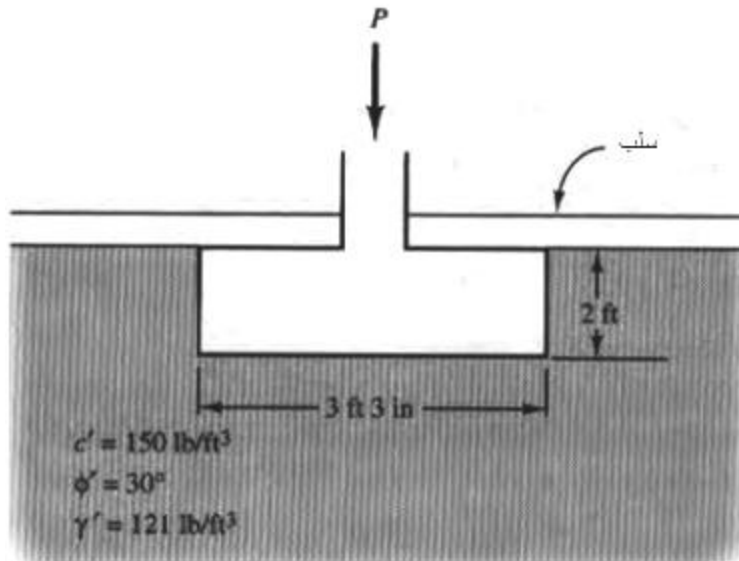
#### 1.4 مثال

یو مربعي تهداب چې په (6.4 شکل) کې ښودل شوی باید جوړ شي. د ځمکې لاندې اوبو سطحه 50 ft د ځمکې د سطحې څخه لاندې موقیعت لري. د زغم نهایی وړتیا او د هغه پایې بار چې د زغم وړتیا د ناکامۍ سره مخ کړی، محاسبه کړئ؟

#### حل

د زغم د وړتیا محاسبې لپاره د فرش سلب په پام کې نه نیسو. د  $\phi' = 30^\circ$  لپاره  $N_C = 37.2$ ,  $N_q = 22.5$ ,  $N_Y = 20.1$  د (1.4 جدول) څخه اخستل کیږي.

$$\begin{aligned} \sigma'_{zD} &= \gamma D - u = (121 \text{ Ib/ft}^3)(2\text{ft}) - 0 = 242 \text{ Ib/ft}^2 \\ q_{ult} &= 1.3 c' N_C + \sigma'_{zD} N_q + 0.4 \gamma' B N_Y \\ &= (1.3)(150)(37.2) + (242)(22.5) + (0.4)(121)(3.25)(20.1) \\ &= 7254 + 5445 + 3162 = \mathbf{15900 \text{ Ib/ft}^2} \\ W_f &= (3.25 \text{ ft})(3.25\text{ft})(2.0\text{ft})(150 \text{ Ib/ft}^3) = 3169 \text{ Ib} \end{aligned}$$



5.4 شکل. د تهاداب شکل [128:19]

په 1.4 مساوات کې د  $q = q_{ult}$  په وضع کولو سره د  $P$  قیمت په لاندې ډول لاسته راځي:

$$q = \frac{P + W_f}{A} - u$$

$$15900 \text{ lb/ft}^2 = \frac{P + 3169 \text{ lb}}{(3.25 \text{ ft})^2} - 0$$

$$P = 165000 \text{ lb} = \mathbf{165 \text{ kN}}$$

## 2.4 مثال

یو فیته یی تهاداب چې په (7.4 شکل) کې ښودل شوی د یو نوي صنعتي ودانۍ لپاره کار کوي. د هغې لاندې خاوره مرطوبه کلی خاوره ده، او د ځمکې لاندې اوبو سطحه د تهاداب د لاندینۍ برخې څخه لاندې موقیعت لري. د زغم نهایی وړتیا او د دیوال هغه بار محاسبه کړئ چې د زغم د وړتیا د ناکامۍ سبب کیږي؟

**حل**

په دې انالیز کې مرطوب غوڅېدنې مقاومت ( $S_u$ ) استعمالیږي. په دې اساس مونږ د ترزاغې فورمولونو څخه استفاده کوو او  $c_T = S_u = 120 \text{ kPa}$  او  $\phi = 0$  په پام کې نیسو. د  $\phi' = 0$  لپاره د 1.4 جدول څخه  $N_C = 5.7$ ,  $N_q = 1$ ,  $N_Y = 0$  اخستل کیږي.

$$\sigma'_{zD} = \gamma D = (18.0)(0.4) = 7.2 \text{ kPa}$$

$$q_{ult} = S_u N_c + \sigma'_{zD} N_q + 0.4 \gamma' B N_\gamma$$

$$= (120)(5.7) + (7.2)(1) + 0.5 \gamma' B(0) = 691 \text{ kPa}$$

د  $D$  ژوروالي د ځمکې د تیتې سطحې څخه اندازه کیږي ځکه نو  $D = 0.4 \text{ m}$  دی.  
د تهادب د لاندینۍ برخې څخه پورته زون یوه برخه کانکریت ده او یوه برخه یې خاوره ده.  
د نوموړي زون وزن د دیوال د وزن په مقایسه کم دی، ځکه نو د  $\gamma$  لپاره منځنی تخمین  
شوی قیمت  $21 \text{ kN/m}^3$  په پام کې نیول کیږي.

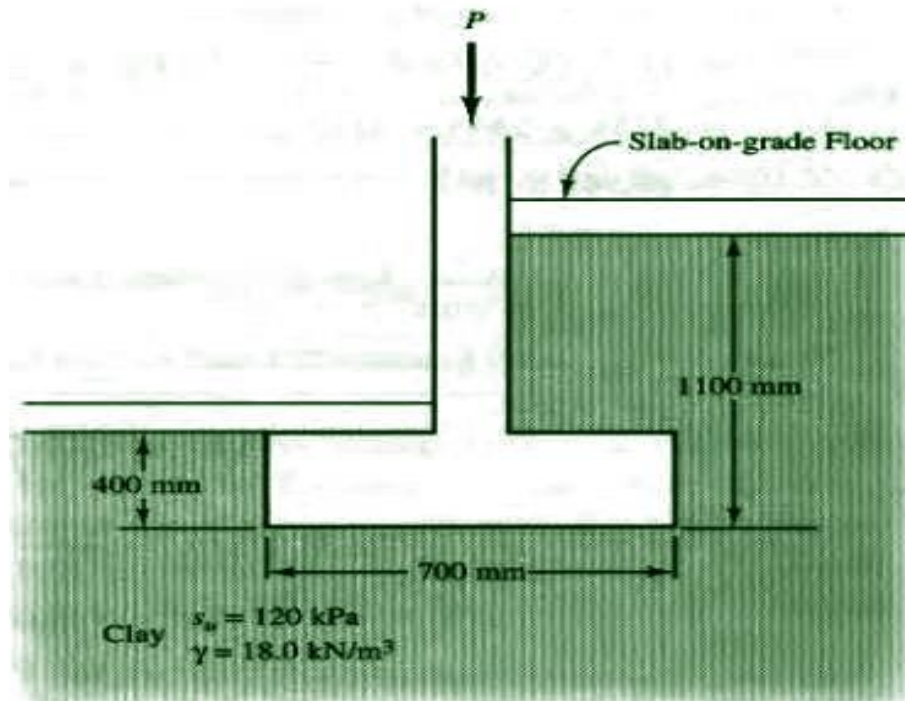
$$W_f/b = (0.7 \text{ m}) \left( \frac{0.4 \text{ m} + 1.1 \text{ m}}{2} \right) (21 \text{ kN/m}^3) = 11 \text{ kN/m}$$

د 2.4 مساوات څخه په گټې اخیستنې سره لیکلای شو چې:

$$q_{ult} = q = \frac{P/b + W_f/b}{B} - u$$

$$691 \text{ kPa} = \frac{P/b + 11 \text{ kN/m}}{(0.7 \text{ m})} - 0$$

$$P = 473 \text{ kN/m}$$



6.4 شکل. تهادب [185:3]

1.4 جدول د زغم د وړتیا فکتورونه [179:3]

$\phi'$ (deg)	ترزاغی (د 4.6 - 6.6 فورمولونو استعمال لپاره)			ویزیک (د 6.13 فورمول استعمال لپاره)		
	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$
0	5.7	1.0	0.0	5.1	1.0	0.0
1	6.0	1.1	0.1	5.4	1.1	0.1
2	6.3	1.2	0.1	5.6	1.2	0.2
3	6.6	1.3	0.2	5.9	1.3	0.2
4	7.0	1.5	0.3	6.2	1.4	0.3
5	7.3	1.6	0.4	6.5	1.6	0.4
6	7.7	1.8	0.5	6.8	1.7	0.6
7	8.2	2.0	0.6	7.2	1.9	0.7
8	8.6	2.2	0.7	7.5	2.1	0.9
9	9.1	2.4	0.9	7.9	2.3	1.0
10	9.6	2.7	1.0	8.3	2.5	1.2
11	10.2	3.0	1.2	8.8	2.7	1.4
12	10.8	3.3	1.4	9.3	3.0	1.7
13	11.4	3.6	1.6	9.8	3.3	2.0
14	12.1	4.0	1.9	10.4	3.6	2.3
15	12.9	4.4	2.2	11.0	3.9	2.6
16	13.7	4.9	2.5	11.6	4.3	3.1
17	14.6	5.5	2.9	12.3	4.8	3.5
18	15.5	6.0	3.3	13.1	5.3	4.1
19	16.6	6.7	3.8	13.9	5.8	4.7
20	17.7	7.4	4.4	14.8	6.4	5.4
21	18.9	8.3	5.1	15.8	7.1	6.2
22	20.3	9.2	5.9	16.9	7.8	7.1
23	21.7	10.2	6.8	18.0	8.7	8.2
24	23.4	11.4	7.9	19.3	9.6	9.4
25	25.1	12.7	9.2	20.7	10.7	10.9
26	27.1	14.2	10.7	22.3	11.9	12.5
27	29.2	15.9	12.5	23.9	13.2	14.5
28	31.6	17.8	14.6	25.8	14.7	16.7
29	34.2	20.0	17.1	27.9	16.4	19.3
30	37.2	22.5	20.1	30.1	18.4	22.4
31	40.4	25.3	23.7	32.7	20.6	26.0
32	44.0	28.5	28.0	35.5	23.2	30.2
33	48.1	32.2	33.3	38.6	26.1	35.2
34	52.6	36.5	39.6	42.2	29.4	41.1
35	57.8	41.4	47.3	46.1	33.3	48.0
36	63.5	47.2	56.7	50.6	37.8	56.3
37	70.1	53.8	68.1	55.6	42.9	66.2
38	77.5	61.5	82.3	61.4	48.9	78.0
39	86.0	70.6	99.8	67.9	56.0	92.2
40	95.7	81.3	121.5	75.3	64.2	109.4
41	106.8	93.8	148.5	83.9	73.9	130.2

د ویزیک د زغم د وړتیا فورمولونه (Vesic's Bearing Capacity Formulas) د زغم د وړتیا په پیدا کولو کې د ډیرو زیاتو څیړنو او د تحلیل طریقو څخه استفاده شوېده. Skempton، Meyerhof، Brinch Hansen، DeBeer او Ladanyi او ډیرو نورو خپلې تجربې شریکې کړي دي. په (1973, 1975) کلونو کې ویزیک د تیوری او تجربوي لاسته راوړنو په اساس د پورتنیو علماو تجربو او نورو منابعو په استفاده د زغم د وړتیا فورمول ته وسعت ورکړی دی چې د ترزاغی فورمول لپاره یو ښه متبادل فورمول دی. د دغه فورمول پواسطه د زغم د وړتیا ډېر صحیح قیمتونه لاسته راځي او دا د ډیرو پراخه بارونو په حدودو او جیومتریکی حالتونو کې کارول کېږي. د نوموړي فورمول ابتدائي نواقص د هغې پیچیده ګي ده [142:19].

ویزیک د ترزاغی د فورمول اساسي جوړښت پریښی او لاندې اضافي فکتورونه یې ورسره زیات کړي دي.

$S_c, S_q, S_\gamma$  د ښې فکتورونه.

$d_c, d_q, d_\gamma$  د ژوروالي فکتورونه.

$i_c, i_q, i_\gamma$  د بارد میلان فکتورونه.

$b_c, b_q, b_\gamma$  د قاعدې د میلان فکتورونه.

$g_c, g_q, g_\gamma$  د ځمکې د میلان فکتورونه.

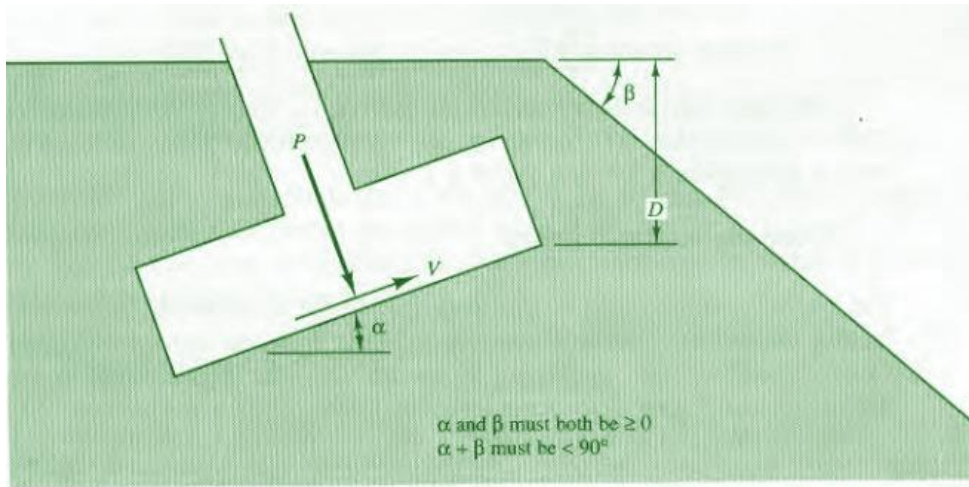
هغې دغه فکتورونه د زغم په وړتیا فورمول زیات کړي دي:

$$q_{ult} = C' N_c S_c d_c i_c b_c g_c + \sigma'_{zD} N_q S_q d_q i_q b_q g_q + 0.5 Y' B N_\gamma S_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma \dots (13.4)$$

پورته فورمول د مؤثره فشار پارامیترونو  $C'$  او  $\phi'$  په پام کې نیولو سره لیکل شوی ، مگر کیدلی شي چې په مجموعي فشار کې د  $C_T$  او  $\phi_T$  په عوضولو سره استعمال شي. په غیر له اوبو ویستل شوی ساحې لپاره په مجموعي فشار تحلیل کې  $S_u = C_T$  او  $\phi_T = 0$  په پام کې نیول کېږي.

د ترزاغی (Terzaghi) فورمول په تهداب باندې چې د افقي اساس لپاسه د ځمکې په یوه همواره سطحه کې یواځې د عمودي بارونو د عمل لپاره په پام کې نیول

کیرې، په داسې حال کې چې د ویزیک (Vesic's) فکتورونه په مختلفو حالتونو کې کارول کیرې. د دغو فکتورونو لپاره نښې په (8.4 شکل) کې ښودل شوي دي [183:3].



7.4 شکل. د ویزیک د بار د میلان، د قاعدې د میلان او د ځمکې د میلان فکتورونو لپاره نښې. ټولې زاوې په درجه ښودل شوي دي [183:3].

#### د بڼې فکتورونه (Shape factors)

ویزیک د تهدابونو د بڼو یوه پراخه حد په پام کې نیولې او دغه فکتورونه یې د  $S$  په توری یې پیژندلي دي.

$$S_c = 1 + \left(\frac{B}{L}\right)\left(\frac{N_q}{N_c}\right) \dots\dots\dots(14.4)$$

$$S_q = 1 + \left(\frac{B}{L}\right)\tan\phi' \dots\dots\dots(15.4)$$

$$S_\gamma = 1 - 0.4 \left(\frac{B}{L}\right) \dots\dots\dots(16.4)$$

د فیته یې تهدابونو لپاره  $B/L \rightarrow 0$  په دې اساس  $S_c$ ،  $S_q$  او  $S_\gamma$  مساوي یو سره کیرې. په دې معنی چې د د فیته یې تهداب د تحلیل په وخت کې د  $S$  فکتورونه په پام کې نه نیول کیرې.

#### د ژوروالی فکتورونه (Depth factors)

برعکس ترزاغې او ویزیک د تهداب په ژوروالي کې کوم حدود نه لري. دغه طریقې کېدلې شي چې حتی ژورو تهدابونو لپاره هم استعمال شي. د ژوروالي په لاندې فکتورونو د تهداب ژوروالی په پام کې نیول کیرې:



$$d_c = 1 + 0.4 k \dots\dots\dots(17.4)$$

$$d_q = 1 + 2k \tan\phi'(1 - \sin\phi')^2 \dots\dots\dots(18.4)$$

$$d_Y = 1 \dots\dots\dots(19.4)$$

د اړونده سطحی تهادبونو ( $D/B \leq 1$ ) لپاره  $k = D/B$  استعمالیږي. د ژور تهادبونو ( $D/B > 1$ ) لپاره  $k = \tan^{-1}(D/B)$  استعمالیږي، د  $\tan^{-1}$  اصطلاح په رادیان سره ښودل کیږي. دا باید په یاد ولرو چې دا په  $D/B = 1$  کې غیر دوامدار عمل رامنځته کوي.

د بار د میلان فکتورونه (Load Inclination factors)

د بار د میلان فکتورونه د بارونو لپاره دي چې د تهاداب د سپل په مرکز باندې عموداً عمل نه کوي.  $P$  د بارونو متغیر مرکب چې د تهاداب په مرکز باندې عموداً عمل کوي او  $V$  د بارونو مرکب د قاعدې سره موازي عمل کوي. نو د بار د میلان فکتورونه عبارت دي له:

$$i_c = 1 - \left(\frac{mV}{AC'N_c}\right) \geq 0 \dots\dots\dots(20.4)$$

$$i_q = \left[1 - \frac{V}{P + \frac{AC'}{\tan\phi'}}\right]^m \geq 0 \dots\dots\dots(21.4)$$

$$i_Y = \left[1 - \frac{V}{P + \frac{AC'}{\tan\phi'}}\right]^{m+1} \geq 0 \dots\dots\dots(22.4)$$

که چېرې بارونه د  $B$  په جهت میلان ولري:

$$m = \frac{2+B/L}{1+B/L} \dots\dots\dots(23.4)$$

که چېرې بارونه د  $L$  په جهت میلان ولري:

$$m = \frac{2+L/B}{1+L/B} \dots\dots\dots(24.4)$$

په پورته فورمول کې:

$V$  وارده عرضي قوه ده.

P وارده نارملې قوه ده.

A د تهداب د قاعدې مساحت.

C مؤثره سرینبناکې (په غیر د اوبو ویستلو تحلیل لپاره  $C = S_u$  په پام کې نیول کېږي)

$\phi'$  د اصطکاک مؤثره زاویه (په غیر د اوبو ویستلو تحلیل لپاره  $\phi = 0$  په پام کې نیول کېږي)

B د تهداب عرض دی.

L د تهداب طول دی.

که چېرې بار د تهداب په قاعده باندې عمود عمل وکړي د افکتور مساوي یو سره

دی او کېدلی شي په پام کې ونه نیول شي. د افکتور د  $\phi = 0$  په صورت کې هم مساوي یو سره دی [185:3].

### د تهداب د قاعدې د میلان فکتورونه (Base Inclination factors)

په پراخه اکثریت سره تهدابونه په افقي اساس باندې جوړېږي. که چېرې وارده بار د عمود سره لویه زاویه جوړه کړي، نو دا به بهتره وي چې په عین زاویې سره د تهداب اساس ته میلان ورکړل شي ترڅو وارده بار په قاعده باندې عمود عمل وکړي. دا باید په یاد ولرو چې د دارنگه تهدابونو جوړول مشکلات لري.

د قاعدې د میلان فکتورونه عبارت دي له:

$$b_c = 1 - \frac{\alpha}{147^\circ} \dots\dots\dots(25.4)$$

$$b_q = b_\gamma = \left(1 - \frac{\alpha \tan \phi'}{57^\circ}\right)^2 \dots\dots\dots(26.4)$$

که چېرې د تهداب اساس هموار وي، کوم چې معمول حالت دی د b فکتورونو قیمت مساوي یو سره دی او کېدلی شي چې په پام کې ونه نیول شي [145:19].

### د ځمکې د میلان فکتورونه (Ground Inclination factors)

هغه تهدابونه چې په میلان داره ساحه کې موقیعت ولري د هموارې سطحې تهدابونو په نسبت د زغم کم وړتیا لرونکې وي. د ویزیک د ځمکې د میلان فکتورونه په

لاندي توگه بنودل شوي دي. که څه هم کله چې تهادبونه په ميلان داره سطحه يا هغې ته نږدې ځای په ځای شوي وي، هلته نور ملاحظات هم شته، چې په راتلونکې فصل کې به تر بحث لاندي ونيول شي.

$$g_c = 1 - \frac{\beta}{1470} \dots\dots\dots(27.4)$$

$$g_q = g_\gamma = (1 - \tan\beta)^2 \dots\dots\dots(28.4)$$

که چېرې د ځمکې سطحه همواره وي ( $\beta = 0$ ) د  $g$  فکتورونه مساوي يو سره کيږي او کېدلی شي په پام کې ونه نيول شي.

### د زغم د وړتیا فکتورونه (Bearing Capacity Factors)

ویزیک د زغم د وړتیا فکتورونو  $N_q$  او  $N_c$  د محاسبه کولو لپاره د لانديني فورمولونو څخه استفاده کېږده:

$$N_q = e^{\pi \tan\phi'} \tan^2(45 + \phi'/2) \dots\dots\dots(29.4)$$

$$N_c = \frac{N_q - 1}{\tan\phi'} \quad \text{د } \phi' > 0 \text{ لپاره} \dots\dots\dots(30.4)$$

$$N_c = 5.14 \quad \text{د } \phi = 0 \text{ لپاره} \dots\dots\dots(31.4)$$

زیاتره ځایونو کې د (29.4 او 31.4 مساواتونه) د قبول وړ ګرځیدلي او یا نورو ډیرو مشابه نتایج لاسته راوړي دي او د  $N_\gamma$  په صحیح قیمت کې ډېر زیات اختلاف شتون لري. د تهاداب لاندي تخریب شوې سطحې په ډېر کوچني هندسي توپیر سره د  $N_\gamma$  په قیمت کېد پاملرنې وړ توپیر رامنځته کيږي، خصوصاً په هغه خاورو کې چې لوړ اصطکاک زاویه لري. ویزیک د لاندي فورمول سپارښتنه کېږي ده [146:19].

$$N_\gamma = 2(N_q + 1)\tan\phi' \dots\dots\dots(32.4)$$

د ویزیک د زغم د وړتیا فکتورونه په (1.4 جدول) کې ورکړل شوي دي.

#### 4.4 د ځمکې لاندې اوبو اغيزي (Ground Water Effects)

د ځمکې لاندې اوبه چې ځمکې سطحې ته نږدې وي په دوو طریقو سره په غوڅیدنې یا په عرضي مقاومت باندې اغېزې لري: د معلوم سرینناکۍ کمیدنه او په منفذونو کې د اوبو د فشار زیاتوالی. دغه دواړه د زغم په وړتیا باندې اغیزه کوي او په دې اساس باید ورته پاملرنه وشي.

#### څرگند سرینناکۍ (Apparent Cohesion)

ځینې وخت د خاورو نمونې د پلټنې شاه گانو څخه اخستل کېږي چې مشبوع نه وي، خصوصاً که چېرې ساحه په یوه دشته یا نیمه دشته کې موقیعت ولري. په دغه خاورو کې د موجوده سرینناکۍ په پام کې نیولو سره د اضافي عرضي مقاومت لرونکې دي. که څه هم دغه اضافي مقاومت په هغه وخت کې له منځه ځي په کوم وخت کې چې د رطوبت اندازه زیاته شي. اوبه د اوبو لگونې ساحې، د باران اوبو د جذبیدلو، نلونو د څڅیدنې، د ځمکې لاندې اوبو د سطحې د پورته کیدلو یا دنورو منابعو څخه راځي. په همدې اساس مونږ د موجوده سرینناکۍ په اساس مقاومت باندې اتکا نه کوو.

د موجوده سرینناکۍ د تأثیراتو د له منځه وړلو په خاطر او د خراب حالت د ښودلو په خاطر جیوتیکنیک انجنیران زیاتره د خاورو نمونې په لابراتوارونو کې مخکې د ازمیښت څخه لندوي. چې د نمونې دغه لندول په ساده اوبو کې خیشتول یا د درې بعدی ازمیښت حالت لپاره د شالخوا په فشار سره مشبوع کول دي. حتی د داسې احتیاط با وجود سرینناکې په لابراتواري ازمیښتونو کې اندازه کېږي. په دې اساس کله کله د زغم د وړتیا په محاسبه کولو کې د سرینناکۍ قیمت په لابراتوار کې د پیدا شوي قیمت په نسبت د کم قیمت څخه استفاده کېږي [148:19].

#### د منفذونو د اوبو فشار (Pore Water Pressure)

که چېرې په خاوره کې په کافي اندازه اوبه شتون ولري او د اوبو یوه سطحه جوړه کړي، او داوبو دغه سطحه د خاورې د غوڅیدنې زون په داخل کې وي، نو په دې حالت

کې د منفذونو د اوبو فشار موجود وي، او مؤثره فشار او عرضي قوه د تخریبي سطحې په اوږدو کې کوچنۍ وي، او د زغم نهایی وړتیا کمیږي (Meyerhof, 1955). مونږ باید دغه تأثیرات د زغم د وړتیا په محاسبه کولو کې په پام کې ونیسو.

کله چې د سطحې خاورو حالتونه تجزیه کوو، مونږ د ځمکې لاندې د موجوده اوبو سطحه او له هغې څخه خراب حالت چې د ساختمان د ټاکل شوي عمر په جریان کې ممکن توقع وشي، پیدا کوو. وروسته مونږ د لاندې دريو خرابو کیسونو څخه یو د هغوی، چې کوم یو یې د ساحې حالت سره مطابقت کوي پیدا کوو.

• لومړی کیس:  $D_w \leq D$

• دوهم کیس:  $D < D_w < D + B$

• دریم کیس:  $D + B \leq D_w$

پورتنی ټول کیسونه په (9.4 شکل) کې بنودل شوي دي.

مونږ د خاورې د تخریبي سطحې په اوږدو کې د خاورې د مؤثره واحد وزن  $\gamma'$  کمولو او زیاتولو پواسطه کم شوی مؤثره فشار د (4.4 څخه تر 6.4 او 13.4 مساواتونو) له مخې محاسبه کوو (Vesic, 1973). مؤثره واحد وزن قیمت د ځانگړو خاورو ضخامت سره ضریبېږي، او عمودي مؤثره فشار لاسته راځي. دا د لامبووهونکي واحد وزن ( $\gamma_{sub}$ ) منځنۍ اندازه ده او واحد وزن  $\gamma$  د ځمکې لاندې اوبو سطحې پورې اړه لري. مونږ  $\gamma'$  په لاندې ډول محاسبه کوو.

د لومړي کیس لپاره ( $D_w \leq D$ ):

$$\gamma' = \gamma_{sub} = \gamma - \gamma_w \quad \dots \quad (33.4)$$

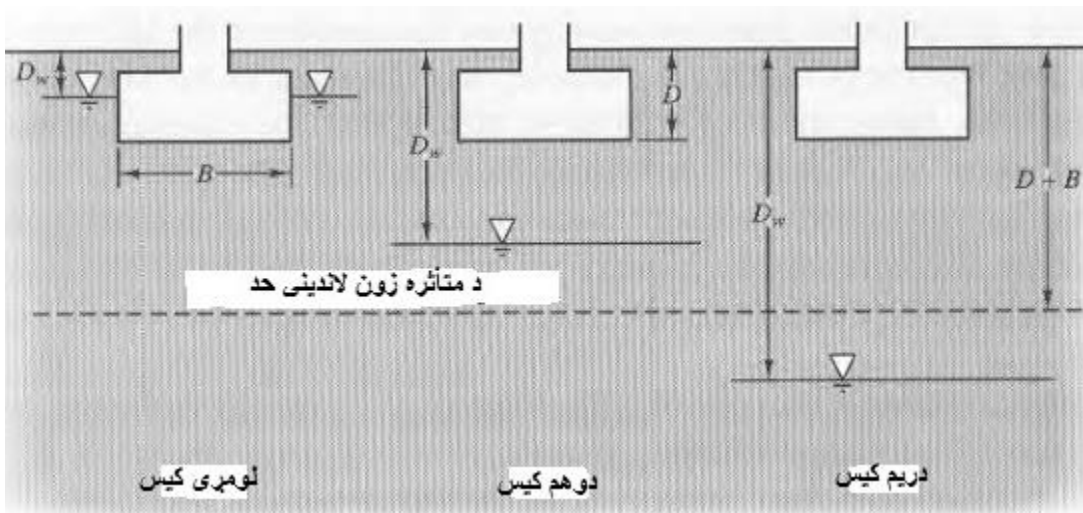
دوهم کیس لپاره ( $D < D_w < D + B$ ):

$$\gamma' = \gamma - \gamma_w \left[ 1 - \left( \frac{D_w - D}{B} \right) \right] \quad \dots \quad (34.4)$$

دریم کیس لپاره ( $D + B \leq D_w$ ):

$$\gamma' = \gamma \quad \dots \quad (35.4)$$

په لومړي کيس کې د زغم د وړتيا د فورمولونو دوهم شکل هم متاثره شوی ، مگر د  $\sigma'_D$  په محاسبه کې ځانگړي اصلاحاتو ته اشاره شوې [150:19].  
که چېرې د فشار يو مجموعي اناليز تر سره شي ، د ځمکې لاندې اوبو سطحه به اصلاح نه شي ځکه چې د  $C_T$  او  $\phi_T$  په قيمت کې د ځمکې لاندې اوبو سطحې تاثيراتو ته په فرضي توگه ورته اشاره کېږي . په دې کيس کې د زغم د وړتيا په مساواتونو کې په ساده شکل سره  $\gamma = \gamma'$  په غير د ځمکې لاندې اوبو سطحې موقیعت په پام کې نيولو سره استعمالیږي .



8.4 شکل. د زغم د وړتيا اناليز لپاره د ځمکې لاندې اوبو سطحې درې کيسونه [150:19].

### 3.4 مثال

لکه چې په (10.4 شکل) کې ښودل شوی يو  $30\text{m} \times 50\text{m}$  فرشې تهداب جوړیږي. د زغم نهايي وړتيا يې محاسبه کړئ؟

حل

د ځمکې لاندې اوبو سطحې کيس معلومو:

$$D_w = 12\text{m}, D = 10\text{m}, B = 30\text{m}$$

دا چې  $D < D_w < D + B$  نو دا دوهم کيس پورې اړه لري: نو (34.6 مساوات) څخه

استفاده کوو:

$$\gamma' = \gamma - \gamma_w \left[ 1 - \left( \frac{D_w - D}{B} \right) \right] = 18.5 - 9.81 \left[ 1 - \left( \frac{12 - 10}{30} \right) \right] = 9.4 \text{ kN/m}^3$$

د Vesic په طریقه کې د  $\gamma'$  دریم حالت استعمالیږي. کله چې  $c' = 0$  وي، په دې صورت کې د زغم د وړتیا د معادلې په لومړي حالت کې د نورو فکتورونو محاسبه کولو لپاره اړتیا نه لیدل کیږي.

د  $\varphi' = 30^\circ$ ،  $N_q = 18.4$  او  $N_\gamma = 22.4$  (د 1.4 جدول) څخه اخستل کیږي.

$$\sigma'_{zD} = \gamma D - u = (18.5 \text{ kN/m}^3)(10\text{m}) - 0 = 185 \text{ kPa}$$

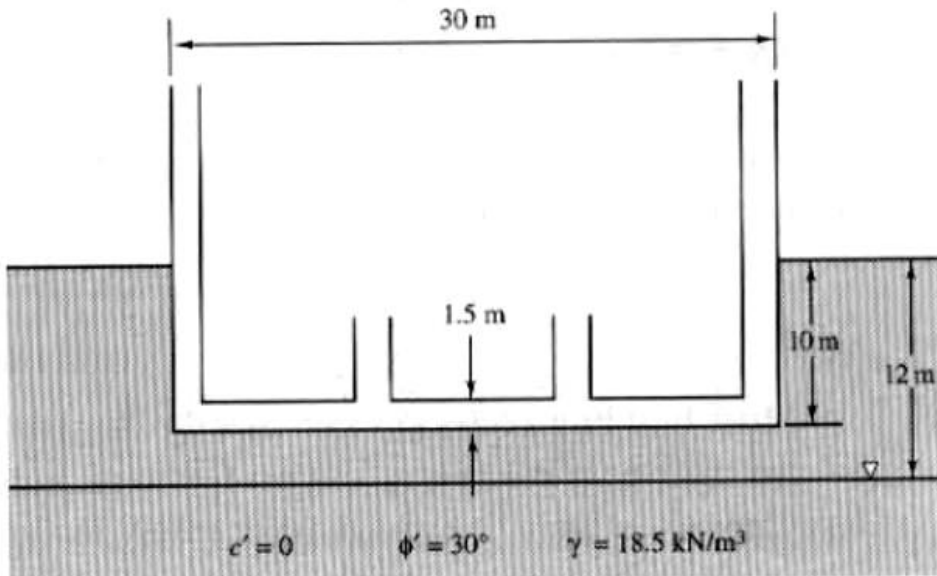
$$S_q = 1 + \left(\frac{B}{L}\right) \tan \varphi = 1 + \left(\frac{30}{50}\right) \tan 30^\circ = 1.35$$

$$k = \left(\frac{B}{L}\right) = \left(\frac{10}{30}\right) = 0.33$$

$$d_q = 1 + 2k \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2 = 1 + 2(0.33) \tan 30^\circ (1 - \sin 30^\circ)^2 = 1.10$$

د Vesic په معادله کې د  $i$ ،  $b$  او  $g$  مختلف فکتورونه مساوي د یو سره دي نو په دې اساس په پام کې نه نیول کیږي.

$$\begin{aligned} q_{ult} &= c' N_c s_c i_c b_c g_c + \sigma'_{zD} N_q s_q i_q b_q g_q + 0.5 \gamma' B N_\gamma s_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma \\ &= 0 + 185(18.4)(1.35)(1.10) + 0.5(9.4)(30)(22.4)(0.76)(1) \\ &= 7455 \text{ kPa} \end{aligned}$$



9.4 شکل. د 3.6 مثال لپاره وړاندې شوی فرشي تهاداب [152:19]

#### 5.4 د زغم مجازي وړتیا (Allowable bearing capacity)

په اوسني وخت کې د زغم د وړتیا نږدې په ټولو تحلیلونو کې د مجازي تشنجاتو ډیزاین (ASD) طریقو څخه گټه اخستل کېږي. له دې څخه صرف نظر کوو چې د بار او مقاومت فکتور ډیزاین (LRFD) طریقه د ساختمانونو په ډیزاین کې استعمالیږي یا نه استعمالیږي. د ASD څخه په استفاده د زغم د مجازي وړتیا پیدا کولو لپاره د زغم نهایی وړتیا په اطمینان ضریب (F) باندې تقسیمېږي [155:19].

$$q_a = \frac{q_{ult}}{F} \quad \dots\dots\dots (36.4)$$

په پورته فورمول کې:

$q_a$  د زغم مجازي وړتیا ده.

$q_{ult}$  د زغم نهایی وړتیا

F د اطمینان ضریب یا فکتور دی.

کله چې موږ تهداب ډیزاینوو، د زغم فشار q د زغم مجازي فشار  $q_a$  څخه زیات نشي.

$$q \leq q_a \quad \dots\dots\dots (37.4)$$

زیاتره د ودانۍ کودونه (Building codes) د ډیزاین د اطمینان فکتور F یا ضریب نه مشخصوي. په دې اساس انجیران د F په انتخاب کې باید د خپل مسلکي قضاوت څخه کار واخلي. د ډیزاین د اطمینان فکتور د لاندې حالتونو په پام کې نیولو سره انتخابیږي:

- د خاورې ډول: عرضي مقاومت اطمینانیت په کلی خاوره کې نسبت شگوته کم دی، او په کلی خاوره کې نسبت شگوته ډېر تخریب واقع کېږي. په دې اساس د اطمینان فکتور په کلی خاوره کې زیات په پام کې نیول کېږي.
- د ساحې د خصوصیاتو ارقام: په اصغري ژوروالي کې سطحې خاورو په تجزیه کې او د ساحوي او لابراتواري ازمېښتونو له کبله د خاورې د پارامیترونو په تشخیصولو کې زیات غلطباني رامنځته کېږي، نو په دې اساس د اطمینان فکتور



لوی نیول کیږي. که څه هم کله چې د ساحې د خصوصیاتو ارقام په ښه شکل سره موجود وي، په هغه صورت کې غلطې کمه وي چې د اطمینان فکتور هم کم نیول کیږي.

● د خاورې تغیر پذیري: د پروژو د غیر منظم خاورې پروفایل لرونکې ساحو کې نسبت عین شکل خاورې لرونکې پروفایل ته باید د اطمینان فکتور لوی په پام کې ونیول شي.

● د ساختمان اهمیت او د تخریب نتایج: مهمې پروژې لکه روغتونونه، چېرې چې د تهداب تخریب زیات مصیبت انگیزه وي نسبت کم اهمیت لرونکې پروژو ته (لکه د زراعت د ذخیره ودانۍ) باید د اطمینان فکتور لوی په پام کې ونیول شي، چېرې چې د ساختمان قیمت ډېر مهم دی. په مشابه شکل سره دایمي ساختمانونو لپاره نسبت مؤقت ساختمانونو ته د اطمینان فکتور لوی نیول کیږي. هغه ساختمانونو لپاره چې دهغوی لوړوالی نسبت عرض ته زیات وي د اطمینان فکتور لوی نیول کیږي.

جیوتیکنیکل انجیران زیاتره د سطحی تهدابونو د زغم د وړتیا تحلیل لپاره د اطمینان فکتورونه د 2.5 څخه تر 3.5 پورې استعمالوي. مونږ دلته کم قیمت 2 او اوچته قیمت تر 4 پورې استعمالوو.

په لاندې دلایلو سره د اطمینان صحیح او درست فکتور نسبت د ډیزاین اطمینان فکتور ته ممکن ډېر گټور وي [165:19]:

- د غوڅیدنې مقاومت ارقام، نورمال او محافظه کارانه تفسیر شوي، نو د C او  $\phi$  د ډیزاین قیمتونه ضمني د اطمینان د یو بل فکتور لرونکي وي.
- خدماتي بارونه نسبت د ډیزاین بارونو څخه ممکن کم وي.
- ځانگړو تهدابونو اندازې عموماً یو څه اندازه نسبت پلان ته لوی جوړیږي.

#### 4.4 مثال

یوه پایه باندي دایمي بار  $P_D = 300k$ ، د باد بار  $P_W = 160k$ ، موقت بار  $P_L = 140k$  عمودي بارونه عمل کوي، د یو ځانگړي تهداب پواسطه حمایه کيږي چې د  $3ft$  د ځمکې سطحې لاندې موقیعت لري. د تهداب لاندې خاوره زیم لرونکې ده او د هغې د غوڅیدني مقاومت  $2000 Ib/ft^3$  او د خاورې واحد وزن  $109 Ib/ft^3$  دی. د ځمکې لاندې اوبو سطحه  $4ft$  لاندې موقیعت لري. د تهداب اړین اصغري عرض پیدا کړئ، چې د زغم د وړتیا ناکامیدلو په مقابل کې د اطمینان فکتور 3 په پام کې نیول شوی وي.

حل

د ډیزاین کاري بارونو په لاندې ډول پیدا کوو:

$$P_D + P_L = 300k + 140k = 440k$$

$$0.75(P_D + P_L + P_W) = 0.75(300k + 140k + 160k) = 450k$$

$$0.75(P_D + P_W) = 0.75(300k + 160k) = 345k$$

د ترزاغی طریقه استعمالوو:

$$\sigma'_D = \gamma D - u = (109 Ib/ft^3)(3 ft) - 0 = 327 Ib/ft^2$$

$$q_{ult} = 1.3 S_u N_c + \sigma'_D N_q + 0.4 \gamma' B N_\gamma$$

$$= 1.3 (2000 Ib/ft^2)(5.7) + (327 Ib/ft^2)(1) + 0 = 15147 Ib/ft^2$$

$$q_a = q_{ult}/F = (15147 Ib/ft^2)/3 = 5049 Ib/ft^2$$

$$W_f = 3 B^2 (150 Ib/ft^3) = 450 B^2$$

$$q_a = \frac{P + W_f}{A} - u, \quad 5049 = \frac{450000 + 450B^2}{B^2} - 0$$

$$B = 9.89 ft \text{ say } B = 10 ft$$

#### 6.4 د خاورې د مقاومت پارامیټرونو انتخاب

(Selection of soil strength parameters)

د خاورې د مقاومت پارامیټرونو ( $c'$  او  $\phi'$ ) درست انتخابول، کېدلی شي د زغم د وړتیا تحلیل برخه ډیره مشکله وي. ځینې وخت د ساحې او لابراتواري ازمیښتونو ارقام

نامکمله او مبهم وي ، نو په دې اساس مشکله ده چې واضح شي . له دې څخه پرته د زغم نهایي وړتیا  $q_{ult}$  د محاسبه شوي عرضي مقاومت په تغیر کې ډېر حساس دی . د بېلگې په توگه که چېرې په شگلنه خاوره کې د زغم د وړتیا په تحلیل کې  $\phi' = 40^\circ$  ، مگر د خاورې صحیح د اصطکاک زاویه  $35^\circ$  (13٪ کم) ، د زغم نهایي وړتیا به 50 څخه تر 60 فیصده پورې د متوقع اندازې څخه کم وي . نو په دې اساس دا ډیره مهمه ده چې نه باید د خاورې مقاومت پارامیترونو اضافي اټکل وشي [341:8].

### د مشبوع کیدلو درجه او د ځمکې لاندې اوبو سطحی موقیعت

لکه چې مخکې په (3.4 برخه) کې یادونه شوی ، خاوره چې وچه وي کېدلې شي حتی د ساختمان د عمر په دوران کې مرطوبه شي . زیاتره ډیزاین د خراب حالت لپاره صورت نیسي ، نو ځکه مونږ نږدې ټول وخت لپاره کله چې د زغم وړتیا تحلیل سرته رسوو نو مشبوع شوی مقاومت په پام کې نیسو ، حتی که خاوره په ساحه کې وچه هم وي . دا د  $C'$  او  $\phi'$  خراب حالت قیمتونه په بر کې نیسي . مونږ دا کولای شو چې په لابراتوار کې مخکې د تست څخه نمونې مشبوع کړو او وروسته تست تر سره کړو .

د ځمکې لاندې اوبو سطحی معلومول یوه ځانگړې مسئله ده . مونږ کونښن کوو چې د ځمکې لاندې اوبو لوړترینې سطحې موقیعت په پام کې نیولو سره ډیزاین د مخکینیو یاد شوو طریقو په مرسته اجراً کړو . د ځمکې لاندې اوبو سطحی موقیعت د زغم په وړتیا باندې تاثیر لري ځکه چې ددې تاثیر په مؤثره فشار  $\sigma'$  باندې وي .

### د وچې خاورې په مقابل کې د نمناکه خاورې مقاومت

تهدا بونه چې په نمناکه کلی خاوره باندې موقیعت ولري ، کله چې په نوموړو خاورو باندې فشار واردېږي نو په منفذونو کې د اوبو مثبت فشار پیدا کېږي ، نو په دې اساس زیاتره وخت د بار د واردیدلو څخه وروسته دفعتاً د زغم د وړتیا د ناکامۍ سبب کېږي . په دې خاطر مونږ د زغم د وړتیا تحلیل په وخت کې نمناکه خاورو عرضي مقاومت  $S_u$  څخه استفاده کوو .

د هغه تهدابونو لپاره چې په نمناکه شگو او جغلو باندي موقیعت لري، د منفذونو اوبو هر فشار ډېر کوچنی وي او ډېر ژر تیتیري. په دې اساس د دارنگه تهدابونو د ازمايلو لپاره د مؤثره سرینناکي 'C' او مؤثره اصطکاک زاويې 'φ' څخه باید استفاده وشي. په منځنۍ اندازه نمناکه خاورې لکه سیلت کېدلی شي چې قسمي وچې وي، او انجنیران په دې اړه مختلف نظرونه لري چې څرنگه وازمايل شي. ډیره محافظه کارانه لاسته راوړنه د نمناکه مقاومت څخه استفاده کول دي، مگر زیاتره انجنیران د وچ او نمناکه مقاومت تر منځ د ډیزاین مقاومت څخه استفاده کوي [342:8].

وچې خاورې ډېر کمپلکس دي او په همدې اساس د هغوی تحلیل ډېر مشکل دی. که چېرې د ځمکې لاندې اوبو سطحه همیشه د ځمکې د سطحې څخه بڼه لاندې موقیعت ولري، په دې صورت کې زیاتره انجنیران د نمونو د اشباع کیدلو په اساس د مجموعي تشنجي پارامیترونو  $c_T$  او  $\phi_T$  څخه استفاده کوي. بل نظر داسې دي چې خاوره مکملاً مشبوع کوي او د هغې تحلیل صورت نیسي.

#### 7.4 د زغم وړتیا څیړنې - موضعي او سوري کوونکي غوڅیدني حالتونه

(Bearing Capacity Analysis – Local and Punching Shear Cases)

لکه مخکې چې یادونه وشوه، انجنیران د موضعي یا سوري کوونکې غوڅیدنې د زغم وړتیا ډېر کم محاسبه کوي ځکه چې د نشست په تحلیل کې د نوموړي ډول ناکامۍ په مقابل کې ضمني مخنیوی کیږي. سر بیره پر دې، د زغم د وړتیا مکمل تحلیل د لاندې ټکو په پام کې نیولو سره ممکن ډېر کمپلکس وي:

- دغه ډول ناکامۍ د غوڅیدنې سطحې بڼه نه تعریفوي، لکه چې په (1.4 شکل) کې ښودل شوې ده نو په دې اساس ډېر مشکل ده چې و ارزول شي.
- خاوره له دې وروسته غیر متراکم پذیره په پام کې نه نیول کیږي (Ismael and Vesic).
- ناکامي غیر فاجعه امیزه وي، نو ناکاموونکي بار ډیره مشکل ده چې تعریف شي

ترازغی د موضعی غوڅیدنې د زغم وړتیا محاسبه کولو لپاره د عمومي غوڅیدنې فورمولونو څخه په استفاده د  $c'$  او  $\phi'$  د قیمتونو په کمولو سره یوه ساده لاره پیشنهاد کړی ده [343:8].

$$c'_{adj} = 0.67c' \quad \dots\dots\dots(38.4)$$

$$\phi'_{adj} = \tan^{-1}(0.67 \tan\phi') \quad \dots\dots\dots(39.4)$$

Vesic دغه مفهوم ته توسعه ورکړه او د 67% څخه کم تراکم لرونکې ( $D_r$ ) شگو لپاره لاندې تعدیل شوی فورمول یې رامنځته کړ:

$$\phi'_{adj} = \tan^{-1}[(0.67 + D_r - 0.75D_r^2) \tan\phi'] \quad \dots\dots\dots(40.4)$$

په پورته فورمولونو کې:

$c'_{adj}$  ترتیب شوی مؤثره سرینناکي ده.

$\phi'_{adj}$  ترتیب شوی مؤثره اصطکاک ضریب دی.

$D_r$  د شگې اړوند تراکمیت دی، چې تراکمیت یې  $0 \leq D_r \leq 67\%$  په انټروال کې وي.

(40.4 مساوات) د ځینو تهدابونو د مودولونو د ازمینست لپاره اطمینان ورکوي، چې دواړه طریقې په برکې نیسي ځکه چې د ناکامۍ طریقه په درسته توګه مودول شوې نه ده. که څه هم موضعی یا سوری کوونکې غوڅیدنې په نورماله توګه په سستو شگو کې د سطحې نري تهدابونو په ډیزاین کې د پاملرنې وړ وي، نو په دې اساس یو تقریبي تحلیل باید صورت ونیسي. د دارنگه تهدابونو کم قیمت په پام کې نیولو سره ډېر زیات پراخه تحلیل ته اړتیا نشته، خصوصاً که چېرې اضافي ازمینست ته اړتیا ولري.

ددې پایلې یو مهم استثنا د یو تهداب کیس دی چې د خاورې یو نازکه سخت قشر پواسطه حمایه کیږي او د دغه خاورې لاندې سسته خاوره شتون لري. دې ډول خاوره کې سوری کوونکې غوڅیدنه رامنځته کیږي، او قضاوت یې د معمولي تحلیل له مخې صورت نیسي.

#### 8.4 په طبقه یی خاورو کی د زغم وړتیا (Bearing Capacity on Layered Soils)

تر دې ځایه ، په دې فصل کې د تحلیل په اجراً کولو کې د  $C'$  ،  $\phi'$  او  $\gamma$  حالتونه په هر ژوروالي سره ثابت په پام کې نیول شوی دی . که څه هم د ډیرو خاورو پروفایل یو شان نه دی . په دې اساس مونږ د تهداب لاندې د هغه خاورو د زغم وړتیا د محاسبه کولو یوې طریقی ته اړتیا لرو چېرې چې  $C$  ،  $\phi$  او  $\gamma$  په ژوروالي کې توپیر وکړي . د دغه کار د اجراً لپاره لاندې درې طریقی شتون لري [8:344]:

1. د تهداب د لاندینی برخې او د B په اندازه (B د تهداب عرض دی) د هغې څخه

لاندې ژوروالي ترمنځ زون کې د زغم د وړتیا په ارزولو کې د  $C'$  ،  $\phi'$  او  $\gamma$  کمترین قیمتونو څخه استفاده کیږي . دا هغه زون دی چې په دې کې د زغم د وړتیا ناکامي واقع کیږي (5.4 شکل دې وکتل شي) ، او په دې اساس دا یواځنی زون دی چېرې چې مونږ په دې زون کې د خاورې پارامیترونو ارزولو ته اړتیا لرو .

زیاتره د ډیزاین مشکلات د نشست پواسطه کنترولیږي ، په هر صورت د زغم د وړتیا یو محافظه کارانه تحلیل کېدلی شي چې د حل تر ټولو ساده او اسانه لاره وي . په بل عبارت که چېرې د زغم وړتیا حتی په یو محافظه کارانه تحلیل سره ډیزاین کنترول نه کړي ، نو بل اضافي تحلیل ته اړتیا نشته .

2. د تهداب د لاندینی برخې او د B په اندازه (B د تهداب عرض دی) د هغې څخه

لاندې ژوروالي ترمنځ په زون کې د هرې اړوندې طبقې په اساس د  $C'$  ،  $\phi'$  او  $\gamma$  اندازه شویو منځني قیمتونو استعمالول . دغه طریقه کېدلی شي چې محافظه کارانه وي او یا نه وي ، مگر د منلو وړ نتیجه داسې باید تر لاسه شي تر څو د مقاومت په پارامیترونو کې توپیر زیات نه وي .

3. د تهداب لاندې د ناکامه سطحو د غزیدنې یوه سلسله په پام کې ونیول شي او په

هره سطحه کې د میلان د ثبات تحلیل ته مشابه طریقه په مرسته تشنجات و ارزول شي . هغه سطحه چې د  $q_{ult}$  کم قیمت حاصل کړي ، دغه سطحه خطرناکه ناکامه سطحه ده . دغه طریقه د ټولو طریقه څخه دقیقه طریقه ده ، مگر په تطبیق کې باید

ډېر کونښن وشي . دا باید یواځې خطرناکه پروژو لپاره چې د کمپلکس خاورو پروفایل لرونکې وي ځانگړی شي [344:8].

### 5.4 مثال

د پورته یادې شوې دوهمې طریقي په مرسته د یو مربعي تهداب د زغم د وړتیا ناکامۍ په مقابل کې د اطمینان فکتور محاسبه کړئ (10.4 شکل وگورئ).

حل

اندازه شوي فکتورونه:

$$\text{پورتنۍ طبقه: } 1.1/1.8 = 0.611$$

$$\text{لاندينۍ طبقه: } 0.7/1.8 = 0.389$$

د خاورې پارامیترونو اندازه شوي قیمتونه:

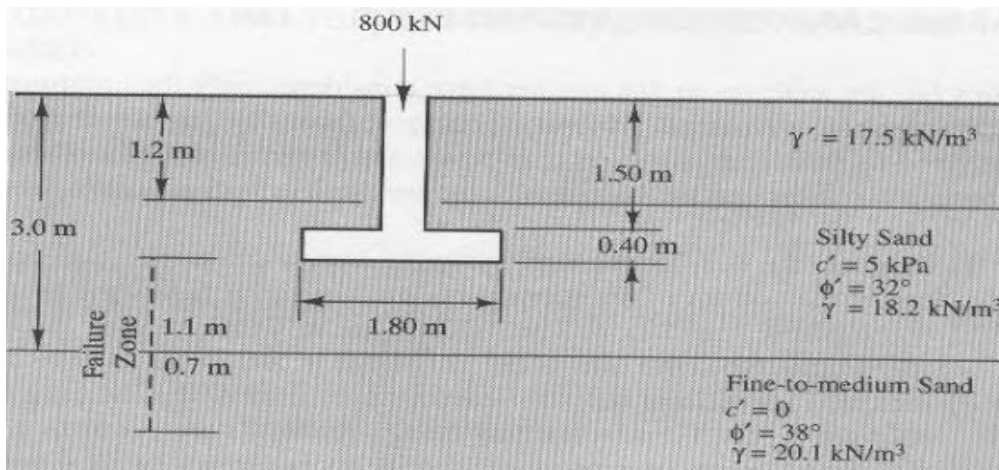
$$c' = (0.611)(5 \text{ kPa}) + (0.389)(0) = 3 \text{ kPa}$$

$$\phi' = (0.611)(32^\circ) + (0.389)(38^\circ) = 34^\circ$$

$$\gamma = (0.611)(18.2 \text{ kN/m}^3) + (0.389)(20.1 \text{ kN/m}^3) = 18.9 \text{ kN/m}^3$$

د ځمکې لاندي اوبو حالت ( $D_w \leq D$ )

$$\gamma' = \gamma - \gamma_w = 18.9 \text{ kN/m}^3 - 9.8 \text{ kN/m}^3 = 9.1 \text{ kN/m}^3$$



10.4 شکل . ځانگړی تهداب د مثال لپاره [391:8]

$$W_f = (1.8 \text{ m})^2(1.5 \text{ m})(17.5 \text{ kN/m}^3) + (1.8 \text{ m})^2(0.4 \text{ m})(23.6 \text{ kN/m}^3) \\ = 116 \text{ kN}$$

$$\sigma'_D = \sum \gamma H - u \\ = (17.5 \text{ kN/m}^3)(1.2 \text{ m}) + (18.2 \text{ kN/m}^3)(0.7 \text{ m}) - (9.8 \text{ kN/m}^3)(0.7 \text{ m}) \\ = 27 \text{ kPa}$$

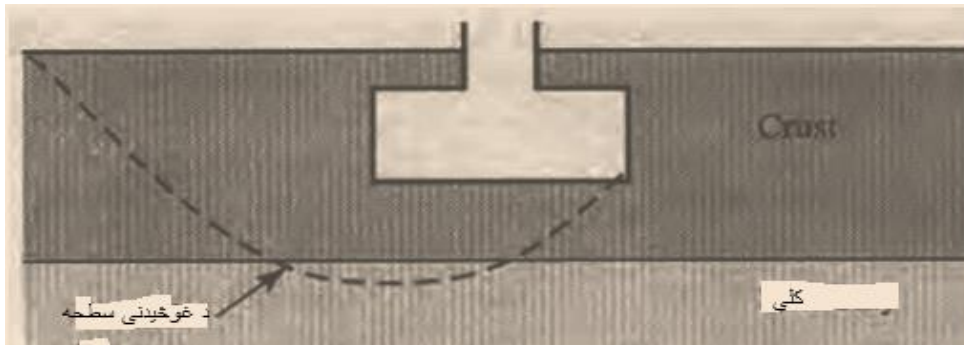
$$q = \frac{P + W_f}{A} - u_D = \frac{800 \text{ kN} + 116 \text{ kN}}{(1.8 \text{ m})^2} - 27 \text{ kPa} = 256 \text{ kPa}$$

د ترازغی فورمول څخه استفاده کوو:

$$\varphi' = 34^\circ, N_c = 52.6, N_q = 36.5, N_\gamma = 39.6$$

$$q_{ult} = 1.3c'N_c + \sigma'_D N_q + 0.4 \gamma B N_\gamma \\ = (1.3)(3)(52.6) + (27)(36.5) + (0.4)(9.1)(39.6) = 1450 \text{ kPa}$$

$$F = \frac{q_{ult}}{q} = \frac{1450 \text{ kPa}}{256 \text{ kPa}} = 5.7$$



11.4 شکل. د سختې خاورې قشر لپاسه ځانگړې تهاداب چې هغې لاندې سسته خاوره موقیعت لري [392:8].

د اطمینان فکتور (5.7) چې محاسبه شوی دی د اصغري قیمت (2.5 – 3.5) څخه زیات دی، پدې اساس د تهاداب ابعاد د ډیزاین څخه زیات دي همدارنگه د زغم وړتیا هم د ملاحظې وړ دی. دا اړینه ده چې نشست د تهاداب د اندازو د کمولو څخه مخکې باید چک شي.



9.4 د زغم د وړتیا د تحلیل تصحیح (Accuracy of bearing capacity analyses) انجنیران د زغم د وړتیا د تحلیل د تصحیح لپاره د زغم د وړتیا مکملې ناکامۍ پواسطه، چې په صحیح مکمل سائز لرونکي تهداب باندې د تجربوي بارونو په تېسټ کولو سره، ترسره کوي.

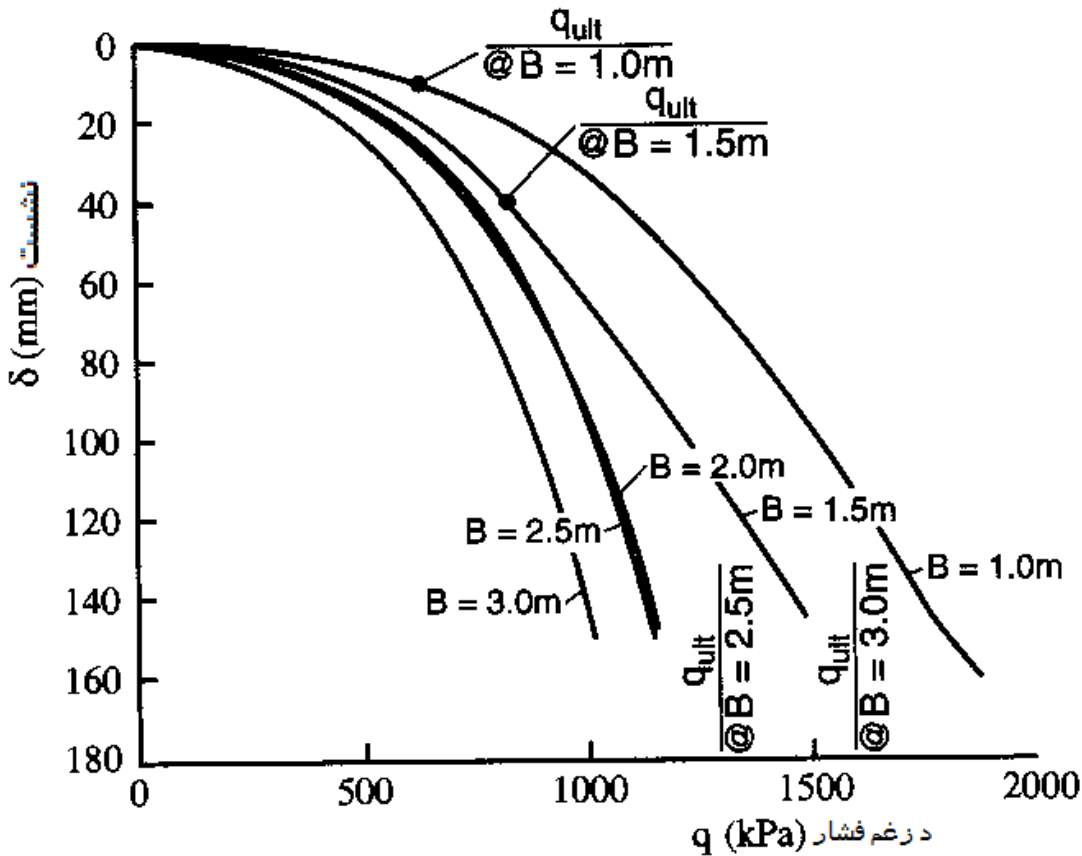
Bishop او Bjerrum د 14 ناکامه کیسونو یا په مشبوع شوي کلي خاورې باندې د بار تېسټونو د څیړنې نتایج راټول کړي لکه چې په (2.4 جدول) کې ښودل شوي دي، او د اطمینان فکتور د هر کیس لپاره یې پیدا کړي. دا یو فوق العاده توافق وو چې د زغم د وړتیا تحلیلونه په دې ډول خاورو کې ډېر صحیح وو. د غلطۍ لومړنۍ منبع ممکن د نمناکه عرضي مقاومت د ډیزاین قیمت ( $S_u$ ) وو. په ډیرو عملي ډیزاینو کې په  $S_u$  کې غلطیاني ممکن د 10% څخه زیات وي، مگر د زغم د وړتیا تحلیل لپاره متیقین کیدل د اطمینان فکتور پواسطه صورت نیسي. په شگو کې سطحې تهدابونه د زغم نهایی وړتیا لري، خصوصاً کله چې د تهداب عرض B پراخه وي، ځکه چې نوموړې خاورو د اصطکاک زاویه لویه ده. کوچني تهدابونه کېدلی شي ناکامه شي. مگر دا مشکله ده چې په شگه کې لوی تهدابونه ناکام شي. د بېلگې په ډول Briaud او Gibbens په میډه سیلت لرونکې شگو باندې پنځو جوړو شوو ځانگړو تهدابونو باندې ستاتیکي بارونه وارد کړل. د نوموړي تهدابونو عرض د 1 څخه تر 3m پورې وو، محاسبه شوی د زغم نهایی وړتیا د 800 څخه تر 1400kPa پورې وو، چې د بار - نشست منحني په (12.4 شکل) کې ښودل شوي ده. په کوچني تهدابونو کې، حتی د زغم نهایی فشار  $q_{ult}$  په دوه چنده کولو کې د زغم نهایی وړتیا هیڅ نښه ونه لیدل شوه مگر تقریباً تر 150 mm پورې نشست درلود. لوی تهدابونه د  $q_{ult}$  ته نږدې د زغم نهایی وړتیا لري، مگر د هغوی نشست تر 150mm پورې رسیږي. دغه منحنیاني دا هم ښايي چې د لویو تهدابونو ډیزاین د هغوی نشست ته صورت نیسي، نه د زغم وړتیا ته، په دې اساس د زغم د وړتیا محافظه کارانه ارزونه، اخري ډیزاین باندې معکوس تاثیر نه لري. د کوچنیو تهدابونو لپاره ډیزاین کېدلی شي.

2.4 جدول. په مشبوع شوي کلی خاوره کې د زغم د وړتیا د ناکامیو ارزونې [396:8].

د اطمینان محاسبه شوی فکتور F	د کلی خاورې مشخصات					موقیعتونه
	مایع اندکس $I_L$	پلاستیکیټ اندکس $I_p$	پلاستیکی حد $W_p$	مایع حد $W_L$	درطوبت اندازه W	
0.92	-0.25	20	15	35	10	Loading test, Marmorera
1.02						Kensal Green
1.09	0.25	80	30	110	50	Silo, Transcona
0.95	0.52	42	28	70	50	Kippen
1.05						Screw pile, Lock Ryan
1.07						Screw pile, Newport
1.08	0.67	30	25	55	45	Oil tank, Fredrikstad
1.03	0.73	62	25	87	70	Oil tank A, Shellhaven
1.05						Oil tank B, Shellhaven
0.98	1.37	35	20		40	Silo, US
1.10	1.39	8	16		9	Loading test, Moss
0.93	1.44	18	19	55	68	Loading test, Hagalund
0.96				24	27	Loading test, Torp
0.95				37	45	Loading test, Rygge

چې د محاسبه شوي زغم وړتیا پواسطه کنترول شي او کېدلی شي چې محافظه کارانه وي. په هر صورت په ډیزاین کې محافظه کاري د ساختمان په قیمت باندې کوم تأثیر نه لري [395:8].

په دې اساس مونږ ویلي شو چې د زغم د وړتیا د تحلیل طریقې چې په دې فصل کې ورڅخه یادونه شوې د سطحی تهدابونو عملي ډیزاین لپاره مناسبې دي. فرض کړئ چې د خاورې د مقاومت حقیقي ارقام موجود دي، د  $q_{ult}$  محاسبه شوی قیمت یا تقریبي صحیح دی یا محافظه کارانه دی. د ډیزاین د اطمینان فکتورونه چې په (4.4 عنوان) کې ورڅخه یادونه شوې دا څرگندوي چې په تحلیل کې تخمینی غلطیاني په کافي اندازه نیول شوي دي.



12.4 شکل. په ځانگړي مکمل ساييز تهدابونو باندې د ستاتيکي بارونو د ازمايلو نتايج [392:8]

### لنډيز (Summary)

د زغم د وړتيا ناکامي هغه وخت واقع کيږي کله چې د تهداب لاندې عرضي مقاومت ضعیفه وي، د زغم د وړتيا ناکامي درې ډولونه شتون لري: عمومي، موضعي او سوري کوونکي. زیاتره د زغم د وړتیا تحلیل سطحې تهدابونو لپاره صورت نیسي (د زغم د وړتیا عمومي ناکامي). د زغم نهایی وړتیا د محاسبه کولو لپاره مختلف فورمولونه رامنځته شوي لکه د تراغی او ویزیگ فورمولونه.

د ځمکې لاندې اوبو سطحه په نږدې سطحې خاورو کې مؤثره فشار کموي او د زغم په وړتیا باندې معکوس تاثیر لري. د دغه تاثیر د محاسبه کولو لپاره منظموونکي فکتورونه شتون لري. د زغم مجازي وړتیا ( $q_a$ ) د زغم نهایی وړتیا او د اطمینان فکتور

د نسبت څخه په لاس راځي. د زغملو وړ فشار  $q$  چې د ساختمان د بار څخه عبارت دی نه باید د  $q_a$  څخه زیات وي.

د زغم د وړتیا تحلیل باید د خاورې د خراب حالت په اساس وي هغه چې د ساختمان د عمر په دوران کې واقع کیږي، په دې اساس مونږ د خاورو نمونې باید په لابراتوار کې د تست لپاره لمدې کړو حتی که چېرې په ساحه کې هغوی مرطوب هم نه وي. همدارنگه په دې فصل کې د زغم د وړتیا تحلیل د شگو او جغلو لپاره هم تر سره شوی. او د موضعي او سوري کوونکي کیسونو لپاره هم د زغم د وړتیا محاسبو صورت نیولی. زغم د وړتیا تحلیل طبقه یي خاورو لپاره هم سرته رسیدلې او همدارنگه د تهاداب د ناکامیو ارزونه او د ستاتیکي بارونو ازمینستونو څخه د زغم د وړتیا د تحلیل د طریقې په حیث یادونه شوي.

### پوښتنې (Problems)

- یوه پایه 1200kN بار په عمودي شکل لاندې خواته انتقالوي، نوموړې پایه د 1m ژور مربعي تهاداب پواسطه حمایه کیږي. د تهاداب لاندې خاوره د لاندې مشخصاتو لرونکې ده:  $\gamma = 20.5 \text{ kN/m}^3$ ،  $c' = 5 \text{ kPa}$  او  $\phi' = 36^\circ$ . د ځمکې لاندې د اوبو سطحې ژوروالی د ځمکې د سطحې څخه 1.5m دی، د تهاداب عرض د اطمینان فکتور (3.5) په پام کې نیولو سره محاسبه کړئ؟
- درې پایې A، B او C په یو مستقیم خط واقع شوي دي چې یو د بل څخه د یو محور نه بل محوره پورې 2m فاصله لري. دوی په ترتیب سره 1000، 500 او 700kN لاندې خواته عموداً بارونه انتقالوي او د 1m په ژوروالي سره د یو مرکب تهاداب پواسطه حمایه کیږي. د تهاداب لاندې خاوره لاندې خواص لري:  
 $\gamma = 19.5 \text{ kN/m}^3$ ،  $c' = 10 \text{ kPa}$  او  $\phi' = 31^\circ$ . د ځمکې لاندې اوبو سطحه د ځمکې سطحې څخه 25m لاندې موقیعت لري.

الف. د تهاداب اصغري طول  $L$  پیدا کړئ او په هغې باندي د پایو ځای په ځای کول چې وارده بارونه په مرکز باندي عمل وکړي. تهاداب باید کم تر کمه  $500\text{mm}$  د  $A$  او  $C$  پایو د څنډو څخه وتلی وي.

ب. د الف برخې د نتایجو په مرسته د تهاداب اصغري عرض پیدا کړئ چې د زغم د وړتیا د ناکامۍ په مقابل کې د اطمینان فکتور (2.5) څخه استفاده وکړئ. اخري ډیزاین په سکيچ کې وښایاست. (د زغم مجازي وړتیا محاسبې لپاره د  $B$  قیمت فرض کړئ او بیا وروسته بیا ځلې د  $B$  قیمت پیدا کړئ).

## پنجم فصل

### د سطحی تهدابونو ناسته (Shallow Foundations - Settlement)

#### 1.5 پیژندنه (Introduction)

په 1950 م کال کې، انجینرانو د زغم د وړتیا تحلیلونه د ځینو ډیزاین شویو پروژو د یوې برخې په توګه ترسره کول. که څه هم په هغه وخت کې زیاتره انجیران شاید په غلط فهمۍ کې وو چې د هر هغه تهداب په ډیزاین کې چې د زغم د وړتیا د ناکامۍ په مقابل کې د اطمینان فکتور په نظر کې ونیول شي، امکان نه لري چې تهداب زیات نشست وکړي. که څه هم په هغه وخت کې د نشست د تحلیل طریقې مروج وو، هف (Hough) په 1959 کال کې پدې نظر وو چې دا ډول تحلیلونه که چېرې ترسره کېږي نو باید د دویمې فکتور په توګه وګڼل شي. خوشبختانه (Hough) او نورو کارپوهانو پدې خبره تاکید کاوه چې د خاورې د زغم وړتیا او ناستې تحلیل دواړه دې په یو وخت کې نه ترسره کېږي، بلکه د ناستې تحلیل دې جلا ترسره شي. مونږ اوس پوهیږو چې نشست د ځانګړو تهدابونو ډیزاین پرله پسې ډول کنټرولوي، او په ځانګړې توګه کله چې د (B) قمیت زیات وي، او د خاورې د زغم د وړتیا تحلیل د دویمې فکتور په توګه وګڼل شي.

البته دا خپرکی پدې تمرکز کوي چې د تهداب ناسته د ساختماني بارونو له کبله منځته راځي، او د ناستې نور عوامل هم کېدلی شي مهم وي. دغه عوامل په لاندې ډول دي [75:7]:

- نوي ډک شوي ځایونه د نشستونو سبب کېږي.
- د ځمکې لاندې د اوبو د سطحې د بنکته تللو پواسطه د ناستې سبب کېږي.
- د ځمکې لاندې کانونو یا تونلونو د ایستلو پواسطه د ناستې سبب کېږي.
- په ځمکه کې د سوریو د جوړیدو پواسطه د ناستې سبب کېږي.
- د سطحې خاورو لاندې د ثانوي تخته کیدو پواسطه د ناستې سبب کېږي.

- د افقي حرکت له کبله کوم چې په نژدې سیمه کې د کندنکارۍ له کبله منځ ته راځي غیر مستقیم د ناستې سبب کېږي.

## 2.5 د ډیزاین غوښتنې (Design Requirements)

د زیاتره ته د اېبونو ډیزاین ، د ناستې خاصې غوښتنې پوره کړي. دغه غوښتنې اکثرآ په مجازي مجموعي ناستې ( $\delta_a$ ) او د مجازي غیر منظم ناستې ( $\delta_{Da}$ ) کې واضح شوي دي چې په لاندې ډول دي:

$$|\delta| \leq \delta_a \quad \dots\dots\dots(1.5)$$

$$|\delta_D| \leq \delta_{Da} \quad \dots\dots\dots(2.5)$$

په پورته فورمولونو کې:

$\delta$  مجموعي ناسته (نشست)

$\delta_a$  مجازي ناسته (یا مجازي مجموعي ناسته)

$\delta_D$  غیر منظم ناسته

$\delta_{Da}$  مجازي غیر منظم ناسته

په ډیزاین کې باید پورته ذکر شوي غوښتنې په پام کې ونیول شي. د یادونې وړ ده چې په هېڅ یو معادله کې هم د اطمینان فکتور په پام کې نه دی نیول شوی، ځکه چې له مخکې نه په  $\delta_a$  او  $\delta_{Da}$  کې شامل دي. د مجازي صفت د تل لپاره د اطمینان فکتور څرگندونه کوي. د  $\delta_a$  او  $\delta_{Da}$  قیمتونه د مختلفو تخنیکونو پواسطه لاسته راځي. دغه ناستې د ساختمان په ډول او د مجموعي او غیر منظم ناستې د مجازي توپیر پورې اړه لري کوم چې د یو ته د اېبونو پواسطه حمایته کېږي. په دې فصل کې، څرنگه د سطحې ته د اېبونو لپاره د  $\delta$  او  $\delta_D$  محاسبه کېږي، تر بحث لاندې نیول کېږي. هر یو  $\delta$  او  $\delta_D$  د لاندې خوا ته په غیر د فکتور بارونو په استفاده لکه چې په 1.5 او 2.5 مساواتونو کې محاسبه شوي دي، باید محاسبه شي. په 6 فصل کې د ډیزاین بارونه په تفصیل سره تر بحث لاندې نیول کېږي [75:7].

### 3.5 د ناستې تحلیل طریقو ته کتنه (Overview of Settlement Analysis Methods)

#### د پلیټ بارولو په اساس تحلیلونه

په تیرو وختونو کې کونښن کیده چې د ناستې د ظرفیت ارزونه په سطحی تهدابونو کې د (Plate load tests) په واسطه صورت ونیسي. پدې طریقه کې د تهداب د ژوروالي په اندازه کنده ایستل کیدله، او د موقت وخت لپاره به په هغه کې یو مربعي شکله 1ft (305 mm) فولادي پلیټ ځای پر ځای کیدو، د پلیټ د پاسه د بار په زیاتولو سره په ساحه کې د ناستې ارقام په لاس راتلل. زیاتره ټیسټ به تر هغه وخت پورې ادامه درلود ترڅو یوې خاصې ناستې ته رسیدلو، وروسته به د خاورې د زغم د فشار په استفاده د تهدابونو ډیزاین، چې د پلیټ د ټاکلې ناستې سره سمون و خوري مثلاً 0.5 انچه یا 1 cm ترسره کیده [703:21].

که څه هم د پلیټ د بارولو ټیسټ یو منطقي طریقه ده، خو تجربه بیا بل څه وایي. دا یو ابتدایي کار دی ځکه چې پلیټ د تهداب په پرتله ډېر وړوکی دی، او مونږ نه شو کولی چې ارقام په دقیق ډول پیدا یا اندازه کړو.

د پلیټ د اغیز ساحه (تقریباً د پلیټ د عرض دوه چنده) د حقیقي تهداب په پرتله لږ ژور دی، لکه چې په (1.5 شکل) کې ښودل شوی دی. دا ډول ټیسټونه یواځې د سطحی خاورو خصوصیات په گوته کوي. په دې کې کېدلې شي چې غټې غلطیاني رامنځته کړي، او د پلیټ بارولو ټیسټونو څخه د استفادې له کبله ډېر شمیر د تهداب ناکامیاني واقع کېږي (Terzaghi and Peck, 1967).

له دې سربیره د پلیټ د کوچني سائز له کبله، دا ډول ټیسټونه یواځې د خاورې پورتنۍ طبقې خصوصیات ښايي، نو په دې اساس دا کېدلې شي چې غلطوونکې وي، خصوصاً کله چې د خاورې خصوصیات په ژوروالي کې توپیر ولري. د بېلگې په ډول (D'Appoloniaetal, 1968) یو لږ پلیټ لوډ ټیسټونه په شمالي انډیانا کې ترسره کړل او دا یې معلومه کړه، حتی د تناسب اغیزو لپاره د ټیسټ د نتایجو د برابرولو څخه وروسته، پلیټ لوډ ټیسټ د 2 د منځني فکتور پواسطه د اصلي ناستې څخه کم اټکلوي. د 12 فټه



وسیع تهداب لپاره په ساحه کې د 3.2 فکتور پواسطه یوه غلطی وه. ددې ستونزو او د تست بڼه طریقو او تحلیل رامنځته کولو له کبله، اوسنې انجنیري تمریناتو کې په نادره توګه د پلیټ لوډ تیسټونونه د تهدابونو په ډیزاین کې ګټه اخستل کېږي. که څه هم دا ډول تیسټونه تر اوسه پورې د ډیزاین نورو ستونزو لکه د اوبدل شوې سطحې د بستر قشر د پاسه ویل لوډ چیرې چې سرویس لوډ په لږه ساحه باندې عمل کوي، لپاره تر اوسه پورې ګټور دي [89:26].

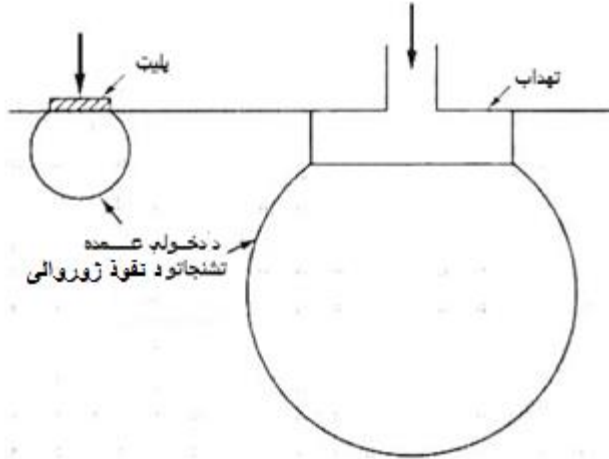
### لابراتواري یا ساحوي تیسټونو په اساس تحلیل

(Analysis based on laboratory or In-situ tests)

په نني عصر کې نږدې د ناستې ټول تحلیلونه د لابراتواري یا ساحوي تیسټونو په اساس وي. لابراتواري طریقې د کنسولیدیشن تیسټونو په نتیجه باندې ولاړې دي، او په دې اساس لومړی د هغه خاورو لپاره د اجرا وړ دي چې نمونه شوې وي او په غیرد زیات تغیر څخه تست شوی وي. او دا د هغه تهدابونو لپاره غوره طریقه ده چې د هغې لاندې کلی خاوره موقیعت ولري.

د ساحوي طریقې په معیاري نفوذي تیسټونو (SPT)، مخروطي نفوذي تیسټونو او یا داسې نور ساحوي تیسټونو پوره اړه لري. اصولاً دا طریقې د هر ډول خاورو لپاره کارول کېږي خو زیاتره بیا د شگلنې خاورې لپاره ډېر مناسب دي، ځکه چې نمونه اخستنه یې ګران کار دی او د تحکیمونکي تیسټ (Consolidation testing) لپاره وړ نه دی [71:26].

دغه فصل په لابراتواري او ساحوي طریقو باندې تمرکز کوي، ځکه چې ددې دواړو طریقو په واسطه کولای شو د مجموعي ناستې  $\delta$  وړاندوینه وکړو. او همدارنګه د غیر منظم ناستې  $\delta_D$  محاسبه کولو باندې هم بحث کوي.



1.5 شکل. د پلیټ بار تست پواسطه تشنجات په خاوره کې ډېر ژور نه داخلېږي، په دې اساس د پلیټ د بار د ناستې خواص د یو مکمل ساینز تهداب سره یو شان نه دی [71:26].

#### 4.5 د سطحې تهدابونو لاندې تحمیل شوي تشنجات

(Induced Stresses Beneath Shallow Foundation)

د سطحې تهدابونو څخه د زغم فشار د هغوی لاندې خاورو باندې عمودي فشاري تشنج واردوي. چې دې ډول تشنج ته  $\Delta\sigma_z$  ویل کېږي، ځکه چې دا تشنج توپیر بنایي او په لومړني عمودي تشنج باندې زیاتېږي:

$$\Delta\sigma_z = I_\sigma(q - \sigma'_{zD}) \quad \dots\dots\dots(3.5)$$

په پورته فورمول کې:

$\Delta\sigma_z$  د تهداب د بار له کبله متحمل شوی عمودي تشنج

$I_\sigma$  د تشنج د نفوذ فکتور

$q$  د تهداب د لاندینې برخې په اوږدو کې د زغم فشار.

$\sigma'_{zD}$  د  $D$  په ژوروالي سره د ځمکې سطحې لاندې عمودي مؤثره تشنج

$q$  د ساختماني وزن او تهداب د وزن له کبله په عمودي تشنج کې زیاتوالی

بنایي، او  $\sigma'_{zD}$  په عمودي تشنج کې کموالی بنایي چې د تهداب جوړولو لپاره د ځمکې د

خاورې کیندلو پواسطه صورت نیسي. په دې اساس  $\Delta\sigma_z$  د وارو مجموعې اغیزو پایله

بنایي.

وارده بارونه ډپرژر د تهاداب لاندې په ټول اساس باندې ویشل کیږي، نو  $I_\sigma = 1$  سره وي. څرنگه چې په ځمکه کې بار تقسیميږي او پراخه ساحه د پوښ لاندې راولي، پس  $\Delta\sigma_z$  او  $I_\sigma$  د ژوروالي سره کمیږي، لکه چې په (2.5 شکل) کې ښودل شوي دي [74:26].

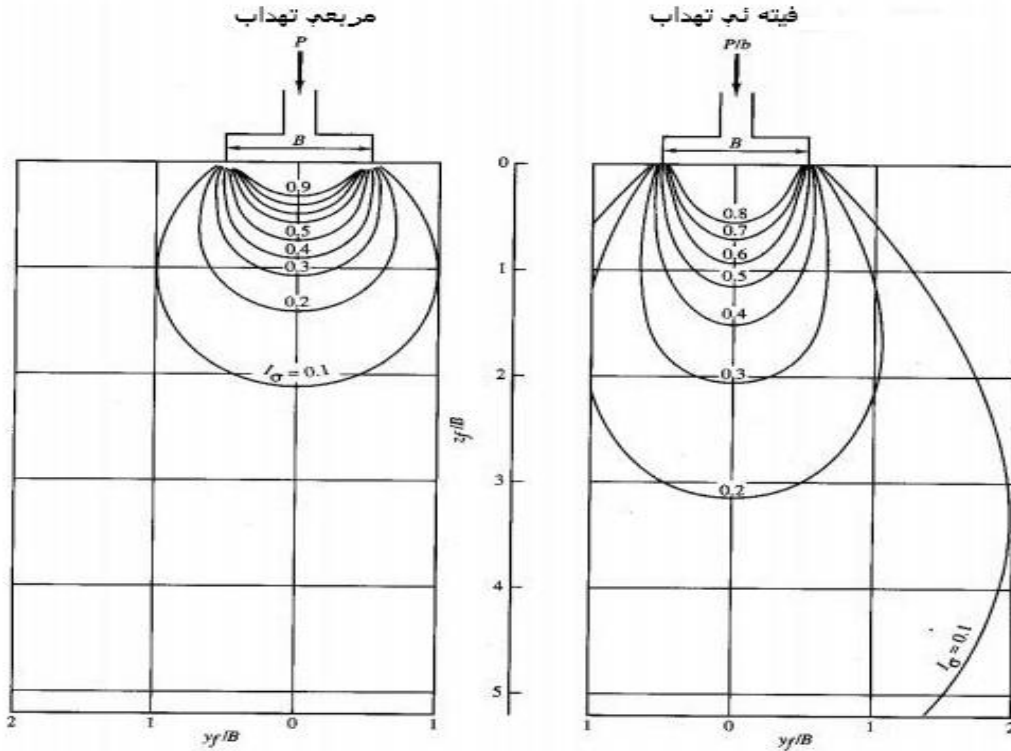
### د بوزینیسک طریقه (Boussinesq's Method)

بوزینیسک (Boussinesq) په کال 1885م په یو الاستیکي (Elastics) ماده کې نظروارده بار ته د تشنجاتو متحملولو لپاره یوه کلاسیک حل پیدا کړ. نیمارک (Nemark) بیا په 1935 کال کې د بوزینیسک معادلې نه په استفادې سره د مستطیلی تهاداب د څنډې لاندې چې د B عرض او L اوږدوالي لرونکی دی د  $z_f$  په ژوروالي د  $I_\sigma$  لپاره حل رامنځته کړ لکه چې په (3.5 شکل) کې ښودل شوی دی. په دې حل کې لاندې دوه مساواتونه رامنځته شول [82:26]:

که چېرې  $B^2 + L^2 + z_f^2 < B^2 L^2 / z_f^2$  وي نو:

$$I_\sigma = \frac{1}{4\pi} \left[ \left( \frac{2BLz_f \sqrt{B^2 + L^2 + z_f^2}}{z_f^2 (B^2 + L^2 + z_f^2) + B^2 L^2} \right) \left( \frac{B^2 + L^2 + 2z_f^2}{B^2 + L^2 + z_f^2} \right) + \pi - \sin^{-1} \frac{2BLz_f \sqrt{B^2 + L^2 + z_f^2}}{z_f^2 (B^2 + L^2 + z_f^2) + B^2 L^2} \right] \dots\dots\dots(4.5)$$

$$I_\sigma = \frac{1}{4\pi} \left[ \left( \frac{2BLz_f \sqrt{B^2 + L^2 + z_f^2}}{z_f^2 (B^2 + L^2 + z_f^2) + B^2 L^2} \right) \left( \frac{B^2 + L^2 + 2z_f^2}{B^2 + L^2 + z_f^2} \right) + \sin^{-1} \frac{2BLz_f \sqrt{B^2 + L^2 + z_f^2}}{z_f^2 (B^2 + L^2 + z_f^2) + B^2 L^2} \right] \dots\dots\dots(5.5)$$



2.5 شکل. د Boussinesq د مساوات د Newmark د حل په اساس د مربعی او مسلسل یا فیته

بي تهدابونو د تشنج بلپونه [83:26].

په پورته شکل کې:

$y_f$  د تهداب د مرکز څخه افقي فاصله.

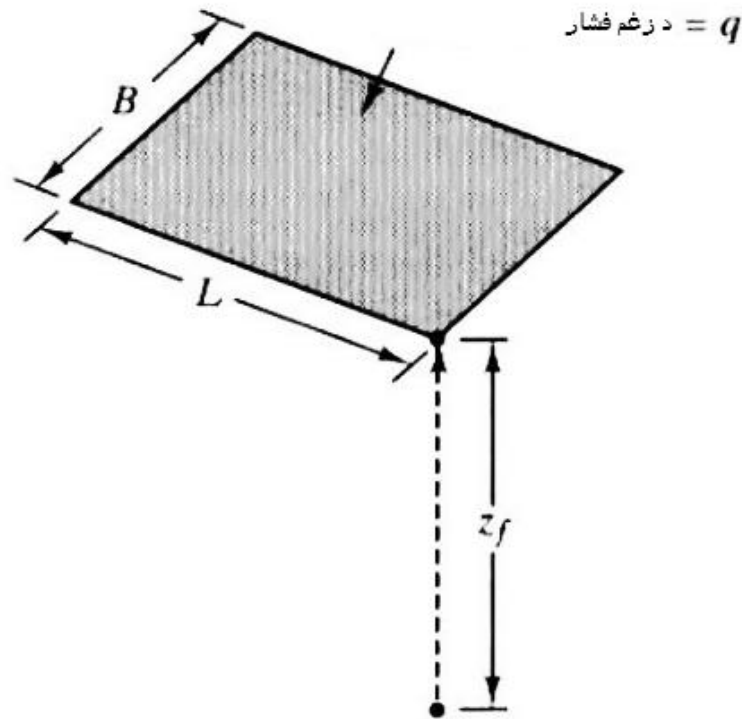
$z_f$  د تهداب د لاندینۍ برخې څخه ژوروالی.

$B$  د تهداب عرض.

$I_\sigma$  د تشنج د نفوذ فکتور دی.

نوټ:

1.  $\sin^{-1}$  باید په رادیان سره په پام کې ونیول شي.
2. د Newmark حل زیاتره د  $\tan^{-1}$  په پام کې نیولو سره زیاتره د یو ځانگړي مساوات په شکل بنودل کیږي، مگر هغه مساوات صحیح نه دی کله چې  $B^2 + L^2 + z_f^2 < B^2 L^2 / z_f^2$  وي.
3. دا په رواجي شکل سره  $B$  د کوچنۍ اندازې او  $L$  د لوی اندازې لپاره وي لکه چې په (3.7 شکل) کې بنودل شوي دي.



3.5 شکل. د یو مستطیلي تهداب د څنډې لاندې د متحمل شوي عمودي تشنج لپاره د Newmark حل [85:26].

په پورته شکل کې:

$I_\sigma$  د مستطیلي تهداب د څنډې د یوې نقطې لاندې د تشنج د نفوذ فکتور دی

$B$  د تهداب عرض دی.

$L$  د تهداب طول دی.

$z_f$  د تهداب د لاندینۍ برخې څخه ( $> 0$  تل لپاره) نقطې په لور عمودي فاصله ده.

$q$  د زغم فشار دی.

### 1.5 مثال

یو  $1.2 \text{ m} \times 1.2 \text{ m}$  مربعي تهداب، یوه پایه چې د  $250 \text{ kN}$  بار لرونکې ده حمایه کوي. د نوموړي تهداب لاندینۍ برخه د ځمکې د سطحې څخه  $0.3 \text{ m}$  په اندازه لاندې موقیعت لري، د ځمکې لاندې د اوبو سطحه د ځمکې سطحې څخه ډیره ژوره ده، او د خاورې واحد وزن  $19 \text{ kN/m}^3$  دی. متحمله عمودي تشنج  $\Delta\sigma_z$  د نوموړي تهداب د کنج څخه  $1.5 \text{ m}$  لاندې په یوه نقطه کې محاسبه کړئ.

حل

مونږ فرضوو چې د نوموړي تهداب پورتنۍ برخه د ځمکې سطحې سره برابره ده:

$$\sigma'_{zD} = \gamma D - u = (19 \text{ kN/m}^3)(0.3\text{m}) - 0 = 6 \text{ kPa}$$

$$W_f = (1.2 \text{ m})(1.2 \text{ m})(0.3\text{m})(23.6\text{kN/m}^3) = 10 \text{ kN}$$

$$q = \frac{P+W_f}{A} - u_D = \frac{250\text{kN} + 10 \text{ kN}}{(1.2 \text{ m})^2} - 0 = 181 \text{ kPa}$$

$$B^2 + L^2 + z_f^2 = 1.2^2 + 1.2^2 + 1.5^2 = 5.130$$

$$B^2 L^2 / z_f^2 = (1.2)^2 (1.2)^2 / (1.5)^2 = 0.926$$

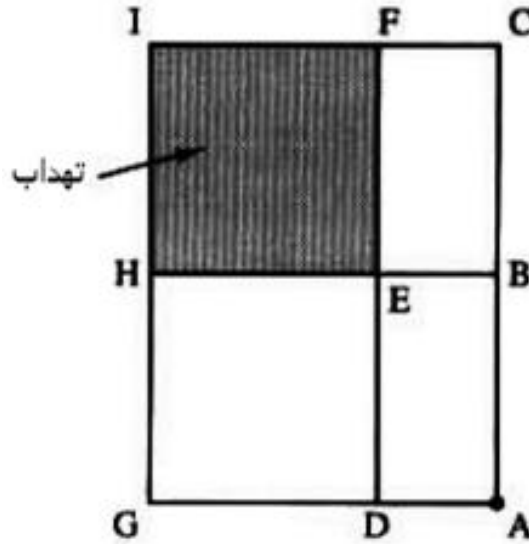
څرنگه چې  $B^2 + L^2 + z_f^2 > B^2 L^2 / z_f^2$  دی نو په دې اساس (5.5 مساوات) څخه استفاده کوو:

$$I_\sigma = \frac{1}{4\pi} \left[ \left( \frac{2BLz_f \sqrt{B^2 + L^2 + z_f^2}}{z_f^2(B^2 + L^2 + z_f^2) + B^2 L^2} \right) \left( \frac{B^2 + L^2 + 2z_f^2}{B^2 + L^2 + z_f^2} \right) + \sin^{-1} \frac{2BLz_f \sqrt{B^2 + L^2 + z_f^2}}{z_f^2(B^2 + L^2 + z_f^2) + B^2 L^2} \right]$$

$$= \frac{1}{4\pi} \left[ \left( \frac{2(1.2)(1.2)(1.5) \sqrt{5.130}}{(1.5)^2(5.130) + (1.2)^2(1.2)^2} \right) \left( \frac{(1.2)^2 + (1.2)^2 + 2(1.5)^2}{5.130} \right) + \sin^{-1} \frac{2(1.2)(1.2)(1.5)\sqrt{5.130}}{(1.5)^2(5.130) + (1.2)^2(1.2)^2} \right] = 0.146$$

$$\Delta\sigma_z = I_\sigma(q - \sigma'_{zD}) = (0.146)(181 - 6) = 26 \text{ kPa}$$

د انطباق څخه په استفاده د Bousinesq د طریقي د Newmark حل په بل موقیعت کې او د تهداب لاندې بلې خواته هم د  $\Delta\sigma_z$  د محاسبه کولو لپاره استعمالیدلی شي. دغه تخنیک په (4.5 شکل) ښودل شوی دی او په دوهم مثال کې څرگند شوی دی.



4.5 شکل. د مستطیلی تهداب لاندې په هره نقطه کې د عمودي متحمل شوی تشنج پیدا کولو لپاره د Newmark د حل استعمال او انطباق [92:26].

د EFHI د تهداب د بار له کبله د A په نقطه کې د تشنج محاسبه:

$$(\Delta\sigma_v)_A = (\Delta\sigma_v)_{ACGI} - (\Delta\sigma_v)_{ACDF} - (\Delta\sigma_v)_{ABGH} + (\Delta\sigma_v)_{ABDE}$$

### 2.5 مثال

په (1.5 مثال) کې د تهداب د یو کنج خخه د 1.5m لاندې په یوه نقطه کې متحمله عمودي تشنج  $\Delta\sigma_v$  محاسبه کړئ؟

حل

خرنگه چې Newmark د Boussinesq په مساوات کې یواځې د مستطیلی تهداب د کنج لاندې تشنجات په پام کې نیولي دي، مونږ باید حقیقي تهداب په څلورو مساوي ربعو وویشو. دغه ربعي د تهداب په مرکز کې یوځای کیږي، په کوم ځای کې چې مونږ غواړو چې  $\Delta\sigma_z$  محاسبه کړو. د زغم فشار د (1.5 مثال) سره یو شان دي او پاتې نور محاسبات د  $B = L = 1.2 \text{ m} / 2 = 0.6 \text{ m}$  لپاره بیا باید ترسره کړو.

$$B^2 + L^2 + z_f^2 = 0.6^2 + 0.6^2 + 1.5^2 = 2.970$$

$$B^2 L^2 / z_f^2 = (0.6)^2 (0.6)^2 / (1.5)^2 = 0.0576$$

خرنگه چې  $B^2 + L^2 + z_f^2 > B^2 L^2 / z_f^2$  دي نو په دې اساس (5.5 مساوات) څخه استفاده کوو:

$$I_\sigma = \frac{1}{4\pi} \left[ \left( \frac{2BLz_f \sqrt{B^2 + L^2 + z_f^2}}{z_f^2(B^2 + L^2 + z_f^2) + B^2 L^2} \right) \left( \frac{B^2 + L^2 + 2z_f^2}{B^2 + L^2 + z_f^2} \right) + \sin^{-1} \frac{2BLz_f \sqrt{B^2 + L^2 + z_f^2}}{z_f^2(B^2 + L^2 + z_f^2) + B^2 L^2} \right]$$

$$= \frac{1}{4\pi} \left[ \left( \frac{2(0.6)(0.6)(1.5) \sqrt{2.970}}{(1.5)^2(2.970) + (0.6)^2(0.6)^2} \right) \left( \frac{(0.6)^2 + (0.6)^2 + 2(1.5)^2}{2.970} \right) + \sin^{-1} \frac{2(0.6)(0.6)(1.5)\sqrt{2.970}}{(1.5)^2(2.970) + (0.6)^2(0.6)^2} \right] = \mathbf{0.602}$$

خرنگه چې هلته څلور عین فرعي تهادابونه شتون لري مونږ باید محاسبه شوی تشنج په څلورو کې ضرب کړو.

$$\Delta\sigma_z = 4I_\sigma(q - \sigma'_{zD}) = 4(0.602)(181 - 6) = \mathbf{42 \text{ kPa}}$$

### ویسټرگارډ طریقہ (Westergaard's Method)

ویسټرگارډ په 1938 م کال کې د بوسینیسک (Boussinesq) په شان د فرضیو په یو کم توپیر سره په یوې مسئلې کار وکړو. د مکمل الاستیکي موادو په عوض هغې هغه الاستیکي مواد یې فرض کړل چې هغې په ډیره کمه اندازه او کم ضخامت سره یې افقي اوسپنیز عناصر درلودل، چې په دې اساس د هغې په ټولو نقاطو کې افقي تشنج صفر وو. د هغې مساوات کېدلې شي چې په یوه ساحه کې محدود شي او بیا د سطحې تهادابونو لاندې د  $\Delta\sigma_z$  د محاسبې لپاره گټه واخستل شي (Taylor, 1948).

د Westergaard په حل کې د  $\Delta\sigma_z$  قیمت د Boussinesq قیمتونو سره مساوي یا کم وي. لکه د Poisson نسبت ( $\nu$ ) زیاتېږي، محاسبه شوی تشنج کمېږي او حتی په  $\nu=0.5$  کې صفر ته رسېږي. که څه هم ځینې جیوتیکنیکل انجیران د Westergaard طریقې ته



ترجیح ورکوي ، د خاورې معلوم پروفایل لپاره د Boussinesq طریقې زیاته محافظه کارانه ده، او ممکن د زیاترو مشکلاتو لپاره ډیره خاصه طریقې وي [88:26].

### ساده طریقې (Simplified Method)

په لاس باندې د Boussinesq د مساواتونو حل تکلیف اوردی ، نو په خاوره کې د تشنجاتو محاسبه کولو لپاره دا به ګټوره وي چې ساده یو تقریبي طریقې استعمال شي ترڅو په کم وخت کې ځواب ته اړتیا وي او یا کله چې کمپیوټر شتون ونه لري.

لاندې ذکر شوي تقریبي فورمولونو پواسطه کولای شو د سطحې تهدا بونو مرکز لاندې عمودي متحمله تشنج پیدا کړو. د دې فورمولونو په واسطه کوم ځوابونه چې پیدا کیږي، تقریباً د بوسینیسک د قیمتونو سره 5% توپیر کوي او د ټولو عملي ستونزو لپاره کفایت کوي [89:26].

د دایروي تهدا بونو لپاره:

$$\Delta\sigma_z = \left[ 1 - \left( \frac{1}{1 + \left(\frac{B}{2z_f}\right)^2} \right)^{1.50} \right] (q - \sigma'_{zD}) \dots\dots\dots(6.5)$$

د مربعي تهدا بونو لپاره:

$$\Delta\sigma_z = \left[ 1 - \left( \frac{1}{1 + \left(\frac{B}{2z_f}\right)^2} \right)^{1.76} \right] (q - \sigma'_{zD}) \dots\dots\dots(7.5)$$

د مسلسل یا فیته یي تهدا بونو لپاره چې د B عرض لرونکی وي:

$$\Delta\sigma_z = \left[ 1 - \left( \frac{1}{1 + \left(\frac{B}{2z_f}\right)^2} \right)^{2.60} \right] (q - \sigma'_{zD}) \dots\dots\dots(8.5)$$

د مستطیلي تهدا بونو لپاره چې د B عرض او L طول لرونکی وي:

$$\Delta\sigma_z = \left[ 1 - \left( \frac{1}{1 + \left(\frac{B}{2z_f}\right)^2} \right)^{2.60 - 0.84B/L} \right] (q - \sigma'_{zD}) \dots\dots\dots(9.5)$$

## نوټ :

په 4.5 او 5.5 مساواتونو پواسطه عمودي متحمله تشنج د بار شوي ساحې يو کنج لاندې محاسبه کيږي او د 6.5 او 9.5 مساواتونو پواسطه د متحمله تشنج د بار شوي ساحې مرکز لاندې محاسبه کيږي.

په پورته فورمولونو کې:

$\Delta\sigma_z$  د تهداب د يو کنج لاندې عمودي متحمله تشنج.

B د تهداب عرض.

L د تهداب طول.

$Z_f$  د تهداب د لاندینۍ برخې څخه تر مطلوبه نقطې پورې ژوروالی.

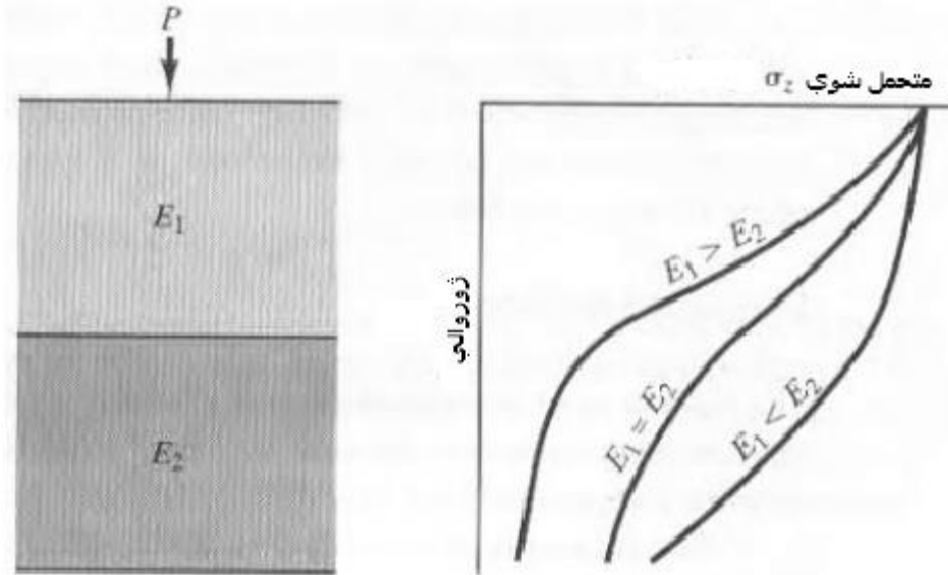
q د زغم فشار.

$\sigma'_{zD}$  د D په ژوروالي سره د ځمکې د سطحې لاندې مؤثره عمودي تشنج.

## په طبقه يي خاورو کې تشنجات (Stresses in Layered Strata)

که څه هم زمونږ په محاسباتو کې فرض شوي دي چې د تهداب لاندې خاوره متجانسه ده، کومه چې په دې کې الاستیکیت مودول (E)، غوځیدني مودول (G)، د پائسون (Poisson) نسبت (v) ثابت دی. دا د ډيرو خاورو د پروفایلونو لپاره يوه قبوله شوې فرضیه ده، حتی که چېرې په خاورو کې يواځې معمولي تغیر هم شتون ولري. بیا هم، کله چې د تهداب لاندې د خاورې طبقه په واضح توگه طبقه طبقه وي نو د تشنج تقسیمات متغیروي [90:26].

کله چې د خاورې يوه طبقه د تیرو یو ضخیم بستر لاندې موقیعت ولري ( $E_1 < E_2$ )، لکه چې په (5.5 شکل) کې ښودل شوی، یو معمولي حالت دی. پدې قضیه کې بار ډېر په کمه اندازه خپریږي، پدې خاطر په خاوره کې متحمل شوی تشنج د (Boussinesq) پواسطه محاسبه شوي اندازې څخه زیات دی. او برعکس که چېرې د خاورې سختې طبقې لاندې نرمه طبقه شتون ولري ( $E_1 > E_2$ ) نو پدې قضیه کې وزن خپریدل زیاتیري او متحمل شوی تشنج د (Boussinesq) د قیمت څخه کم وي.



5.5 شکل. په طبقه یی خاوره کې د متحمله تشنج  $\Delta\sigma_z$  ویشنه [91:26].

زیاتره انجنیران دا ډول اغېزې په واضحه توگه په نظر کې نه نیسي مگر مورده پکار ده چې د ناستې مناسب تحلیل په پام کې ونیسو. (Poulos) او (Davis) په 1974م کال کې د نوموړو تشنجاتو حالتونو د محاسبه کولو لپاره تحلیل مناسبې طریقې په گوته کړل. په متبادله توگه د یو محدود عنصر تحلیل باید استعمال شي.

### 5.5 د لابراتواري ټسټونو پر بنسټ د ناستې تحلیل

#### (Settlement Analysis Based on Laboratory Tests)

د سطحې تهدابونو د ناستې سره زیاتره فزیکي مختلفې پروسې مرسته کولای شي چې له دغو پروسو څخه ددې فصل په لومړۍ صفحه کې یادونه شوې. که څه هم د ناستې ډېره معموله منبع او زیاتره د ناستې معلومه نښه محکمیدنه (Consolidation) ده. مونږ د تیرو فصلونو څخه د تحکیمي پروسې په اړه په یاد لرو چې دا د عمودي فشار تشنج پواسطه د خاورې د جامدو ذراتو بیخایه کیدلو له سببه رامنځته کېږي [96:26].

د تحکیمي ناستې د ارزولو لپاره، په ځمکه کې سوری (Boring) کیندل کېږي او د خاورې غیر مختل شوې نمونه اخستل کېږي. وروسته دغه نمونه لابراتوار ته راوړل کېږي او تحکیمي ازمینست (Consolidation test) اجرا کېږي، کوم چې د هغې پواسطه د خاورې

د تشنج او تغیر شکل (Stress-stain) خاصیت اندازه کیږي. د ازمینت نتیجه په  $C_r$  ،  $C_c$  او  $e_0$  او  $\sigma'_m$  په اصطلاحاتو سره ښودل کیږي. په اخره کې مونږ د دغو پارامیترونو په اساس د ناستې تحلیل سرته رسوو.

دغه لاسته راوړنه یواځې په هغه وخت کې د استفادې وړ ده چې په ښه کیفیت سره نمونې د (Consolidation Test) لپاره اخستل شوې وي. دا ډول نمونې کېدلې شي چې زیاتره کلی یا سیلت خاورو څخه په ساده توګه تر لاسه شي. په دې اساس هغه طریقه چې په دې برخه کې تر بحث لاندې نیول کیږي، د هغه تهډابونو لپاره د اجرا وړ ده چې د هغوی لاندې د کلی یا سیلت خاورې شتون ولري. که څه هم دا به ډیره مشکل وي چې داسې نمونې د پاکو شګو څخه واخستل شي. په شګو کې د تهډابونو ناسته زیاتره د ساحوي ازمینتونو پواسطه ارزول کیږي، چې په راتلونکې برخه کې به تر بحث لاندې ونیول شي [96:26].

د مجموعي ناستې محاسبه کولو لپاره مونږ د (Consolidation Test) ارقامو دوه طریقي په پام کې نیسو: کلاسیکي طریقه او د (Skempton) او (Bjerrum) طریقه.

### کلاسیکي طریقه (Classical Method)

د سطحې تهډابونو د مجموعي ناستې کلاسیکي طریقي محاسبه د (Terzaghi) د تحکیمي (consolidation) تیورۍ په اساس صورت نیسي. په دې کې فرض کیږي چې ناسته یو بعدي پروسه ده، په کوم کې چې ټول تغیرشکلونه (Strains) عمودي وي.

### د مؤثره تشنجاتو محاسبه (Computation of effective stresses)

د (Terzaghi) د محکمیدونکې تیورۍ څخه په استفاده، مونږ باید په مختلف ژوروالي سره د تهډاب لاندې خاورې په ابتدایي عمودي مؤثره تشنج ( $\sigma'_{z0}$ ) او اخري عمودي مؤثره تشنج  $\sigma'_{zf}$  باندې پوه شو. د ( $\sigma'_{z0}$ ) قیمت د محاسبه کولو لپاره د هغه تخنیک څخه استفاده کیږي چې مخکې ورڅخه یادونه شوې، او ساختمان څخه مخکې

حالت کې منعکس شوی (د بېلگې په توګه په غیر د تهداب ټاکلو څخه). وروسته مونږ  
 د لاندې فورمول په مرسته محاسبه کوو.

$$\sigma'_{zf} = \sigma'_{z0} + \Delta\sigma_z \quad \dots\dots\dots(10.5)$$

### د تهداب د سختي تاثيرات (Foundation Rigidity Effects)

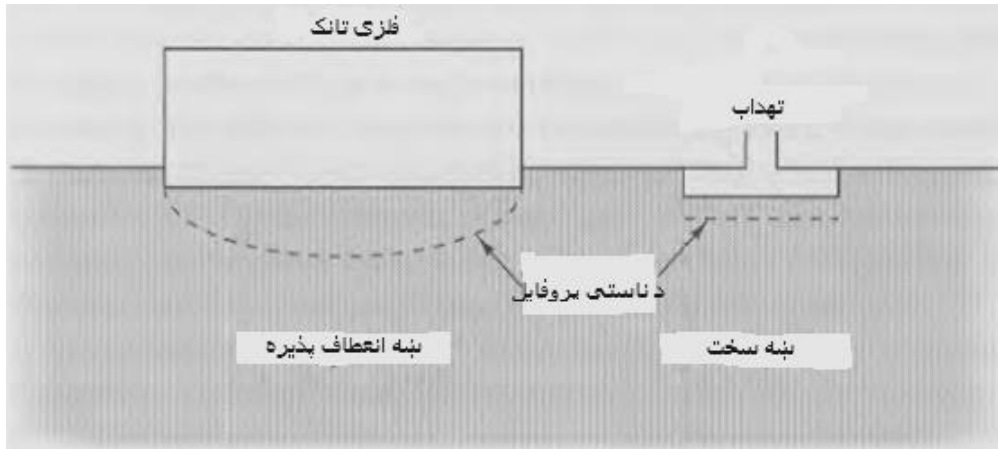
د (2.5 شکل) په پام کې نیولو سره د  $(\Delta\sigma_z)$  قیمت په عین ژوروالي سره د تهداب  
 کنجونو په نسبت د مرکز لاندې زیات وي. په دې اساس تحکیمي محاسبه شوې ناسته  
 په مرکز کې زیات وي.

د بېلگې په توګه په (6.5 شکل) کې یو فلزي سلنډر شکله اوبو تانک په پام کې  
 نیسو. د تانک په داخل کې د اوبو وزن د تانک د وزن څخه ډېر زیات دی، او دغه وزن د  
 اوسپنې پلیټ شکله فرش پواسطه حمایه کېږي. له دې سربیره، فرش نازکه دی او کېدلی  
 شي چې انعطاف پذیره په پام کې ونیول شي. مونږ کولی شو چې د  $(\Delta\sigma_z)$  قیمتونو په  
 استفاده د تهداب د کنج او مرکز لاندې ناسته محاسبه کړو. د دغه دواړو ناستو توپیر ته  
 توپیري ناسته یا غیرمنظم ناسته  $(\delta_D)$  وايي، چې وروسته بیا د مجازي غیرمنظم  
 ناستې  $(\delta_{Da})$  سره مقایسه کېږي.

که څه هم دارنگه تحلیل د مربعي خپرونکي تهدابونو لپاره د اجرا وړ نه دی، لکه  
 چې په (6.5 شکل) کې ښودل شوی دی، ځکه چې تهدابونه نسبت د فلزي تانک پلیټ ډوله  
 فرش ته زیات سخت دي. اگر چه د تهداب مرکز د کنجونو څخه زیات باید ناسته وکړي،  
 خو د تهداب سختي په دې وادار کوي چې په ټولو برخو کې یو شان ناسته وکړي [98:26].  
 دریم امکان د فرشي تهداب دی، کوم چې د اوبو د تانک څخه ډېر سختي لري، مگر  
 د نورو تهدابونو په نسبت سختي یې کمه ده. په دې اساس هلته به د تهداب د کنج او مرکز  
 ترمنځ د ناستې یو څه توپیر شتون ولري، مگر د بار شوې اوبو فلزي تانک په پرتله دومره  
 زیات هم نه دی.

د ځانګړو تهدابونو د ناستې د تحلیل د اجرا په وخت کې، د تهداب د مرکز  
 لاندې  $(\Delta\sigma_z)$  قیمتونو په استفاده د ناستې د محاسبې پواسطه د سختي اغېزې په پام کې

نیول کیږي، او وروسته د سختی فکتور ( $r$ ) سره ضربیږي. په (1.5 جدول) کې د ( $r$ ) قیمتونه په مختلفو حالتونو کې بنودل شوي دي.



شکل 6.5. په ناسته باندې د تهداب د سختی تأثیر. چپ طرف ته فلزي تانک انعطاف پذیره دی، په دې اساس د مرکز ناسته د کنجونو په پرتله زیاته ده. برعکس اوسپنیزکانکریټي تهداب په بڼي طرف کې ډېرې سختی په لرلو سره یو شان ناسته کوي [98:26].

زیاتره انجنیران دې ته ترجیح ورکوي چې د سختی اغیز په پام کې ونه نیسي (د بېلګې په توګه په ټولو حالتونو کې  $r = 1$  په پام کې نیسي)، کوم چې محافظه کارانه دي. دغه کار د کوچنیو یا متوسطو ساختمانونو لپاره د قبول وړ دي، او زیاتره د ساختمان په قیمت باندې کم اغیز لري. د ( $r < 1$ ) په هغه صورت کې استعمالیږي چې د ځمکې سطحې حالت د پرمختللي تفتیش او لابراتواري ازمېښتونو پواسطه بڼه پیژندل شوي وي، کوم چې د یو دقیق تحلیل لپاره اړین ارقام تهیه کوي [97:26].

### د ناستې محاسبه (Settlement Computation)

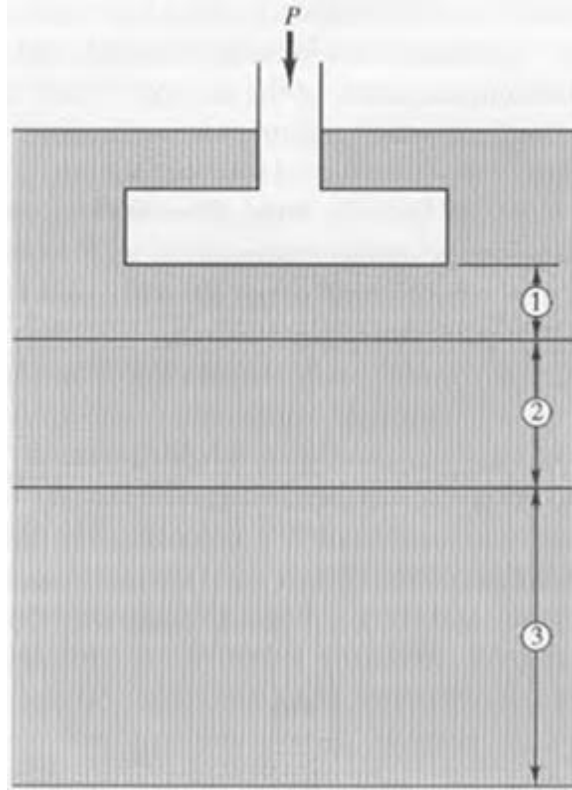
مونږ د تهداب لاندې خاورې د طبقه بندۍ پواسطه تحکیمي ناستې محاسبه کولی شو، د هرې طبقې ناسته محاسبه کوو او جمع کوو. د خاورې د لومړۍ طبقې پورتنۍ برخه د تهداب څخه باید لاندې وي، او د اخري طبقې لاندینۍ برخه باید داسې ژوروالي سره وي چې  $\Delta\sigma_z < 0.10\sigma'_{z0}$  وي، لکه چې په (7.5 شکل) کې بنودل شوي ده. مګر دا چې خاوره استثناً نرمه وي د یاد ژوروالي څخه لاندې تغیر شکل په پام کې نه نیول کیږي.

کله چې تغیر شکل په ژوروالي کې غیر خطي توپیر کوي، نو په زیات شمیر سره د خو ضخیم طبقو په نسبت د نازکه طبقو تحلیل نتیجه ډیره صحیح وي. نو په دې اساس په کمپیوټري تحلیل کې عموماً زیات شمیر نازکه طبقې استعمالیږي. که څه هم دا په لاس باندې یو مشکل کار دی، ځکه لاسي محاسباتو کې خو طبقې استعمالیږي. د زیاترو خواوو لپاره د (2.5 جدول) لارښوونو په اساس باید مناسبې نتیجه لاسته راشي.

د تیرو فصلونو د حکمیدونکې ناستې مساواتونه د  $r$  فکتور په داخلولو سره باید په لاندې توګه تعدیل یا اصلاح شي [98:26]:

1.5 جدول. د سطحې تهداب په مرکز کې د مجموعي ناستې محاسبې لپاره د  $r$  قیمتونه او د غیر منظم ناستې محاسبې لپاره طریقي [99:26].

د $\delta_D$ د محاسبې لپاره طریقي	د تهداب په مرکز کې د $\delta$ د محاسبې لپاره د $r$ قیمت	د تهداب سختي
د $r = 1$ په استفاده د کنج لاندې $\Delta\sigma_z$ محاسبه	1.00	کاملاً انعطاف پذیر (د اوسپنې تانک)
راتلونکي فصلونو کې د طریقي په استفاده	0.85 – 1.00 په نمونوي شکل سره تقریباً 0.9 په پام کې نیول کیږي	په منځنۍ توګه انعطاف پذیر (فرشي تهدابونه)
زیاتره تهدابونه منظم ناسته کوي، په هغه صورت کې چې د زغم فشار یې یو شان وي. د تهدابونو ترمنځ یا د فیته یې تهدابونو په طول کې د ناستې توپیر هغه طریقي څخه استفاده کیږي چې په 7.5 عنوان کې ورڅخه یادونه شوي.	0.85	کاملاً سخت (ځانګړي تهدابونه)



7.5 شکل. د تهداب لاندې خاورو په طبقو ویشلو کلاسیکي طریقه. ښه نتیجه په هغه وخت کې لاسته راځي کله چې د ټولو څخه پورته طبقه نازکه وي او په ژوروالي کې په ترتیب سره نورې طبقې ضخیمې شي [99:26].

د نورمال تحکیم شوي خاورې لپاره ( $\sigma'_{z0} = \sigma'_c$ ):

$$\delta_c = r \sum \frac{C_c}{1+e_0} H \log \left( \frac{\sigma'_{zf}}{\sigma'_{z0}} \right) \dots\dots\dots(11.5)$$

د ډېرزيات تحکیم شوي خاورو لپاره لومړی حالت ( $\sigma'_{zf} < \sigma'_c$ ):

$$\delta_c = r \sum \frac{C_r}{1+e_0} H \log \left( \frac{\sigma'_{zf}}{\sigma'_{z0}} \right) \dots\dots\dots(12.5)$$

د ډېرزيات تحکیم شوي خاورو لپاره دوهم حالت ( $\sigma'_{z0} < \sigma'_c < \sigma'_{zf}$ ):

$$\delta_c = r \sum \left[ \frac{C_r}{1+e_0} H \log \left( \frac{\sigma'_c}{\sigma'_{z0}} \right) + \frac{C_c}{1+e_0} H \log \left( \frac{\sigma'_{zf}}{\sigma'_c} \right) \right] \dots\dots\dots(13.5)$$

په پورته فورمولونو کې:



$\delta_c$  نهایی تحکیمی ناسته.

$r$  د سختی فکتور (1.5 جدول دې ولیدل شي).

$C_c$  د متراکم کولو اندکس.

$C_r$  بیاخلي متراکم کولو اندکس.

$e_0$  د ابتدائي خالیگاو نسبت.

$H$  د خاورې د طبقې ضخامت.

$\sigma'_{z0}$  د خاورې طبقې په منځنۍ نقطه کې ابتدائي عمودي تشنج.

$\sigma'_{zf}$  د خاورې طبقې په منځنۍ نقطه کې وروستی عمودي تشنج.

$\sigma'_c$  د خاورې طبقې په منځنۍ نقطه کې مخکینی تشنج.

لکه مخکې چې یادونه وشوه چې زیاتره انجنیران د سختی اغیزه په پام کې نه نیسي، دا پدې معنی چې د  $(r)$  فکتور پدې مساواتونو کې په پام کې نه دي نیول شوي.

2.5 جدول . د سطحې تهداونو د تحکیمی ناستې لاسي محاسبې لپاره د خاورې تقریبي ضخامتونه [101:26].

د طبقو شمیره	د خاورې د طبقې تقریبي ضخامت	
	مربعي تهداب	فیته یي تهداب
1	B/2	B
2	B	2B
3	2B	4B

1. د خاورې د خواصو د تغیر لپاره محاسبه، د طبقو شمیر او ضخامت تعدیلېږي.
2. د ذونقه یي تهداونو لپاره د هغه طبقې ضخامت استعمالېږي کوم چې د مربعي او فیته یي تهداونو لپاره محاسبه شوي.
3. ضخیم طبقې باید استعمال شي (تقریباً 1.5 چنده د هغه طبقې چې بنودل شوي) که چېرې د ځمکې لاندې اوبه سطحې ته ډیره نږدې وي.

4. د ډیرې سریع محاسبې (په کم دقت سره) لپاره یواځې یوه ضخیمه طبقه 3B په اندازه (د مربعي تهاداب لپاره) یا 6B په اندازه (فیتته یي تهاداب لپاره) وي استعمالیږي.

### 3.5 مثال

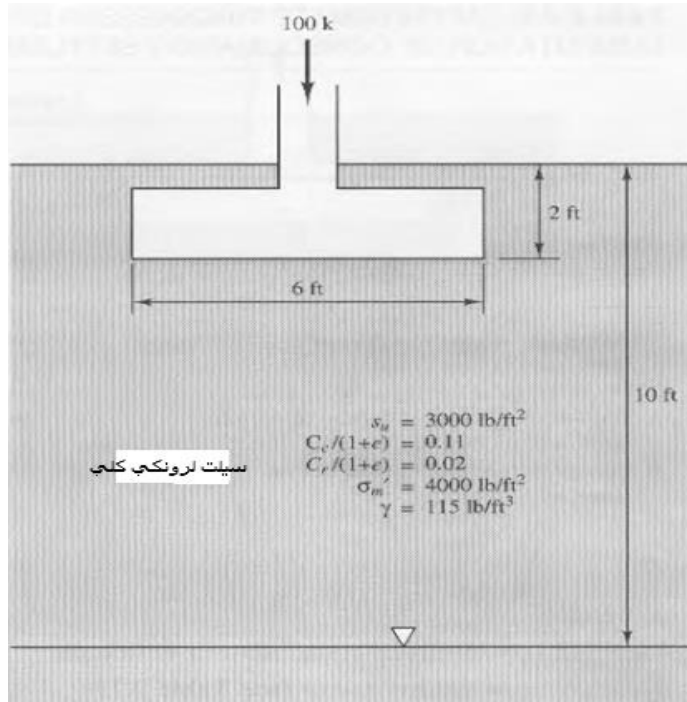
په (8.5 شکل) کې د غوره شوي مربعي تهاداب لپاره مجازي ناسته 1.0 in انچ ده. د کلاسیکي طریقې په استفاده، د هغې ناسته محاسبه کړئ او هم معلوم کړئ چې ایا دغه کریتیریا ورته کفایت کوي که نه؟

حل

$$W_f = (6\text{ft})^2 (2\text{ft})(0.3\text{m})(150\text{lb}/\text{ft}^3) = 10800 \text{ lb}$$

$$q = \frac{P+W_f}{A} - u_D = \frac{100000 \text{ lb} + 10800 \text{ lb}}{(6\text{ft})^2} - 0 = 3078 \text{ lb}/\text{ft}^2$$

$$\sigma'_{zD} = \gamma D - u = (115 \text{ lb}/\text{ft}^3) (2\text{ft}) - 0 = 230 \text{ lb}/\text{ft}^2$$



8.5 شکل. د 3.5 مثال لپاره غوره شوي ځانگړي تهاداب [102:26].

د  $r = 0.85$  په پام کې نیولو سره (7.5، 10.5 او 12.5 مساواتونو) څخه استفاده کیږي

Layer No.	H (ft)	د خاوری د طبقې په منځني نقطه کې					Case	$\frac{C_c}{1 + e_0}$	$\frac{C_r}{1 + e_0}$	$\delta_c$ (in)
		$z_f$ (ft)	$\sigma'_{z0}$ (lb/ft <sup>2</sup> )	$\Delta\sigma_z$ (lb/ft <sup>2</sup> )	$\sigma'_{zf}$ (lb/ft <sup>2</sup> )	$\sigma'_c$ (lb/ft <sup>2</sup> )				
1	3.0	1.5	402	2680	3082	4402	OC-I	0.11	0.02	0.54
2	6.0	6.0	920	925	1845	4920	OC-I	0.11	0.02	0.37
3	12.0	15.0	1518	190	1708	5518	OC-I	0.11	0.02	0.13
									$\Sigma =$	1.04

د روڼو اف په پام کې نیولو سره  $\delta = 1.0$  in سره دی، همدارنگه  $\delta_a \leq \delta$  په دې اساس د ناستې کریتیریا درسته ده.

نوټ: په دې حالت کې ( $q > \sigma'_m$ ) نو خاوره باید د زیات تحکیم شوي، لومړی حالت کې وي. په دې اساس د  $\sigma'_c$  محاسبې ته یا د  $C_c/(1 + e_0)$  قیمتونو لست ته اړتیا نشته.

#### 4.5 مثال

په (9.5 شکل) کې د غوره شوي فیتې یې تهداب لپاره مجازي ناسته 25mm ده. د کلاسیکې طریقې په استفاده، د هغې ناسته محاسبه کړئ او هم معلوم کړئ چې ایا دغه کریتیریا ورته کفایت کوي که نه؟

حل

$$P = P_D + P_L = 40 \text{ kN/m} + 25 \text{ kN/m} = 65 \text{ kN/m}$$

$$W_f/b = (1.2 \text{ m})(0.5 \text{ m})(23.6 \text{ kN/m}^3) = 14 \text{ kN/m}$$

$$q = \frac{\frac{P}{b} + \frac{W_f}{b}}{B} - u_D = \frac{\frac{65 \text{ kN}}{\text{m}} + 14 \text{ kN/m}}{1.2 \text{ m}} - 0 = 66 \text{ kPa}$$

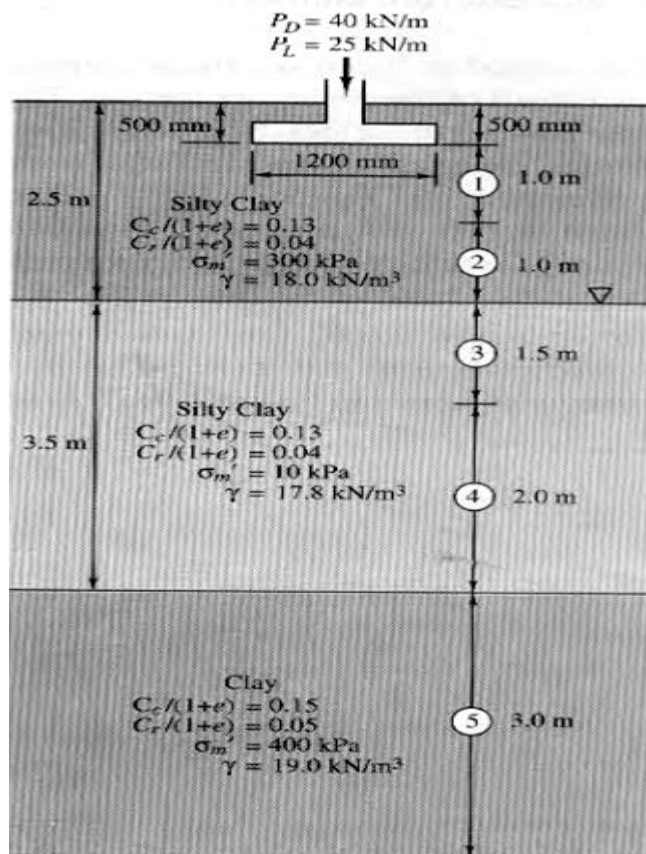
$$\sigma'_{zD} = \gamma D - u = (18 \text{ kN/m}^3)(0.5 \text{ m}) - 0 = 9 \text{ kPa}$$

د  $r = 0.85$  په پام کې نیولو سره (7.5، 10.5 او 12.5 مساواتونو) څخه استفاده کېږي:

د خاوری د طبقې په منځني نقطه کې

Layer No.	H (m)	$z_f$ (m)	$\sigma'_{z0}$ (kPa)	$\Delta\sigma_z$ (kPa)	$\sigma'_{zf}$ (kPa)	$\sigma'_c$ (kPa)	Case	$\frac{C_c}{1+e_0}$	$\frac{C_r}{1+e_0}$	$\delta_c$ (mm)
1	1.0	0.50	18	50	68	318	OC-I	0.13	0.04	20
2	1.0	1.50	36	27	63	336	OC-I	0.13	0.04	8
3	1.5	2.75	51	15	66	61	OC-II	0.13	0.04	10
4	2.0	4.50	65	8	73	75	OC-I	0.13	0.04	3
5	3.0	7.00	87	5	92	487	OC-I	0.16	0.05	3
									$\Sigma =$	44

د روڼد اف په پام کې نیولو سره  $\delta = 44\text{mm}$  سره دی، همدارنگه  $\delta_a > \delta$  دی په دې اساس د ناستې کریتیریا کفایت نه کوي.



9.5 شکل. غوره شوی تهادب د (4.5 مثال) لپاره [103:26].

**سکیمپټن او جیروم طریقه (Skempton and Bjerrum Method)**

په کلاسیکې طریقه کې دا فرض شوې وه چې ناسته یو بعدي پروسه ده چې ټول تغیر شکلونه عمودي وي . دغه فرضیه په هغه صورت کې دقیقه گڼل کیږي کله چې د پراخه ډکون مرکز لاندې ناسته و ارزول شي، مگر دا د سطحې ته د ابونو لپاره کم دقت لري ، په خاصه توگه ځانگړو ته د ابونو لپاره، ځکه چې د هغوی بار شوې ساحه ډیره کوچنۍ وي . نو پدې خاطر په 1957 کال کې (Skempton and Bjerrum) د سطحې ته د ابونو مجموعي ناستې محاسبه کولو لپاره نوې طریقه وړاندې کړه . دا میتود د ناستې په دوو برخو باندې ویشلو پواسطه د دريو بعدونو اغېزې په پام کې نیسي .

- انحرافي ناسته  $\delta_d$  (دې ډول ناستې ته بیړنۍ ناسته، ابتدائي ناسته یا په غیردزیم ایستني ناسته هم ورته وايي) د تهداب لاندې خاورې د افقي انحراف له کبله منځته راځي، لکه چې په (10.5 شکل) کې ښودل شوي دي . دا ډول ناسته هغه ناستې سره مشابه ده، کوم چې یو بار په یوه کاسه باندې وارد شي او په بیړنۍ ډول وروسته د بار د واردیدلو څخه واقع شي .
- تحکیماتي ناسته  $\delta_c$  (تحکیماتي لومړنۍ ناستې په نوم هم یادېږي) هغه ناستې ته وايي چې د خاورې د حجم د تغیر له سببه وي کوم چې د مؤثره فشار په نتیجه کې رامنځته شوې وي .

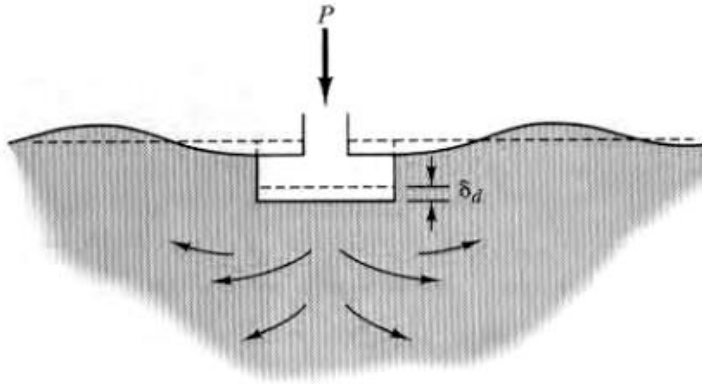
سربیره پردې ، Skempton او Bjerrum د هغه ساحو تغیر لپاره چیرې چې خاورو افقي تغیر شکل کړې وي او د خاورې د منفذونو د اوبو فشار مخ په زیاتیدلو وي، محاسبات په پام کې نیولي . چې دا د  $\psi$  په پارامیتر کې منعکس کیږي لکه چې په (11.5 شکل) کې ښودل شوي دي [103:26].

د Skempton او Bjerrum طریقی ته په کتلو سره، د یو سطحې ته د ابونو ناسته په لاندې ډول محاسبه کیږي:

$$\delta = \delta_d + \psi \delta_c \quad \dots \dots \dots (14.5)$$

په پورته فورمول کې:

- $\delta$  ناستې ته وایي.
- $\delta_d$  انحرافي ناسته ده (د 15.5 مساوات له مخې پیدا کیږي).
- $\psi$  درې بعدي تنظیموونکې فکتور دی (د 11.5 شکل څخه اخستل کیږي)
- $\delta_c$  تحکیماتي ناسته ده (د 4.5- 13.5 مساواتونو له مخې پیدا کیږي).



10.5 شکل. د یو ځانگړي تهداب لاندې انحرافي ناسته [104:26]

الاسټیکي تیوری په اساس، انحرافي ناسته په لاندې ډول پیدا کیږي:

$$\delta_d = \frac{(q - \sigma'_{zD})B}{E_u} I_1 I_2 \dots\dots\dots (15.5)$$

په پورته مساوات کې:

$\delta_d$  انحرافي ناسته ده.

$q$  د زغم فشار.

$\sigma'_{zD}$  د ځمکې سطحې لاندې د  $D$  په ژوروالي سره مؤثره عمودي تشنج دی.

$B$  د تهداب عرض دی.

$I_1, I_2$  د اغیزې یا د نفوذ فکتور (د 12.5 شکل) څخه اخستل کیږي.

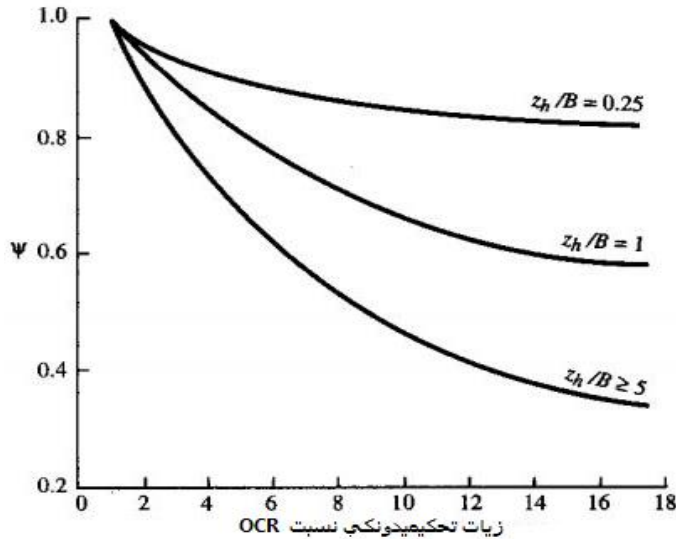
$E_u$  په غیردزیم ایستني څخه د خاورې د الاستیکیت مودول.

جنبو (Janbu)، جیروم (Bjerrum) او جیرنسلپی (Kjaernsli) په 1956 کال کې

نوموړې فورمول وړاندې کړ. له هغې نه وروسته کرسټین (Christian) او کرییر (Carrier)

په 1978 کال کې پر پروسه باندې بیا کتنه وکړه او متیاس (Matyas) او ټایلر (Taylor) په

1983 کال کې، نظري برخه باندې نور کار وکړو. داغـېزې نوي فکتورونه چې په (12.5 شکل) کې بنودل شوي رامنځته کړل.



11.5 شکل. د Skempton او Bjerrum طریقې لپاره د  $\psi$  فکتورونه [104:26].

په (15.5 مساوات) کې ضمناً د Poisson نسبت 0.5 استعمالیږي، کوم چې زیاتره د مشبوع شوي خاورو لپاره د ډیزاین قیمت دی.

په غیر د زیم ایستني الاستیکیت مودول  $E_u$  فکتور ارزول ډېر مشکل دی. خاورې خطي تشنج - تغیر شکل (Stress-strain) خواص نه لري، په دې اساس  $E_u$  باید په یو مساوي خطي موادو کې څرگند شي. دنوموړي اندازه کولو یوه طریقه په یو (Traixial compression) ماشین کې د خاورې په غیرمختل نمونه باندې د زیاتیدونکي بار واردولو څخه عبارت دی چې په هغه کې تغیر شکل اندازه کیږي. متأسفانه په دې طریقه کې ځینې وخت تر زیاته حده مودول کم اټکل کیږي. له دې نه دا څرگندیږي چې د مودولونو اندازه کول استثناً د نمونې د مختل کیدلو سره حساس وي او تر 3 پورې د فکتور قیمت په پام کې نیولو سره هم د ازمیښت نتیجه غلطه لاسته راځي. که څه هم په احتیاط سره نمونه اخیستنه او ځانگړو لابراتواري تخنیکونو په پام کې نیولو سره نوموړې غلطې

کمیدلی شي ، د الاستیکي مودول اندازه کولو لپاره عموماً مستقیماً ازمايلو لابر اتواري طریقه صحیح نه ده.

په نورماله توگه جیوتیکنیک انجنیران د دغه تحلیل لپاره د  $E_u$  حاصلولو لپاره په غیر د زیم ایستني څخه د غوڅیدني مقاومت  $S_u$  سره د تجربوي رابطو څخه گټه اخلي. دا ډیره هوسا ده ځکه چې مونږ د  $S_u$  قیمت د زغم د وړتیا تحلیل څخه لرو، او په دې اساس په نورو ازمینتونو باندې اضافي پیسو مصرف ته اړتیا نشته. نوموړې رابطه سخته ده او د  $(E_u / S_u)$  نسبت د 100 او 1500 تر منځ توپیر کوي (Duncan او Buchignani ، 1976). بیا هم لاندیني مساوات پواسطه باید  $\delta_a$  قیمت لاسته راشي چې د هغې دقت تر  $\pm 5mm$  پورې دی ، کوم چې نږدې د ټولو ډیزاین مسائیلو لپاره مناسب دی [104:26].

$$E_u = 300 S_u \quad \dots\dots\dots(16.5)$$

که چېرې خاوره په زیاته پیمانه عضوي مواد ولري، نو الاستیکي مودول قیمت کېدلی شي د (16.5 مساوات) پواسطه لاسته راغلي قیمت څخه کم وي او انحرافي ناسته ممکن زیات لاسته راشي. د بېلگې په ډول (Foott او Ladd) د نورمال تحکیم شوې خاورې لپاره  $E_u \approx 100$  راپور ورکړی.

که چېرې محاسبه شوې انحرافي ناسته زیاته وي ، په دې صورت کې دا اړینه ده چې د  $E_u$  قیمت ډېر دقیق و ارزول شي ، کېدلی شي فشار سنج یا (Dilatometer) ازمینتونه اجرا شي . په دې حالت کې ډېر په پورته سطحه تحلیل صورت ونیسي ، لکه چې د (D'Appolonia ، Poulos او Ladd په 1971) پواسطه وړاندیز شوی، کېدلی شي تائید شي.

### 5.5 مثال

د (3.5 مثال) د Skempton او Bjerrum طریقي په استفاده حل کړی ؟

### حل

د سیلت لرونکې کلي طبقې ضخامت نه دی ورکړل شوی، مگر داسې څرگندیږي چې تر ډېر ژوروالي پورې غزیدلی دی. په دې اساس د  $Z_h$  قیمت زیات په پام کې نیول کیږي.



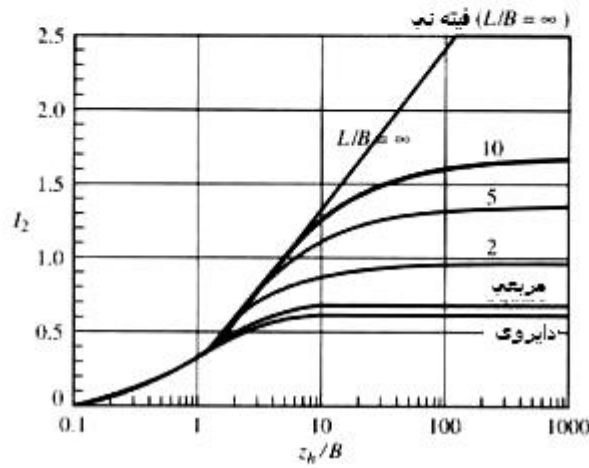
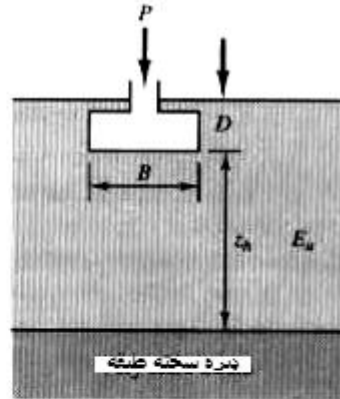
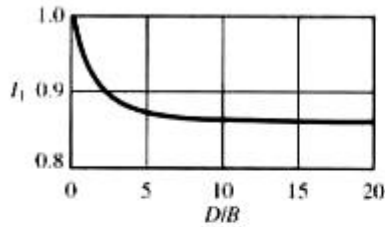
انحرافي ناسته:

$$E_u = 300S_u = (300)(3000 \text{ Ib/ft}^2) = 900000 \text{ Ib/ft}^2$$

$$D/B = 2/6 = 0.3, \quad I_1 = 0.98$$

$$L/B = 1, \quad z_h/B = \infty, \quad I_2 = 0.7$$

$$\delta_d = \frac{(q - \sigma'_{zd})B}{E_u} I_1 I_2 = \frac{(3078 - 230)(6\text{ft})}{900000} (0.98)(0.7) = 0.013 \text{ ft} = 0.2 \text{ in}$$



12.5 شکل په (15.7 مساوات) کې د استعمال لپاره د  $I_1$  او  $I_2$  اغېزې فکتورونه د فېته بې تهدابونو لپاره د کار په غوره شوي طرز کې مؤلف د تهداب د لانديني برخې څخه تر ډيرې سختې طبقې پورې فاصله په  $z_h$  سره بنودلې او زياتره د  $z_h/B$  نسبت ډېر پراخه وي [105:26].

محکمیدونکې ناسته:

د (11.5 شکل) په پام کې نیولو سره  $\psi = 0.9$ .

مجموعي ناسته:

$$\delta = \delta_d + \psi\delta_c = 0.2 \text{ in} + (0.9)(1.0 \text{ in}) = 1.1 \text{ in}$$

## عمومي کړنلاره (General Methodology)

په لنډه توگه، د سطحې تهدابونو د مجموعي ناستې محاسبه کولو لپاره عمومي کړنلاره په لاندې ډول د لابراتواري ازمینستونو پر بنا ولاړه ده:

1. د تهداب لپاره ټاکل شوي ساحه کې د برمي پواسطه اکتشافی څاه وکیندل شي او د خاورې هرې طبقې څخه غیر مختل شوي نمونه واخیستل شي. همدارنگه د دغه برمه شوي څاگانو څخه د ډیزاین لپاره د خاورې پروفایل څخه گټه واخیستل شي.

2. د خاورې د هرې یوې طبقې لپاره چې د تهداب لاندې موقیعت لري یو یا زیات تحکیماتي ازمینستونه (Consolidation tests) تر سره شي او د  $C_r/(1+e_0)$ ،  $C_r/(1+e_0)$  او  $\sigma'_m$  پارامیترونه د هرې طبقې لپاره پیدا شي. په زیاترو حالتونو کې ټوله خاوره کېدلې شي یوه طبقه په پام کې ونیول شي، په دې اساس د دغو پارامیترونو یو سیټ ته اړتیا وي، که چېرې ښکاره زیاتې طبقې شتون ولري، نو په دې صورت کې هره یوه طبقه باید خپل پارامیترونه ولري [1052:23].

3. د تهداب لاندې خاوره په طبقو باندې ویشل کېږي. زیاتره تقریباً درې طبقې دقت لپاره کفایت کوي، مگر که چېرې زیات طبقات شتون ولري یا ډېر دقت ته اړتیا وي کېدلې شي زیات فرعي طبقې په پام کې ونیول شي. د مربعي تهدابونو لپاره د لاندینۍ طبقې لاندې برخه باید د تهداب لاندې برخې څخه تقریباً د 3B څخه تر 5B پورې وي، د فینته یې تهدابونو لپاره دغه اندازه باید د 6B څخه تر 9B پورې وي. کله چې درې طبقې استعمالیږي، د هغوی تقریبي ضخامت د (2.5 جدول) له مخې انتخاب شي.

4. د هرې یوې طبقې په منځنۍ نقطه کې د  $(\sigma'_{z0})$  قیمت محاسبه شي.

5. ټولو هغو طریقو څخه چې په (3.5 عنوان) کې یادونه شوې استفاده وشي، د هرې یوې طبقې په منځنۍ نقطه کې د  $(\Delta\sigma'_z)$  قیمت محاسبه شي. د لاسي محاسباتو لپاره، دا بهتره ده چې د (6.5 او 9.5 مساواتونو) څخه استفاده وشي.
6. د (10.5 مساوات) څخه په استفادې  $(\sigma'_{zf})$  قیمت د هرې یوې طبقې په منځنۍ نقطه کې محاسبه شي.
7. که چېرې خاوره زیات محکمیدونکې II حالت کې وي، د هرې طبقې په منځنۍ نقطه کې د  $(\sigma'_c)$  محاسبه کولو لپاره د (Donald P. Coduto د کتاب 23.3 مساوات) څخه استفاده وشي.
8. د (11.5، 12.5 یا 13.5 مساواتونو) په استفاده د هرې طبقې لپاره د  $(\delta_c)$  قیمت محاسبه کول او بیا جمع کول. دا باید په یاد ولرو چې په ځینو طبقو کې کېدلی شي چې یو ددغو مساواتونو څخه گټه واخستل شي، په داسې حال کې چې ځینې نورو طبقو کې کېدلی شي چې د بل مساوات څخه کار واخستل شي. که چېرې کلاسیک طریقې څخه گټه واخستل شي، دا محاسبه شوې ناسته ده.
- که چېرې تحلیل د (Skempton او Bjerrum) په طریقو سرته رسیدلې وي، نو لاندینۍ مرحلې په پام کې ونیسئ:
9. د تهداب د لاندینۍ برخې او د تهداب د لاندینۍ برخې څخه د B په اندازه ژوروالي ترمنځ د خاورې په غیرد زیم ایستني څخه د غوڅیدني منځنۍ مقاومت  $S_u$  معلوم کړئ، وروسته د (16.5 مساوات) په استفاده په غیرد زیم ایستني د خاورې الاستیکي مودول  $E_u$  اټکل کړئ.
10. د (15.5 مساوات) په استفادې سره انحرافي ناسته  $\delta_a$  محاسبه کړئ.
11. د (11.5 مساوات) په استفادې سره درې بعدي تنظیمونکې ضریب  $\psi$  معلوم کړئ.
12. د (14.5 مساوات) په استفادې سره ناسته محاسبه کړئ.

## 6.5 د ناستې بیله شوې پاڼه (Settlement spreadsheet)

د کم ژورو تهدابونو د ناستې تحلیل په (4.5 برخه) کې بنودل شوی او کېدلی شي چې د Excel د پروگرام د بیلې شوې پاڼې څخه گټه واخلو. دا ډول بیلوونکې پاڼې حل څخه د خاورې ډیرې نازکې طبقې لپاره استعمالیږي، کوم چې د هغې پواسطه انعطاف پذیرې او دقت اصلاح کیږي او د تحلیل پروسه په ډیره چټکۍ سره ترسره کیږي. د ایکسل پاڼې په هغه وخت کې گټورې دي کله چې انجنیران د تهداب سائز د ناستې کریتیریا مطابق پیدا کړي، کوم چې دا ډېر عام مشکل دی. دا ډول تحلیلونه کېدلی شي په ډیره چټکۍ سره د تهداب د عرض (B) د مختلفو قیمتونو لپاره ترسره شي ترڅو چې اړین ناسته حاصله شي [1052:23].

د ناستې XLS د مایکروسافت ایکسل بیلوونکې پاڼه د کتاب سره په تړاو رامنځته شوې او د Prentice Hall ویب سایټ څخه ډاونلوډ شوې ده.

The screenshot shows an Excel spreadsheet titled "SETTLEMENT ANALYSIS OF SHALLOW FOUNDATIONS - Classical Method". It contains input parameters and a table of soil layer data.

Input		Results	
Units	SI E or SI	q =	66 kPa
Shape	CO SQ, CI, CO, or RE	delta =	48.90 mm
B =	1.2 m		
L =	m		
D =	0.5 m		
P =	65 kN/m		
Dw =	2.5 m		
r =	0.85		

Depth to Soil Layer		Cc/(1+e)	Cr/(1+e)	sigma m'	gamma	z1	sigma c'	sigma zo'	delta sigma	sigm
Top (m)	Bottom (m)			(kPa)	(kN/m <sup>3</sup> )	(m)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)
0.0	0.5			300	18					
0.5	0.6	0.13	0.04	300	18	0.05	310	10	57	
0.6	0.7	0.13	0.04	300	18	0.15	312	12	57	
0.7	0.8	0.13	0.04	300	18	0.25	314	14	56	

13.5 شکل. د ناستې د XLS څخه نمونه بې سکرین [1052:23].

## 7.5 د ساحوي ازمېښتونو په اساس د ناستې تحليل

(Settlement analyses based on In-Situ tests)

د ناستې د تحليل په دوهمه کتگوري کې هغه تخنيکونه شامل دي چې د ساحوي ازمېښتونو په بنا ولاړ وي. زياتره په نوموړو تحليلونو کې د ستندرد نفوذي ازمېښت (SPT) او يا د مخروطي نفوذ ازمېښت (CPT) نتايج استعمالېږي. که څه هم داسې نور ساحوي ازمېښتونه هم شته چې د نتايجو څخه يې په نوموړي ازمېښتونو کې استفاده وشي لکه (Dilatometer Test) يا (DMT) او فشار سنج ازمېښت (PMT).

په حقيقت کې د ناستې تحليلونه چې د ساحوي ازمېښتونو په بنسټ ترسره کېږي، د خاورو ټولو ډولونو لپاره مناسب دي. او په عملي ډگر کې، دوی زياتره د شگلنې خاورې لپاره استفاده کېږي، ځکه چې ددې خاورو نمونه اخيستنه ستونزمنه ده. نوموړي ازمېښتونو لپاره دمختلفو طريقو وړانديز شوی (د بېلگې په ډول Meyerhof, Burland او Burbidge په 1985 کې)، مگر مونږ يواځې د (Schmertmann) طريقې ته پاملرنه کوو.

## د شميرتمين طريقه (Schmertmann's Method)

د شميرتمين طريقه لومړي ځل په شگلنه خاوره کې د ځانگړې تهدابونو د ناستې د محاسبه کولو لپاره رامنځته شوه. دا زياتره د CPT ازمېښت پايلو سره يو ځای استعماليدله، مگر بيا وروسته نورو ساحوي ازمېښتونو سره هم استعمال شوه. دغه طريقه د ساحوي او لابراتواري ازمېښتونو څخه رامنځته شوه، چې دغه ازمېښتونه زياتره د فلوريډا پوهنتون پواسطه ترسره شوي دي. ددې برعکس زياتره نورې طريقې هم شته، چې په خاصه توگه هغوی تجربوي دي، خو د (Schmertmann) طريقه د ناستې په فزيکي موډل باندې ولاړه ده، کوم چې د تجربوي ارقامو په استفاده تنظيم شوي ده.

## د الاستيکيت معادل مودولونه (Equivalent modulus of elasticity)

د کلاسيکي طريقې پواسطه د تهداب د ناستې په محاسبه کې د تشنج - تغير شکل (Stress-strain) په خواصو کې د نورمال تحکيم شوي خاورو لپاره د تراکميت انډکس  $C_c$

یا د زیات محکمیدونکې خاورو لپاره د بیا متراکمیدلو اندکس  $C_r$  استعمالیږي. دغه دواړه پارامیترونه لوگارتمي دي، لکه چې مخکې درسونو کې ورڅخه یادونه شوې ده [1053:23].

د Schmertmann په طریقه کې دمعادل الاستیکیت مودول  $E_s$  استعمالیږي، کوم چې په یو خطي شکل سره عمل کوي او په دې اساس په محاسباتو کې اسانتیاوې رامنځته کیږي. که څه هم خاوره یوه خطي ماده نه ده (د بېلگې په توګه په دې کې تشنج او تغیرشکل متناسب نه دی)، په دې اساس د  $E_s$  قیمت باید د یو غیر محدود خطي مادې معادل منعکس کړي لکه د ناستې محاسبه باید د حقیقي خاورې په شکل وي. د  $E_s$  د ډیزاین قیمت ضمناً په خاوره کې افقي تغیر شکل هم منعکسوي. په دې اساس دا د الاستیکیت د مودول  $E$  په نسبت لوی دی (همدارنګه د Young مودول په نامه هم یادېږي)، مګر د محدود شوي مودول  $M$  په نسبت کوچنی دی.

#### $E_s$ د CPT پایلو څخه ( $E_s$ from CPT results)

Schmertmann د  $E_s$  او د CPT څخه د مخروط مقاومت  $q_c$  تر منځ یوه تجربوي رابطه رامنځته کړه. دغه رابطه ځکه ډیره ګټوره ده چې CPT د ژوروالي په مقابل کې د  $q_c$  مسلسل ګراف جوړوي، په دې اساس زمونږ په دې تحلیل کې په هر ژوروالي سره به د  $E_s$  مودول قیمت لاسته راوړي. په (3.5 جدول) کې د  $(E_s/q_c)$  د ډیزاین قیمتونو انټروال بنودل شوي. دا زیاتره د ټولو ځوانو خاورو لپاره چې په نورماله توګه خپله کلکه شوې وي بڼه ده په غیر له دې څخه چې داسې شواهد شتون ولري چې مصنوعي تحکیمکاری صورت نیولي دي. داسې شواهد عبارت دي له [55:14]:

- بنکاره نښې چې خاوره ډیره زړه ده. دا کېدلی شي چې معلومو جیولوجیکي شواهدو پواسطه ایجاد شي.
- بنکاره نښې چې خاوره زیاته کلکه شوې ده. داسې شواهد په شگې باندې د تحکیماتي ازمینست پر بنسټ نه وي (د خاورې څخه د نمونې اخیستنې د مشکلاتو په اساس)، مګر د کلي طبقې څخه په نمونو باندې کېدلی شي چې د تحکیماتي

ازمېنېت په اساس اجراً شي. په بل عبارت زياته محكميدنه يا كلکیدنه د خاورې د طبيعي انبار کلکیدنې څخه کم شي. د بېلگې په توگه مستقر او کلک شوی ډکون دواړو زيات محكميدنه صورت ونيسي.

کله چې د CPT ارقام د Schmertmann طریقي لپاره واخستل شول، نو د  $q_c$  تصحيح بيا صورت نه نيسي.

3.5 جدول. د CPT پایلو څخه د  $E_s$  قیمتونه [55:14].

$E_s/q_c$	د خاورود USCS گروپ سمبول	د خاورې ډول
2.5 – 3.5	SP يا SW	ځوان، نورمال کلکه شوې پاکه سلیکا شگه (100 کاله < عمر)
3.5 – 6.0	SP يا SW	زور، نورمال کلکه شوې پاکه سلیکا شگه (3000 کاله > عمر)
6.0 – 10.0	SP يا SW	زیاته کلکه شوې پاکه سلیکا شگه
1.5	SC يا SM	نورماله کلکه شوې سیلت یا کلي لرونکې شگه
3.0	SC يا SM	زیاته کلکه شوې سیلت یا کلي لرونکې شگه

$E_s$  د SPT پایلو څخه ( $E_s$  From Standard Penetration Test)

د Schmertmann طریقه د  $E_s$  سره چې د SPT په نتیجه کې لاسته راغلې وي هم استعمالیږي. دغه قیمتونه د هغه قیمتونو په نسبت دومره دقیق نه دي چې د CPT څخه حاصلیږي ځکه چې:

- SPT غلطی ته ډېر متمايل وي او د اندازه کولو دقت یې کم دی.
  - SPT د بیلابیلو نقطو د ارقامو سلسله تهیه کوي، چیرې چې CPT مسلسل ریکارډ تهیه کوي او پلاټ جوړوي.
- په دې اساس، د SPT ارقام د زیاتو پروژو لپاره مناسب دي، خصوصاً په هغو کې چې د بار اندازه کمه وي او خاورې حالت ښه وي.

د  $E_s$  او  $N_{60}$  تر منځ زياتې مستقيمي رابطې رامنځته شوي. چې ځينې وخت مختلف پايلې لاسته راغلي (Mayne او Kulhawy، Anagnostopoulos). د دغه پاشنې يوه برخه کېدلې شي د SPT د کم دقت له کبله وي او بله برخه يې د  $N_{60}$  نورو فکتورونو د اغېزې له کبله وي. په دې اساس د  $E_s$  قيمت د لاندې تقريبي رابطې پواسطه پيدا کيږي [56:14]:

$$E_s = \beta_0 \sqrt{OCR} + \beta_1 N_{60} \dots\dots\dots(17.5)$$

په پورته فورمول کې:

$E_s$  معادل الاستيکيت مودول  
 $\beta_0, \beta_1$  د (4.5 جدول) څخه د اړيکې فکتورونه.  
 OCR زيات محکميدونکې نسبت.  
 $N_{60}$  د SPT د ساحوي پروسيجر لپاره د N تصحيح قيمت.  
 په زياترو تحليلونو کې  $OCR = 1$  استعمالیږي په غير له دې څخه که چېرې د زيات کلک شوي ښکاره ښه شتون ولري.

### $E_s$ د DMT پايلو څخه ( $E_s$ from Dilatometer Test)

د DMT ازميښت مودول مستقيماً اندازه کوي، او دغه ارقام د Schmertmann تحليل لپاره استعمالیږي. په بل عبارت، (Leonards او Frost) د CPT او DMT يوځايي ارقامو يوې طريقې وړانديز وکړ چې د تخته کيدلو قابليت او زيات محکميدنه دواړه و ارزوي، او ددغې پايلې د Schmertmann په تعديل شوې طريقه کې استعمال کړي.

### $E_s$ د PMT پايلو څخه ( $E_s$ from Pressuremeter Test)

د PMT ازميښت هم مودول اندازه کوي، او هم د Schmertmann په طريقه کې استعمالیږي. د تحليل ځانگړې طريقې شتون لري چې يواځې د PMT په مرسته صورت نيسي.



د تغیر شکل د نفوذ فکتور (Strain Influence Factor)

Schmertmann د ځانگړو ته دابونو لاندې د عمودي تغیر شکل  $\epsilon_z$  په ویشلو کې ډېر پراخه څیړنه کړې ده. هغې دا پیدا کړله چې د ته داب لاندې زیات تغیر شکل په بېرته نه واقع کېږي، مگر د  $0.5B$  څخه تر  $B$  پورې د ته داب لاندې په ژوروالي کې چېرې چې  $B$  د ته داب عرض دی کېدلی شي واقع شي. دغه ویشنه د تغیر شکل د نفوذ فکتور  $I_{ep}$  پواسطه واضح شوې ده کوم چې د وزن د فکتور یو ډول دی. په ژوروالي کې د  $I_{ep}$  ویشل د دوو مستقیمو لاینونو په شکل مجسم شوي لکه چې په (14.5 شکل) کې ښودل شوي دي [58:14].

4.5 جدول. د 17.5 مساوات لپاره فکتورونه [58:14]

$\beta_1$		$\beta_0$		د خاورې ډول
kPa	lb/ft <sup>2</sup>	kPa	lb/ft <sup>2</sup>	
1,200	24,000	5,000	100,000	پاکه شگه (SP او SW)
600	12,000	2,500	50,00	سیلت لرونکې شگه او کلي لرونکې شگه (SM او SC)

د تغیر شکل د نفوذ فکتور  $I_{ep}$  اعظمي قیمت په لاندې ډول پیدا کېږي:

$$I_{ep} = 0.5 + 0.1 \sqrt{\frac{q - \sigma'_{zD}}{\sigma'_{zp}}} \dots\dots\dots(18.5)$$

په پورته فورمول کې:

$I_{ep}$  د تغیر شکل د نفوذ د فکتور اعظمي قیمت.

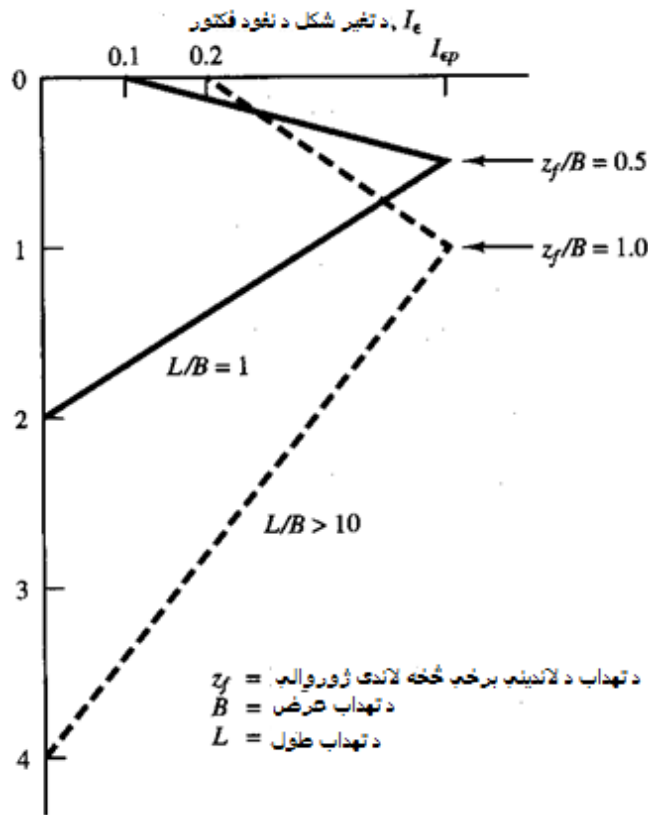
$q$  د زغم فشار.

$\sigma'_{zD}$  د ځمکې سطحې لاندې د  $D$  په ژوروالي کې عمودي مؤثر تشنج.

$\sigma'_{zp}$  د تغیر شکل د نفوذ اعظمي فکتور په ژوروالي کې ابتدائي عمودي مؤثره

تشنج (د مربعي او دایروي ته دابونو  $L/B = 1$  لپاره د  $\sigma'_{zp}$  محاسبه کول،

د ځمکې سطحې څخه لاندې په  $D + B/2$  ژوروالي کې، د مسلسل تهدا بونو  $L/B \geq 10$  لپاره د  $\sigma'_{zp}$  محاسبه کول په  $D+B$  ژوروالي کې.



14.5 شکل. د مربعي او مسلسل تهدا بونو لاندې د تغیر شکل د نفوذ فکتور تقسیمات [58:14].

په هر ورکړل شوي ژوروالي کې  $I_\epsilon$  د لاندې مساواتونو له مخې محاسبه کېږي:

د مربعي او دایروي تهدا بونو لپاره:

$$I_\epsilon = 0.1 + (z_f/B)(2I_{ep} - 0.2) \quad \dots \quad (19.5)$$

$$I_\epsilon = 0.667I_{ep} + (2 - z_f/B) \quad \dots \quad (20.5)$$

د مسلسل یا فیته یي تهدا بونو لپاره  $L/B \geq 10$ :

$$I_\epsilon = 0.2 + (z_f/B)(I_{ep} - 0.2) \quad \dots \quad (21.5)$$

$$I_\epsilon = 0.333I_{ep} + (4 - z_f/B) \quad \dots \quad (22.5)$$

د ذونقه یی تهدابونو لپاره ( $1 < L/B < 10$ ):

$$I_{\epsilon} = I_{\epsilon S} + 0.111(I_{\epsilon C} - I_{\epsilon S})(L/B - 1) \quad \dots\dots\dots (23.5)$$

په پورته فورمولونو کې:

$Z_f$  د تهداب د لاندینی برخې څخه تر د خاورې د طبقې منحنی نقطې پورې ژوروالی.

$I_{\epsilon}$  د تغیر شکل د نفوذ فکتور.

$I_{\epsilon C}$  د مسلسل تهداب لپاره د  $I_{\epsilon}$  قیمت.

$I_{\epsilon p}$  د (18.7 مساوات) څخه د  $I_{\epsilon}$  اعظمي قیمت.

$I_{\epsilon S}$  د مربعي تهداب لپاره  $I_{\epsilon} \geq 0$ .

د ذونقه یی تهدابونو لاندې د  $I_{\epsilon}$  د محاسبه کولو لپاره د مربعي تهدابونو د مساواتونو په استفاده د هرې طبقې لپاره د  $I_{\epsilon}$  محاسبه کول (د مربعي تهدابونو لپاره د  $I_{\epsilon S}$  په اساس) او د مسلسل یا فیته یی تهدابونو د مساواتونو په استفاده د هرې طبقې لپاره د  $I_{\epsilon}$  محاسبه کول (د فیته یی تهدابونو لپاره د  $I_{\epsilon S}$  په اساس) اړین دي، وروسته دوی د (23.5 مساوات) په مرسته یوځای کیږي.

د Schmertmann په طریقه کې هم د ځای په ځای کولو ژوروالی، د بیاخلې

بنویدنې او د تهداب ډول لپاره تجربوي تصحیحات شامل دي. او دا د  $C_1$ ،  $C_2$  او  $C_3$  فکتورونو له مخې صورت نیسي.

$$C_1 = 1 - 0.5 \left( \frac{\sigma'_{zD}}{q - \sigma'_{zD}} \right) \quad \dots\dots\dots (24.5)$$

$$C_2 = 1 + 0.2 \log \left( \frac{t}{0.1} \right) \quad \dots\dots\dots (25.5)$$

$$C_3 = 1.03 - 0.03 L/B \geq 0.73 \quad \dots\dots\dots (26.5)$$

په پورته فورمولونو کې:

$\delta$  د تهداب ناسته ده.

$C_1$  د ژوروالي فکتور.

$C_2$	بیاځلي بنوئيدنې يا څکيدنې فکتور.
$C_3$	د ډول فکتور د مربعي او دایروي تهدابونو لپاره مساوي یو سره دی.
$q$	د زغم فشار.
$\sigma'_{zD}$	د ځمکې سطحې څخه لاندې د $D$ په ژوروالي سره مؤثره عمودي تشنج یا فشار.
$t$	د بار د واردیدلو څخه راپدې خوا وخت (کال) $t \geq 0.1 \text{ yr}$
$I_\epsilon$	د خاورې د طبقې په منځنۍ نقطه کې د نفوذ فکتور.
$H$	د خاورې د طبقې ضخامت.
$E_s$	د خاورې په طبقه کې د الاستیکي مودول معادل.
$L$	د تهداب طول.
$B$	د تهداب عرض.

نوموړې فورمولونه کېدلی شي چې د ثابت واحدونو سره وي په غیر د  $t$  څخه چې واحد یې کال دی. که چېرې وخت نه وي ورکړل شوی نو  $(C_2 = 1.54)$   $t = 50 \text{ yrs}$  په پام کې نیول کېږي.

په اخره کې دغه معلومات د لاندې فورمول په مرسته یوځای کېږي او ناسته  $\delta$  محاسبه کېږي:

$$\delta = C_1 C_2 C_3 (q - \sigma'_{zD}) \sum \frac{I_\epsilon H}{E_s} \dots \dots \dots (27.5)$$

### د تحلیل کړنلاره (Analysis Procedure)

د Schmertmann په طریقه کې لاندې پروسیجر په پام کې نیول کېږي:

1. د خاورې د سطحې حالت معلومولو لپاره ځانگړي ساحوي ازمېښتونه تر سره کېږي.
2. د تهداب د اساس خاوره د اساس تر اغېزې لاندې ژوروالي پورې په پام کې نیول کېږي. دغه ژوروالی د  $2B$  څخه (د مربعي یا فرشي تهدابونو لپاره) تر  $4B$  (فیته یي تهدابونو لپاره) پورې په پام کې نیول کېږي. دغه زون په طبقو باندې ویشل کېږي او

د هرې طبقې لپاره د  $E_s$  قیمت تعیینېږي. د طبقو اړین شمیر او د هرې طبقې ضخامت د ژوروالي پروفايل په مقابل کې د  $E$  په توپیر پورې اړه لري. د 5 څخه تر 10 طبقو پورې مشخص کېږي.

3. د (18.5 مساوات) په مرسته د اعظمي تغیر شکل د نفوذ فکتور  $I_{ep}$  محاسبه کېږي.
4. د هرې طبقې په منځنۍ نقطه کې د تغیر شکل د نفوذ فکتور  $I_e$  محاسبه کېږي. دغه فکتور په ژوروالي کې توپیر کوي لکه چې په (14.5 شکل) کې ښودل شوي، مگر د (19.5 او 23.5 مساواتونو) له مخې په ډیره اسانۍ سره محاسبه کېږي.
5. د  $C_1$ ،  $C_2$  او  $C_3$  تصحیح فکتورونه د (24.5 او 26.5 مساواتونو) په مرسته محاسبه کېږي.
6. د (27.5 مساوات) په مرسته ناسته محاسبه کېږي.

### 6.5 مثال

د CPT اندازه گیری نتیجه چې د McDonald په مزرعه کې سرته رسیدلې وو په (15.5 شکل) کې ښودل شوی دی. دې ساحې ځوانه او نورمال کلکه شوې سیلت لرونکې شگه درلوده. د ځمکې سطحې لاندې اوبو سطحه په 2m ژوروالي سره د ځمکې سطحې څخه لاندې موقیعت درلود.

د  $375\text{kN/m}$  بار د  $(2.5\text{ m}) \times (30\text{ m})$  تهداب پواسطه په 2 m لاندې ژوروالي کې د خاورې پواسطه زغمل کېږي. د Schmertmann طریقې په مرسته د نوموړي تهداب ناسته د ساختمان د جوړیدلو څخه سمدستي وروسته او د ساختمان د عمر 50 کاله وروسته محاسبه کړئ؟

حل

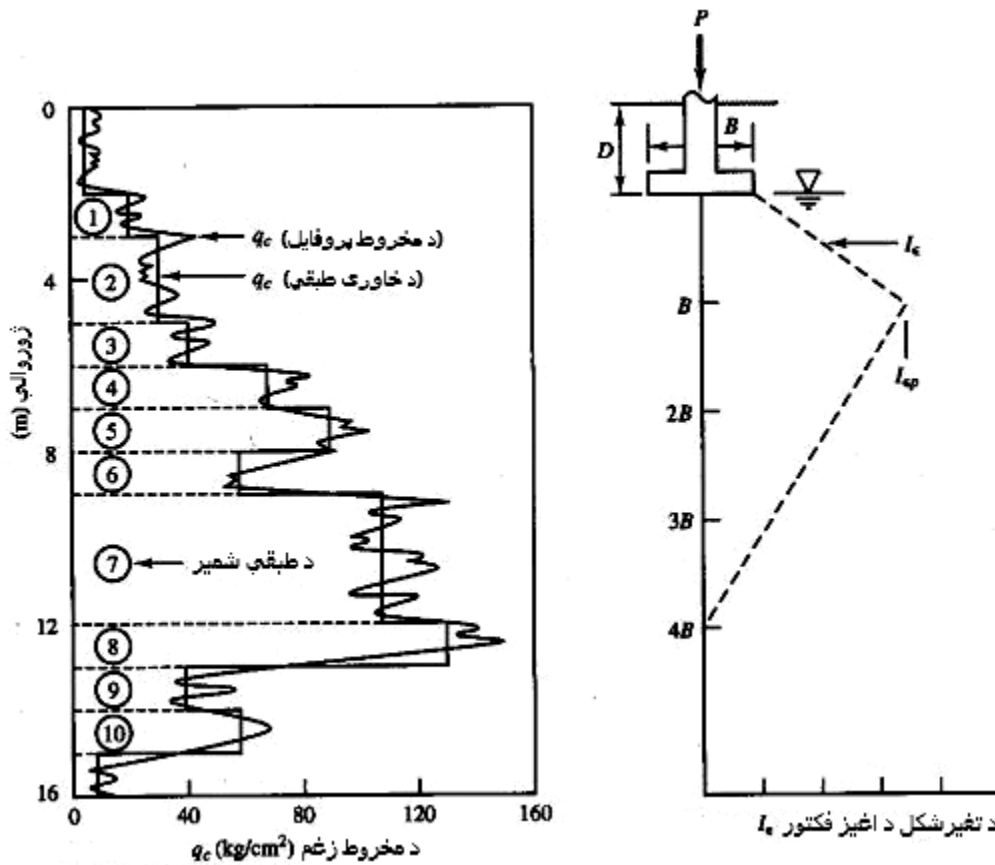
$$E_s = 2.5 q_c \text{ په پام کې ونیسئ}$$

$$1 \text{ kPa} = 0.01020 \text{ kg/cm}^2$$

د اغېزې یا نفوذ ژوروالی:

$$D + 4B = 2.0 + 4(2.5) = 12.0 \text{ m}$$

$E_s$ (kPa)	$q_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	ژوروالی (m)	د طبقو شمیر
4,902	20	2.0-3.0	1
7,353	30	3.0-5.0	2
10,049	41	5.0-6.0	3
16,667	68	6.0-7.0	4
22,059	90	7.0-8.0	5
14,216	58	8.0-9.0	6
26,471	108	9.0-12.0	7



15.5 شکل. د McDonald په مزرعه کې د CPT نتایج [60:14].

$$W_f/b = (2.5 \text{ m})(2.0 \text{ m})(23.6 \text{ kN/m}^3) = 118 \text{ kN/m}$$

$$q = \frac{P/b + W_f/b}{B} - u_D = \frac{375 \text{ kN/m} + 118 \text{ kN/m}}{2.5 \text{ m}} - 0 = 197 \text{ kPa}$$

د ځمکې لاندې اوبو سطحې څخه پورته  $\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$  او د هغې څخه لاندې  $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$  د (جدول 2.3) څخه اخستل کېږي.

$$\begin{aligned} \sigma'_{zp} (z = D + B) &= \sum \gamma H - u \\ &= (17 \text{ kN/m}^3)(2 \text{ m}) + (20 \text{ kN/m}^3)(2.5 \text{ m}) - (19.81)(2.5) \\ &= 59 \text{ kPa} \end{aligned}$$

$$\sigma'_{zD} = \sum \gamma D = (17)(2) = 34 \text{ kPa}$$

$$I_{\epsilon p} = 0.5 + 0.1 \sqrt{\frac{q - \sigma'_{zD}}{\sigma'_{zp}}} = 0.5 + 0.1 \sqrt{\frac{197 \text{ kPa} - 34 \text{ kPa}}{59 \text{ kPa}}} = 0.666$$

$I_{\epsilon} H/E_s$	H (m)	$I_{\epsilon}$	$z_f$ (m)	$E_s$ (kPa)	د طبقو شمير
$5.98 \times 10^{-5}$	1.0	0.293	0.5	4,902	1
$15.58 \times 10^{-5}$	2.0	0.573	2.0	7,353	2
$5.74 \times 10^{-5}$	1.0	0.577	3.5	10,049	3
$2.93 \times 10^{-5}$	1.0	0.488	4.5	16,667	4
$1.81 \times 10^{-5}$	1.0	0.399	5.5	22,059	5
$2.18 \times 10^{-5}$	1.0	0.310	6.5	14,216	6
$1.51 \times 10^{-5}$	3.0	0.133	8.5	26,471	7
$35.73 \times 10^{-5}$	مجموعه				

$$C_1 = 1 - 0.5 \left( \frac{\sigma'_{zD}}{q - \sigma'_{zD}} \right) = 1 - 0.5 \left( \frac{34 \text{ kPa}}{197 \text{ kPa} - 34 \text{ kPa}} \right) = 0.896$$

$$C_3 = 1.03 - 0.03 L/B \geq 0.73$$

$$= 1.03 - 0.03(30/2.5) = 0.67$$

$$C_3 = 0.73 \text{ قبلو}$$

په  $t = 0.1 \text{ yr}$  کې  $C_2 = 1$  سره دې.

$$\delta = C_1 C_2 C_3 (q - \sigma'_{zD}) \sum \frac{I_e H}{E_s}$$

$$\delta = (0.893)(1)(0.73)(197 - 34)(35,73 \times 10^{-5}) = 0.038 \text{ m}$$

په  $t = 50 \text{ yr}$  کې:

$$C_2 = 1 + 0.2 \log\left(\frac{t}{0.1}\right) = 1 + 0.2 \log\left(\frac{50}{0.1}\right) = 1.54$$

$$\delta = (38)(1.54) = 59 \text{ mm}$$

#### د Schmertmann ساده شوي طريقه

که چېرې  $E_s$  د تهداب لاندینۍ برخې څخه تر اغېزې ژوروالي (د مربعي او دایروي تهدابونو لپاره  $2Z_f/B$  او فیته یي تهدابونو لپاره  $4Z_f/B$ ) پورې ثابت وي، نو (27.5 مساوات) په لاندې توګه ساده کېږي:

د مربعي او دایروي تهدابونو لپاره ( $L/B = 1$ ):

$$\delta = \frac{C_1 C_2 C_3 (q - \sigma'_{zD}) (I_{ep} + 0.025) B}{E_s} \dots\dots\dots (28.5)$$

د فیته یي یا مسلسل تهدابونو لپاره ( $L/B \geq 10$ ):

$$\delta = \frac{C_1 C_2 C_3 (q - \sigma'_{zD}) (2 I_{ep} + 0.1) B}{E_s} \dots\dots\dots (29.5)$$

د (28.5 او 29.5 مساواتونه) خاصاً په هغه وخت کې ګټور دی چې یواځې د ځمکې سطحې څخه په کم ژوروالي سره ارقام موجود وي، لکه د SPT په زیاتره کیسونو کې او په متجانس خاورو کې [61:14].



## 7.5 مثال

200-k د یوې پایې بار ، 3 ft یو مربعي تهداب پواسطه چې د هغې لاندې په غیر د زیم ایستني څخه سیلت لرونکې شگه موقیعت لري او د هغې د  $N_{60}$  اندازه 28 او  $\gamma = 120 \text{ Ib/ft}^3$  دي، متحملیږي. د ځمکې لاندې د اوبو سطحې ژوروالی 50ft دی. مجازي مجموعي ناستې اندازه 0.75in ده. د Schmertmann د ساده شوي مساواتونو په استفاده د تهداب اړین عرض پیدا کړئ؟

حل

$$E_s = \beta_0 \sqrt{OCR} + \beta_1 N_{60} = 50,000\sqrt{1} + (12,000)(28)$$

$$= 386,000 \text{ Ib/ft}^2$$

$$\sigma'_{zD} = (120 \text{ Ib/ft}^3)(3\text{ft}) = 360 \text{ Ib/ft}^2$$

$$B = 7 \text{ ft} \text{ کې اټکلوو:}$$

$$W_f = (7 \text{ ft})^2 (3 \text{ ft}) (150 \text{ Ib/ft}^3) = 22,000 \text{ Ib}$$

$$q = \frac{P+W_f}{B^2} - u = \frac{200,000 \text{ Ib} + 22,000 \text{ Ib}}{(7 \text{ ft})^2} - 0 = 4,530 \text{ Ib/ft}^2$$

$$C_1 = 1 - 0.5 \left( \frac{\sigma'_{zD}}{q - \sigma'_{zD}} \right) = 1 - 0.5 \left( \frac{360 \text{ Ib/ft}^2}{4530 \text{ Ib/ft}^2 - 360 \text{ Ib/ft}^2} \right) = 0.957$$

$$C_2 = 1 + 0.2 \log \left( \frac{t}{0.1} \right) = 1 + 0.2 \log \left( \frac{50}{0.1} \right) = 1.54$$

$$C_3 = 1$$

$$\sigma'_{zp} @ z = 6.5 \text{ ft} = (120 \text{ Ib/ft}^3)(6.5 \text{ ft}) = 780 \text{ Ib/ft}^2$$

$$I_{\epsilon p} = 0.5 + 0.1 \sqrt{\frac{1 - \sigma'_{zD}}{\sigma'_{zp}}} = 0.5 + 0.1 \sqrt{\frac{4530 \text{ Ib/ft}^2 - 360 \text{ Ib/ft}^2}{780 \text{ Ib/ft}^2}} = 0.731$$

$$\delta = \frac{C_1 C_2 C_3 (q - \sigma'_{zD}) (I_{\epsilon p} + 0.025) B}{E_s} \frac{0.75 \text{ in}}{12 \frac{\text{in}}{\text{ft}}}$$

$$= \frac{(0.957)(1.54)(1) \left( \frac{200,000 + 450B^2}{B^2} - 360 \text{ Ib/ft}^2 \right) (0.731 + 0.025) B}{386,000 \text{ Ib/ft}^2}$$

$$B = 9 \text{ ft } 3 \text{ in}$$

بیا ځلې په  $B = 8 \text{ ft } 9 \text{ in}$  کې ارزوو:

$$W_f = (8.75 \text{ ft})^2 (3 \text{ ft}) (150 \text{ Ib/ft}^3) = 34,500 \text{ Ib}$$

$$q = \frac{P+W_f}{B^2} - u = \frac{200,000 \text{ Ib} + 34,500 \text{ Ib}}{(8.75 \text{ ft})^2} - 0 = 3,062 \text{ Ib/ft}^2$$

$$C_1 = 1 - 0.5 \left( \frac{\sigma'_{zD}}{q - \sigma'_{zD}} \right) = 1 - 0.5 \left( \frac{360 \text{ Ib/ft}^2}{3062 \text{ Ib/ft}^2 - 360 \text{ Ib/ft}^2} \right) = 0.933$$

$$\sigma'_{zp} @ z = 7.37 \text{ ft} = (120 \text{ Ib/ft}^3)(7.37 \text{ ft}) = 885 \text{ Ib/ft}^2$$

$$I_{\epsilon p} = 0.5 + 0.1 \sqrt{\frac{1 - \sigma'_D}{\sigma'_{zp}}} = 0.5 + 0.1 \sqrt{\frac{3062 \text{ Ib/ft}^2 - 360 \text{ Ib/ft}^2}{885 \text{ Ib/ft}^2}} = 0.675$$

$$\delta = \frac{C_1 C_2 C_3 (q - \sigma'_{zD}) (I_{\epsilon p} + 0.025) B}{E_s}$$

$$\frac{0.75 \text{ in}}{12 \frac{\text{in}}{\text{ft}}} = \frac{(0.933)(1.54)(1) \left( \frac{200,000 + 450B^2}{B^2} - 360 \text{ Ib/ft}^2 \right) (0.675 + 0.025) B}{386,000 \text{ Ib/ft}^2}$$

$$B = 8.75 \text{ ft}$$

د تهاداب عرض  $B = 8 \text{ ft } 9 \text{ in}$  په پام کې ونیول شي.

د فرشي تهادبونو لپاره د استعمال موارد (Application to Mat Foundations) د Schmertmann طریقو لومړی د ځانگړو تهادبونو لپاره رامنځته شوه، په دې اساس دې ډول تهادبونو لپاره د نوموړې طریقې د ترتیبولو لپاره مختلف تجربوي ارقام استعمال شول. اصلاً دغه طریقو کېدلی شي چې په فرشي تهادبونو کې هم استعمال شي. که څه هم د نوموړې طریقې په استعمال سره په فرشي تهادبونو کې ناسته د اندازې څخه زیات اټکلېږي، ځکه چې د هغوی د اغېزې ژوروالي زیات دی او د معادل الاستیکي مودول قیمت په دې ژوروالي کې نسبت د وړاندوینې هغه طریقې ته چې مخکې ورڅخه یادونه شوې زیاته ده.

په همدې اساس، کله چې په فرشي تهادبونو کې د Schmertmann طریقې څخه استفاده کېږي، دا بهتره ده چې د  $E_s$  قیمت په دوامداره توگه د ژوروالي په زیاتیدلو

سره زیات شي، لکه چې په 30 m متره ژوروالي کې د  $E_s$  قیمت د وړاندوینې د طریقې د قیمت څخه 3 ځلي زیات دی [737:21].

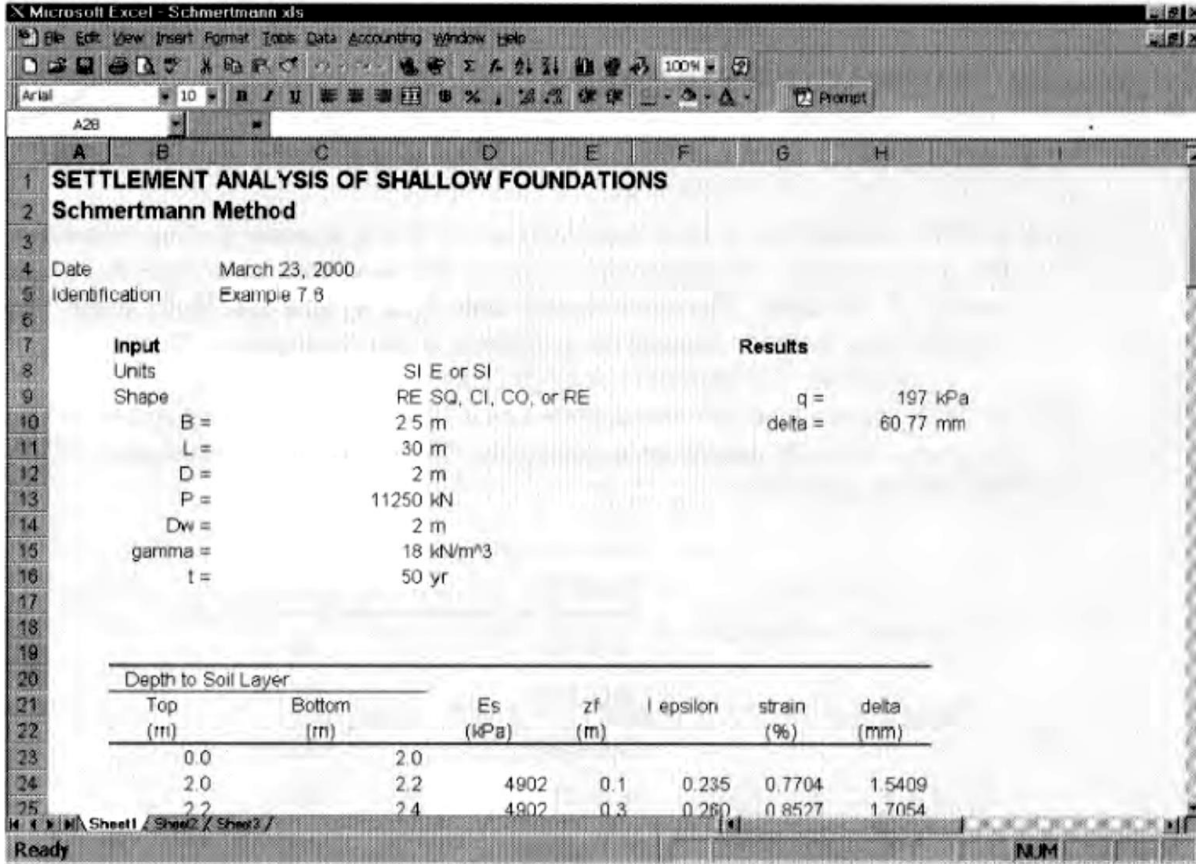
8.5 د Schmertmann بیله شوي پاڼه (Schmertmann Spreadsheet) په دې فصل کې د ناستې د XLS بیله شوي پاڼې څخه مخکې یادونه شوې چې کېدلی شي د Schmertmann په طریقه د ناستې محاسبه کولو لپاره ترتیب شي. دې ډول XLS پاڼې ته د Schmertmann.XLS پاڼه وايي او په Prentice Hall ویب سایټ کې موجوده ده. د دغې پاڼې نمونه يي سکریډ په (16.5 شکل) کې ښودل شوی دی.

### 9.5 په طبقه يي خاورو کې د سطحې ته‌دابونو ناسته

(Settlement of Foundations on Stratified Soils)

کله چې مونږ په هغه خاورو کې د سطحې ته‌دابونو ناسته محاسبه کوو، چې د هغوی په پروفایل کې لومړی کلي یا سیلت وي، په نورماله توګه د لابراتواري تستونو د طریقو څخه استفاده کوو لکه چې په (4.5 عنوان) کې ورڅخه یادونه شوې ده. برعکس کله چې د خاورې د پروفایل په لومړیو کې شګې وي، په نورماله توګه مونږ د ساحوي تستونو د طریقو څخه استفاده کوو لکه چې په (6.5 برخه) کې ورڅخه یادونه شوې. که چېرې د خاورې پروفایل طبقه يي وي او د خاورو دواړه ډولونه شامل وي، دا به مشکله وي چې معلومه کړو، د کومې طریقې څخه استفاده وکړو [165:3].

که چېرې په برجسته توګه د خاورې په پروفایل کې کلي او سیلت شامل وي، دا به بهتره وي چې په (4.5 عنوان) کې د یادې شوې طریقې څخه استفاده وشي. د کلي لرونکې او سیلت لرونکې طبقې لپاره د  $C_c/(1+e_0)$  او  $C_r/(1+e_0)$  قیمتونو په پیدا کولو کې د لابراتواري تحکیماتي تستونو (Consolidation tests) څخه استفاده کېږي.



16.5 شکل د Schmertmann.XLS بیله شوې پاڼې نمونه یې سکرین [170:3].

برعکس که چېرې د خاورې په پروفایل کې لومړۍ شگه وي نو دا به بهتره وي چې د Schmertmann طریقي څخه استفاده وشي. د کلي خاورې نورماله کلکه شوې طبقې لپاره د خاورې معادل الاستیکي مودول  $E_s$  د لاندې مساوات په مرسته محاسبه کېږي:

$$E_s = \frac{2.30 - \sigma'_z}{C_c / (1 + e_0)} \quad \dots \dots \dots (30.5)$$

د زیات تحکیم شوې خاورو لپاره په پورته مساوات کې د  $C_c$  په عوض  $C_r$  وضع کېږي.

د دوو موازي تحلیلونو تر سره کولو لپاره یو بل نظر داسې دی چې، د کلي طبقې لپاره لابراتواري تست ارقام استعمالیږي او د شگلن طبقې لپاره ساحوي ارقام استعمالیږي او دواړه جمع کېږي او ناسته محاسبه کېږي.

## 10.5 توپیري ناسته (Differential Settlement)

توپیري ناسته  $\delta_D$  د دوو تهدابونو ترمنځ د ناستې د توپیر څخه عبارت ده، یا په یو ځانگړي تهداب کې د دوو نقطو ترمنځ د ناستې توپیر ته وايي. زیاته توپیري ناسته خطرناکه ده ځکه چې د ساختمان د تخریب سبب کېږي نو په دې اساس ورته د تعمیر پذیری (Serviceability) مشکلات وايي.

په نورماله توگه مونږ د یو ساختمان لپاره تهدابونه داسې محاسبه کوو چې ټول یو شان مجموعي ناسته  $\delta$  ولري. په دې اساس په تیوري کې باید هیڅ توپیري ناسته نه وي. که څه هم په حقیقت کې توپیري ناسته په هر حال واقع کېږي. د توپیري ناستې زیاتره منابع عبارت دي له:

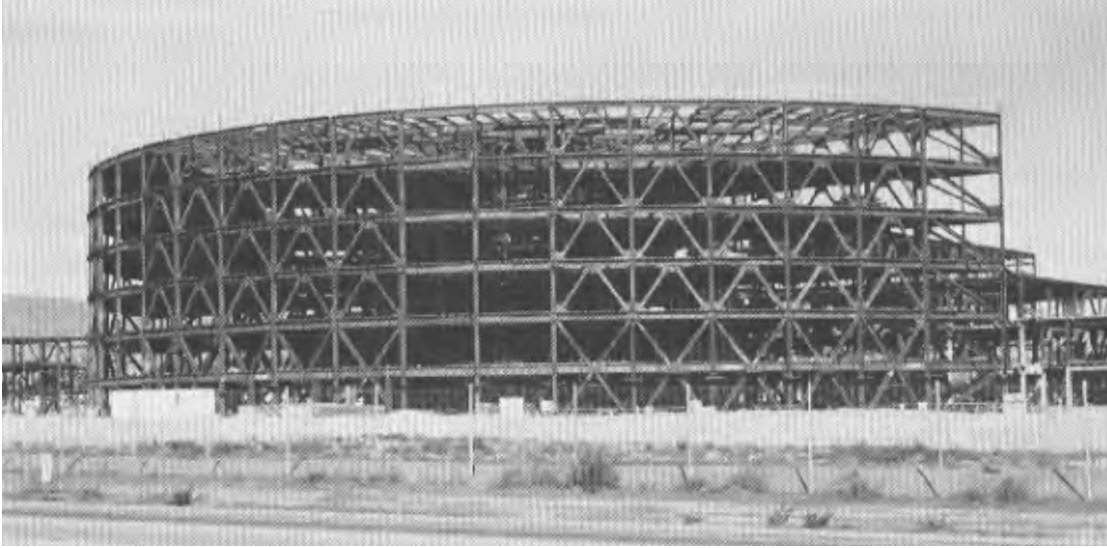
- د خاورې په پروفایل کې توپیر: د بېلگې په توگه د ساختمان یوه برخه د طبیعي سخته شوې خاورې له پاسه او بله برخه یې په سسته یا په غیر د تپک شوې ډکون له پاسه موقیعت ولري. دا ډول ساختمانونه زیات توپیري ناسته لري ځکه چې د دغه خاورو ډولونه د تخته کولو مختلف قابلیت لري، او هم کېدلی شي چې د ډکون د وزن له کبله ناسته ولري. دا ډول توپیري ناستې منبع نږدې په ټولو ساحو کې یوه اندازه موجوده وي، او د توپیري ناستې دغه منبع زیات مهمه ده.
- په ساختماني بارونو کې توپیر: په یو ساختمان کې مختلف تهدابونه داسې ډیزاینېږي چې نظر د ساختمان برخو ته مختلف بارونه وزغمي. په نورماله توگه دوی هر یو باید د ډیزاین بار لاندې د عین مساوي مجموعي ناستې لپاره ډیزاین شي، په دې اساس په تیوري کې توپیري ناسته باید صفر وي. که څه هم د ټولو تهدابونو لپاره د حقیقي بار او ډیزاین بار نسبت یو شان نه وي. په دې اساس هغوی چې د زیات نسبت لرونکي دي نسبت هغو ته چې د کم نسبت لرونکي دي زیات ناسته کوي.

- د زغم وړتیا پواسطه د ډیزاین کنترول: د ځینو تهدابونو ډیزاین د زغم وړتیا پواسطه کنترول لیری، نه د ناستې پواسطه، په دې اساس د ډیزاین ناسته کېدلې شي چې په عین ساختمان کې د نورو تهدابونو په نسبت کمه وي.
- د ساختمان مجازي غلطیاني: لکه څنگه چې د تهدابونو د ساختمان ابعاد د ډیزاین د ابعادو څخه توپیر کوي، په دې اساس د هغوی د ناستې روش مختلف وي [168:3]



17.5 شکل. دغه فلزي فرم لرونکی ساختمان مایل ټینګوونکی او شیبې وال نه لري نو په دې اساس انعطاف پذیره صنف بندي شوی [168:3].

د ساختمان سختې هم په توپیري ناسته باندې مهمه اغیزه لري. ځینې ساختمانونه لکه د فلزي فرمونو ساختمانونه (17.5 شکل) ډېر زیات انعطاف پذیره دي. هر تهداب نږدې ځانګړی عمل کوي، په دې اساس د یو تهداب ناسته زیاتره په نورو تهدابونو باندې اغیزه نه کوي. که څه هم نور ساختمانونه د شیبې وال (Shear Wall) یا په مایله توګه ټینګوونکو په لرلو سره ډېر کلک وي. د فلزي ټینګوونکي فرم ساختمان په (18.5 شکل) کې د یو زیات سخت ساختمان یوه بیلګه ده. په دې کیس کې ساختمان د ناستې د مشکلاتو څخه ساتل کېږي. د بېلګې په ډول که چېرې یو تهداب د نورو تهدابونو په نسبت زیاته ناسته وکړي نو سخت ساختمان یو څه بار ددې به بل خواته انتقال کړي لکه چې په (19.5 شکل) کې ښودل شوی دی، په دې اساس توپیري ناسته کمیږي.



18.5 شکل. په دغه فلزي فرم لرونکې ساختمان کې مایل ټينگوونکی نصب شوی دی ترڅو د زلزلې بارونو په مقابل کې مقاوم وي. دغه مایل ټينگوونکی د زيات کلکوالي سبب کېږي، کوم چې حتی د زيات توپيري ناستې مخنيوي سره کومک کوي. شيبروال مشابه تاثیر لري [169:3].

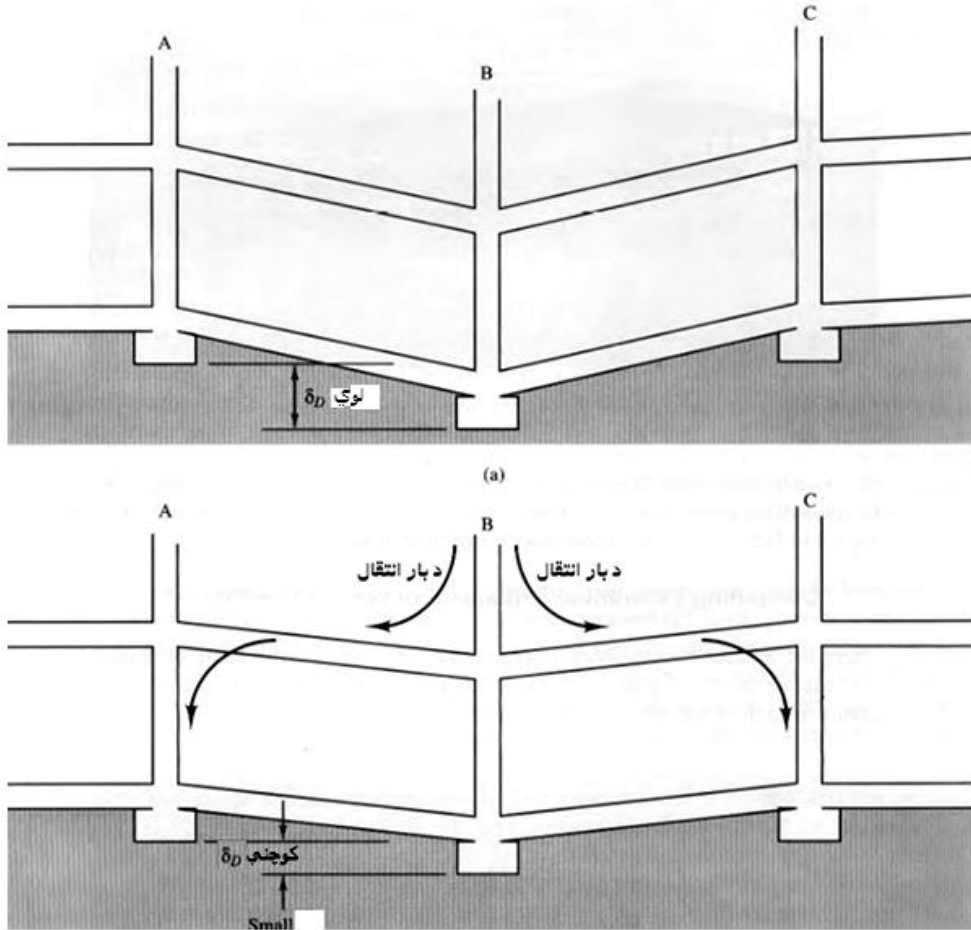
### د ځانگړو تهدابونو توپيري ناستې محاسبه

(Computing Differential Settlement of Spread Footings)

د ځانگړو تهدابونو د توپيري ناستې د وړاندوينې دوه طريقې موجودې دي: په لومړۍ طريقه کې د مجموعي ناستې د تحليل سلسلې څخه استفاده کېږي چې په اړونده هر فکتور کې غوښتل شوی توپير په پام کې نيول کېږي. د بېلگې په توگه په يو تحليل کې په بهترين کيس کې د خاورې د خواصو او باريدني معلومات او له بله طرفه، د يو خراب کيس معلومات په پام کې نيول کېږي. د دغو دواړو تر منځ د مجموعي ناستې توپير ته توپيري ناسته ويل کېږي.

په دوهمه طريقه کې  $\delta_D/\delta$  نسبت استعمالېږي چې په عين ساختمان او د خاورې په عين پروفايل کې مشاهده شوی وي. د بېلگې په توگه Bjerrum (1963) په کلي او شگلن خاورو باند د ځانگړو تهدابونو دواړه مجموعي ناسته او توپيري ناسته مقايسه کړه، لکه چې په (20.5 او 21.5 شکلونو) کې ښودل شوی ده. احتمالاً دغه ارقام په پيل

کې د Scandinavia په یوه ساحه کې لاسته راغلي، او په دې اساس د ډیرې نرمې خاورې حالات چې په ساحه کې ورسره مخامخ شول منعکس کړل. دا ځکه چې زیاتره ارقامو ډېر پراخه ناستې منعکس کړل [170:3].



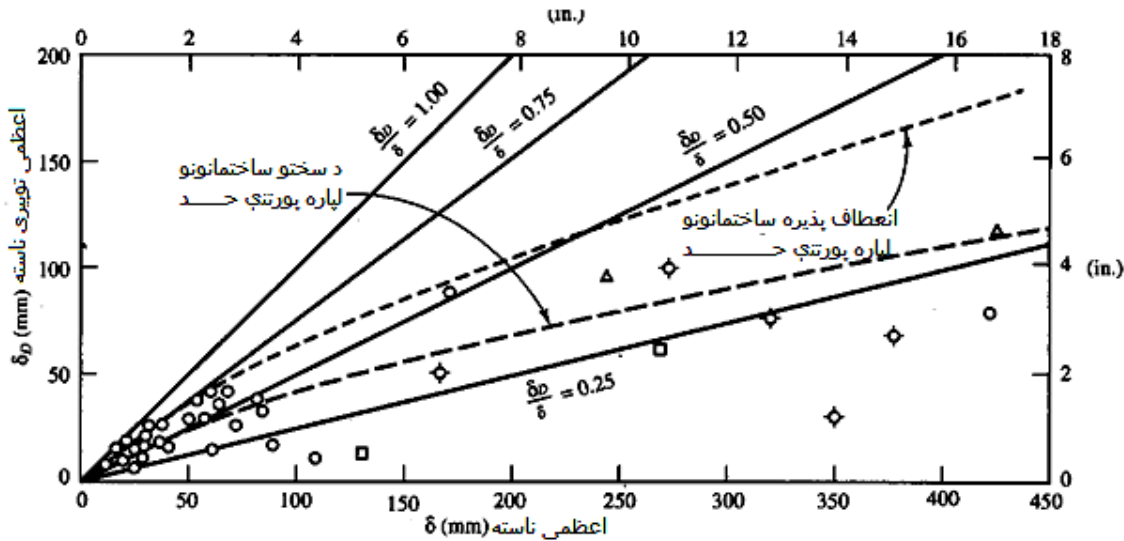
19.5 شکل. د ساختماني سختۍ اغیزه په توپیري ناستې باندې. (a) یو ډېر زیات انعطاف پذیره ساختمان کم بار انتقالوي، په دې اساس زیات توپیري ناسته لري. (b) یو ډېر زیات سخت ساختمان د زیات بار د انتقال وړتیا لري، په دې اساس د زیات توپیري ناستې په مقابل کې ډېر مقاومت بنایي [170:3].

ځینې وخت د  $\delta_D/\delta$  نسبت د محلي لاسته راغلي مشاهداتو څخه موجود وي. دا ډول ارقامو د محاسبې پواسطه رامنځته شوي ارقامو څخه ډېر ګټور دي، لکه د Bjerrum



ارقام، ځکه چې دا ضمناً د محل خاورې حالات هم منعکس کوي. دا ډول محلي تجربوي ارقام د  $\delta_D/\delta$  نسبت د لاسته راوړلو لپاره یوه درسته لاره ده.

د محلي ارقامو د نه موجودیت په صورت کې د  $\delta_D/\delta$  محاسبې پواسطه رامنځته شوی نسبت چې په (5.5 جدول) کې ښودل شوی، د توپيري ناستې د وړاندوینې لپاره استعمالیږي. دغه قیمتونه د Bjerrum د ارقامو په اساس ترتیب شوي دي.



20.5 شکل. په کلي خاورو کې د ځانگړو تهدابونو مجموعي او توپيري ناستې [3:170].

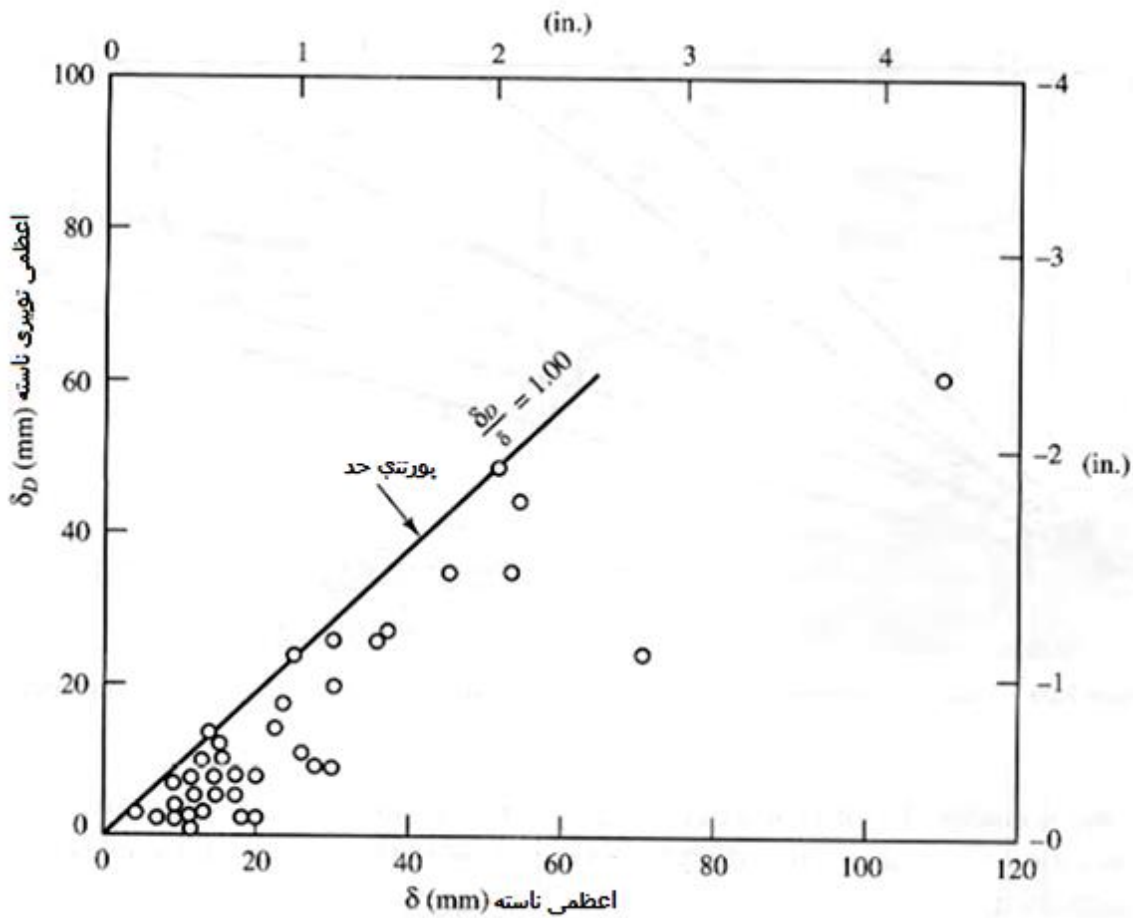
### د توپيري ناستې د ستونزو رفع کول

(Remedying Differential Settlement Problems)

که چېرې په یو ساختمان کې چې د ځانگړو تهدابونو پواسطه حمایه کېږي د توپيري ناستې اندازه زیاته وي  $\delta_{Da} > \delta_D$  باید ډیزاین ته تغیر ورکړل شي، حتی که چېرې مجموعي ناسته قابل د قبول هم وي. د مشکلاتو ممکنه رفع کول په لاندې ډول دي:

- د ټولو تهدابونو ابعاد باید زیات شي ترڅو توپيري ناسته د منلو وړ شي. دا کېدلی شي د توپيري مجازي ناستې په استفاده صورت ونیسي،  $\delta_{Da}$  او د  $\delta_D/\delta$  نسبت په اساس د  $\delta_a$  نوی قیمت محاسبه کېږي، وروسته په ترتیب سره د تهداب سایز ته تغیر ورکول کېږي. دغه تخنیک په (8.5 مثال) کې ښودل شوی دی.

- د بيمونو پواسطه تهدابونه تړل کيږي لکه چې په (22.5 شکل) کې ښودل شوي دي. دغه بيمونه تهدابونو سيستم ته اضافي سختي وربخښي، په دې اساس توپيري ناسته کميږي. ددې طريقي مؤثريت د ساختمان تحليل پواسطه ارزول کيږي.
- ځانگړي تهدابونه په فرشي تهدابونو باندې عوض کيږي. دغه طريقه حتی زیاته سختي منځته راوړي او په دې اساس په توپيري ناسته کې لازيات کمښت رامنځته کيږي.
- د ځانگړو تهدابونو عوضول په ژورو تهدابونو په يو سيستم باندې.



21.5 شکل. په شگه کې د ځانگړو تهدابونو مجموعي او توپيري ناستې [3:172].

- د تهداب څخه پورته ساختمان یا دواړه باید بیا ځلې ډیزاین شي ځکه چې دا په زیاته اندازې سره توپیري ناسته پیدا کوي ، ترڅو د ساختمان بار کم شي د بېلگې په توګه د معموري ساختمان باید په لرګین فرم ساختمان باندې عوض شي .
- د زیات توپیري ناستې قبلول او د واقع شوې هر تخریب رغول . د ځینو ساختمانونو لپاره لکه صنعتي ودانۍ چېرې چې لږ تشنج د منلو وړ وي ، دا کېدلی شي چې ډېر ګټور بدیل وي [172:3] .

5.5 جدول . ځانګړو تهدابونو لپاره د  $\delta_D / \delta$  ډیزاین قیمتونه [172:3] .

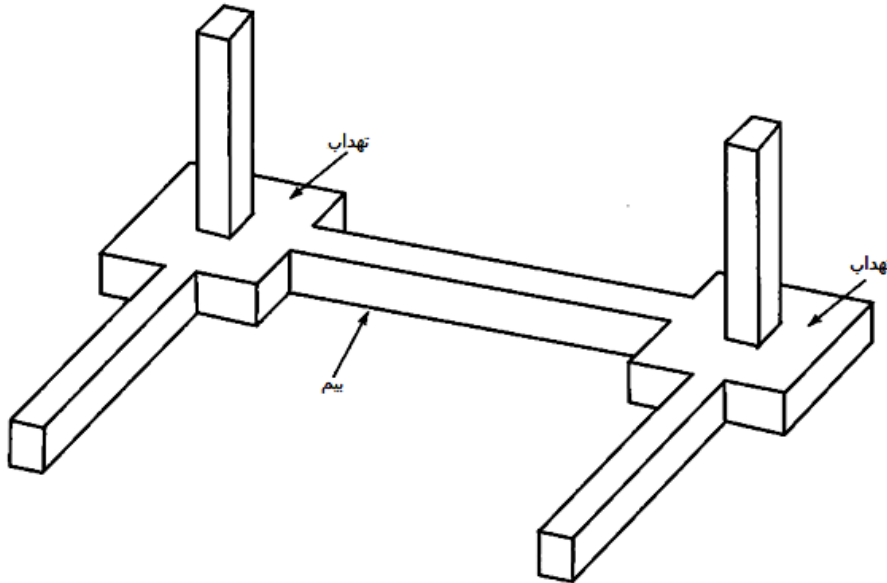
د $\delta_D / \delta$ ډیزاین قیمتونه		د تهدابونو لاندې د خاورو عمده ډولونه
انعطاف پذیره ساختمانونه	سخت ساختمانونه	
0.7	0.9	شگلنه خاوره: نورماله خاورې .
0.4	0.5	د نرمې طبیعي خاورې لاندې د مساوي ضخامت سره تخته شوی ډکون .
0.5	0.8	کلي خاوره: نورماله خاورې .
0.3	0.4	د نرمې طبیعي خاورې لاندې د مساوي ضخامت سره تخته شوی ډکون .

### 8.5 مثال

د طبیعي کلي خاورو لپاسه په ځانګړو تهدابونو باندې یو انعطاف پذیره فلزي فرم لرونکې ودانۍ جوړیږي . مجازي مجموعي او توپیري ناستې په ترتیب سره 20mm او 12mm دي . تهدابونه باید داسې ډیزاین شي چې د هغوی مجموعي ناسته د 20mm څخه زیات نه شي . ایا توپیري ناسته د زغم وړ په حدودو کې ده ؟

## حل

نظر (5.7 جدول) ته د  $\delta_D/\delta$  نسبت تقریباً 0.8 دی. په دې اساس د توپیري ناستې اندازه  $(0.8)(20\text{mm}) = 16\text{mm}$  ده. دا د مجازي قیمت (12mm) څخه زیات دی نو په دې اساس د منلو وړ نه دی. دا اړین دی چې تهداب داسې ډیزاین شي چې د هغې مجموعي ناسته د  $(12\text{mm})/(0.8) = 15\text{mm}$  څخه زیات نه شي. نو په دې کیس کې مجموعي مجازي ناسته باید  $\delta_a = 15\text{mm}$  ته راټیټ شي.



22.5 شکل. د تهدابونو په تړلو کې د بیم استعمال [172:3].

## فرشي تهدابونه (Mat foundations)

فرشي تهدابونه په عمومي توګه کم توپیري ناسته لري، یا توپیري ناسته په لویه فاصله باندې تقسیمیري او په دې اساس کم مشکل پېښوي. سربیره پر دې په فرشي تهدابونو کې توپیري ناستې د تحلیل لپاره ډېر ښه دي ځکه چې دوی په پراخه پیمانه د فرشي تهداب ساختمان سختی پواسطه کنټرولیري.

## 11.5 د ناستې اندازه (Rate of settlement)

## کلي خاوره (Clays)

که چیرې کلي خاوره مشبوع وي، دا مصئونونه ده چې داسې فرض شي چې اړونکې ناسته د بار د واردیدلو سره سم په تیزی سره واقع کیږي. تحکیماتي ناسته یو څه وخت وروسته واقع کیږي او د زیم ایستني اندازه پورې اړه لري.

د ترزغی د محکمیدني په تیوري کې په مشبوع شوې خاوره کې د تحکیماتي ناستې اندازه محاسبه کولو یوه کرنلاره شامله ده. دا د خاورې د منفذونو کښیکارلو او د هغوی څخه د اوبو ویستلو پواسطه کنترولیږي. که څه هم د تهداب لاندې خاوره په دريو بعدونو کې د اوبو څخه خالي کیږي، نه په یو بعد کې چې د ترزغی په تیوري کې فرض شوی، اوبه په ډیره چټکۍ سره ویستل کیږي، په دې اساس تحکیماتي ناسته هم په ډیره چټکۍ سره واقع کیږي. Davis او Poulos دا خاصیت په هغه وخت کې مشاهده کړ کله چې دوی د څوارلسو کیسونو تاریخچه یې مطالعه کړله. د نوموړو کیسونو په څلورو کیسونو کې اندازه د وړاندوینې په نسبت ډیره تیزه وه، او په نورو څلورو کیسونو کې یو څه تیز وو. او په پاتې نورو شپږو کیسونو کې دغه اندازه د وړاندوینې سره نږدې یا د هغې په نسبت سسته وه، مگر دا د زیم ایستني حالتونو پورې اړه درلوده چې یو بعدی ته نږدې وه. دوی د دې اغېزې لپاره د محاسبې یوه طریقه هم وښودله.

د ځینو قسمي مشبوع شوو خاورو لپاره د اندازه اټکلول ډیره سخته وي او د هغې لپاره نورې طریقي په پام کې نیول کیږي [560:18].

## شگي (Sands)

په شگو کې د ناستې اندازه د بارونې ډول پورې اړه لري. که چیرې بار یو ځل وارد شي او بیا وروسته ثابت پاتې شي، نو ناسته په ډیره تیزی سره له کومه وخته چې بار وارد شوې وي واقع کیږي. د دې ډول باریدني ښه مثال یې ډکون دی. په تهداب باندې د دایمي بار عمل یو بل مثال دی.

په هر صورت که چېرې بار د وخت په تیریدو سره توپیر وکړي، نو شگه له ځانه اضافي ناسته بسایي چې د کلونو په پیږود یا په لسيزو کې واقع کیږي. په تهداب باندې ژوندي بارونو عمل ددې یو ښه مثال کېدلی شي خصوصاً د اوبو تانک، گدامونه یا داسې نور ساختمانونه چې په هغوی کې ژوندي بار په پراخه پیمانته متغیروي او د مجموعي بار یوه لویه برخه وي.

په پولیند کې (Bolenski, 1973) په ساختمانونو باندې د اوږدې مودې سنجش کولو په سلسله کې د ناستې دغه وضعیت معلوم شوی دی. Bolenski دا پیدا کړله چې د مناسب ثابت بار سره تهدابونه لکه د دفتری ودانیو په تهدابونو کې د ساختمان څخه وروسته یو کم مقدار اضافي ناسته لیدل شوې. که څه هم هغه ساختمانونه چې بار پکې متغیروي لکه د ذخیرې تانکونه، ډېریات د اوږدې مودې ناسته لري. Burland او Burbidge په 1985 کال کې دا څرگنده کړه چې په شگو کې د تهدابونو ناسته د ساختمان څخه 30 کاله وروسته شاید 1.5 څخه تر 2.5 چنده د ساختمان د تکمیلیدلو څخه وروسته ناستې څخه وي. دا د Schmertmann په مساوات کې د دوهمې ښویدني فکتور  $C_2$  یوه ښه دلیل کېدلی شي [560:18].

12.5 د ناستې د وړاندوینې دقت (Accuracy Of Settlement Predictions) د ډیرو فورمولونو او پروسیجرونو د مطالعې څخه وروسته، لوستونکي ته کېدلی شي غلط برداشت پیدا شي چې د ناستې تحلیلول یوه درسته پوهه ده، چې دا درسته خبره نه ده. دا بهتره ده چې د ترزاغی څخه اقتباس وشي. چا چې د ناستې د محاسبه کولو لپاره د خاورې میخانیک څخه د یو ساده سیټ، سخت او تیز قوانینو هیله درلوده، مایوسه شوي وو. هغې شاید ځانگړې بوروهلو د تست د ریکارډ څخه د جیولوجیکي پروفایل جوړولو لپاره د یو ساده قانون هیله هم درلوده. د ستونزو خاصیت د داسې قوانینو ډېر سخت مخنیوی وکړ [560:18].

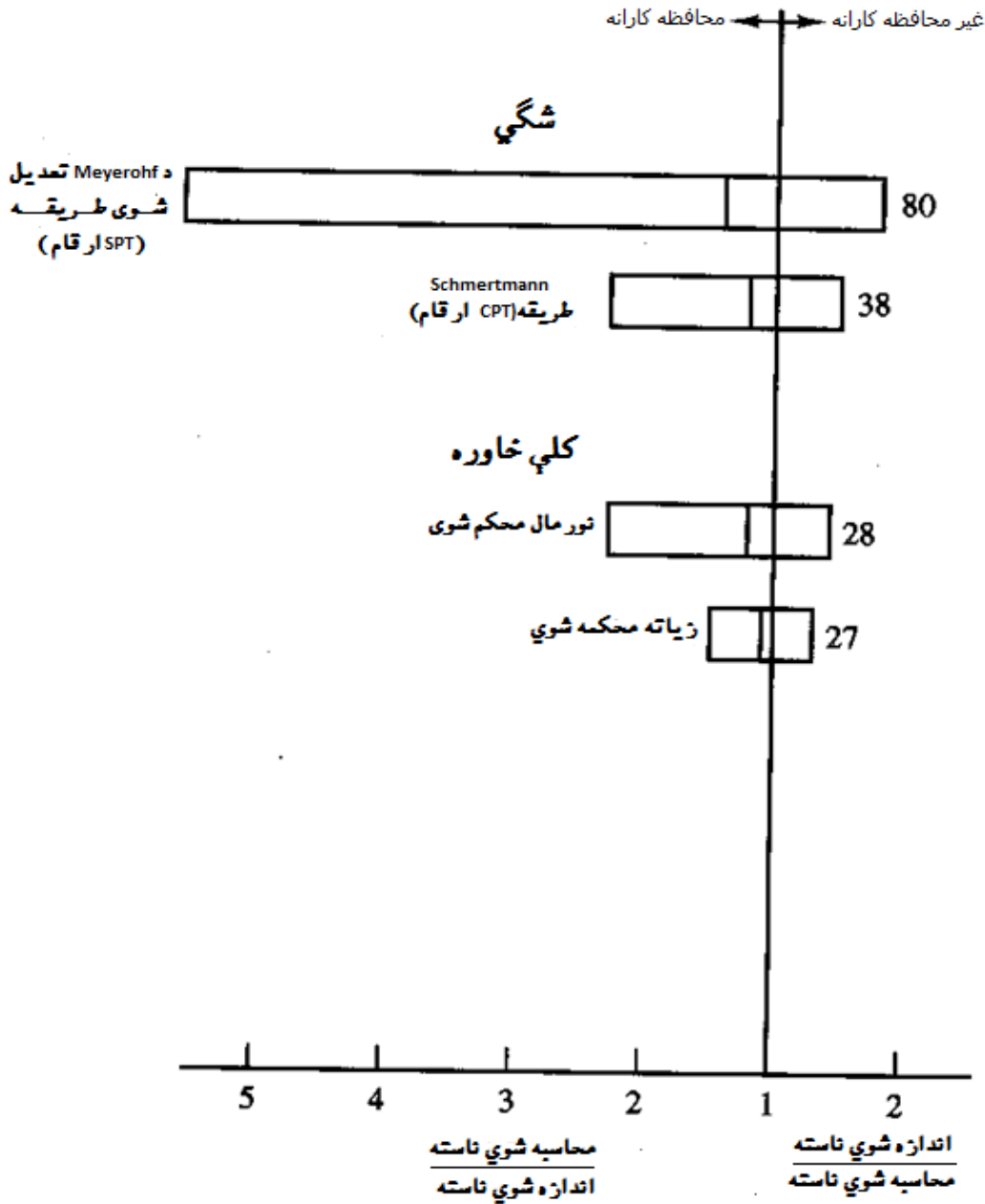
سره له دومره ستونزو د 1936 کال راهیسې ډیرو پرمختگونو صورت ونیو چې د ناستې ستونزه تر اوسه خپل مشکلات لري. هغه طریقې چې په دې اړه توضیح شوي دي

باید د یو لارښود په حیث استفاده وشي او د انجنیرانو د قضاوت مطابق باید استعمال شي. په دې قضاوت کې یو مهم جز په تحلیل کې د غلطۍ په منابعو باندې پوهیدل دي چې دا عبارت دي له:

- د خاورې د پروفایل په تعریفولو کې تزلزل، چې دا یو ځانگړی غټ سبب کېدلی شي. نظر د خاورو د ناپیژانده متراکم کیدلو قابلیت لرونکې طبقو له کبله زیات کیسونه شته چې غیر متوقع زیاته ناسته کوي لکه خام ډبرو سکاره.
  - د خاورې د نمونو مختل کیدل.
  - په ساحوي ازمیښتونو کې غلطی (مخصوصاً په SPT کې).
  - په لابراتواري ازمیښتونو کې غلطی.
  - د خدماتې بارونو په تعریفولو کې معلومات نه لرل، مخصوصاً کله چې مؤقت بار د مجموعي بار غټه برخه جوړه کړي.
  - ساختماني تغییرات (دبیلگې په توگه تهداب د ډیزاین د ابعادو مطابق جوړ نه شي).
  - د زیات محکمیدلو د درجې په معلومولو کې غلطی.
  - د تحلیل په کړنلارو کې دقت نه کول.
  - د خاورې د ساختمان د عکس العمل اغیزو په پام کې نه نیول.
- مونږ کولای شو ځینې غلطیانې د زیات پرمختللي او دقیقې تجزیې او د ازمیښت تخنیکونو څخه استفاده وکړو، مگر هلته د داسې کوښښونو لپاره اقتصادي او تکنالوژیکي محدودیتونه شتون لري.
- د دغو غلطیو له کبله، د یو ځانگړي تهداب اصلي ناستې پیدا کول کېدلی شي د محاسبوي ناستې څخه ستونزمنه وي. (23.5 شکل) د ځانگړي تهداب د ناستې محاسبه کولو لپاره 90% په انټروال کې اطمینان ښایي.
- د دغو ارقام څخه مونږ ته لاندینی پایلې لاسته راځي:

- د ناستې وړاندوینه زیاته محافظه کارانه ده نسبت غیر محافظه کارانه ته. (د بېلگې په توګه دوی د ضعیف وړاندوینې په نسبت زیاتره قوي وړاندوینه کوي)، که څه هم د غلطۍ حد یو څه پراخه دی.
  - د Schmertmann په طریقه چې د ناستې وړاندوینه د CPT ارقامو له مخې کیږي ډیره دقیقه ده نسبت هغه طریقه ته چې د SPT په بنا ولاړوي. (دا باید په یادو ولرو چې دغه پایلې د Schmertmann د 1970 ژباړې په اساس دي، وروستی تزکیه چې په دې فصل کې منعکس شوې باید زیات دقیق پایلې منځته راوړي).
  - په کلي خاوره کې د ناستې وړاندوینه ، خصوصاً د کلي په هغه خاوره کې چې زیات تحکیم شوې وي، د شګې په نسبت ډیره دقیقه ده. که څه هم ځینې وخت په کلي خاوره کې د ناستې اندازه زیاته وي.
- د خاورې زیات فکتورونه چې په (23.5 شکل) کې د خپریدلو سبب کیږي په لنډه فاصله کې تغیر نه کوي، نود توپیري ناستي وړاندوینې باید نسبت مجموعي ناستي ته ډېر دقیق وي. په دې اساس د توپیري مجازي ناستې کریتیریا مخکې توضیح شوې چې د محافظه کارۍ یوه ټاکلې درجه منعکسوي.





23.5 شکل. د ځانگړو تهدابونو د محاسبه شوي او اندازه شوي ناستو ترمنځ پرتلنه. هر ستون 90% د اطمینانیت انتروال بنایي (د بېلگې په توگه 90% د ناستې وړاندوینې په دې حد کې وي) د هر ستون په منځ کې خط د وړاندوینې منځنۍ اندازه بنایي، او ښي خواته نمبرې د ارقامو د نقاطو نمبر بنایي چې د هرې طریقې په ارزونه کې استعمال شوي دي. (د Burbridge، Burand، Schmertmann او د Wahls د ارقامو په اساس). [561:18].

## لنډيز (Summary)

تهدابونه دوه ډوله ناستو سره مخامخ کېږي: مجموعي ناسته او توپيري ناسته. په تیت تهدابونو باندې بار په خاوره کې د زیات عمودي تشنج  $\Delta\sigma_z$  سبب کېږي. د دغه تشنج زیاتیدنه د تهداب لاندې خاوره کې د ناستې سبب کېږي.

د  $\Delta\sigma_z$  مقدار مستقیماً د تهداب لاندې د زغم فشار  $q$  سره مساوي دی. دا د ژوروالي په زیاتیدلو سره کمیږي چې د مربعي تهدابونو لاندې تقریباً د  $2B$  او د فیته یي تهدابونو لاندې د  $6B$  په ژوروالي سره ډېر کمیږي. د تهداب لاندې د  $\Delta\sigma_z$  تقسیمیدل کېدلې شي د Boussinesq ، Westergaard یا Simplified طریقو په مرسته محاسبه شي.

په کلي او سیلت خاورو کې د ناستې تحلیل زیاتره لابراتواري تحکیماتي تستونو پورې اړه لري. د ناستې تحلیل د ترزاغی د ډکون لپاره د ناستې تحلیل غزیدنه ده.

د ناستې تحلیل د لابراتواري تستونو په اساس په کلاسیکي طریقې سره په کوم کې چې یو بعدی محکمیدني په فرضولو یا د Skempton او Bjerrum په طریقه په کوم کې چې درې بعدی محکمیدني لپاره محاسبه کېږي، صورت نیسي.

په شگو کې د ناستې تحلیل زیاتره د ساحوي تستونو په بنا صورت نیسي. د دغو تستونو پایلې د Schmertmann طریقې په استفاده لاسته راځي.

توپيري ناستې د مجموعي ناستې د توپیر د نسبت په کتنې سره اټکل کېږي. د کلي او سیلت لرونکو خاورو، تحکیماتي لابراتواري تستونو په اساس ناسته چې اټکل کېږي د 50% اټکلولو څخه زیات (غیر محافظه کارانه) تر 100% اټکل څخه کم پورې (محافظه کارانه) په حدودو کې وي.

د شگلن خاورو څخه د CPT ارقامو په اساس د ناستې اټکل، د 50% د اټکلولو څخه زیات (غیر محافظه کارانه) تر 100% اټکل څخه کم پورې (محافظه کارانه) په حدودو کې وي. که څه هم د SPT په اساس اټکل ډېر کم صحیح وي.

## پوښتنې (Problems)

1. يو 1500 mm مربعي تهداب چې 400mm د ځمکې سطحې لاندې موقیعت لري یوه بار شوې پایه چې د هغې وزن 350 kN دی حمایه کوي. د تهداب لاندې خاورې واحد وزن  $18.0 \text{ kN/m}^3$  دې او د ځمکې لاندې اوبو سطحه د ځمکې د سطحې څخه 2m لاندې موقیعت لري. د نوموړي تهداب مرکز لاندې په 500 mm په ژوروالي سره په یوه نقطه کې د عمودي تشنج  $\Delta\sigma_z$  تغیر محاسبه کړئ. (a) ساده شوې طریقه استعمال کړئ.
- (b) د Newmark او Boussinesq طریقه استعمال کړئ.
2. د دفتری ودانۍ یو مربعي تهداب (8ft, 6in) چې په 3ft ژوروالي کې موقیعت لري 160 k عمودي بار حمایه کوي. د تهداب لاندې خاوره زیاته تحکیم شوې کلي ده (لومړۍ حالت) چې لاندې انجنیري خواص لرونکې ده:
- $C_r/(1+e_0) = 0.022$  ،  $C_c/(1+e_0) = 0.10$  او  $\gamma = 113 \text{ Ib/ft}^3$ . د خاورې دغه طبقه ډیره ژوره غزیدلې ده او د ځمکې لاندې د اوبو سطحه په 50ft کې لاندې قرار لري. د کلاسیکې طریقې په مرسته او د لاسي محاسبې پواسطه د نوموړي تهداب مجموعي ناسته محاسبه کړئ.
3. د 190 k یوه بار شوې پایه د 10ft مربعي تهداب پواسطه چې 3ft په ژوروالي کې موقیعت لري ، حمایه کیږي. د تهداب لاندې ځوانه نورماله تحکیم شوې شگلنه خاوره وجود لري. د CPT ارقام په نوموړی ساحه کې په لاندې ډول دي:

ژوروالي (فټ)	$q_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )
0.0 – 6.0	30
6.0 – 10.0	51
10.0 – 18.0	65
18.0 – 21.0	59
21.0 – 40.0	110

4. د یوې پایې 300 k بار د 10ft مربعي ته د اب پواسطه حمايه کيږي چې 4ft د ځمکې لاندې موقیعت لري. په دغه ساحه کې CPT تست اجرا شوي دي، او پایله یې په (15.5 شکل) کې بنودل شوي ده. د ځمکې لاندې د ابو سطحه په 6ft ژوروالي کې قرار لري،  $\gamma = 121 \text{ Ib/ft}^3$  او  $\gamma_{sat} = 125 \text{ Ib/ft}^3$  دی:

(a) د Schmertmann د XLS بیله شوې پاڼې په مرسته د ته د اب ناسته محاسبه کړئ.

(b) د ډیزاین انجنیر په پام کې لري چې د خاورې د متراکم کولو لپاره د Vibroflotation څخه استفاده وکړي. دغه پروسه 70% د  $q_c$  قیمت زیاتوي او د خاورې زیاته محکمیدنه صورت نیسي. واحد وزن  $5 \text{ Ib/ft}^3$  زیاتوي. بیله شوې پاڼې په مرسته د ته د اب ناسته وروسته د Vibroflotation پواسطه د خاورې متراکم کولو څخه وروسته محاسبه کړئ.

5. یوه فلزي فرم لرونکې دفتری ودانۍ په غیرد کوم میلان لرونکې ټینګوونکي سره په طبیعي کلي خاوره کې د ځانګړي ته د ابونو پواسطه حمايه کيږي. د نوموړو ته د ابونو مجموعي محاسبه شوې ناسته 20mm ده. توپيري ناسته محاسبه کړئ

6. د پورتنی دوهم سوال ارقامو څخه په استفاده،  $C_r/(1+ e_0) = 0.08$  او  $\gamma = 119 \text{ Ib/ft}^3$  دی. د نوي ته د اب د جوړیدلو او باریدنې په پام کې نیولو سره د زور ته د اب تحکیماتي ناسته محاسبه کړئ. سیلت لرونکې کلي خاوره چې زیاته محکمه شوې (Case I) د ته د اب لاندې موقیعت لري او د ځمکې لاندې د ابو سطحه 8ft لاندې قرار لري.

## شپږم فصل

### فرشي تهدا بونه (Mat Foundations)

#### 1.6 پيژندنه (Introduction)

په عادي شرايطو کې مربعي او مستطيلي تهدا بونه چې په مخکې فصلونو کې ورڅخه يادونه شوې ده، د پايو او ديوالونو بارونو د تحمل لپاره اقتصادي دي. که څه هم د معينو شرايطو لاندې کيدلی شي داسې يو تهدا ب جوړول مناسب وي چې د پايو د دوو يا زياتو قطارونو بار تحمل کړي. دې ډول تهدا بونو ته مرکب تهدا بونه وايي. کله چې د يو قطار څخه زياتو پايو بار د يو کانکريټي سلب پواسطه تحمل شي، دې ډول تهدا ب ته فرشي تهدا ب وايي. په عمومي صورت مرکب تهدا بونه په لاندې کتگوريو صنف بندي کيږي [565:18]:

(a) مستطيلي مرکب تهدا ب (Rectangular combined footing).

(b) ذو ذنقه يي مرکب تهدا ب (Trapezoidal combined footing).

(c) تسمه يي تهدا ب (Strap footing).

#### 2.6 مرکب تهدا بونه (Combined Footings)

##### مستطيلي مرکب تهدا ب (Rectangular combined footing)

په زياتره مواردو کې، د پايو پواسطه چې بار انتقالیږي د خاورې د زغم وړتيا داسې وي چې د ستندرد ځانگړي تهدا ب ډيزاين د خپل اندازې څخه زيات غزولو ته اړتيا پيدا کوي. په دې حالت کې دوه يا زيات پايي په يو مستطيلي تهدا ب باندې قرار ورکول کيږي لکه چې په (1.6 شکل) کې ښودل شوی دی. که چېرې د خاورې خالص مجازي فشار معلوم وي، د تهدا ب سايز يا اندازه (B x L) په لاندې طريقې سره پيدا کيږي.

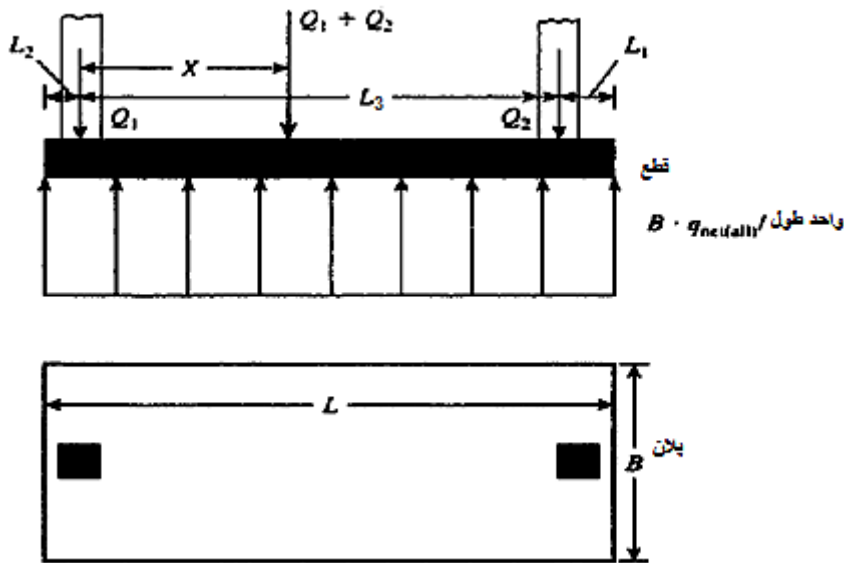
(a) د تهدا ب د مساحت تعينول:

$$A = \frac{Q_1 + Q_2}{q_{net(all)}} \dots\dots\dots (1.6)$$

په پورته فورمول کې:

$Q_1$  او  $Q_2$  په ترتيب سره د پايې بارونه دي.

$q_{net(all)}$  د خاورې خالص مجازي د زغم وړتيا ده.



1.6 شکل. مستطيلي مرکب تهدا ب [566:18].

(b) د تهدا ب بارونو د محصلي د موقیعت تعیینول. (1.6 شکل څخه).

$$X = \frac{Q_2 L_3}{Q_1 + Q_2} \dots\dots\dots (2.6)$$

(c) د تهدا ب لاندې د خاورې د فشار یو نواخت ویشنه، د پایې بارونه باید د تهدا ب د مرکز څخه تیر شي، نو په دې اساس:

$$L = 2(L_2 + X) \dots\dots\dots (3.6)$$

پورته فورمول کې  $L$  د تهدا ب طول دی

(d) کله چې طول تعیین شو د  $L_1$  اندازه په لاندې توگه پیدا کیږي:

$$L_1 = L - L_2 - L_3 \dots\dots\dots (4.6)$$

د  $L_2$  اندازه پیدا کیږي او د تهدا ب محیط، د خط (Property line) موقیعت پورې اړه لري.

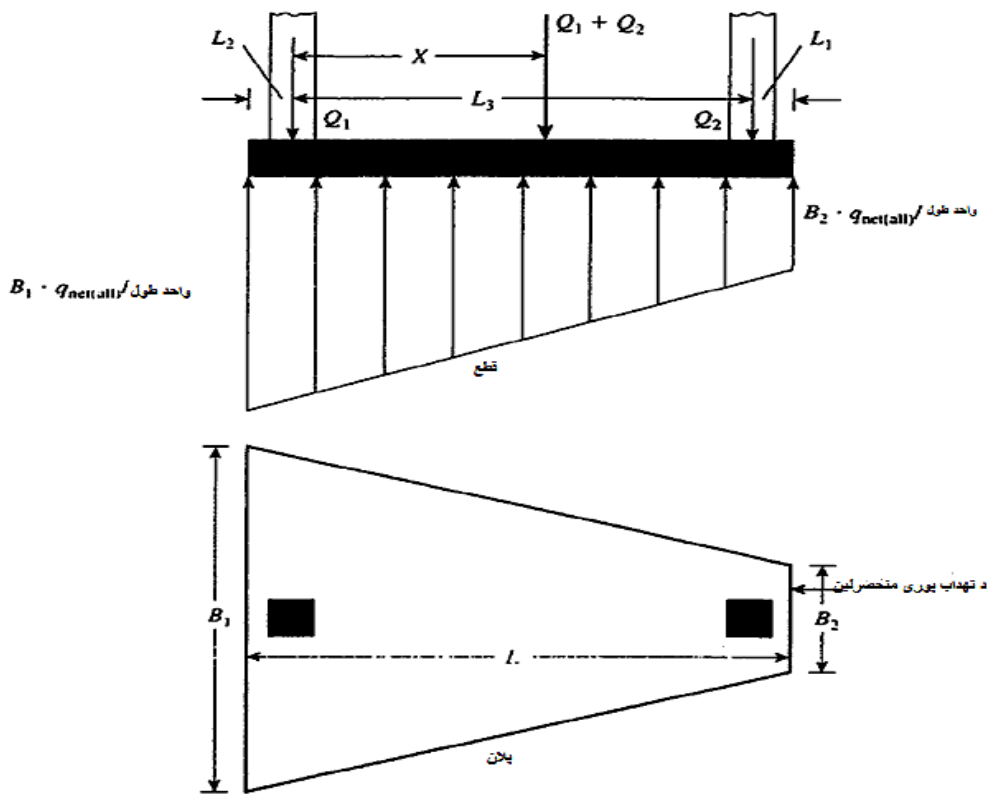
(e) د تهدا ب عرض په لاندې ډول پیدا کیږي:

$$B = \frac{A}{L} \dots\dots\dots (5.6)$$

ذوښقه يې مرکب تهداب (Trapezoidal combined footing)

ذوښقه يې مرکب تهدا بونه (2.6 شکل) ځينې وخت د هغه پایو لپاره چې زیات بار لیردوي، ځانگړي تهداب په حیث استعمالیږي چېرې چې فاصله قید وي. د تهداب سایز چې په خاوره باندې یو نواخت فشار وویشي، په لاندې طریقې سره لاسته راځي: (a) که چېرې د خاورې خالص مجازي فشار معلوم وي، د تهداب مساحت تعیینول.

$$A = \frac{Q_1 + Q_2}{q_{net(all)}}$$



2.6 شکل. ذوښقه يې مرکب تهداب [567:18]

د (2.6 شکل) څخه لرو چې:

$$A = \frac{B_1 + B_2}{2} L \quad \dots \dots \dots (6.6)$$

(b) د پایې د بارونو محصولې د موقیعت تعیینول.

$$X = \frac{Q_2 L_3}{Q_1 + Q_2}$$

(c) د ذوښقې د خاصیت څخه لرو چې:

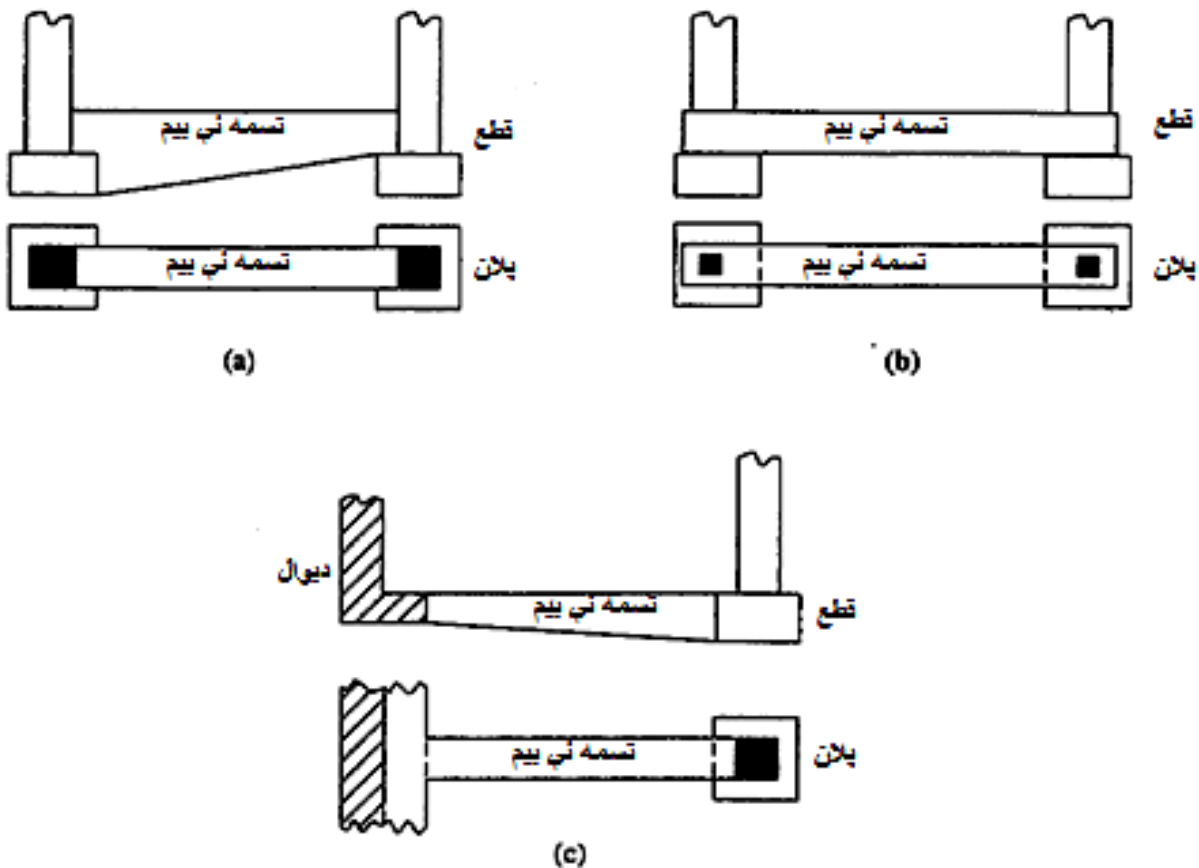
$$X + L_2 = \left( \frac{B_1 + 2B_2}{B_1 + B_2} \right) \frac{L}{3} \dots\dots\dots (7.6)$$

د  $X$ ،  $L$ ، او  $L_2$  معلوم قیمتونو سره د (6.6 او 7.6 مساواتونه) له مخې د  $B_1$  او  $B_2$  قیمتونه لاسته راځي. دا باید په یاد ولرو چې د ذونقې لپاره:

$$\frac{L}{3} < X + L_2 < \frac{L}{2}$$

**کنسولي تهداب (Cantilever Footing)**

کنسولي تهداب په جوړولو کې یو تسمه یې بیم د یو غیرمرکزي بار شوي تهداب او د مرکزي بار شوي تهداب ترمنځ د اتصال په منظور استعمالیږي (3.6 شکل دې وکتل شي). کنسولي تهداب کیدلی شي په هغه ځایونو کې چې د خاورې د زغم مجازي وړتیا لوړه وي او د پایو ترمنځ فاصله زیاته وي، د ذونقه یې یا مستطیلی مرکب تهدا بونو په عوض استعمالیږي.

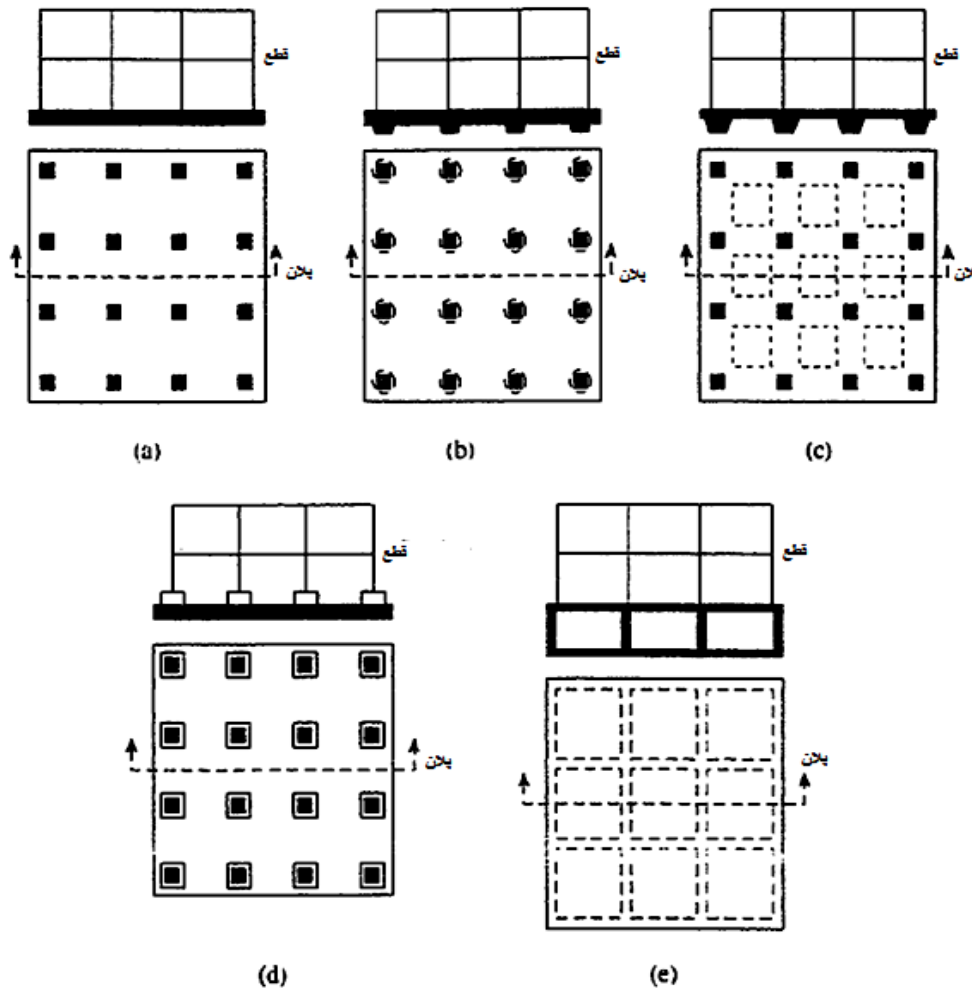


3.6 شکل. د تسمه یې بیم په استفاده کنسولي تهداب [568:18].



### 3.6 د فرشي تهدا بونو معمول ډولونه (Common types of Mat Foundations)

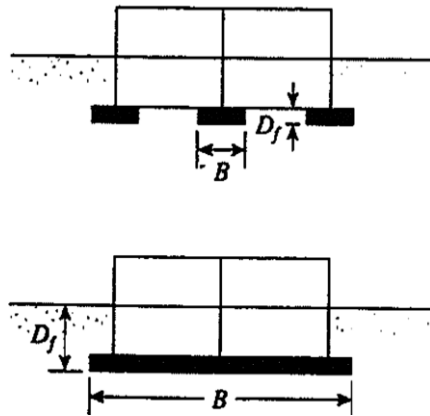
فرشي تهدا بونو مرکب تهدا بونو دی ، چې د پایو او دیوالونو لاندې د یو حمایوي ساختمان په توگه ټوله ساحه احتوا کوي. ځینې وخت کله چې د خاورې د زغم وړتیا ضعیفه وي فرشي تهدا بونو ته ترجیح ورکول کیږي، مگر هغه باید د پایې او دیوال زیات بار وزغمي. د ځینو حالتونو له مخې کله چې ځانگړي تهدا بونو د ودانۍ نیمایي څخه زیات مساحت احتوا کړی وي په دې صورت کې فرشي تهدا بونو ډېر اقتصادي دي چې باید په پام کې ونیول شي. په اوسني وخت کې د فرشي تهدا بونو مختلف ډولونه استعمالیږي ، چې ځینې معمول ډولونه یې په (4.6 شکل) کې ښودل شوي دي او په لاندې ډول دي:



4.6 شکل. د فرشي تهدا بونو معمول ډولونه [570:18].

1. هموار پليټ (4a.6 شکل). فرشي تهدا بونو په شان ضخامت لري.
2. د پايو لاندې ضخيم هموار پليټ (4b.6 شکل).
3. سلب او بيمونه (4c.6 شکل) بيمونه په دواړو خواو غزیدلي، او پايي د بيمونو د تقاطع په نقطه کې موقیعت نیولي.
4. متو لرونکی هموار پليټ (4d.6 شکل).
5. د فرشي تهدا بونو د يو برخې په شکل د لاندینی طبقې دیوال سره سلب (4e.6 شکل). دیوالونه د فرشي تهدا بونو د تقویه کونکي په شکل عمل کوي.

فرشي تهدا بونه کیدلی شي د میخي تهدا بونو پواسطه حمایه شي، کوم چې هغه د ساختمان په ناسته کې کموالی راولي، کوم چې ساختمان د تخته کیدونکې خاورو لپاسه جوړ شویوي. په کومو ځایونو کې چې د ځمکې لاندې اوبو سطحه لوړه وي فرشي تهدا بونه د میخي تهدا بونو لپاسه جوړیږي ترڅو د لامبو وهلو څخه مخنیوی وکړي. په (5.6 شکل) کې د ځانگړي تهدا بونو او فرشي تهدا بونو د ژوروالي  $D_f$  او عرض  $B$  ترمنځ توپیر ښودل شوی دی.



5.6 شکل. د ځانگړي او فرشي تهدا بونو مقایسه (B د تهدا بونو عرض او  $D_f$  د تهدا بونو ژوروالی دی) [571:18].

#### 4.6 د فرشي تهدا بونو د زغم وړتیا (Bearing capacity of Mat foundation)

د فرشي تهدا بونو د زغم خالص نهایی وړتیا د سطحې تهدا بونو په شان د عین مساوات په استفاده په لاندې توگه پیدا کیږي.

$$q_u = c' N_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma N_{\gamma s} N_{\gamma d} N_{\gamma i}$$

د زغم د وړتيا فکتورونو او د ډول ، ژوروالي او د بار د ميلان فکتورونو په اړه مخکې يادونه شوې ده. په پورته فورمول کې  $B$  د فرشي تهدا ب د کوچنۍ اندازې څخه عبارت دی. د فرشي تهدا ب خالص نهايي وړتيا عبارت ده له:

$$q_{net(u)} = q_u - q$$

د ډاډمنتيا مناسب فکتور څخه بايد د زغم خالص مجازي وړتيا په محاسبه کولو کې استفاده وشي. په کلي خاوره کې د فرشي تهدا ب لپاره د ډاډمنتيا فکتور د  $m$  باري اعظمي ژوندي بار په صورت کې بايد د 3 څخه کم نه وي. که څه هم د زيات نهايي حالتونو لاندې د ډاډمنتيا فکتور د 1.75 څخه تر 2 پورې وي. په شگو کې د فرشي تهدا ب جوړولو لپاره په نورماله توگه د ډاډمنتيا فکتور بايد 3 په پام کې ونيول شي. په زيات کاري حالت کې د فرشي تهدا ب د زغم د وړتيا د ناکامۍ په مقابل کې د ډاډمنتيا فکتور په شگو کې ډېر زيات په پام کې نيول کېږي [18:575].

د  $\emptyset = 0$  په صورت کې د مشبوع کلی خاورې لپاره په عمودي باريدنې حالت کې پورتنی فورمول لاندې حالت ځانته غوره کوي:

$$q_u = c_u N_c F_{cs} F_{cd} + q \quad \dots\dots\dots (8.6)$$

په پورته فورمول کې  $c_u$  په غير د اوبو کنبلو څخه سرينناکې ده (د  $\emptyset = 0$  لپاره  $N_c = 5.14$ ،  $N_q = 1$  او  $N_\gamma = 0$  د جدول څخه اخستل شوی).

$$F_{cs} = 1 + \frac{B}{L} \left( \frac{N_q}{N_c} \right) = \left( \frac{B}{L} \right) \left( \frac{1}{5.14} \right) = 1 + \frac{0.195B}{L}$$

او

$$F_{cd} = 1 + 0.4 \left( \frac{D_f}{B} \right)$$

په (8.6 مساوات) کې د مخکېنيو ډول او ژوروالي فکتورونو په وضع کولو سره لرو چې:

$$q_u = 5.14 c_u \left( 1 + \frac{0.195B}{L} \right) \left( 1 + 0.4 \frac{D_f}{B} \right) + q \quad \dots\dots\dots (9.6)$$

په دې اساس د زغم نهايي وړتيا عبارت ده له:

$$q_{net(u)} = q_u - q = 5.14 c_u \left( 1 + \frac{0.195B}{L} \right) \left( 1 + 0.4 \frac{D_f}{B} \right) \quad \dots\dots (10.6)$$

د  $FS=3$  لپاره د خاورې د زغم خالص مجازي وړتيا مساوي کېږي په:

$$q_{net(all)} = \frac{q_{net(u)}}{FS} = 1.713c_u \left(1 + \frac{0.195B}{L}\right) \left(1 + 0.4 \frac{D_f}{B}\right) \dots (11.6)$$

د دانه يې خاورو لپاسه د فرشي تهدا بونو جوړولو لپاره د زغم خالص مجازي وړتيا كيدلې شي د ستندرد نفوذ د مقاومت نمبرونو څخه په مناسبه توگه پيدا شي. د سطحې تهدا بونو لپاره مونږ كولاى شو د زغم خالص مجازي وړتيا په لاندې ډول پيدا كړو:

$$q_{net} \left(\frac{kN}{m^2}\right) = \frac{N_{60}}{0.08} \left(\frac{B + 0.3}{B}\right)^2 F_d \left(\frac{S_e}{25}\right)$$

په پورته فورمول كې:

$N_{60}$  ستندرد نفوذ مقاومت.

B عرض (m)

$$F_d = 1 + 0.33 \left(\frac{D_f}{B}\right) \leq 1.33$$

$S_e$  ناسته په (mm)

كله چې د تهدا ب عرض زيات وي، مخكينى مساوات په لاندې تقريبي توگه

ليكلې شو:

$$q_{net} \left(\frac{kN}{m^2}\right) = \frac{N_{60}}{0.08} \left(\frac{B+0.3}{B}\right)^2 F_d \left(\frac{S_e}{25}\right)$$

$$= \frac{N_{60}}{0.08} \left[1 + 0.33 \left(\frac{D_f}{B}\right)\right] \left[\frac{S_e(mm)}{25}\right] \leq 16.63 N_{60} \left[\frac{S_e(mm)}{25}\right] \dots (12.6)$$

په عمومي صورت سطحې تهدا بونه د 25mm پورې د اعظمي ناستې لپاره او

تقريباً 19mm توپيري ناستې لپاره ډيزاينيري.

تشنجات د تهدا ب لاندې خاورو كې زياتيري او د تهدا ب عرض پورې اړه لري.

په دې اساس د فرشي تهدا ب د تاثير يا نفوذ زون نسبت ځانگړې تهدا ب ته ډېر زيات دى.

په همدې اساس د فرشي تهدا ب لاندې سسته خاوره هموار تقسيميري چې په نتيجه

كې كم توپيري ناسته كوي. په همدې ترتيب د فرشي تهدا بونو لپاره تر 50mm او

توپيري ناسته تر 19mm پورې ناسته فرضيري. د دغه فرضيې په استفاده په محافظه

كارانه توگه فرضوو چې  $F_d = 1$  او (12.6 مساوات) په تقريبي توگه ليكلای شو.

$$q_{net(all)} = q_{net} \left( \frac{kN}{m^2} \right) \approx 25N_{60} \quad \dots\dots\dots(14a.6)$$

په يو تهدا باندې چې خالص مجازي فشار عمل کوي (6.8 شکل دی وکتل شي) په لاندې ډول پيدا کيږي:

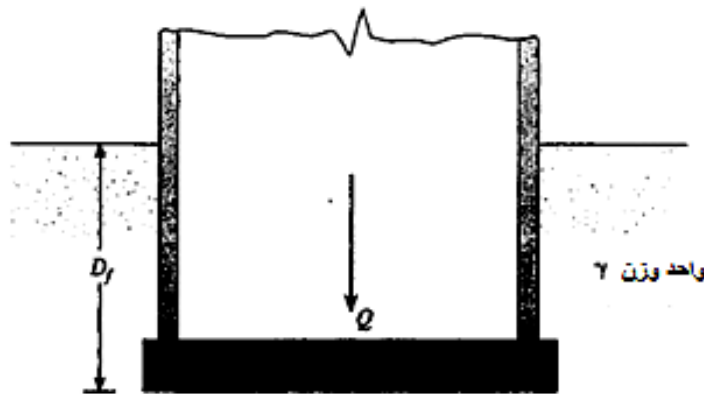
$$q = \frac{Q}{A} - \gamma D_f \quad \dots\dots\dots(15.6)$$

پورته فورمول کې:

Q د ساختمان مېر بار او ژوندي بار .

A د فرشي تهدا مساحت .

په ټولو حالاتو کې Q بايد د  $q_{net}$  سره مساوي او يا له هغې څخه کم وي .



6.6 شکل. په خاوره باندې د فرشي تهدا پواسطه وارده خالص فشار [572:18]

### 1.6 مثال

په مشبوع کلی خاورې باندې د يو فرشي تهدا د زغم خالص نهايي وړتيا پيدا کړئ چې د (15m x 10m) ابعادو لرونکی دی، او د خاورې سرينسناکې  $c_u = 95kN/m^2$  او  $\phi = 0$  او  $D_f = 2m$ .

حل

د (10.6 مساوات) څخه ليکلی شو:

$$\begin{aligned} q_{net(u)} &= 5.14c_u \left( 1 + \frac{0.195B}{L} \right) \left( 1 + 0.4 \frac{D_f}{B} \right) \\ &= 5.14(95) \left( 1 + \frac{0.195 \times 10}{15} \right) \left( 1 + \frac{0.4 \times 2}{10} \right) = 595.9 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

## 2.6 مثال

په شگلنه خاوره باندي د يو فرشي تهډاب د زغم خالص نهايي وړتيا پيدا کړئ چې د (15m x 10m) ابعادو لرونکی دی.  $D_f = 2m$ ، مجازي ناستې اندازه 25mm او د نفوذ منځنی نمبر  $N_{60} = 10$ .

حل

د (12.6 مساوات) څخه ليکلی شو:

$$q_{net(all)} = \frac{N_{60}}{0.08} \left[ 1 + 0.33 \left( \frac{D_f}{B} \right) \right] \left[ \frac{S_e(mm)}{25} \right] \leq 16.63 N_{60} \left[ \frac{S_e(mm)}{25} \right]$$

$$q_{net(all)} = \frac{10}{0.08} \left[ 1 + 0.33 \left( \frac{2}{10} \right) \right] \left[ \frac{25}{25} \right] = 133.25 \text{ kN/m}^2$$

## 5.6 د فرشي تهډابونو توپيري ناسته (Differential Settlement of Mats)

په 1988 کال کې ACIC 336 د فرشي تهډابونو د توپيري ناستې محاسبه کولو لپاره يوه طريقه پيشنهاد کړه. دغه طريقې ته په کتنې سره د سختې فکتور  $K_r$  په لاندې ډول محاسبه کيږي [578:18]:

$$K_r = E' I_b / E_s B^3 \quad \dots\dots\dots(16.6)$$

په پورته فورمول کې:

$E'$  په ساختمان کې د استعماليدونکو موادو الاستيکي مودول.

$E_s$  د خاورې الاستيکي مودول.

$B$  د تهډاب عرض

$I_b$  په في واحد طول کې د ساختمان انرشيا مومنت د  $B$  په بني طرف زاويه کې.

د  $E' I_b$  اصطلاح په لاندې توگه ليکلی شو:

$$E' I_b = E' \left( I_F + \sum I'_b + \sum \frac{ah^3}{12} \right) \quad \dots\dots\dots(17.6)$$

په پورته فورمول کې:

$E' I_b$  د تهډاب او د تهډاب څخه پورته ساختمان په في واحد طول کې د  $B$  په بني

طرف زاويه کې انعطاف لرونکې سختي.

$\sum E' I'_b$  د فرم د عناصرو انعطافي سختي د  $B$  په بني طرف زاويه کې.

د  $\sum(E' \frac{ah^3}{12})$  د شیبیر والونو انعطافي سختي .

$a$  د شیبیر وال ضخامت .

$h$  د شیبیر وال ارتفاع .

$E'I_F$  د تهداب انعطاف پذيري .

د  $K_r$  د قیمت په اساس د توپيري ناستې او مجموعي ناستې نسبت  $\delta$  په

لاندې طريقي سره محاسبه کيږي:

1. که چېرې  $K_r > 0.5$  وي، دا کيدلی شي يو سخت فرشي تهداب تلقي شي او

$$\delta = 0$$

2. که چېرې  $K_r = 0.5$  وي نو  $\delta = 0.1$

3. که چېرې  $K_r = 0$  وي نو د مربعي فرشي تهداب ( $B/L = 1$ ) لپاره  $\delta = 0.35$  او

د اوږدو تهدابونو ( $B/L = 0$ ) لپاره  $\delta = 0.5$  دی .

## 6.6 په ساحه کې د فرشي تهدابونو د ناستې مشاهدات

(Field Settlement Observation for Mat Foundations)

په ساحه کې د فرشي تهدابونو زیاتره مشاهدات د انجنیرۍ په اوسني ادبیاتو

کې شتون لري . په دې برخه کې ، مونږ د ځینو فرشي تهدابونو لپاره د لیدل شویو ناستو

پرتلنه کوو کوم چې د دانه داره خاورو لپاسه جوړ شوي او د (12.6 مساوات) له مخې

لاسته راغلي دي .

Meyerhof په (1965) کې د فرشي تهدابونو لپاره لیدل شوي اعظمي

ناستې راتول کړل ، چې نوموړي تهدابونه د شگو او جغلو لپاسه جوړ شوي وو ، چې په

(1.6 جدول) کې لست شوي دي . په (12.6 مساوات) کې ، که چېرې د ژوروالي

فکتور ،  $1 + 0.33(D_f/B)$  په تقریبي توګه یو فرض شي نو لرو چې:

$$S_e(mm) \approx \frac{2q_{net(all)}}{N_{60}} \dots\dots\dots(18.6)$$

د  $q_{net(all)}$  او  $N_{60}$  قیمتونو څخه چې د (1.6 جدول) په ترتیب سره په 5 او 6

ستون کې ورکړل شوي دي د  $S_e$  قیمت محاسبه کيږي چې په 8 ستون کې لیکل شوی

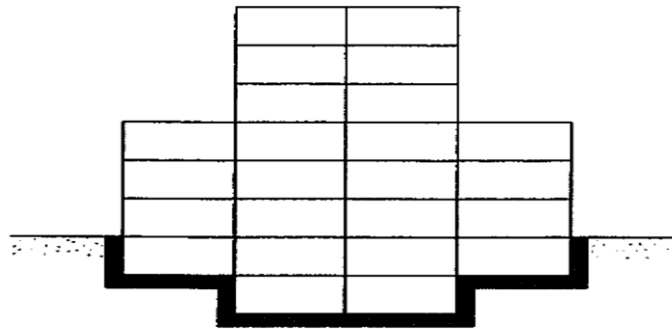
دی .

د (1.6 جدول) په 9 ستون کې د  $S_e$  محاسبه شوي او مشاهده شوي قیمتونو نسبت بنودل شوی دی. دغه نسبتونه د 0.79 څخه تر 3.39 پورې توپیر کوي. په دې اساس د (1.6 مساوات) په مرسته د زغم خالص مجازي وړتیا قیمت په مصئونو توگه لاسته راځي [582:18].

### 7.6 جبران شوي تهداب (Compensated foundation)

د (7.6 شکل) او (15.6 مساوات) دا بنایي چې د فرشي تهداب لاندې خالص فشار په خاوره کې زیاتېږي او د فرشي تهداب د ژوروالي  $D_f$  په زیاتیدلو سره دغه فشار کمیږي. دغه لاسته راوړنه په عمومي صورت جبران شوي تهداب ډیزاین ته راجع کیږي او کله چې ساختمانونه په نرمه کلي خاوره باندې جوړېږي، دا ډیزاین گټور دي. په دې ډیزاین کې، د ساختمان د لوړ پوړیزې برخې لاندې یوه ژوره تحکوي جوړېږي، کوم چې د خاورې په هر ژوروالي کې د خالص فشار زیاتوالی یو شان وي (8.6 شکل دې وکتل شي). د (15.6 مساوات) او (7.6 شکل) څخه په خاوره باندې د خالص منحنی اندازې وارده فشار په لاندې ډول لاسته راځي:

$$q = \frac{Q}{A} - \gamma D_f$$



7.6 شکل. تعویض شوي تهداب [583:18]

د فرشي تهداب لاندې خاوره کې د خالص فشار د نه زیاتیدلو په صورت کې  $q=0$  دی او په دې اساس:

$$D_f = \frac{Q}{A\gamma} \dots\dots\dots(19.6)$$

د  $D_f$  دغه رابطه زیاتره د کاملاً جبران شوي تهداب ژوروالي پورې اړه لري.



دموازي جبران شوي تهدا بونو  $D_f < \frac{Q}{A\gamma}$  لپاره د زغم د وړتيا د ناکامۍ په مقابل کې د ډاډمنتيا فکتور د لاندي فورمول په مرسته لاسته راځي:

$$FS = \frac{q_{net}(u)}{q} = \frac{\frac{Q}{A} - \gamma D_f}{q} \dots\dots\dots(20.6)$$

چېرې چې:

$q_{net}(u)$  د زغم خالص نهايي وړتيا ده.

د مشبوع شوي کلي خاورې لپاره ، د زغم د وړتيا د ناکامۍ په مقابل کې د ډاډمنتيا فکتور کيدلی شي په (20.6 مساوات) کې د (10.6 مساوات) وضع کولو پواسطه په لاندي توگه لاسته راشي:

$$FS = \frac{5.14C_u \left(1 + \frac{0.195B}{L}\right) \left(1 + 0.4 \frac{D_f}{B}\right)}{\frac{Q}{A} - \gamma D_f} \dots\dots\dots(21.8)$$

### 3.6 مثال

په (7.6 شکل) کې بنودل شوی فرشي تهدا ب د (18.3m x 30.5m) ابعادو لرونکی دی . په تهدا ب باندي د دايمي او ژوندي بارونو اندازه  $111 \times 10^3 \text{ kN kip}$  دی. فرشي تهدا ب په يو مشبوع شوي کلي خاورې باندي قرار لري، چې واحد وزن يې  $18.87 \text{ kN/m}^3$  او  $c_u = 134 \text{ kN/m}^2$  دی. د تهدا ب ژوروالي  $D_f = 1.52 \text{ m}$  ورکړل شوی ، د زغم د وړتيا د ناکامۍ په مقابل کې د ډاډمنتيا فکتور پيدا کړئ؟

**حل**

د (21.6 مساوات) څخه د ډاډمنتيا فکتور په لاندي ډول پيدا کوو:

$$FS = \frac{5.14C_u \left(1 + \frac{0.195B}{L}\right) \left(1 + 0.4 \frac{D_f}{B}\right)}{\frac{Q}{A} - \gamma D_f} = \frac{5.14(134) \left(1 + \frac{0.195 \times 18.3}{30.5}\right) \left(1 + 0.4 \frac{1.52}{18.3}\right)}{\frac{111 \times 10^3}{18.3 \times 30.5} - (18.87)(1.52)}$$

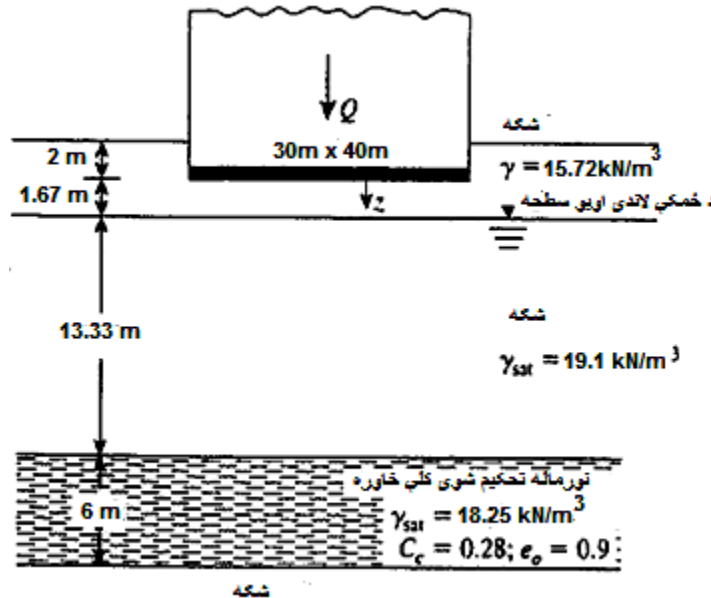
$$= 4.66$$

1.6 جدول. په شگه او جغلو لپاسه د فرشي تهدا بونو ناسته (د Meyerhof, 1965 طريقي په اساس) [301:5]

کيس نمبر	ساختمان	ريفرينس	B (m)	N <sub>60</sub> د اوسط	q <sub>net(all)</sub> kN/m <sup>2</sup>	مشاهده شوي اعظمي ناسته S <sub>e</sub> (mm)	محاسبه شوي اعظمي ناسته S <sub>e</sub> (mm)	$\frac{S_e}{S_e}$ محاسبه شوي $\frac{S_e}{S_e}$ مشاهده شوي
1	T. Edison Sao Paulo, Brazil	Rios and Silva (1948)	18.29	15	229.8	15.24	30.64	2.01
2	Banco do Brazil Sao Paulo, Brazil	Rios and Silva (1948) Vargas (1961)	22.86	18	239.4	27.94	26.6	0.95
3	Iparanga Sao Paulo, Brazil	Vargas (1948)	9.14	9	304.4	35.56	67.64	1.9
4	C.B.I., Esplanda Sao Paulo, Brazil	Vargas (1961)	14.63	22	383.0	27.94	34.82	1.25
5	Riscala Sao Paulo, Brazil	Vargas (1948)	3.96	20	229.8	12.7	22.98	1.81
6	Thyssen Dusseldorf, Germany	Schultze (1962)	22.55	25	239.4	24.13	19.15	0.79
7	Ministry Dusseldorf, Germany	Schultze (1962)	15.85	20	220.2	20.32	22.02	1.08
8	Chimney Cologne, Germany	Schultze (1962)	20.42	10	172.4	10.16	34.48	3.39

## 4.6 مثال

په پلان کې يو فرشي تهدا ب چې  $(30m \times 40m)$  ابعادو لرونکی دی په پام کې ونیسئ چې په (9.6 شکل) کې ښودل شوي دي. په تهدا ب باندې د دايمي او ژوندي بارونو اندازه  $200 \times 10^3 kN$  ده. د تهدا ب په منحنۍ برخه کې تحکیماتي ناسته تخمین کړئ.



9.6 شکل. د فرشي تهدا ب لاندې تحکیماتي ناسته [304:5]

حل

$$S_{c(p)} = \frac{C_c H_c}{1 + e_0} \log\left(\frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{av}}{\sigma'_0}\right)$$

$$\sigma'_0 = (3.67)(15.72) + (13.33)(19.1 - 9.81) + \frac{6}{2}(18.55 - 9.81)$$

$$\sigma'_0 \approx 208 kN/m^2$$

$$H_c = 6 m$$

$$C_c = 0.28$$

$$e_0 = 0.9$$

د  $Q = 200 \times 10^3 kN$  لپاره په في واحد مساحت کې خالص بار مساوي دی له:

$$q = \frac{Q}{A} - \gamma D_f = \frac{200 \times 10^3}{30 \times 40} - (15.72)(2) \approx 135.2 kN/m^2$$

بار شوی مساحت کیدلی شي چې په څلورو برخو باندې وویشل شي. چې هر یو یې (15m x 20m) ابعادو لرونکی دی. او د لاندې فورمول په مرسته کولی شو چې د هر کنج لاندې د کلی خاوری د یو مستطیلي ساحې په طبقه کې د زیات شوی تشنج منځنۍ اندازه محاسبه کړو.

$$\Delta\sigma'_{av(H_2/H_1)} = q_o \left[ \frac{H_2 I_{a(H_2)} - H_1 I_{a(H_1)}}{H_2 - H_1} \right]$$

$$\Delta\sigma'_{av(H_2/H_1)} = 135.2 \left[ \frac{(1.67 + 13.3 + 6)I_{a(H_2)} - (1.67 + 13.33)I_{a(H_1)}}{6} \right]$$

د  $I_{a(H_2)}$  لپاره:

$$m_2 = \frac{B}{H_2} = \frac{15}{1.67 + 13.33 + 6} = 0.71$$

$$n_2 = \frac{L}{H_2} = \frac{20}{21} = 0.95$$

د  $m_2 = 0.71$  او  $n_2 = 0.95$  لپاره د (Braja M. Das د کتاب د 7.5 شکل) څخه

د  $I_{a(H_2)}$  قیمت 0.21 دی او د  $I_{a(H_1)}$  لپاره:

$$m_2 = \frac{B}{H_1} = \frac{15}{15} = 1$$

$$n_2 = \frac{L}{H_1} = \frac{20}{15} = 1.33$$

$$I_{a(H_1)} = 0.225$$

$$\Delta\sigma'_{av(H_2/H_1)} = 135.2 \left[ \frac{(21)(0.21) - (15)(0.225)}{6} \right] = 23.32 \text{ kN/m}^2$$

په دې اساس د (30m x 40m) مساحت مرکز لاندې د تشنج زیاتیدنه مساوي دی

له  $93.28 \text{ kN/m}^2 = (4)(23.32)$  سره، نو په دې اساس

$$S_{c(p)} = \frac{C_c H_c}{1 + e_0} \log\left(\frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{av}}{\sigma'_0}\right)$$

$$S_{c(p)} = \frac{(0.28)(6)}{1 + 0.9} \log \left( \frac{208 + 93.28}{208} \right) = 0.142m = 142mm$$

### 8.6 د فرشي تهدا بونو ساختماني محاسبه (Structural Design of Mat Foundations)

د فرشي تهدا بونو ساختماني محاسبه په دوو طريقو سره صورت نيسي:

- معمولي سختی طريقه (Conventional Rigid method) او
  - تقريبي انعطاف پذيره طريقه (Approximate flexible method)
- محدود تفاضلي (Finite - difference) طريقه او محدود عنصر (Finite - element) طريقه هم استعماليري، مگر په دې فصل کې يواځې پورتنۍ دوه لومړنۍ طريقې تر بحث لاندې نيول کيږي [304:4].

#### معمولي سختی طريقه (Conventional Rigid Method)

فرشي تهدا بونو د ډيزاين معمولي سختی طريقه د (10.6 شکل) په پام کې نيولو

سره مرحله په مرحله توضيح کيږي:

1مرحله . د (10a.6 شکل) د فرشي تهدا بونو ابعاد (L x B) او د پایو بارونه

$Q_1, Q_2, Q_3, \dots$  بنایي چې د پایو مجموعي بارونه په لاندې ډول محاسبه کيږي:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots \quad \dots\dots\dots(22.6)$$

2مرحله . د لاندې مساوات په مرسته د فرشي تهدا بونو لاندې د A, B, C, D, ..... د نقطو

په خاوره کې فشار q پیدا کيږي.

$$q = \frac{Q}{A} \mp \frac{M_y x}{I_y} \mp \frac{M_x y}{I_x} \quad \dots\dots\dots(23.6)$$

په پورته فورمول کې:

$$A = B \times L$$

$$I_x = \left( \frac{1}{12} \right) BL^3 \quad \text{د انرشيا مومنت دی نظر x محور ته.}$$

$$I_y = \left( \frac{1}{12} \right) LB^3 \quad \text{د انرشيا مومنت دی نظر y محور ته.}$$

$M_x = Qe_y$  د پایې د بارونو مومنت دی نظر  $x$  محور ته.

$M_y = Qe_x$  د پایې د بارونو مومنت دی نظر  $y$  محور ته.

د بارونو عن مرکزیتونه  $e_x$  او  $e_y$  د  $x$  او  $y$  په جهتونو د  $(x', y')$  کواردیناتو په

مرسته پیدا کیري.

$$x' = \frac{Q_1x'_1 + Q_2x'_2 + Q_3x'_3 + \dots}{Q} \dots\dots\dots(24.6)$$

او

$$e_x = x' - \frac{B}{2} \dots\dots\dots(25.6)$$

په مشابه توگه:

$$y' = \frac{Q_1y'_1 + Q_2y'_2 + Q_3y'_3 + \dots}{Q} \dots\dots\dots(26.6)$$

او

$$e_y = y' - \frac{B}{2} \dots\dots\dots(27.6)$$

3 مرحله. په دریمه مرحله کې پیدا شوی خاورې فشار قیمتونه د خاورې مجازي فشار سره مقایسه کیري چې  $q \leq q_{all(net)}$  پیدا شي.

4 مرحله. فرشي تهداب د  $x$  او  $y$  په جهتونو په خو برخو ویشل (10.6 شکل دې وکتل شي)، چې د هرې برخې عرض  $B_1$  سره مساوي دی.

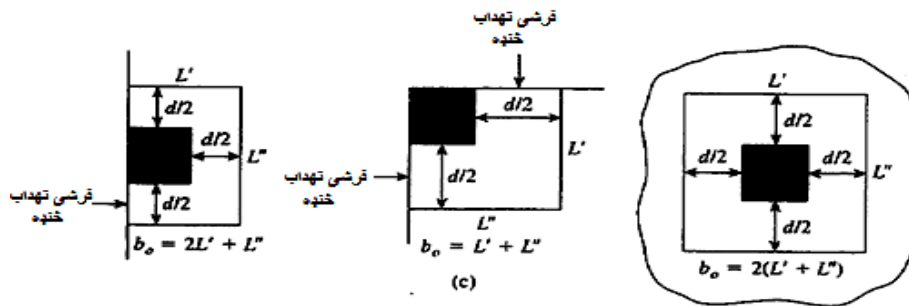
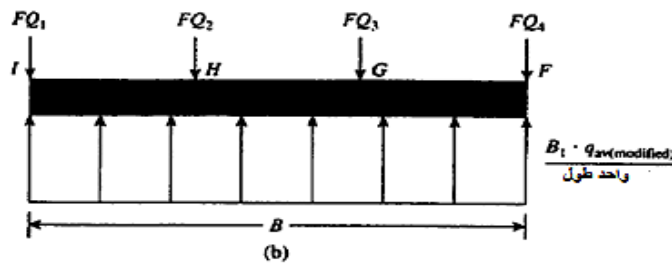
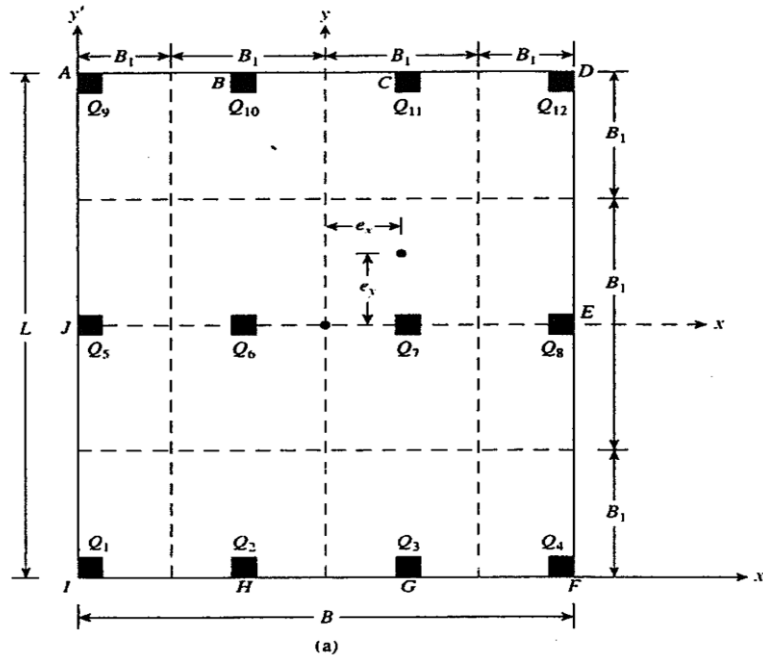
5 مرحله. د هرې برخې د عرضي قوو  $v$  او د مومنتونو  $M$  دیاگرام رسمول (د  $x$  او  $y$  په جهتونو). د مثال په ډول په (10a شکل) کې لاندینی برخې د  $x$  په جهت د خاورې فشار مساوي دی له:

$$q_{av} \approx \frac{q_I + q_F}{2} \dots\dots\dots(28.6)$$

په پورته فورمول کې:

$q_I$  او  $q_F$  د خاورې فشار دی په  $I$  او  $F$  نقطو کې، لکه چې په دوهمه مرحله کې پیدا شوی دی.

د خاورې مجموعي عكس العمل مساوي دی له  $q_{av}B_1B$  سره. اوس د پایو مجموعي بار لکه  $Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$  لاسته راوړو. د پایو د بارونو مجموعه د تهداب د ویشل شوې برخو په یوه برخه کې  $q_{av}B_1B$  سره مساوي نه دي، ځکه چې د مجاورو برخو ترمنځ عرضي قوې په پام کې نه دي نیول شوي. د دغه دلیل لپاره، د خاورې عكس العمل او د پایو بارونه ترتیب ته اړتیا لري یا



10.6 شکل. د فرشي تهدا ب معمولي سختی ډیزاین [306:4].

$$\text{منځنی بار} = \frac{q_{av}B_1B + (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4)}{2} \dots\dots\dots(29.6)$$

اوس د خاورې تعديل شوی عکس العمل منځنی اندازه مساوي ده له:

$$q_{av(modified)} = q_{av} \left( \frac{\text{بارمنځنی}}{q_{av}B_1B} \right) \dots\dots\dots(30.6)$$

د پایو تعديل شوی بار فکتور مساوي دی له:

$$F = \frac{\text{بارمنځنی}}{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4} \dots\dots\dots(31.6)$$

په دې اساس د پایو تعديل شوي بارونه عبارت دي له:  $FQ_1$ ,  $FQ_2$ ,  $FQ_3$ , او  $FQ_4$  خڅه. دغه تعديل شوي بارونه په نظر لاندې برخه کې په (10b.6 شکل) کې بنودل شوي دي.

د نوموړې برخې لپاره د عرضي قوو او مومنت دیاگرامونه رسمیري، او دغه پروسیجر د فرشي تهداب نورو ټولو ویشل شویو برخو لپاره د X او Y په جھتونو سره تکراریري.

6 مرحله. د مختلفو پایو سره نږدې د متسنج قطر لپاره د ازمايلو پواسطه د فرشي تهداب د مؤثره ژوروالي d پیدا کول. نظر ACI 318-95 کود ته د بحراني برخې لپاره:

$$U = b_o d [\phi(0.34)\sqrt{f'_c}] \dots\dots\dots(32.6)$$

په پورته فورمول کې:

$U$  فکتور شوی د پایې بار (MN) یا (د پایې بار) X (د بار فکتور).

$\phi$  کمونکی فکتور ( $\phi = 0.85$ ).

$f'_c$  په 28 ورځو کې د کانکریټو فشاري مقاومت ( $\text{MN/m}^2$ ).

$b_o$  او  $d$  واحدونه په متر سره دي.

د  $b_o$  اصطلاح د  $d$  په پام کې نیولو سره کوم چې د فرشي تهداب په پلان کې د پایې د

موقیعت پورې اړه لري کیدلی شي چې د (10c.6 شکل) خڅه لاسته راوړو.



7 مرحله. د تهداب د ټولو ویشل شویو برخو د یو جهت مومنت د دیاگرام خڅه (X یا Y)، په فی واحد عرض کې مثبت اعظمي مومنت او منفي مومنت (د مثال په ډول  $M' = M/B_1$ ) لاسته راځي.

8 مرحله. په فی واحد عرض کې د X او Y په جهتونو د مثبت او منفي سیخبندي لپاره د سیخانو مساحت پیدا کولو په خاطر لرو چې:

$$M_u = (M')(load\ factor) = \phi A_s f_y \left(d - \frac{a}{2}\right) \dots\dots\dots(33.6)$$

او

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} \dots\dots\dots(34.6)$$

په پورته فورمول کې:

$A_s$  په فی واحد عرض کې د سیخانو مساحت.

$f_y$  په کشش کې د سیخبندي حاصل شوی تشنج.

$M_u$  فکتور شوي مومنت.

$\phi = 0.9$  کمونکی فکتور.

### تقریبي انعطاف پذیره طریقه (Approximate Flexible Method)

د ډیزاین د معمولي سختی په طریقه کې، فرشي تهدا ب غیر محدود سخت فرض شوی. همدارنگه د خاورې فشار په مستقیم خط سره ویشل شوی او د خاورې فشار مرکزیت د پایې د قوو د محصلې د عمل د مسیر سره منطبق دی. (11a.6 شکل دی وکتل شي) د ډیزاین په تقریبي انعطاف پذیره طریقه کې، خاوره د الاستیکي غیر محدوده سپرینگونو سره معادل فرض کیږي لکه چې په (11b.6 شکل) کې بنودل شوی دی. دغه فرضیه ځینې وخت د حلزوني تهداب په شکل وي. د دغو فرض شویو سپرینگونو الاستیکي ثابت د ځمکې د قشر د عکس العمل ضریب k پورې اړه لري [308:4].

د انعطاف پذیره تهداب ډیزاین اړونده مفهوم پوهیدلو لپاره د  $B_1$  عرض لرونکی یو بیم چې نامحدوده طول لرونکی دی په پام کې نیول کیږي، چې په (11c.6 شکل) کې

بنودل شوی. په بيم باندي متمرکز بار  $Q$  عمل کوي. د موادو ميخانيک د اساساتو څخه لرو چې:

$$M = E_F I_F \frac{d^2 z}{dx^2} \dots\dots\dots (35.6)$$

په پورته فورمول کې:

$M$  په هره برخه کې مومنت.

$E_F$  د تهدا ب د موادو الاستيکيت مودول دی.

$I_F$  د بيم د قطع شوې برخې انرشيائي مومنت دی چې مساوي کيږي په  $(\frac{1}{12})B_1 h^3$  سره. (11c.8 شکل دی وکتل شي).

که څه هم

$$\frac{dM}{dx} = v \quad (\text{عرضي قوه})$$

او

$$\frac{dV}{dx} = q = \text{خاورې عکس العمل}$$

په دې اساس

$$\frac{d^2 M}{dx^2} = q \dots\dots\dots (36.6)$$

(35.6 مساوات) او (36.6 مساوات) د يوځای کولو څخه لرو چې:

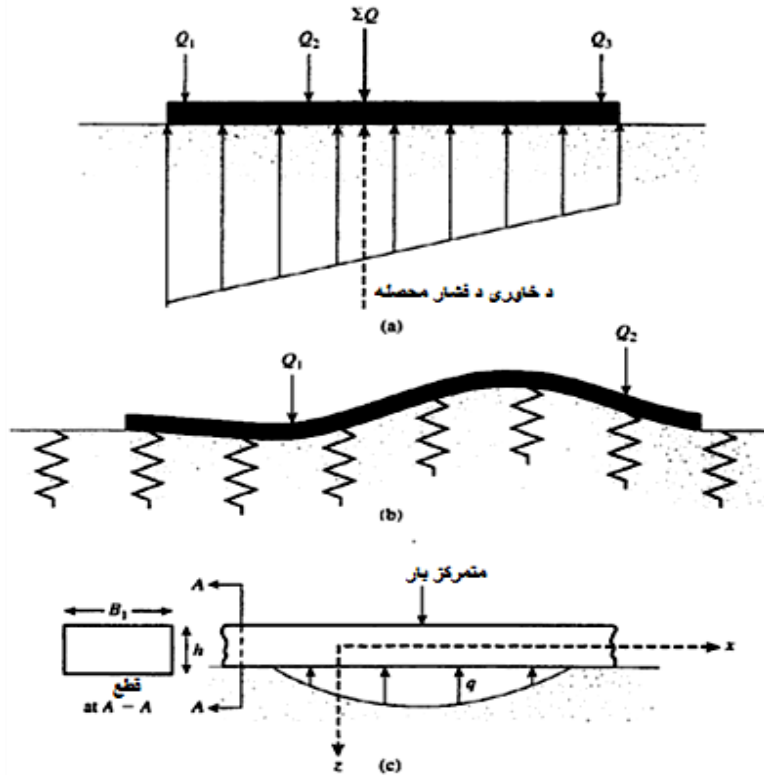
$$E_F I_F \frac{d^4 z}{dx^4} = q \dots\dots\dots (37.6)$$

د خاورې عکس العمل مساوي دی له:

$$q = -zk'$$

$z$  خمیده گي

$$k' = kB_1$$



11.6 شکل. (a) د معمولي سختې طريقې پواسطه د ډيزاين اساسات، (b) د تقريبي انعطاف پذيره طريقې اساسات، (c) په الاستيکي تهدا باندې د بيم لپاره د (39.6 مساوات) لاسته راوړنه [309:4].

$k$  د تهدا ب د بستر عکس العمل ضريب څخه عبارت دی ( $kN/m^3$  يا  $Ib/in^3$ )  
په دې اساس

$$E_F I_F \frac{d^4 z}{dx^4} = -zkB_1 \quad \dots\dots\dots (38.6)$$

د (38.6 مساوات) حل لپاره:

$$z = e^{-\alpha x} (A' \cos \beta x + A'' \sin \beta x) \quad \dots\dots\dots (39.6)$$

$A'$  او  $A''$  ثابت دی او

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{B_1 k}{4E_F I_F}} \quad \dots\dots\dots (40.6)$$

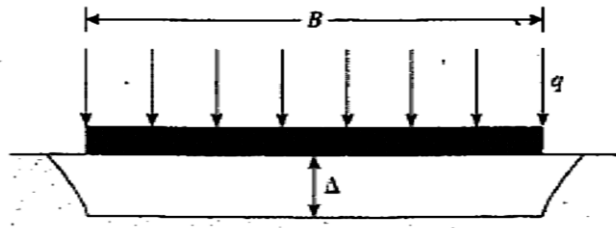
په پورته فورمول کې د  $\beta$  واحد  $(length)^{-1}$  دی. دغه پارامیتر د فرشي تهدا ب په ډيزاين کې که په معمولي سختې طريقې يا په تقريبي انعطاف پذيره طريقې سره ډيزاين

شي ، ډېر مهم دی. نظر ACI-336 کود ته که چېرې د پایې فاصله د تهدا ب په ویشل شوي برخه کې (Strip) د  $1.75/\beta$  څخه کم وي، نو فرشي تهدا ب باید د معمولي سختې طریقې پواسطه ډیزاین شي. که چېرې د پایې فاصله په (Strip) کې د  $1.75/\beta$  څخه زیات وي د تقریبي انعطاف پذیره طریقه استعمالیږي.

د انعطاف پذیره یو فرشي تهدا ب د ساختمان ډیزاین تحلیلولو لپاره د د تهدا ب د بستر د عکس العمل په ضریب  $k$  باندې پوهیدل اړین دي. مخکې له دې څخه چې په تقریبي انعطاف پذیره طریقې باندې بحث وکړو ، باید نوموړی ضریب په زیات ډیتایل سره وڅیړو.

که چېرې یو تهدا ب چې د  $B$  عرض لرونکی وي (12.6 شکل دې وکتل شي) د  $q$  بار د هغې په فی واحد مساحت باندې وارد شي، نوموړی تهدا ب د  $\Delta$  په اندازه ناسته کوي. د تهدا ب د بستر مودول ضریب  $k$  په لاندې ډول پیدا کیږي:

$$k = \frac{q}{\Delta} \quad \dots\dots\dots(41.6)$$



12.6 شکل. د تهدا ب د بستر د عکس العمل ضریب  $k$  څرگندونه [310:4].

د  $k$  واحد  $kN/m^3$  دی. د ورکړل شوي خاورې لپاره د تهدا ب د بستر د عکس العمل ضریب قیمت ثابت نه دی ، مگر تر یو باندې پورې زیاتو فکتورونو پورې اړه لري، لکه طول  $L$  او عرض  $B$  د تهدا ب او همدارنگه د تهدا ب ژوروالی. د ترزاغې هر اړخیزه څیړنه د هغه پارامیترونو په اړه چې په نوموړي ضریب باندې اغیزه لري دا بنایي چې د تهدا ب په عرض سره د ضریب قیمت کمیږي. په ساحه کې د مربعي پلیټونو ( $0.3m \times 0.3m$ ) پواسطه د بارونې تست کیدلی شي صورت ونیسي ، او د  $k$  قیمت محاسبه شي. د  $k$  قیمت په لاندې طریقو سره د لویو تهدا بونو ( $B \times B$ ) اندازه کولو پورې اړه لري.

په شگلنه خاورو کې تهدا بونه (Foundations on Sandy Soils) په شگلنه خاوره کې تهدا ب لپاره:

$$k = k_{0.3} \left( \frac{B+0.3}{2B} \right)^2 \quad \dots\dots\dots(42.6)$$

چېرې چې  $k_{0.3}$  او  $k$  د  $(0.3m \times 0.3m)$  او  $B(m) \times B(m)$  اندازو لرونکې تهدا ب د تهدا ب دبستر د عکس العمل ضریبونه دي او واحد یې  $kN/m^3$  دی.

د کلی په خاورو باندي تهدا ب (Foundation on Clays) د کلی په خاورو باندي تهدا ب لپاره:

$$k (kN/m^3) = k_{0.3}(kN/m^3) \left[ \frac{0.3(m)}{B(m)} \right] \quad \dots\dots\dots(43.6)$$

په (43.6 مساوات) کې د  $k$  او  $k_{0.3}$  مشخصات د (42.6 مساوات) سره یو شان دي. د مستطیلي تهدا بونو لپاره چې د  $(L \times B)$  ابعادو لرونکي وي (د یو شان خاورې او  $q$  لپاره).

$$k = \frac{k_{(B \times B)} \left( 1 + 0.5 \frac{B}{L} \right)}{1.5} \quad \dots\dots\dots(44.6)$$

په پورته فورمول کې  $k$  د مستطیلي تهدا ب د بستر د مودول ضریب دی او  $k_{(B \times B)}$  د مربعي تهدا ب د بستر د مودول ضریب دی.

د (44.6 مساوات) څخه دا څرگندیږي چې د  $k$  قیمت د  $B$  عرض لرونکي ډېر غټ تهدا ب لپاره تقریباً  $0.67k_{(B \times B)}$  دی.

د دانه یې خاورو د الاستیکیت مودول په ژوروالي سره زیاتېږي. ځکه چې د تهدا ب ناسته د الاستیکیت مودول پورې اړه لري، د  $k$  قیمت د تهدا ب په ژوروالي سره زیاتېږي.

په (2.6 جدول) کې په شگلن او کلی لرونکې خاورو لپاره د تهدا ب د بستر عکس العمل د ضریب  $k_{0.3}(k_1)$  لپاره د قیمتونو حدود بنودل شوي دي.

د اوږده بيمونو د تهدا ب د بستر عکس العمل د اټکلولو لپاره (Vesic) لاندیني مساوات وړاندیز کړی دی:

$$k' = Bk = 0.65 \sqrt[12]{\frac{E_s B^4}{E_F I_F}} \left( \frac{E_s}{1 - \mu_s^2} \right)$$

يا

$$k = 0.65 \sqrt[12]{\frac{E_s B^4}{E_F I_F}} \left( \frac{E_s}{B(1 - \mu_s^2)} \right) \dots\dots\dots(45.6)$$

په پورته فورمول کې:

$E_s$  د خاورې د الاستکیت مودول.

$B$  د تهدا ب عرض.

$E_F$  د تهدا ب د موادو د الاستکیت مودول.

$I_F$  د تهدا ب د مقطع انرشيايي مومنت.

$\mu_s$  د خاورې د Poisson نسبت دی.

په تقریبي توگه (46.6 مساوات) په عملي ساحه کې ډېر زیات استعمالیږي:

$$k = \frac{E_s}{B(1 - \mu_s^2)} \dots\dots\dots(46.6)$$

د تهدا ب د بستر د عکس العمل په ضریب باندې بحث څخه وروسته اوس مونږ په

تقریبي انعطاف پذیره طریقې پواسطه د فرشي تهدا ب په ډیزاین باندې بحث کوو.

دغه طریقه چې د (ACI-336) پواسطه پیشنهاد شوي، مرحله په مرحله توضیح

کیري. د ډیزاین پرویسجر، کوم چې په پیل کې د پلیټ تیوري په بنا، چې د هغې په

چاپیریال کې د کانکریټي پایې د بارونو د اغیزو (مومنت، عرضي قوې او خمیده گي)

ارزونه کوي. که چېرې د دوو یا زیاتو پایو د اغیزې زون یو بل وپوښي، کیدلی شي په هره

نقطه کې د خالص مومنت، عرضي قوه او خمیده گي (deflection) حاصلولو لپاره د

قوو د اغیزو جمع یا انطباق څخه استفاده وشي. دغه طریقه په لاندې ډول ده:

1 مرحله. نظر د معمولي سختې طریقې ته د فرشي تهدا ب ضخامت  $h$  فرضیږي

( $h$  د فرشي تهدا ب مجموعي ضخامت دی).

2.6 جدول. د تهدا ب د بستر عكس العمل قيمتونه  $k_{0.3}(k_1)$ . [312:4]

د خاورې ډول	$k_{0.3}(k_1) MN/m^3$
وچه يا مرطوبه شگه: سسسته (Loose)	8-25
متوسطه (Medium)	25-125
متراكمه (Dense)	125-375
مشبوع شوې شگه: سسسته (loose)	10-15
متوسطه (Medium)	35-40
متراكمه (Dense)	130-150
كلې خاوره: كلكه (Stiff)	10-25
ډيره كلكه (very stiff)	25-50
سخته (Hard)	> 50

2 مرحله. د لاندي فورمول پواسطه د فرشي تهدا ب موجي سختی  $R$  پيدا كول:

$$R = \frac{E_F h^3}{12(1-\mu_F^2)} \quad \dots\dots\dots(47.8)$$

چېرې چې:

$E_F$  د تهدا ب د موادو د الاستكيت مودول دی.

$\mu_F$  د تهدا ب د موادو د Poisson نسبت دی.

3 مرحله. په لاندي توگه د مؤثره سختی د شعاع پيدا كول:

$$L' = \sqrt[4]{\frac{R}{k}} \quad \dots\dots\dots(48.6)$$

په پورته فورمول کې  $k$  د بستر د عكس العمل ضريب دی. د هرې پاڼې د بار د

اغېزې زون د  $3L'$  څخه تر  $4L'$  پورې وي.

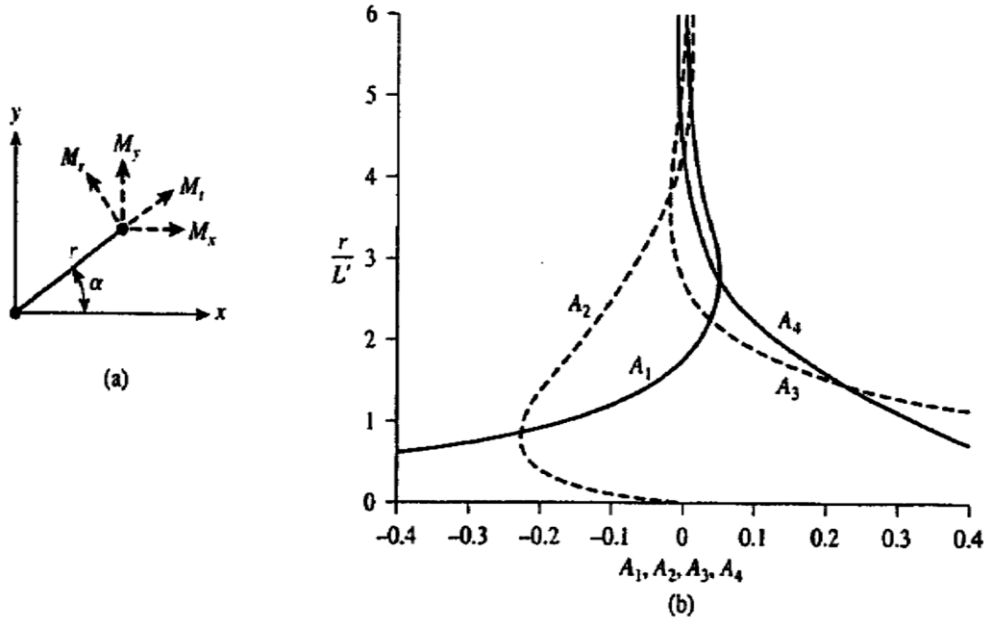
4 مرحله. د پاڼو د بار له كبله د مومنت پيدا كول (13a.6 شكل دې وكتل شي).

فورمولونه چې استعماليري په لاندي ډول دي:

$$M_r = \text{شعاعي مومنت} = -\frac{Q}{4} \left[ A_1 - \frac{(1-\mu_F)A_2}{\frac{r}{L'}} \right] \dots\dots\dots(49.6)$$

او

$$M_t = \text{مماسي مومنت} = -\frac{Q}{4} \left[ \mu_F A_1 - \frac{(1-\mu_F)A_2}{\frac{r}{L'}} \right] \dots\dots\dots(50.6)$$



13.6 شکل. د فرشي تهدا ب د ډيزاين تقريبي انعطاف پذيره طريقه [314:4]

په پورته فورمول کې:

R د پاڼې د بار څخه شعاعي فاصله ده.

Q د پاڼې بار دی.

A1 او A2 د  $\frac{r}{L'}$  توابع دي چې په (شکل 13b.6) کې ښودل شوي دي.

د Cartesian کوآرډيناتو سيستم کې (شکل 13a.6) ته وکتل شي):

$$M_x = M_t \sin^2 \alpha + M_r \cos^2 \alpha \dots\dots\dots(51.6)$$

او

$$M_y = M_t \cos^2 \alpha + M_r \sin^2 \alpha \dots\dots\dots(52.6)$$



5 مرحله. د فرشي تهدا ب فې واحد عرض لپاره د پايې د بار له سببه عرضي قوې پيدا كول په لاندې توگه صورت نيسي:

$$V = \frac{Q}{4L'} A_3 \dots\dots\dots(53.6)$$

د  $r/L'$  سره د  $A_3$  توپير په (8b.13 شكل) كې بنودل شوی دی.

6 مرحله. كه چېرې د فرشي تهدا ب كنچ د پايې د اغېزې په زون كې واقع شي، د كنچ په طول كې مومنت او عرضي قوه پيدا كيږي. (فرض كړئ چې فرشي تهدا ب ادامه لري) د معلوم شرايطو تر برقرارولو لپاره بايد پيدا شوی مومنت او عرضي قوې په مخالف علامو سره په كنچ كې په پام كې ونيول شي.

7 مرحله. خميده گي يا Deflection په هره نقطه كې په لاندې توگه پيدا كيږي:

$$\delta = \frac{QL'^2}{4R} A_4 \dots\dots\dots(54.6)$$

د  $A_4$  تغيرات په (6b.13 شكل) كې بنودل شوی دی.

### 5.6 مثال

په (6.14 شكل) كې د فرشي تهدا ب پلان بنودل شوی دی. په A، B، C، D، E او F نقطو كې د خاورې فشار محاسبه كړئ. (نوټ: د ټولو پاڼو مقطع (0.5m x 0.5m) په پام كې نيول شوي دي).

**حل**

$$(23.8 مساوات): q = \frac{Q}{A} \pm \frac{M_y x}{I_y} \pm \frac{M_x y}{I_x}$$

$$A = (16.5)(21.5) = 354.75m^2$$

$$I_x = \frac{1}{12} BL^3 = \frac{1}{12} (16.5)(21.5)^3 = 13,655m^4$$

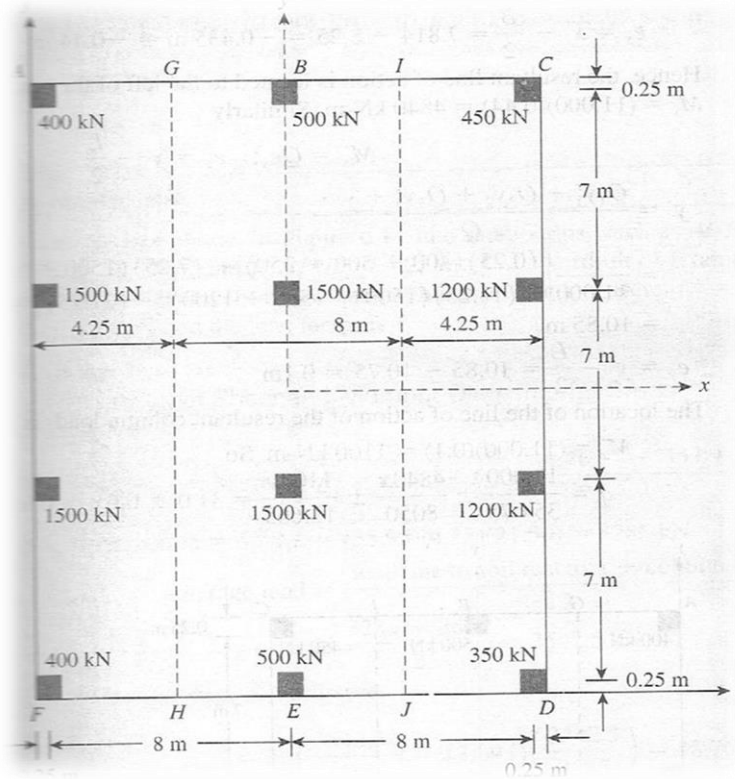
$$I_y = \frac{1}{12} LB^3 = \frac{1}{12} (21.5)(16.5)^3 = 8,050m^4$$

$$Q = 350 + (2)(400) + 450 + (2)(500) + (2)(1200) + (4)(1500) = 11,000kN$$

$$M_y = Qe_x, \quad e_x = x' - \frac{B}{2}$$

$$x' = \frac{Q_1x'_1 + Q_2x'_2 + Q_3x'_3 + \dots}{Q}$$

$$= \frac{1}{11,000} \left[ \begin{aligned} &(8.25)(500 + 1500 + 1500 + 500) \\ &+ (16.25)(350 + 1200 + 1200 + 450) \\ &+ (0.25)(400 + 1500 + 1500 + 400) \end{aligned} \right] = 7.814m$$



14.6 شکل. د فرشي ته‌داب پلان [315:4]

$$e_x = x' - \frac{B}{2} = 7.814 - 8.25 = -0.435 \approx -0.44m$$

په دې اساس د قوو د محصلې د عمل مسير د فرشي ته‌داب د مرکز څخه چپ خواته

قرار لري ، پس:

$$M_y = Qe_x = 11,000 \times 0.44 = 4840 \text{ kN.m}$$

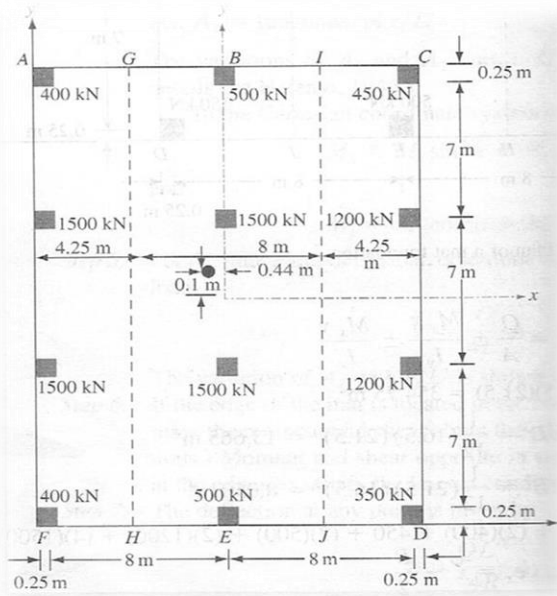
په مشابه توگه:

$$M_x = Qe_y, \quad e_y = y' - \frac{L}{2}$$

$$y' = \frac{Q_1y'_1 + Q_2y'_2 + Q_3y'_3 + \dots}{Q}$$

$$= \frac{1}{11,000} \left[ \begin{aligned} &(0.25)(400 + 500 + 500 + 350) \\ &+ (14.25)(1500 + 1500 + 1200) \\ &+ (21.25)(400 + 500 + 450) \end{aligned} \right] = 10.85 \text{ m}$$

$$e_y = y' - \frac{L}{2} = 10.85 - 10.75 = 0.1 \text{ m}$$



15.6 شکل. د فرشي تهدا ب پلان [315.4]

د پایود بارونو د محصلې د مسير موقیعت په (شکل 15.6) کې ښودل شوی دی.

$$M_x = Qe_y = (11,000)(0.1) = 1100 \text{ kN.m}$$

$$q = \frac{11,000}{354.75} \pm \frac{4840x}{8050} \pm \frac{1100y}{13,665} = 31.0 \pm 0.6x \pm 0.08y \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

په دې اساس:

$$\begin{aligned} \text{په } A \text{ کې } q &= 31.0 + (0.6)(8.25) + (0.08)(10.75) \\ &= 36.81 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{په } B \text{ کې } q = 31.0 + (0.6)(0) + (0.08)(10.75) = 31.86 \text{ kN/m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{په } C \text{ کې } q &= 31.0 - (0.6)(8.25) + (0.08)(10.75) \\ &= 26.91 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{په } D \text{ کې } q &= 31.0 - (0.6)(8.25) - (0.08)(10.75) \\ &= 25.19 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{په } E \text{ کې } q = 31.0 + (0.6)(0) - (0.08)(10.75) = 30.14 \text{ kN/m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{په } F \text{ کې } q &= 31.0 + (0.6)(8.25) - (0.08)(10.75) \\ &= 35.09 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

## 6.6 مثال

په (14.6 شکل) کې ښودل شوی فرشي تهدا ب په دريو فيته يې برخو يعنې AGHF ( $B_1 = 4.25m$ ), GIJH ( $B_1 = 8m$ ) او ICDJ ( $B_1 = 4.25m$ ) باندې وويشئ. د (5.6 مثال) د نتيجې څخه استفاده وکړئ او د سيخبندي اندازه د  $y$  په محور معلوم کړئ. په دې ځای کې  $f'_c = 20.7MN/m^2$ ,  $f_y = 413.7MN/m^2$  او د بار فکتور 1.7 دی.

## حل

د هرې فيته يې برخې لپاره د عرضي قوو او مومنت دياگرام پيدا کول:

د AGHF فيته يې برخه:

$$q_{av} = \frac{q(at A) + q(at F)}{2} = \frac{36.81 + 35.09}{2} = 35.95 \text{ kN/m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{خاورې مجموعي عکس العمل} &= q_{av} B_1 L = (35.95)(4.25)(21.5) \\ &= 3285 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{د پايې بارونه + بار نظر د خاورې عکس العمل ته} \\ \text{منځنی بار} &= \frac{\text{د پايې بارونه + بار نظر د خاورې عکس العمل ته}}{2} \\ &= \frac{3285 + 3800}{2} = 3542.5 \text{ kN} \end{aligned}$$

د خاورې منځنی تعديل شوی فشار مساوي دی له:

$$q_{av(modified)} = q_{av} \left( \frac{3542.5}{3285} \right) = (35.95) \left( \frac{3542.5}{3285} \right) = 38.768 \text{ kN/m}^2$$

د پايې بارونه کيدلی شي د همدې طريقې په مرسته د  $F$  فکتور په ضربولو سره

تعديل شي.

$$F = \frac{3542.5}{3800} = 0.9322$$

په (16.6 شکل) کې په فيته يې برخه باندې بار او د عرضي قوو او مومنت دياگرامونه

ښودل شوي دي. دا بايد په ياد ولرو چې د پايې بارونه چې په دې شکل کې ښودل شوي دي

په  $F=0.9322$  فکتور کې ضرب شوي دي. همدارنگه د بيم په في واحد طول باندې بار مساوي دی له:

$$B_1 q_{av(modified)} = (4.25)(38.768) = 164.76 \text{ kN/m.}$$

د GIJH فيته يې برخه: په عين طريقي سره لرو چې:

$$q_{av} = \frac{q(at B) + q(at E)}{2} = \frac{31.86 + 30.14}{2} = 31.0 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{خاورې مجموعي عکس العمل} = (31)(8)(21.5) = 5332 \text{ kN}$$

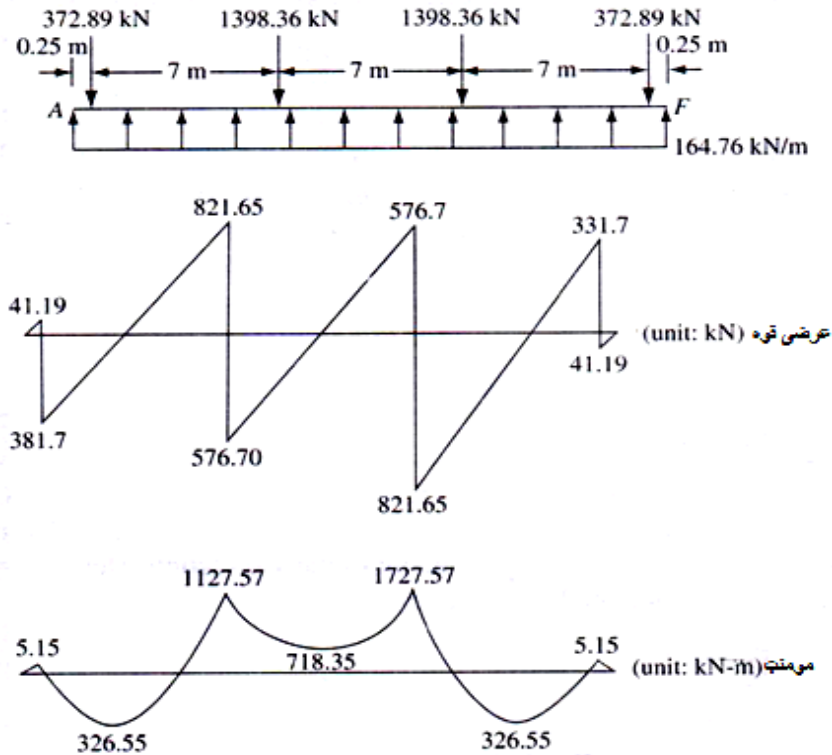
$$\text{د پاڼې مجموعي بارونه} = 4000 \text{ kN}$$

$$\text{منځنی بار} = \frac{5332 + 4000}{2} = 4666 \text{ kN}$$

$$q_{av(modified)} = (31) \left( \frac{4666}{5332} \right) = 27.12 \text{ kN/m}^2$$

$$F = \frac{4666}{4000} = 1.1665$$

بارونه، عرضي قوې او مومنت دياگرامونه په (شکل 17.8) کې ښودل شوي دي.



شکل 16.6 د AGHF فيته يې برخې لپاره د عرضي قوې او مومنت دياگرامونه [4:318].

د ICDJ فیته یې برخه: د فیته یې برخې لپاره په (18.6 شکل) کې دیاگرامونه ښودل شوي دي.

د فرشي تهدا ب د ضخامت تعینول: په دې مسئله کې، سوري کونکي عرضي قوې بحراني مقطع په هغه پایه کې ده چې فرشي تهدا ب په کنج کې قرار لري او 1500 kN بار متحملوي (19.6 شکل). په دې اساس:

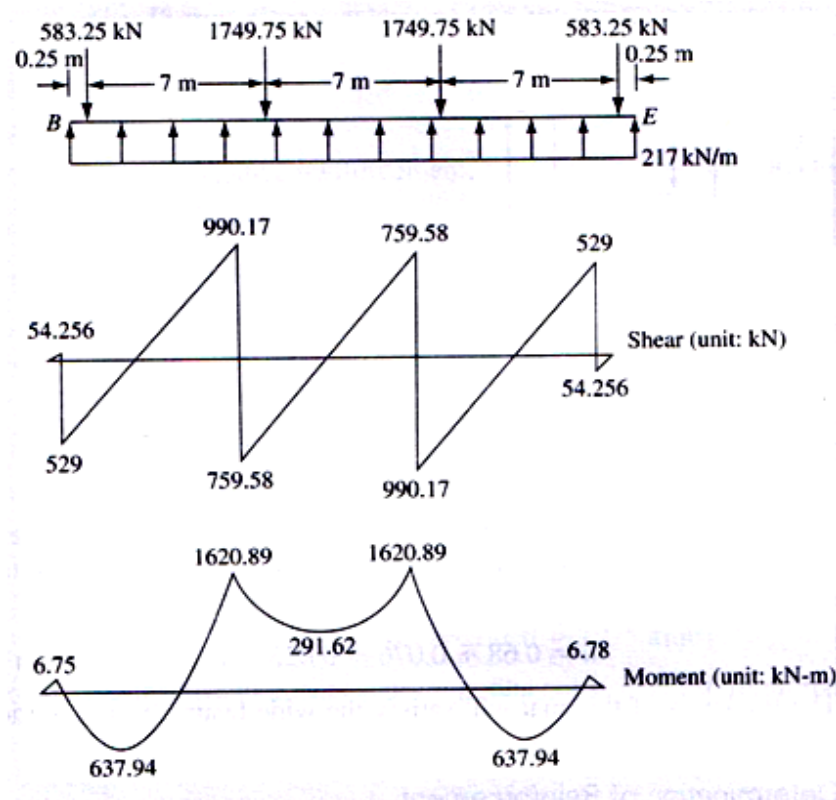
$$b_o = \left(0.5 + \frac{d}{2}\right) + \left(0.5 + \frac{d}{2}\right) + (0.5 + d) = 1.5 + 2d$$

$$U = (b_o d) [(\phi)(0.34)\sqrt{f'_c}]$$

$$U = (1.7)(1500) = 2550 \text{ kN} = 2.55 \text{ MN}$$

$$2.55 = (1.5 + 2d)(d) [(0.85)(0.34)\sqrt{20.7}]$$

$$\text{یا } (1.5 + 2d)(d) = 1.94, \quad d = 0.68 \text{ m}$$

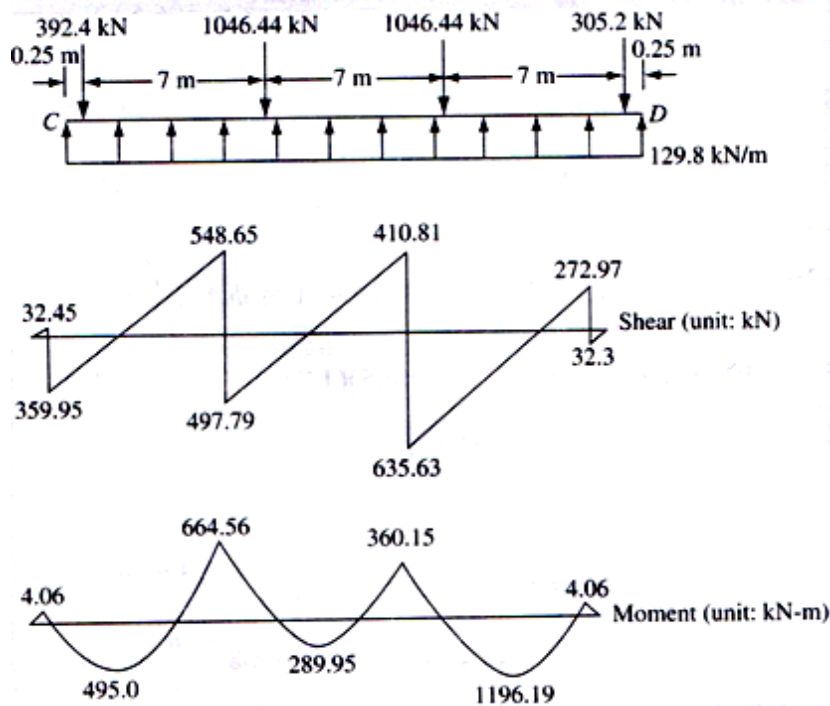


17.6 شکل. د GIJH فیته یې برخې لپاره د عرضي قوې او مومنت دیاگرامونه.

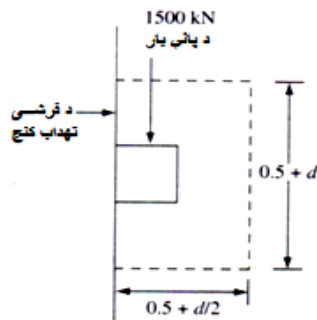
د سيڅبندي، د سيڅانو محافظوي اصغري طبقه 76mm فرضوو، او فرضوو چې سيڅان بايد د 25mm په قطر سره استعماليري، نو د سلب مجموعي ضخامت مساوي دی له:

$$h = 0.68 + 0.076 + 0.025 = 0.781m \approx 0.8m$$

د فرشي تهدا ب دغه ضخامت د عريض بيم د عرضي قوې شرط د نظر لاندې په ټولو فيته يې برخو کې تايمينوي.



18.6 شکل. د ICDJ فيته يې برخې لپاره د عرضي قوې او مومنت دياگرامونه [319:4].



19.6 شکل. د بحراني محیط لرونکې پایه [320:4].

د سيخانود اندازې تعينول:

د مومنت د دياگرامونو څخه چې په (16، 17 او 18 شکلونو) کې ښودل شوي دي، دا وليدل شول چې مثبت اعظمي مومنت په AGHF فيته يې برخه کې شتون لري او د هغې اندازه مساوي ده له:

$$M' = \frac{1727.57}{B_1} = \frac{1727.57}{4.25} = 406.5 \text{ kN.m/m}$$

په مشابه توگه منفي اعظمي مومنت په ICDJ فيته يې برخه کې موقيعت لري او دهغې اندازه مساوي ده له:

$$M' = \frac{1196.19}{B_1} = \frac{1196.19}{4.25} = 281.5 \text{ kN.m/m}$$

د (33.8 مساوات) څخه لرو چې:

$$M_u = (M') \left( \text{د بار فکتور} \right) = \phi A_s f_y \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

د مثبت مومنت لپاره:

$$M_u = (406.5)(1.7) = (\phi)(A_s)(413.7 \times 1000) \left( 0.68 - \frac{a}{2} \right)$$

$\phi = 0.9$ ، همدارنگه د (34.8 مساوات) څخه لرو چې:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f_c' b} = \frac{(A_s)(413.7)}{(0.85)(20.7)(1)} = 23.51 A_s \text{ يا } A_s = 0.0425 a$$

$$691.05 = (0.9)(0.0425 a)(413,700) \left( 0.68 - \frac{a}{2} \right), \text{ يا } a \approx 0.0645$$

په دې اساس:

$$A_s = (0.0425)(0.0645) = 0.00274 \text{ m}^2/\text{m} = 2740 \text{ mm}^2/\text{m}$$

د 25mm قطر لرونکي سيخان د 175mm په فاصله مرکز څخه مرکز ته استعمالیږي.

$$[A_s = (491) \left( \frac{1000}{175} \right) = 2805.7 \text{ mm}^2/\text{m} \text{ د قرار ورکړل شوي سيخانو اندازه:}]$$

په مشابه توگه د منفي مومنت لپاره:

$$M_u = (281.5)(1.7) = (\phi)(A_s)(413.7 \times 1000) \left( 0.68 - \frac{a}{2} \right)$$

$$\phi = 0.9, \quad A_s = 0.0425 a$$

په دې اساس:



$$478.55 = (0.9)(0.0425a)(413.7 \times 1000) \left(0.68 - \frac{a}{2}\right) \text{ يا } a \approx 0.045$$

په دې اساس:

$$A_s = (0.045)(0.0425) = 0.001913 \text{ m}^2/\text{m} = 1913 \text{ mm}^2/\text{m}$$

د 25mm قطر لرونکې سيخان د 255mm په فاصله مرکز څخه مرکز ته استعمالوو.

$$[A_s = 1925 \text{ mm}^2/\text{m} \text{ د قرار ورکړل شوي سيخانو اندازه}]$$

دا چې د ICDJ د فېته يې برخې په وسط کې منفي مومنت واقع کېږي، سيخبندي بايد

په دې نقطه کې په پام کې ونيول شي. دغه مومنت په لاندي ډول پيدا کېږي:

$$M' = \frac{289.95}{4.25} = 68.22 \text{ kN.m/m}$$

په دې ترتيب:

$$M_u = (68.22)(1.7) = (0.9)(0.0425a)(413.7 \times 1000) \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

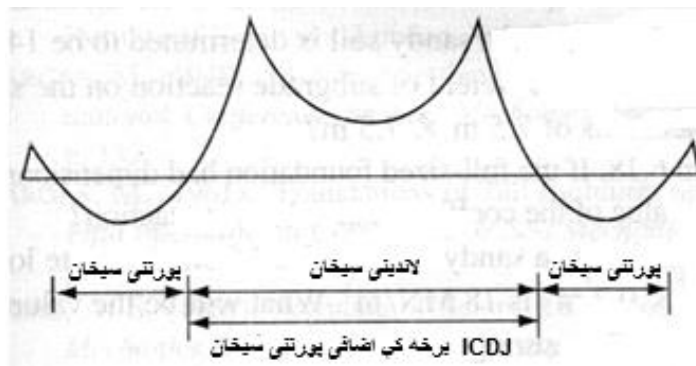
$$a \approx 0.0108$$

$$A_s = (0.0108)(0.0425) = 0.000459 \text{ m}^2/\text{m} = 459 \text{ mm}^2/\text{m}$$

د 16mm قطر لرونکې سيخان د 400mm په فاصله مرکز څخه مرکز ته استعمالوو

$$[A_s = 502 \text{ mm}^2/\text{m} \text{ د قرار ورکړل شوي سيخانو اندازه}]$$

د سيخبندي عمومي ترتيب لپاره د (20.6 شکل) ته وکتل شي.



20.6 شکل. د سيخبندي عمومي ترتيب [321:4].

## لنډيز (Summary)

د مرکب او فرشي تهدا بونو څخه زياتره په لوړ پوريزو ودانيو کې چې د خاورې د زغم وړتيا ضعيفه وي او نورو شرايطو په پام کې نيولو سره چې په دې فصل کې ورڅخه يادونه شوې ده د پايو او ديوالونو لاندې د يو حمايوي ساختمان په توگه کار کوي او ټوله ساحه احتوا کوي. په دې فصل کې مرکب تهدا بونه چې مستطيلي او ذوذنقه يې ډولونو د ډيزاين او محاسبوي برخې تر بحث لاندې نيول شوي، همدارنگه د کنسولي تهدا بونو څخه هم يادونه شوې ده.

فرشي تهدا بونه چې د مرکب تهدا بونو څخه دي معمول ډولونه يې چې په دې فصل کې يې يادونه شوې عبارت دي له ، هموار پليټ لرونکي فرشي تهدا بونه، د پايو لاندې ضخيم هموار پليټ لرونکي ، سلب او بيمونه چې په دواړو خواو غزیدلي دي، د پايو لاندې متو لرونکي سلبونو څخه . د فرشي تهدا بونو د زغم وړتيا پيدا کول ، د فرشي تهدا ب د ناستې محاسبه او مشاهدات ، د فرشي تهدا ب ساختماني محاسبات، په شگلنه خاوره کې تهدا بونه او ځينې مثالونو څخه يادونه شوې چې په هغوی کې د تهدا بونو عملي ډيزاين هم شامل دی.

## پوښتنې (Problems)

1. د فرشي تهدا ب د لاندیني خواصو په پام کې نيولو سره د هغې د زغم نهايي خالص وړتيا پيدا کړئ؟

$$c_u = 120 \text{ kN/m}^2, \quad \phi = 0, \quad B = 8\text{m}, \quad L = 18\text{m}, \quad D_f = 3\text{m}$$

2. د SPT پواسطه د ساحې څخه لاندیني نتایج په لاس راغلي دي (شگلنه خاوره)

ژوروالی (m)	د $N_{60}$ ساحوي قيمت
1.5	9
3.0	12
4.5	11
6.0	7
7.5	13
9.0	11
10.5	13

د فرشي تهدا ب چې  $6.5m \times 5m$  ابعاد لري د زغم خالص مجازي وړتيا محاسبه کړئ. په دې ځای کې  $D_f = 1.5m$  او مجازي ناسته  $50mm$  ده. دا فرض کړئ چې د خاورې واحد وزن  $\gamma = 16.5 kN/m^3$  دی.

3. دوهم سوال د  $30mm$  ناستې لپاره تکرار کړئ؟
4. په مشبوع شوې کلی خاوره باندي یو فرشي تهدا ب چې  $20m \times 20m$  ابعاد لري ، موقتي او دايمي بارونه چې متحمليوي مجموعي اندازه یې  $48 MN$  ده ،  $c_u = 30kN/m^2$  ، او  $\gamma_{clay} = 18.5kN/m^3$  ورکړل شوي.
- a. د فرشي تهدا ب ژوروالی  $D_f$  پیدا کړئ؟
- b. د فرشي تهدا ب ژوروالی به څومره وي کله چې د زغم د وړتیا د ناکامۍ په مقابل کې د ډاډمنتیا ضریب 2 په پام کې نیول شوی وي.
5. د پلیت باریدنې ازمیښت (د پلیت ابعاد  $1m \times 0.7m$  دی) څخه د شگلنې خاورې د بستر عکس العمل  $18 MN/m^3$  دی ، په عین خاوره کې د یو تهدا ب لپاره چې  $5m \times 3.5m$  ابعاد ولري د  $k$  قیمت به څومره وي؟

## اووم فصل

### میخې تهډابونه (Pile Foundations)

#### 1.7 پیژندنه (Introduction)

میخونه د ساختماني عناصرو څخه دي چې د فولادو ، کانکریټو او لرگیو څخه جوړیږي. دوی د میخې تهډابونو په جوړولو کې استعمالیږي ، کوم چې نوموړي تهډابونه ژور تهډابونه دي او ددوی قیمت د سطحې تهډابونو په نسبت زیات دی. د زیات قیمت با وجود میخې تهډابونه ځینې وخت د ساختمان د مصونیت لپاره اړین دي. د لاندیني شرایطو په پام کې نیولو سره میخې تهډابونو ته اړتیا پیدا کیږي (Vesic, 1977).

1. کله چې د خاورې یوه یا دوه پورتنۍ طبقې ډېر زیات د تخته کیدلو قابلیت ولري او زیات سست وي، ترڅو د ساختمان د پورتنۍ برخې انتقال شوی بار وزغمي ، نو په دې صورت کې میخې تهډابونه استعمالیږي چې بار د ځمکې لاندې صخرې ته یا د خاورې سختې طبقې ته انتقال کړي لکه چې په (1a.7 شکل) کې ښودل شوی. کله چې د ځمکې لاندې صخره یې طبقه د ځمکې سطحې څخه لاندې په مناسب ژوروالي سره شتون ونه لري ، نو میخې تهډابونه د ساختمان بار خاورې ته په تدریجي شکل سره انتقالوي. د ساختمان وارده بار په مقابل کې مقاومت د په عمومي توګه د اصطکاکی مقاومت څخه عبارت دی کوم چې د میخې تهډاب او خاورې تر منځ په مشترکه سطحه کې پیدا کیږي (1b.7 شکل دی وکتل شي).

2. کله چې میخې تهډابونه د افقي قوو تر تاثیر لاندې راشي (1c.7 شکل) ، د ساختمان د پورتنۍ برخې پواسطه انتقال شوي عمودي بار تحمل تر څنګ د کورډوالي په مقابل کې مقاومت ښایي. دا ډول حالت معمولاً په ډیزاین ، د استنادي دیوالونو په ساختمان او لوړ ارتفاع لرونکو ساختمانونو په تهډاب کې رامنځته کیږي چې د شدید باد او زلزلې قوو تر تاثیر لاندې قرار لري.

3. په ډیرو مواردو کې انبساط کوونکې او سره ورتلونکې خاورې (Collapsible soils) د مورد نظر ساختمان تر څنګ شتون لري. دا ډول خاورې

ممکن د ځمکې سطحې لاندې تر ډېر ژوروالي پورې ادامه ولري . منبسط کیدونکې خاورې د هغوی د رطوبت اندازې په زیاتیدلو او کمیدلو سره پرسپېري او انقباض کوي، چې د پرسوب فشار د پاملرنې وړ دي . که چېرې سطحې تهډابونه په دارنگه شرایطو کې قرار ولري ، نو ساختمان به د پاملرنې وړ تخریب سره مخ شي .

میخې تهډابونو څخه کیدلی شي د هغوی متبادل تهډاب په حیث په پام کې ونیول شي کله چې میخونه د خاورې فعال زون څخه لاندې ټک وهل شي ، کوم چې هلته انبساط او انقباض واقع کیږي (1d.7 شکل).

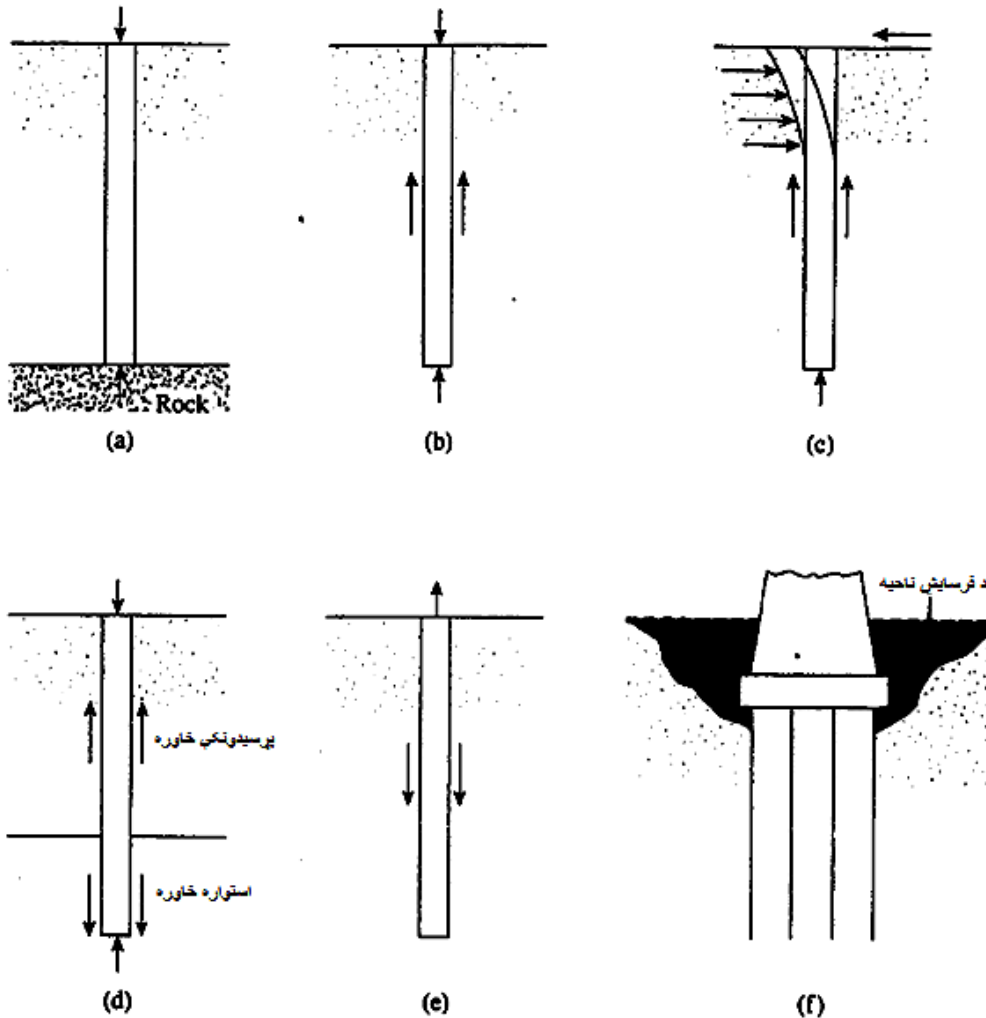
په طبیعي شکل سره سستې خاورې سره ورتلونکې دي . کله چې د دا ډول خاورو د رطوبت اندازه زیاتېږي ، د هغوی جوړښت ماتېږي . د خاورې د خالیگاود نسبت دفتراً کمیدنه د سطحې تهډابونو پورې متکي ساختمانونو د زیاتې ناستې سبب کیږي . په دې حالت کې ، کیدلی شي میخې تهډابونو څخه استفاده وشي ، کوم چې میخونه د خاورې هغه زون څخه لاندې چېرې چې رطوبت تغیر کوي ، تراستواره طبقې پورې غزیري [9:179].

4. د ځینې ساختمانونو تهډابونه لکه د مخابراتو برجونه ، ساحلي پلاټ فورم او د ځمکې لاندې اوبو سطحې څخه لاندې د ځمکې لاندې پورې فرشي تهډاب ساختمانونه د پورته کوونکو قوو لاندې قرار لري . میخې تهډابونه ځینې وخت د دارنگه پورته کوونکو قوو په مقابل کې د مقاومت په خاطر استعمالېږي (1e.7 شکل).

5. د پلونو کنارې او منځنۍ پایې معمولاً د میخې تهډابونو لپاسه جوړېږي ترڅو د زغم د وړتیا د لاسه ورکولو څخه مخنیوی وکړي ، چې سطحې تهډابونه د ځمکې د سطحې د خاورې د توږنې څخه وساتل شي (1f.7 شکل).

که څه هم په تیرو وختونو کې زیاتې تیورتيکي او تجربوي څیړنې ترسره شوي دي ، ترڅو په دانه یې او سرینسناکه خاورو کې د میخې تهډابونو د بار زغملو وړتیا او خاصیت وړاندوینه وشي ، خو د هغې په میکانیزم باندې تر اوسه پورې په مکمله توګه څوک نه پوهیږي او نه به پوه شي . په دې اساس د میخې تهډابونو ډیزاین او تحلیل

کیدلی شی د ځمکې لاندې خاورو د ځینو برخو د موجوده غیر مطمئن شرایطو په پام کې نیولو سره د یو هنر په توګه صورت ونیسي. په دې فصل کې د موجوده هنر حالت تر بحث لاندې نیول کېږي.



1.7 شکل. د میخی ته‌دابونو د استعمال د اړتیا حالتونه [748:21].

## 2.7 د میخی ته‌دابونو ډولونه او د هغوی ساختماني خاصیتونه

(Type of Piles and Their Structural Characteristics)

په ساختماني کارونو کې د میخی ته‌دابونو مختلفو ډولونو څخه استفاده کېږي، چې د بار د انتقال ډول، د سطحې خاورو حالت او د ځمکې لاندې اوبو سطحې موقیعت پورې اړه لري. میخونه په لاندې کتګوریو ویشل کېږي [180:9]:

(a) فولادي میخونه (Steel piles)

(b) کانکریټي میخونه (Concrete piles)

(c) لرگین میخونه (Wooden piles)

(d) مرکب میخونه (Composite piles)

### فولادي میخونه (Steel piles)

فولادي میخونه معمولاً د پایپ میخونو یا ټرل شوي فولادي H مقطع لرونکي میخونو په شکل وي. پایپ میخونه په خلاص یا ټرلي نهایت سره په ځمکه کې بنسټه بیول کېږي. پراخه فلانج او I مقطع لرونکي فولادي بیمونو څخه هم د میخونو په حیث استفاده کېږي. که څه هم H مقطع لرونکي میخونو ته ترجیح ورکول کېږي ځکه چې د هغوی د بدني او فلانج ضخامت سره مساوي دي. (په پراخه فلانج او I مقطع لرونکي بیمونو کې د بدني ضخامت نسبت د فلانج ضخامت ته کوچنی وي). په (1.7 جدول) کې د ځینو سټنډرډ H مقطع لرونکو فولادي میخونو اندازې چې په متحده ایالاتو کې استعمالیږي، ورکړل شوي دي. (2.7 جدول) کې د تکرار استعمال شویو میخونو مقطعي بنایي. په ډیرو مواردو کې د پایپ میخونه په ځمکه کې د بنسټه بیولو څخه وروسته د هغوی منځونه د کانکریټو څخه ډکېږي.

د فولادي میخونو لپاره مجازي ساختماني وړتیا عبارت ده له:

$$Q_{all} = A_s f_s \quad \dots\dots\dots(1.7)$$

په پورته فورمول کې:

$A_s$  د فولادو د عرضي مقطع مساحت دی.

$f_s$  د فولادو مجازي تشنجات دي (مساوي کېږي د  $0.33 - 0.5f_s$ ) سره.

څرنګه چې د یو میخ لپاره ډیزاین شوی بار ثابت وي، نو د جیوتکنیکي پاملرنو په اساس باید مشخص شي چې ایا  $Q_{design}$  په مجازي حد کې دي، کوم چې د (1.7 مساوات) پواسطه پیدا کېږي.

کله چې اړتیا وي فولادي میخونه د ویلډینګ یا پرچې کارې. پواسطه پیوندیږي. (2a.7 شکل) کې د یو H میخ لپاره د ویلډینګ پواسطه پیوند بنودل شوی دی. په (2b.7 شکل) کې د پایپ میخ لپاره د ویلډینګ پواسطه پیوند بنودل شوی دی.

په (2c.7 شکل) کې د H میخ د پرچې یا بولټ کولو پواسطه د پیوند یو دیاگرام ښودل شوی دی.

کله چې په سخته ځمکه کې د میخونو ښکته بیول حالت سره مخ شو، لکه په متراکم جغل کې، پسته ډبره یا نرمه صخره، نو فولادي میخ په نوکه کې د ښکته بیولو خولۍ نصبیږي. په (2d.7 او 2e.7 شکلونو) کې د ښکته بیولو خولویو دوه ډوله دیاگرامونه چې د پایپ میخونو لپاره استعمالیږي ښودل شوي دي.

فولادي میخونه کیدلی شي زنگ ووهي. د مثال په ډول په جبهه زاړه او عضوي موادو لرونکې خاورې زنگ وهورنکی خاصیت لري. هغه خاورې چې د هغوی pH د 7 څخه زیات وي زنگ وهورنکې نه دي. معمولاً د زنگ وهلو د تأثیر جبران لپاره پیشنهاد کیږي چې د فولادو یو اضافي ضخامت (د واقعي دیزاین شوې عرضي مقطع مساحت څخه زیات) په پام کې ونیول شي. په زیاترو مواردو کې فابریکې د زنگ وهلو په مقابل کې میخونه د ایپوکسي (Epoxy) پواسطه ملع کاري کوي. دغه ملع شوی پوښ په ځمکه کې د میخونو په ښکته بیولو کې په اسانۍ سره نه خرابیږي. د کانکریتو پواسطه د فولادي نلونو پوښل هم په زیاترو زنگ وهورنکو زونونو کې د زنگ وهلو په مقابل کې حفاظت کوي.

د فولادي میخونو په اړه ځینې عمومي واقعیتونه په لاندې ډول دي:

- معمول طول: 15m څخه تر 60m پورې.
- معمول بار: 300 kN څخه تر 1200 kN پورې.
- گټي:
- a. د قطع کولو او د طول د غزولو لپاره په اسانۍ لاسرسی.
- b. په ځمکه کې د ښکته بیولو د زیات تشنج تحمل.
- c. په سختو طبقو لکه متراکم جغل او نرمه تیرېه کې د داخلیدلو وړتیا.
- d. د باریدني لوړ ظرفیت.
- نیمگړتیاوي:
- a. لوړ قیمت.
- b. په ځمکه کې د ښکته بیولو په وخت کې زیات شورما شور.

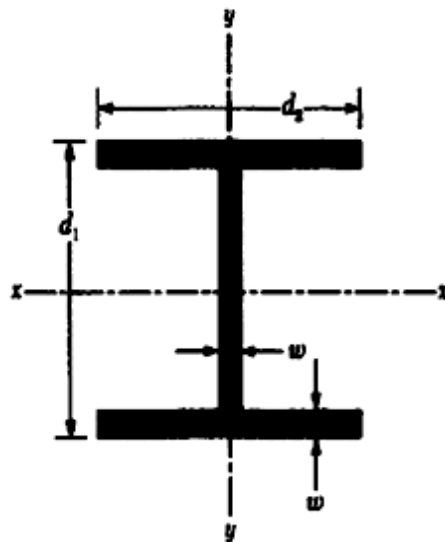


c. د زنگ وھلو قابلیت.

d. H ڊوله میخونہ کیدلی شی چی په سختو طبقو کې د بنکته بیولو په وخت کې عمودی تغیر شکل یا تخریب شی.

1.7 جدول د H میخونو عمومی مقطعی چی په متحده ایالاتو کې استعمالیږي [181:9].

بیژنفل سوی سایز (mm) × وزن (kg/m)	زوروالی $d_1$ (mm)	د مقطع مساحت ( $m^2 \times 10^{-3}$ )	فلاج یا د بدنې		د اثرشیامومنت	
			مساحت $w$ (mm)	د فلاج عرض $d_2$ (mm)	( $m^4 \times 10^{-6}$ ) $I_{xx}$	$I_{yy}$
HP 200 × 53	204	6.84	11.3	207	49.4	16.8
HP 250 × 85	254	10.8	14.4	260	123	42
× 62	246	8.0	10.6	256	87.5	24
HP 310 × 125	312	15.9	17.5	312	271	89
× 110	308	14.1	15.49	310	237	77.5
× 93	303	11.9	13.1	308	197	63.7
× 79	299	10.0	11.05	306	164	62.9
HP 330 × 149	334	19.0	19.45	335	370	123
× 129	329	16.5	16.9	333	314	104
× 109	324	13.9	14.5	330	263	86
× 89	319	11.3	11.7	328	210	69
HP 360 × 174	361	22.2	20.45	378	508	184
× 152	356	19.4	17.91	376	437	158
× 132	351	16.8	15.62	373	374	136
× 108	346	13.8	12.82	371	303	109



2.7 جدول. د پایپ میخونو انتخابی مقطعی [182:9]

خارجی قطر (mm)	د جدار ضخامت (mm)	د فولادو مساحت (cm <sup>2</sup> )
219	3.17	21.5
	4.78	32.1
	5.56	37.3
	7.92	52.7
254	4.78	37.5
	5.56	43.6
	6.35	49.4
305	4.78	44.9
	5.56	52.3
	6.35	59.7
406	4.78	60.3
	5.56	70.1
	6.35	79.8
457	5.56	80
	6.35	90
	7.92	112
508	5.56	88
	6.35	100
	7.92	125
610	6.35	121
	7.92	150
	9.53	179
	12.70	238

### کانکریټي میخونه (Concrete piles)

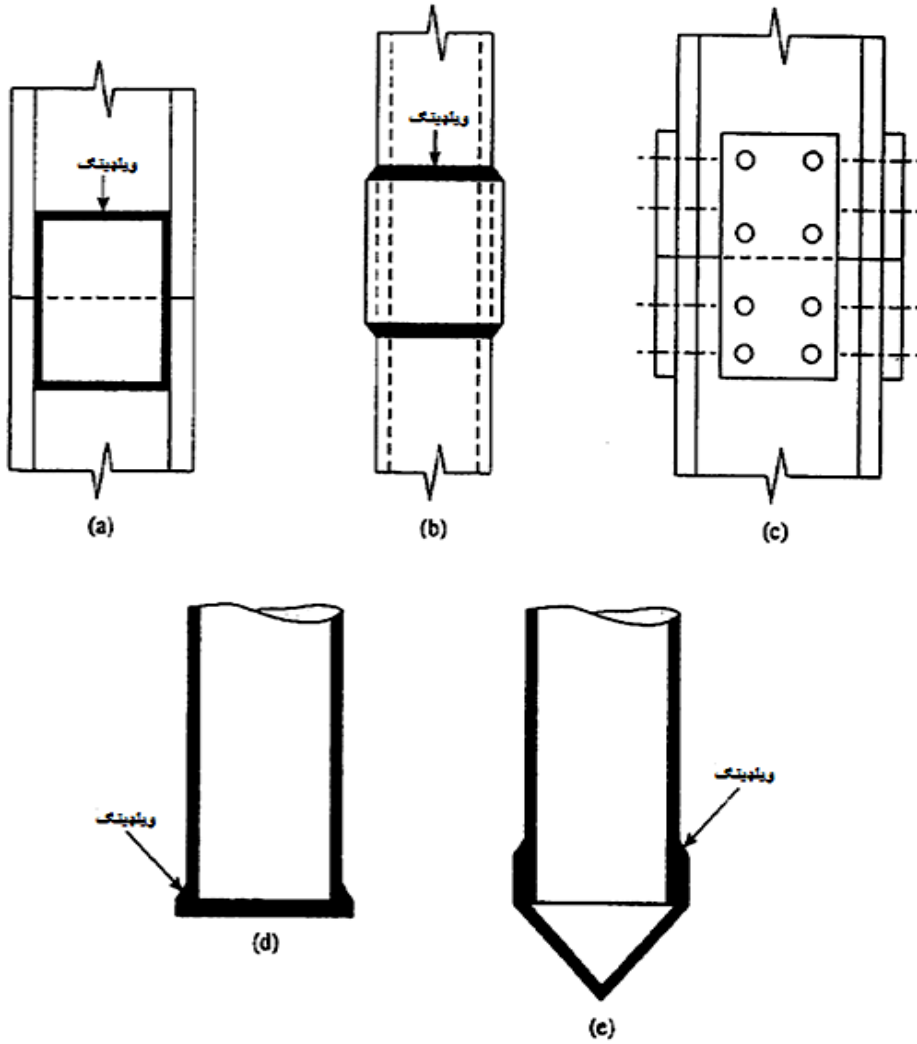
کانکریټي میخونه په لاندې دوو کتگوریو ویشل شوي دي:

(a) مخکې جوړ شوي میخونه او

(b) په ساحه کې جوړ شوی میخونه.

مخکې جوړ شوي میخونه کیدلی شي د معمولي سیخبندي په استفاده ته یه شي او مربعي او اته ضلعي عرضي مقطع لرونکې وي (3.7 شکل دې وکتل شي). سیخبندي د کوروالي مومنت په مقابل کې د مقاومت په خاطر چې د عمودي بارونو تحمل کولو او انتقالولو په وخت کې پیدا کیږي، او افقي قوې د کوروالي مومنت سبب کیږي.

میخونه غوښتنې وړ طولونو سره کانکریټ ریزی کیږي او د کلکیدنې او مقاومت حاصلولو (curing) څخه وروسته د کار ساحې ته انتقالیږي.



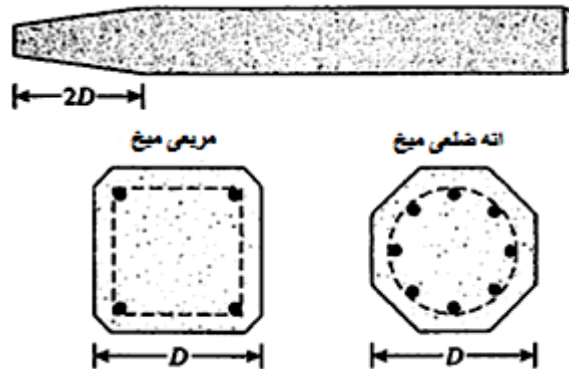
شکل 2.7 فولادی میخونه: (a) د ویلدینگ پواسطه د H میخ پیوندول. (b) د ویلدینگ پواسطه د پایپ میخ پیوندول. (c) د پرچی یا بولتونو پواسطه د H میخ پیوندول. (d) د پایپ میخ د بنکته بیولو همواره نوکه (e) د پایپ میخ د بنکته بیولو مخروطی نوکه [184:9].

د کانکریټی میخونو په اړه ځینی عمومي واقیعتونه په لاندې ډول دي:

- معمول طول: 10m څخه تر 15m پورې.
  - معمول بار: 300 kN څخه تر 3000 kN پورې.
  - گټې:
- a. په سخته ځمکه کې د بنکته بیولو وړتیا لري.
  - b. د زنگ وهلو په مقابل کې مقاومت لري.
  - c. د Superstructure سره په اسانه نښلول کیږي.

• نیم‌گرتیاوې:

- a. په سختی سره غوڅیږي یا قطع کیږي.  
b. انتقال یې سخت دی.



3.7 شکل. د معمولي سیخبندي سره مخکې جوړ شوي میخونه [186:9].

مخکې جوړ شوي میخونه کیدلی شي چې مخکې نه تشنج ورکړل شوی د لوړ مقاومت لرونکي فولادي کیبلونو په استفاده هم جوړ شي. د نوموړي کیبلونو نهایی مقاومت تقریباً  $1800 \text{ MN/m}^2$  دی. د میخونو په کانکریت ریزی کې کیبلونه د  $900$  څخه تر  $1300 \text{ MN/m}^2$  پورې مخکې نه تشنج ورکول کیږي او وروسته کانکریت د دوی پر شا او خوا اچول کیږي. د کلکیدنې او مقاومت حاصلولو څخه وروسته کیبلونه قطع کیږي، او په دې ترتیب د میخونو په مقطع باندې فشاری قوه ایجاد کیږي. په (3.7 جدول) کې د مخکې نه تشنج ورکړل شوې څلور ضلعي او اته ضلعي مقطع لرونکي کانکریتي میخونو په اړه اضافي معلومات ورکړل شوي دي.

د مخکې جوړ شوي او مخکې نه تشنج ورکړل شوي میخونو په اړه ځینې عمومي واقعیتونه په لاندې ډول دي:

- معمول طول:  $10\text{m}$  څخه تر  $45\text{m}$  پورې.
- اعظمي طول:  $60\text{m}$
- اعظمي بار:  $7500 \text{ kN}$  څخه تر  $8500 \text{ kN}$  پورې.

گټې او نیم‌گرتیاوې لکه د مخکې نه جوړ شوي میخونو په شان دي.

په ساحه کې جوړ شوي کانکريټي میخونه په ځمکه کې د څاه د کیندلو پواسطه جوړیږي او وروسته هغه د کانکريټو پواسطه ډکيږي. اوس مهال په ساختمانونو کې په ساحه کې جوړ شوي کانکريټي میخونو د مختلفو ډولونو څخه استفاده کیږي. دغه میخونه په دوو عمده کتگوریو ویشل کیږي:

(a) پوښ لرونکي او (b) په غیر د پوښ څخه. د دواړو ډوله میخونو په لاندینی انتها کې مته یا اتکایي برخه شتون لري.

پوښ لرونکي میخونه په ځمکه کې فولادي پوښ (Casing) ښکته بیولو پواسطه چې د هغې په داخل کې د سنبې (Mandrel) په استفاده صورت نیسي جوړیږي. کله چې میخ مطلوب ژوروالي ته ورسید نو سنبه ویستل کیږي او Casing د کانکريټو پواسطه ډکيږي. په (4a.7، 4b.7، 4c.7 او 4d.7 شکلونو) کې په غیر د اتکا څخه پوښ شوي میخونو ځینې مثالونه ښودل شوي دي. په (4e.7 شکل) کې د اتکا سره پوښ شوي میخ ښودل شوی دی [187:9].

په ساحه کې جوړ شوي پوښ لرونکي میخونو په اړه ځینې عمومي واقعیتونه په لاندې ډول دي:

- معمول طول: 5m څخه تر 15m پورې.
- اعظمي طول: 30m څخه تر 40m پورې.
- معمول بار: 200 kN څخه تر 500 kN پورې.
- تقریبي اعظمي بار: 800 kN پورې.
- گټې:
- a. ارزانه دي
- b. د کانکريټ ریزی څخه مخکې د تفتیش کولو زمینه مساعده وي.
- c. په اسانۍ سره غزول کیږي.
- نیمگړتیاوي:
- a. د کانکريټ ریزی څخه وروسته وصلول یې مشکله دي.
- b. نازکه پوښ یا Casing کیدلی شي په ځمکه کې ښکته بیولو کې تخریب شي.

• مجازی قوه:

$$Q_{all} = A_s f_s + A_c f_c$$

په پورته فورمول کی:

$A_s$  د فولادو د عرضی مقطع مساحت دی.

$A_c$  د کانکریتو د عرضی مقطع مساحت دی.

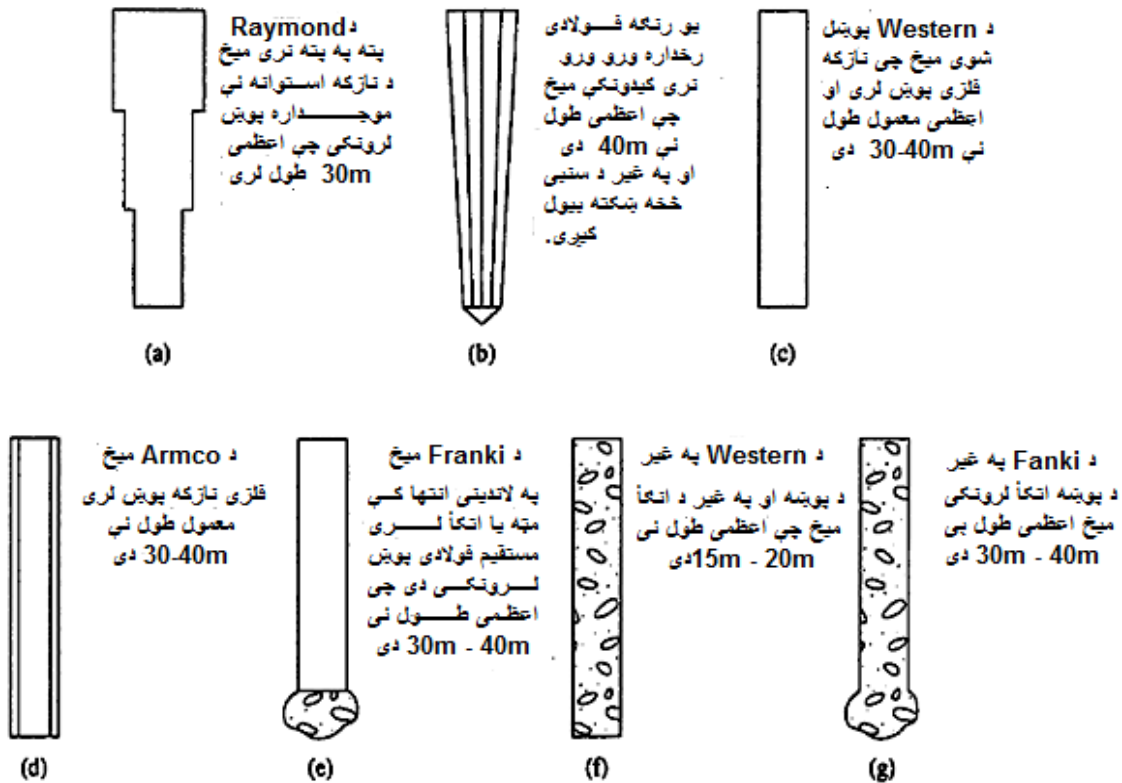
$f_s$  د فولادو مجازی تشنج دی.

$f_c$  د کانکریتو مجازی تشنج دی.

3.7 جدول. د معمول سره سم د استفادی وړ مخکې نه تشنج ورکړل شوی کانکریتی میخونه. [185:9]

د میخ ډول	D (mm)	د عرضی مقطع		د ستندرونو شمیر		وړاندی نه تشنج ورکړل شوی اصغر قوه (kN)	د مقطع مودولونه (m <sup>3</sup> × 10 <sup>3</sup> )	د ډیزاین زغم وړتیا (kN)	
		مساحت (cm <sup>2</sup> )	محیط (mm)	12.7-mm	11.1-mm			د کانکریتو مقاومت (MN/m <sup>2</sup> )	
				قطر	قطر			34.5	41.4
S	254	645	1016	4	4	312	2.737	556	778
O	254	536	838	4	4	258	1.786	462	555
S	305	929	1219	5	6	449	4.719	801	962
O	305	768	1016	4	5	369	3.097	662	795
S	356	1265	1422	6	8	610	7.489	1091	1310
O	356	1045	1168	5	7	503	4.916	901	1082
S	406	1652	1626	8	11	796	11.192	1425	1710
O	406	1368	1346	7	9	658	7.341	1180	1416
S	457	2090	1829	10	13	1010	15.928	1803	2163
O	457	1729	1524	8	11	836	10.455	1491	1790
S	508	2581	2032	12	16	1245	21.844	2226	2672
O	508	2136	1677	10	14	1032	14.355	1842	2239
S	559	3123	2235	15	20	1508	29.087	2694	3232
O	559	2587	1854	12	16	1250	19.107	2231	2678
S	610	3658	2438	18	23	1793	37.756	3155	3786
O	610	3078	2032	15	19	1486	34.794	2655	3186

د S = مربعی مقطع      د O = اته ضلعی مقطع



4.7 شکل. په ساحه کې جوړ شوي کانکریتی میخونه [187:9].

(4f.7 او 4g.7 شکلونه) دوه ډوله په غیر د پوینس میخونه دي، چې یو یې په نهایت کې د اتکا لرونکې او بل یې په نهایت کې په غیر د اتکا خخه دی. په غیر د پوینس خخه میخونه لومړی پوینس یا (Casing) په ځمکه کې مورد نظر ژوروالي پورې ټک وهل کیږي او وروسته تازه کانکریتو خخه ډکیږي. پوینس یا casing وروسته په تدریج سره ویستل کیږي.

په ساحه کې جوړ شوي په غیر د پوینه کانکریتی میخونو په اړه ځینې عمومي واقعیتونه په لاندې ډول دي:

- معمول طول: 5m خخه تر 15m پورې.
- اعظمی طول: 30m خخه تر 40m پورې.
- معمول بار: 300 kN خخه تر 500 kN پورې.
- تقریبي اعظمی بار: 700 kN پورې.
- گټې:

a. اقتصادي دي

- b. په هر ژوروالي سره کولې شو بنکته کړو.
- نیمگړتیاوې:
- a. که چېرې کانکریت ریزی په تیزی سره صورت ونیسي کیدلی شي خالیگاوي پیدا شي .
- b. د کانکریت ریزی څخه وروسته مشکله ده چې اتصال پیدا کړي.
- c. په نرمه خاوره کې کیدلی شي د کیندل شوي سوري اړخونو څخه خاوره تویه شي او کانکریت متراکم کړي.
- مجازي قوه:

$$Q_{all} = A_c f_c$$

په پورته فورمول کې:

$A_c$  د کانکریتو د عرضي مقطع مساحت دی.

$f_c$  د کانکریتو مجازي تشنج دی.

### لرگین میخونه (Wooden piles)

لرگین میخونه د ونو د تنو څخه جوړیږي چې دهغوی بناخونه او پوتکي په احتیاط سره لیرې کیږي. د زیاترو لرگین میخونو اعظمي طول د 10m څخه تر 20m پورې وي. د استفادې وړ لرگین میخونو لرگی باید مستقیم، سالم او په غیر د کوم نقصان څخه وي. د متحده ایالاتو د سیول انجنیرانو اتحادیې (عملي لارښود، 1957) لرگین میخونه په دريو کتگوریو تقسیم کړي دي [188:9].

1. د A کلاس میخونه درانده بارونه متحملوي. د میخ د کندي قطر حداقل باید 356mm وي.

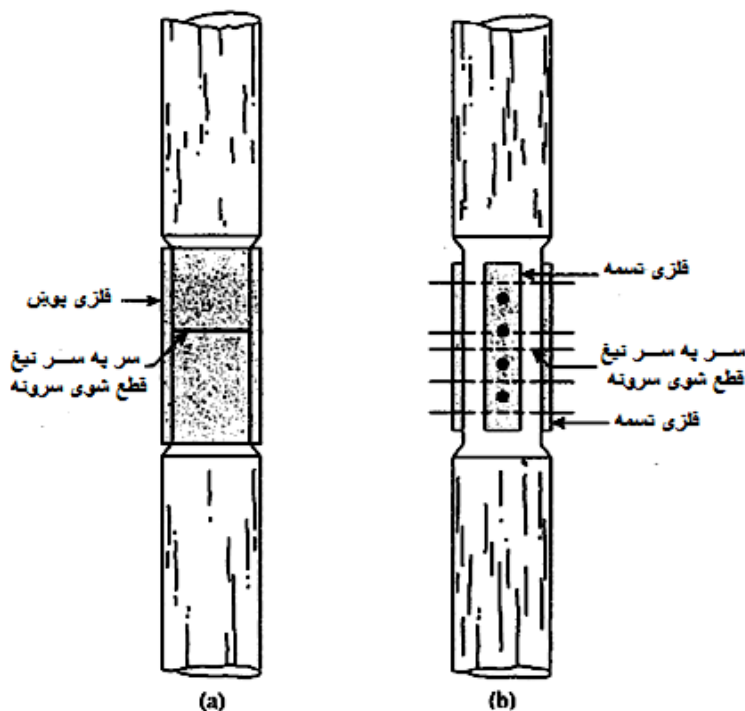
2. د B کلاس میخونه د متوسط بارونو انتقال لپاره استعمالیږي. د میخ د کندي اصغري قطر باید 305mm څخه تر 330mm پورې وي.

3. د C کلاس میخونه د موقت ساختماني کارونو لپاره استعمالیږي. دوی د ساختمان لپاره په هغه وخت کې دایمي استعمالیږي کله چې میخونه مکمل د اوبو د سطحې څخه لاندې قرار ولري. د میخ د کندي اصغري قطر باید 305mm وي.



په ټولو حالاتو کې د میخ د نوکې قطر باید د 150mm څخه کم نه وي. لرگین میخونه د ټک و هلو زیات تشنج په مقابل کې مقاومت نه لري، په دې اساس د نوموړي میخونو وړتیا په عمومي صورت محدود ده.

د تخریب د مخنیوي په خاطر د میخ انتها (لاندینی برخه کې) په فلزي خولۍ باندې پوښل کیږي. د لرگین میخ پورتنۍ برخه د ټک و هلو په وخت کې هم تخریبیږي. د میخ د پورتنۍ برخې یا نوک د تخریب د مخنیوي لپاره فلزي خولۍ استعمالیږي. د لرگین میخونو اتصال څخه باید مخنیوی وشي، مخصوصاً کله چې دوی د کششي بار یا افقي بارونو لاندې واقع کیږي. که چېرې اتصال اړین وي، دا باید د فلزي سامې (د نل څخه پوښ) لرونکی وي (5a.7 شکل دې وکتل شي) یا فلزي تسمه او پیچ (5b.7 شکل) څخه استفاده وشي. د فلزي نل پوښ طول باید د میخ د قطر پنځه چنده وي. د دوو میخونو سره باید نیغ قطع شي ترڅو مکمل تماس صورت ونیسي. د تسمې او فلزي پیچ سره د اتصال په صورت کې هم د میخونو سره باید نیغ قطع شي. د اتصالي برخو اړخونه باید د تسمو ځای په ځای کولو لپاره باید هموار شي.



5.7 شکل. د لرگین میخونو اتصال. (a) د پایپ پوښ استعمال، (b) د فلزي تسمې او بولټ

استعمال [188:9].

که چېرې لرگین میخونه د مشبوع شوې خاورو پواسطه احاطه شوې وي ، کیدلی شي په نامحدوده شکل سره تخریب نه شي . مگر په بحري چاپیریال کې لرگین میخونه د مختلفو ژوندي موجوداتو تر حملې لاندې راځي او په څو میاشتو کې په پراخه توګه تخریب شي . کله چې میخونه د اوبو د سطحې څخه پورته واقع شي ممکن د حشراتو پواسطه د حملې لاندې راشي . د لرگین میخونو عمر په غورولو باندې زیاتیري .

د لرگین میخونو مجازي باریدنې وړتیا په لاندې ډول پیدا کیږي:

$$Q_{all} = A_p f_w$$

په پورته فورمول کې:

$A_p$  د میخ د عرضي مقطع منحنی مساحت دی .

$f_w$  د لرګي مجازي تشنج دی .

په فشار کې د لرگین میخونو مجازي تشنجات په لاندې ډول دي ، کوم چې د امریکایي اقیانوس ارام کاج او د جنوبي کاج څخه جوړ شوي وي او په هایډرولیکي ساختمانونو کې استعمالیږي .

د اقیانوس ارام سواحلو امریکایي کاج

- د لرګي په الیافونو باندې موازي فشار:  $6.04 \text{ MN/m}^2$
- خمش یا کریدنه:  $11.7 \text{ MN/m}^2$
- افقي غوڅیدنه:  $0.66 \text{ MN/m}^2$
- د لرګي په الیاف باندې عمودي فشار  $1.31 \text{ MN/m}^2$

جنوبي کاج

- د لرګي په الیافونو باندې موازي فشار:  $5.7 \text{ MN/m}^2$
- خمش یا کریدنه:  $11.4 \text{ MN/m}^2$
- افقي غوڅیدنه:  $0.62 \text{ MN/m}^2$
- د لرګي په الیاف باندې عمودي فشار  $1.41 \text{ MN/m}^2$

د لرگین میخونو معمول طول د 5m څخه تر 15m پورې دی. د نوموړي میخونو اعظمي طول تقریباً د 30m څخه تر 40m پورې دی. معمول بار چې د لرگین میخونو پواسطه انتقالیږي د 300kN څخه تر 500kN پورې دی.

### مرکب میخونه

د مرکب میخونو پورتنۍ او لاندینۍ برخې د مختلفو موادو څخه جوړیږي. د بیلگې په توګه مرکب میخونه کیدلی شي د اوسپنې او کانکریتو یا د لرگي او کانکریتو څخه جوړ شي.

د اوسپنې او کانکریتي میخونو لاندینۍ برخه د اوسپنې او پورتنۍ برخه د کانکریتو څخه متشکله ده کوم چې په ساحه کې کانکریت ریزیږي. دا ډول میخونه په هغه وخت کې استعمالیږي کله چې په ساحه کې د ساده کانکریتو څخه جوړ شوي میخونو په طول باندې د زغم د وړتیا اندازه زیاته شي. معمولاً د لرگي او کانکریتي میخونو لاندینۍ برخه د لرگیو څخه چې دایمي د اوبو لاندې قرار لري او پورتنۍ برخه یې د اوسپنې څخه متشکله وي. په هر حالت کې د دوو غیر متجانس موادو تر منځ یو ځای کیدنه مشکله وي، او د دغه دلیل په پام کې نیولو سره مرکب میخونه په پراخه توګه نه استعمالیږي [9:189].

### 3.7 د میخونو د طول اټکل (Estimating Pile Length)

د میخونو د ډول ټاکل چې باید استعمال شي او د هغې اړین طول اټکل یو ستونزمن کار دی او هغه ښه قضاوت ته اړتیا لري. سربیره پر دې چې په (2.7 برخه) کې میخونه په کلاسونو یا صنفونو ویشل شوي دي، په دې برخه کې میخونه په لاندې دريو کتګوریو ویشل کیږي چې د هغوی په طول او خاورې ته د بار انتقال میکانیزم پورې اړه لري:

(a) اتکایي میخونه (Point Bearing Piles)

(b) اصطکاكي میخونه (Friction Piles)

(c) تراکمي میخونه (Compaction Piles)

## اتکايي میخونه (Point Bearing Piles)

که چېرې د ځمکې د برمه کولو په ریکارډ کې مشخص شوی وي چې د بستر صخره یا صخرې ته ورته مواد په ساحه کې په مناسب ژوروالي سره شتون ولري، میخونه کیدلی شي چې د صخرې تر سطحې پورې وغزول شي (6a.7 شکل). په دې حالت کې د میخونو نهایی وړتیا کاملاً د ځمکې لاندې موادو د زغم وړتیا پورې اړه لري. په دې اساس دې ډول میخونو ته اتکايي میخونه وايي. زیاتره په دې حالتونو کې د میخ لازم طول کولې شو چې نسبتاً په ښه شکل سره تعین کړو [190:9].

که چېرې د بستر تیرې څخه علاوه په مناسب ژوروالي کې د خاورې تخته شوې او سختې طبقې سره مخ شو، نو میخ کیدلی شي چې په نوموړې طبقه کې یو څو متره نور هم وغزول شي (6b.7 شکل). اتکا لرونکي میخونه کیدلی شي د سختې طبقې په بستر کې جوړ شي، او د نوموړي میخونو نهایی بار په لاندې توګه پیدا کیږي:

$$Q_u = Q_p + Q_s \quad \dots\dots\dots(5.7)$$

په پورته فورمول کې:

$Q_u$  - هغه بار چې د میخ د نوک پواسطه انتقالیږي.

$Q_s$  - هغه بار چې د میخ په سطحه کې د اصطکاک له کبله ایجادیږي (د میخ او

خاورې ترمنځ د غوڅیدني مقاومت پواسطه پیدا کیږي).

که چېرې  $Q_s$  ډېر کوچنی وي،

$$Q_s \approx Q_p \quad \dots\dots\dots(6.7)$$

په دې حالت کې د میخ اړین طول په هغه صورت کې درست اټکل کیږي چې د

ځمکې لاندې سطحې خاورو د لټون یا تحلیل ریکارډ شتون ولري.

## اصطکاکي میخونه (Friction Piles)

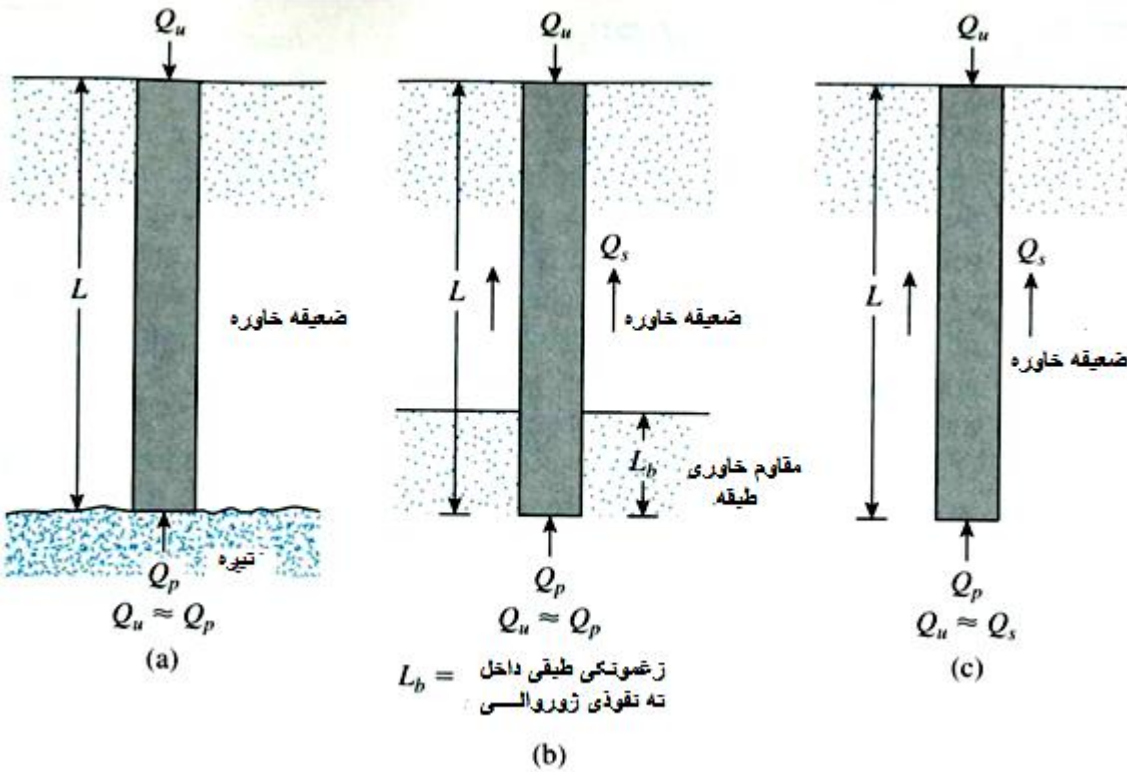
کله چې په ساحه کې په مناسب ژوروالي سره د صخرې (تیرې) یا صخرې ته ورته

مواد طبقه شتون ونلري نو د اتکايي میخونو طول ډېر زیاتیري او غیر اقتصادي وي.

دې ډول سطحې خاورو کې میخونه په مشخص ژوروالي سره په نرم موادو کې ټک

وهل کیری (7c.6 شکل). د میخونو نهایی بار د (5.7 مساوات) له مخی پیدا کیری. که چیری د  $Q_p$  قیمت کوچنی وی نو:

$$Q_u \approx Q_p \dots\dots\dots(7.7)$$



6.7 شکل. (a) او (b) اتکایی میخونه، (c) اصطکاکی میخونه [190:9].

دا ډول میخونه د اصطکاکی میخونو په نوم یادیری، ځکه چې د هغوی زیاتره مقاومت د سطحی اصطکاک له کبله وی. که څه هم د اصطکاکی میخونو اصطلاح زیاتره چې په انجیری ادبیاتو کې استعمالیری په بل نوم وی. په کلی لرونکې خاوره کې، د وارده بار په مقابل کې مقاومت هم د چسپناکی پواسطه سبب کیری.

د اصطکاکی میخونو طول د خاورې د غوڅیدنې مقاومت، وارده بار او د میخ سایز پورې اړه لري. د نوموړي میخونو لازم طول تعیینولو لپاره یو انجیر ته اړینه ده چې د خاورې او میخ تر منځ عکس العمل باندي پوه شي، ښه قضاوت وکړلی شي او تجربه ولري. د میخونو د زغم وړتیا محاسبه کولو تیوریتیکي پروسیجر په اړه په دې فصل کې وروسته یادونه کیری [275:10].

### تراکمي میخونه (Compaction Piles)

د معین شرایطو لاندې، په دانه بې خاورو کې میخونه بنسټه بیول کیرې ترڅو د ځمکې سطحې ته نږدې متراکم کیدنه صورت ونیسي. دا ډول میخونه تراکمي میخونو په نوم یادېږي. د تراکمي میخونو طول لاندې فکتورونو پورې اړه لري:

(a) د متراکم کولو څخه مخکې د خاورې اړوند تراکمیت.

(b) د خاورې لازم تراکمیت وروسته د متراکم کولو څخه.

(c) د متراکم کولو اړین ژوروالی.

معمولاً دا ډول میخونه لنډ وي، که څه هم د مناسب طول د تعیینولو لپاره ځینې ساحوي ازمېښتونه اړین دي.

### 4.7 د میخونو نصبول (Installation of Piles)

زیاتره میخونه په ځمکه کې د خټکونو یا لرزند الو پواسطه ټک وهل یا بنسټه بیول کیرې. په خاصو مواردو کې میخونه کیدلی شي چې د اوبود فوارې یا نیمه برمه کولو پواسطه په ځمکه کې داخل شي. د خټکونو ډولونه چې د میخونو په ټک وهلو کې استفاده کیرې د (a) سقوطي خټک، (b) یو طرفه بخاري یا متراکمي هوا خټکونه، (c) دوه طرفه بخاري یا متراکمي هوا خټکونه، (d) ډیزلي خټکونو څخه عبارت دي. د میخونو د ټک وهلو په عملیه کې د میخ په سر کې خولۍ ورکول کیرې. د میخ او خولۍ ترمنځ بالبنټک استعمالېږي. بالبنټک د ضربې اندازه کموي او هغه په طولاني وخت باندې ویشي. که څه هم د بالبنټک استعمال اختیاري دی. د خټک بالبنټک د میخ په خولۍ کې ځای په ځای کیرې. خټک په بالبنټک باندې سقوط کوي. په (7.7 شکل) کې مختلف خټکونه بنودل شوي دي. سقوطي خټک (7a.7 شکل) د وینج (کوچني جرثقیل) پواسطه پورته کیرې او د معین ارتفاع H څخه سقوط ورکول کیرې. دا د خټکونو پخوانیو ډولونو څخه دي چې د میخ د خنډولو لپاره استعمالیده. د سقوطي خټک عمده نقص په دې کې دی چې د دورو اندازه بې ډیره بطني یا سسته ده. په (7b.7 شکل) کې یو طرفه بخاري یا متراکمي هوا خټک د کار اصول بنودل شوي دي. ضربه ورکونکې برخه یا د خټک کوبه د هوا یا د بخار د فشار پواسطه

پورته کیرې اوبیا د ثقلې قوې تر تأثیر لاندې سقوط کوي . په (7c.7 شکل) کې دوه طرفه هوایي یا بخاري خټک کار بنودل شوی دی . په دې ډول خټک کې د هوا یا بخار فشار خځه د کوبې د پورته کولو او بنکته وړلو لپاره استفاده کیرې . په دې اساس د ضربه ورکونکي (کوبه) اغیزناکه سرعت زیاتوي . ډیزلي خټک (7d.7 شکل) اساساً د کوبې ، سندان او د سوخت موادو د تزریق سیستم خځه تشکیل شوی دی . لومړی کوبه پورته کیرې او سوخت مواد د سندان سره نږدې تزریق کیرې . وروسته کوبه خوشې کیرې . کله چې کوبه سقوط وکړي ، نو دا د هوا او سوخت موادو مخلوط متراکمي او احتراق کوي . دغه عمل د میخ د ټک وهلو او د کوبې د پورته تللو باعث کیرې . ډیزلي خټک د میخ خښولو په سختو حالاتو کې ښه کار کوي . په نرمو خاورو کې د میخ د بنکته تللو حرکت زیات او د کوبې د پورته تللو حرکت کم دی . دغه توپیر ممکنه ده چې د هوا او سوخت موادو مخلوط سوځولو لپاره بساینه ونه کړي ، او د کوبې لاسي پورته کولو ته اړتیا پیدا کړي . په (4.7 جدول) کې د میخونو د ټک وهلو لپاره د خټکونو موجوده تجارتي نمونې بنودل شوي دي [276:10].

د لرزنده میخونو خښولو عملیاتي اصول په (7e.7 شکل) کې بنودل شوي دي . نوموړی میخ خښوونکی د دوو عمده څرخي ضربه ورکونکو وزنونو خځه تشکیل شوی چې یو د بل په مخالف جهت حرکت کوي . د فرارالمرکز قوې ایجادوونکي افقي اجزا د وزنونو د څرخ ورکولو په نتیجه کې یو بل خنثی کوي . چې په نتیجه کې په میخ باندې سینوسي عمودي دینامیکي قوه واردیږي او د میخ په بنکته بیولو کې مرسته کوي .

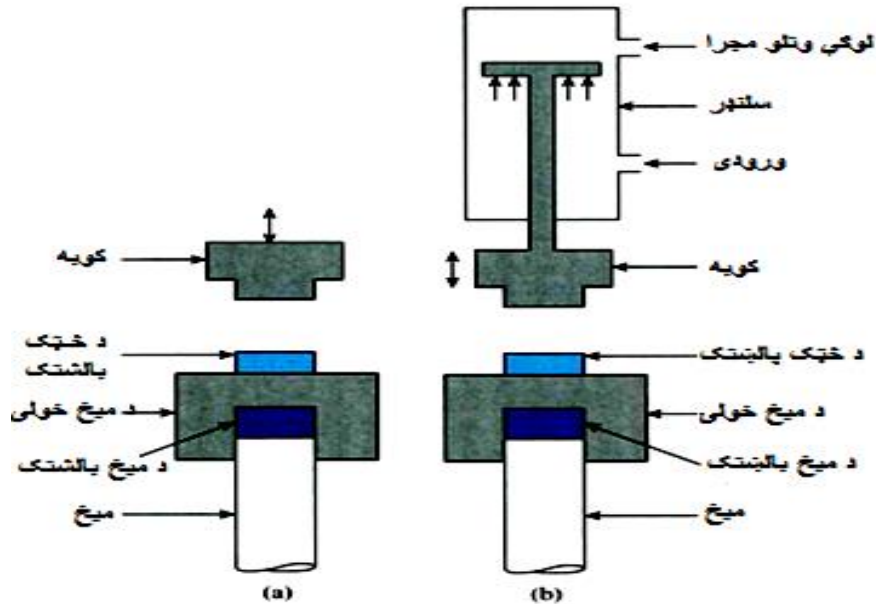
د اوبو فواره یو بل تخنیک دی چې ځینې وخت د میخ په خښولو کې استعمالیږي ، کله چې د سختې خاورې په نازکه طبقه کې د میخ خښولو اړتیا پیدا شي کومه چې په نرمه طبقه باندې قرار ولري . په دې تخنیک کې اوبه د میخ د نوکې خځه د 50mm خځه تر 75mm قطر لرونکي نل پواسطه خارجیږي چې د شگو او جغلو د مینځلو او نرمولو سبب کیرې .

هغه میخونه چې د عمود سره د  $14^{\circ}$  خځه تر  $20^{\circ}$  زاویو پورې خښیږي د مایل میخونو په نوم یادیږي . د مایل میخونو د گروپ خځه په هغه وخت کې استفاده کیرې

4.7 جدول. د میخونو خبسونکو ختکونو موجوده تجارتی نمونی [277:10]

د ختک جوړونکې	مودول نمبر	د ختک ډول	انرژي $kN.m$	ضربه فی دقیقه	د کوبې وزن $kN$
V	400C	یو طرفه	153.9	100	177.9
M	S-20		81.3	60	89.0
M	S-8		35.3	53	35.6
M	S-5		22.0	60	22.2
R	5/O		77.1	44	77.8
R	2/O		44.1	50	44.5
V	200C	دوه طرفه	68.1	98	89.0
V	140C		48.8	103	62.3
V	80C		33.1	111	35.6
V	65C		26.0	117	28.9
R	150C		66.1	95-105	66.7
V	4N100	ډیزلی	58.8	50-60	23.5
V	IN100		33.4	50-60	13.3
M	DE40		43.4	48	17.8
M	DE30		30.4	48	12.5

V - Vulcan Iron Works, Florida, M - McKiernan - Terry, New Jersey, R - Raymond International.



7.7 شکل. د میخ د ټک و هلو تجهیزات: (a) سقوطی ختک، (b) د بخار یا متراکمی هوا یو

طرفه ختک [280:10]



چې د عرضي بار د زغم وړتیا زیاتولو ته اړتیا وي . میخونه کولی شو چې د برمی پواسطه د ځمکې یوې برخې ژوروالي پورې کیندلو په مرسته هم ځای په ځای کړو . او وروسته کولې شو چې د نظر وړ ژوروالي پورې نوموړي میخونه ټک وهل شي [281:10].

### 5.7 د بار د انتقالولو میکانیزم (Load Transfer Mechanism)

د میخ څخه خاورې ته د بار انتقالولو میکانیزم پیچلی او مغلق دی . د دغه موضوع د بڼه پوهیدلو لپاره یو میخ چې د  $L$  طول لرونکی دی په (8a.7 شکل) کې بنودل شوی دی . په میخ باندې بار په تدریجي ډول زیاتېږي چې د ځمکې د سطحې څخه د صفر  $Q_{(z=0)}$  څخه شروع کیږي . د نوموړي بار یوه برخه د میخ د اړخونو د سطحې اصطکاک  $Q_1$  پواسطه بله برخه یې د میخ د څوکې لاندې خاورې  $Q_2$  پواسطه زغمل کیږي . اوس څرنگه  $Q_1$  او  $Q_2$  د مجموعي بار پورې اړه لري ؟ که چېرې هغه بار چې د میخ بدنه یې  $Z$  ژوروالي ته انتقالوي اندازه یې  $Q(z)$  لاسته راوړو ، د تغییراتو ماهیت د 1 منحنی په صورت په (8b.7 شکل) کې بنودل شوی دی .

په في واحد سطحه کې د اصطکاک مقاومت د  $Z$  په هر ژوروالي سره په لاندې ډول تعیین کړو :

$$f(z) = \frac{\Delta Q(z)}{(p)(\Delta z)} \dots\dots\dots(8.7)$$

چېرې چې  $p$  د میخ د عرضي مقطع محیط دی . په (8c.9 شکل) کې د  $f(z)$  تغییرات نسبت ژوروالي ته بنودل شوي دي .

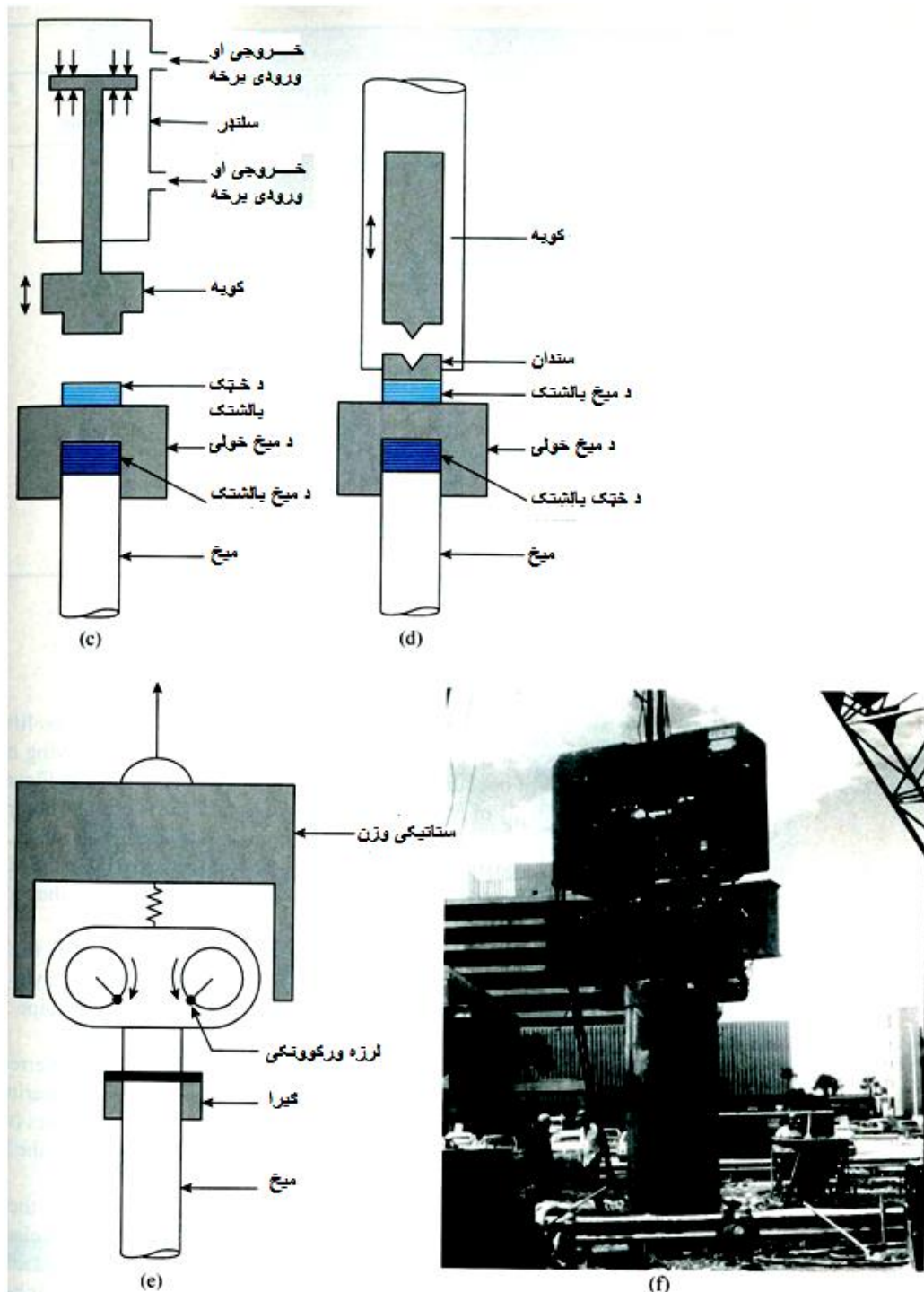
که چېرې د  $Q$  بار د ځمکې په سطحه کې په تدریج سره شي ، د میخ د سایز او طول  $L$  په پام کې نیولو نه په غیر ، په هغه وخت کې چې د میخ او خاورې ترمنځ بیخایه کیدنه د 5mm څخه تر 10mm ته ورسېږي د اصطکاک مقاومت د میخ د بدني په اوږدو کې مکمل کیږي . مگر د میخ د څوکې اعظمي مقاومت  $Q_2 = Q_p$  نه تکمیلېږي ترڅو چې د میخ څوکه د میخ د قطر د 10% څخه تر 25% پورې حرکت وکړي (لاندینی حد د ټک وهونکې میخونو او پورتنی حد په بور کې وهل شوي میخونو لپاره په کار وړل کیږي) . په نهایتي بار کې (8d.7 شکل او 2 منحنی په 8b.7 شکل کې) ،

$$Q_{(z=0)} = Q_u \text{ په دې اساس ،}$$

$$Q_1 = Q_s$$

او

$$Q_2 = Q_p$$



7.7 شکل ادامه. (c) بخاری یا متراکمی هوا دوه طرفه ختک ، (d) ډیزلی ختک

(e) لرزنده ختک (میخ خبسونکی) ، (f) د لرزنده میخ خبسونکی

تصویر [283:10].

د مخکې توضیحاتو څخه دا څرگندیږي چې  $Q_s$  (یا د میخ د بدنې په اوږدو کې د في واحد سطحې اصطکاک  $f$ ) د میخ د څوکې مقاومت  $Q_p$  په مقایسه د میخ د ډبر کم بیخایه کیدنې په صورت کې ایجادېږي. د دغه نقطې د واضح کولو لپاره په ساحه کې د میخ د بارگذاري، تست پایلې په پام کې نیسو چې د Mansur او Hunter پواسطه سرته رسیدلي دي. د خاورې او میخ د حالتونو جزئیات په لاندې ډول دي:

د میخ ډول: فولادي میخ چې 406mm خارجي قطر او د دیوال ضخامت یې 8.5mm دی.

د سطحې خاورې ډول: شگه.

د میخ د نفوذ (داخلیدلو) طول: 16.8m

په (9a.7 شکل) کې د بارگذاري، تست پایله ښودل شوې، کوم چې د میخ د پاسه بار  $Q_{(z=0)}$  د ناستې په مقابل کې رسم شوی. په (9b.7 شکل) کې د میخ د بدنې پواسطه هرې ژوروالي ته انتقال شوی بار  $Q_z$  رسم ښایي. Mansur او Hunter پواسطه په دې آزمایش کې د لاندې بارونو لاندې د میخ د تخریب راپور ورکړی دی.

$$Q_u \approx 1601 \text{ kN}, \quad Q_p \approx 416 \text{ kN}, \quad Q_s \approx 1185 \text{ kN}.$$

اوس په (9b.7 شکل) کې د بار ویش په هغه وخت کې په پام کې نیسو چې د میخ ناسته 2.5mm وي. دې حالت لپاره:

$$Q_{(z=0)} \approx 667 \text{ kN}, \quad Q_2 \approx 93 \text{ kN}, \quad Q_1 \approx 574 \text{ kN}$$

په دې اساس په  $s = 2.5 \text{ mm}$  کې:

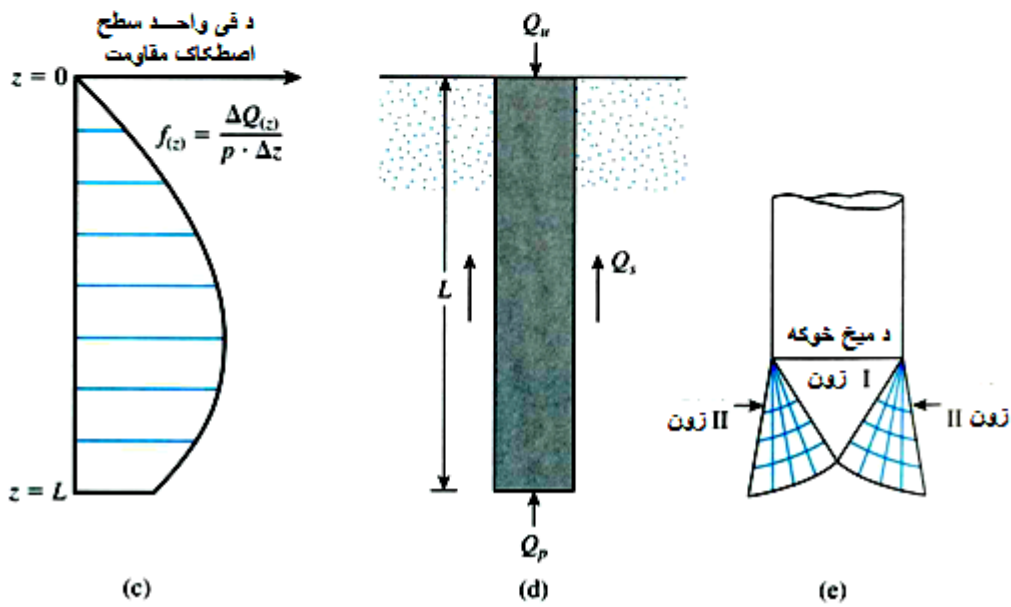
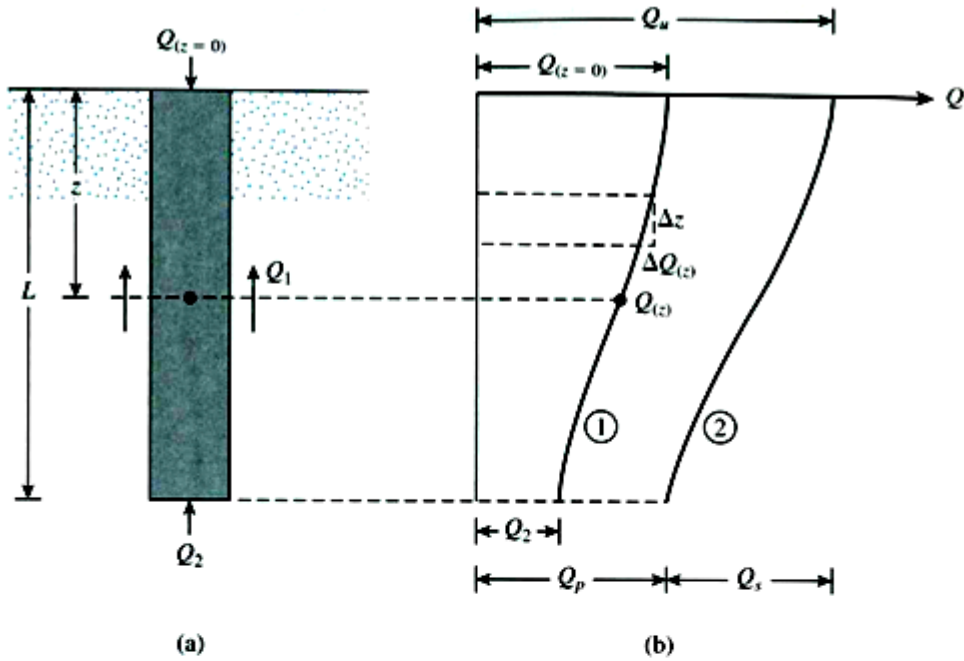
$$\frac{Q_2}{Q_p} = \frac{93}{416} (100) = 22.4\%$$

$$\frac{Q_1}{Q_s} = \frac{574}{1185} (100) = 48.4\%$$

بنا پردې، دا څرگنده ده چې په کمه ناسته کې د میخ د څوکې د بار په مقایسه سطحې اصطکاک په تیزی سره مکملېږي.

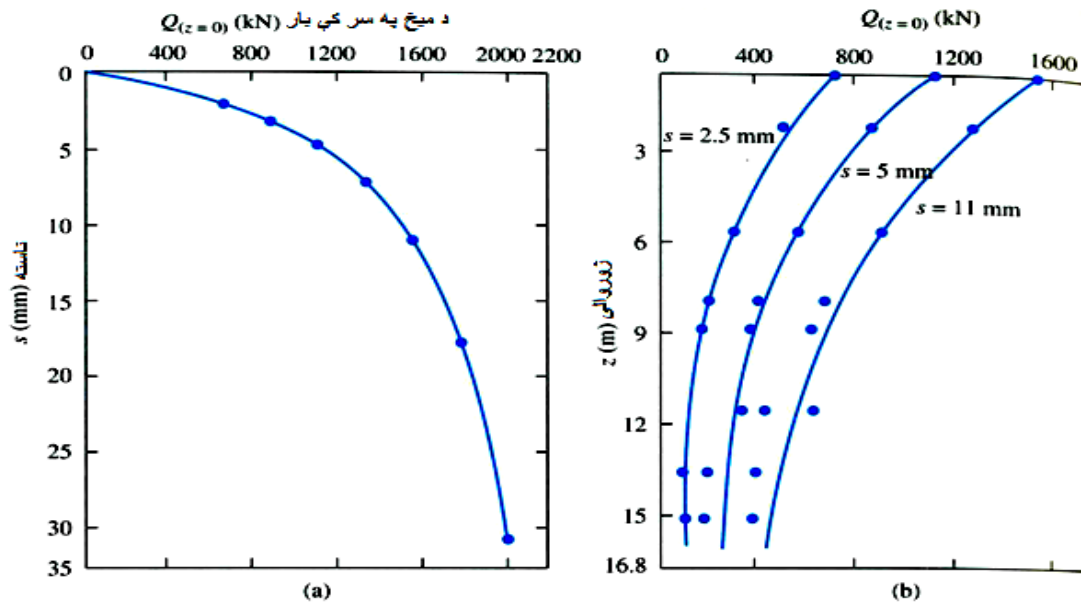
په نهایي بارونو کې، د میخ د څوکې په موقعیت کې د خاورې د سطحې تخریب (د  $Q_p$  بار له اثره د زغم د وړتیا له لاسه ورکول) د هغه سره مشابهت لري کوم چې په (8e.7 شکل) کې ښودل شوی دی. دا باید په یاد ولرو چې میخې تهډابونه د

ژورو تهدابونو له جملې څخه دي او خاورې زیاتره سوري کیدونکې حالت کې تخریبیږي ، یعنی د میخ د څوکې په موقیعت کې مثلثي زون (I زون) ایجادیږي ، کوم چې په غیرد کوم بل لغزشي سطحې څخه لاندې خوا پورې وهل کیږي .



8.7 شکل. د میخونو لپاره د بار د انتقال میکانیزم [10:284].

په متراکمو شگو او سخت کلی لرونکی خاورو کې شعاعی غوڅیدنې زون (II زون) په ناقص شکل سره ایجاد شي.



9.7 شکل. په شگه کې د پایپ څخه میخ د بارگذاري تست پایلې [285:10].

## 6.7 د میخونو د ظرفیت اټکلولو لپاره معادلي

د میخونو د نهایي بار انتقال وړتیا  $Q_u$  د لاندې مساوات له مخې پیدا کیږي:

$$Q_u = Q_p + Q_s \quad \dots\dots\dots(9.7)$$

چېرې چې:

$Q_p$  د میخ د څوکې د بار انتقالولو وړتیا.

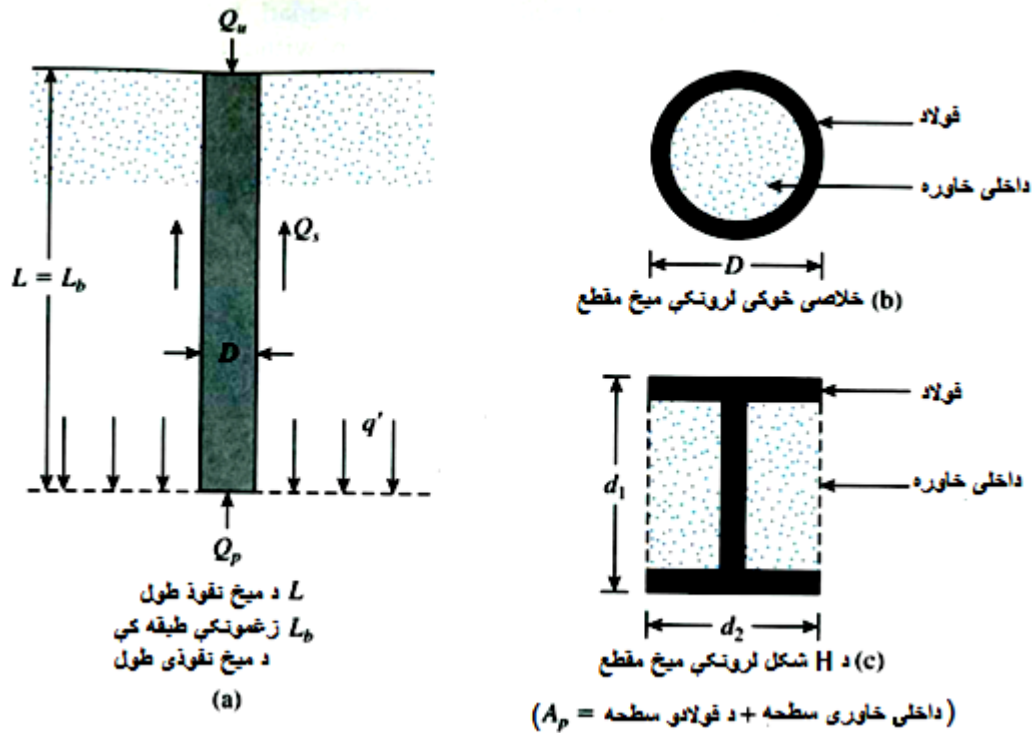
$Q_s$  اصطکاکي مقاومت (پوټکې اصطکاک) چې د خاورې او میخ په مشترکه

سطحه کې رامنځته کیږي (10.7 شکل).

زیاتره منتشر شوې څیرنې د  $Q_p$  او  $Q_s$  مقدار تعیینولو په اړه شتون لري.

Castello او Coyle، Meyerhof، Vesic په ښه شکل سره نوموړې څیرنې یې و

ارزول. دغو څیرنو د میخ د نهایي باربرۍ وړتیا مشکل د حل دروازه پرانیستله.



10.7 شکل. د میخ د نهایی بار انتقالولو ورتیا [288:10].

### د میخ د خوکی د زغم ورتیا $Q_p$

د سطحی تهادبونو د زغم نهایی ورتیا په اړه مخکینی فصل کې بحث شوی دی. د Terzaghi مساوات څخه لرو چې:

$$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma \quad (\text{د مربعی سطحی تهادبونو لپاره})$$

$$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.3\gamma BN_\gamma \quad (\text{د دایروي سطحی تهادبونو لپاره})$$

په مشابه توګه د سطحی تهادبونو د زغم د ورتیا عمومي مساوات په لاندې ډول دي (عمودي بارگذاري په صورت کې).

$$q_u = c'N_c F_{cs} F_{cd} + qN_q F_{qs} F_{qd} + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d}$$

په دې اساس، په عمومي صورت د زغم نهایی ورتیا په لاندې ډول ارایه کړو:

$$q_u = c'N_c^* + qN_q^* + \gamma BN_\gamma^* \quad \dots\dots\dots(10.7)$$

چېرې چې،  $N_c^*$ ،  $N_q^*$  او  $N_\gamma^*$  د زغم د ورتیا فکتورونه دي چې اړین ډول او ژوروالي فکتورونه هم په دوی کې شامل دي.

میخې تهډابونه ژور دي. که څه هم په في واحد سطحه کې نهایی مقاومت  $q_p$  د میخ په څوکه کې ایجادیږي چې کیدلی شي د یو مساوات پواسطه چې (10.7 مساوات) سره مشابهت لري، ارایه شي. سره له دې چې د  $N_c^*$ ،  $N_q^*$  او  $N_\gamma^*$  قیمتونه یې توپیر کوي. په دې فصل کې د میخ د عرض لپاره علامه  $D$  ده. په دې اساس په (10.9 مساوات) کې  $B$  په  $D$  سره تعویض کیږي.

$$q_u = q_p = c'N_c^* + qN_q^* + \gamma DN_\gamma^* \dots\dots\dots(11.7)$$

دا چې د میخ عرض  $D$  کوچنی دی، نو د  $\gamma DN_\gamma^*$  کیدلی شي چې د مساوات بڼې طرف څخه حذف شي، نو لرو چې:

$$q_p = c'N_c^* + q'N_q^* \dots\dots\dots(12.7)$$

دا باید په یاد ولرو چې د عمودي مؤثره تشنج مشخص کولو لپاره په (12.7 مساوات) کې  $q$  په  $q'$  باندې تعویض شوی دی. په دې اساس د میخ د څوکې د زغم وړتیا مساوي دی له:

$$Q_p = A_p q_p = A_p (c'N_c^* + q'N_q^*) \dots\dots\dots(13.7)$$

چېرې چې:

$A_p$  د میخ د څوکې مساحت دی.

$c'$  د خاورې چسپناکې د میخ د څوکې په تکیه گاه کې.

$q_p$  د میخ د څوکې د في واحد سطحې مقاومت.

$q'$  د میخ د څوکې د سطحې په لیول کې عمودي مؤثره تشنج.

$N_q^*$ ،  $N_c^*$  د زغم د وړتیا فکتورونه دي.

### اصطکاکی مقاومت ( $Q_s$ ) (Frictional Resistance, $Q_s$ )

د یو میخ د پوتکې مقاومت یا اصطکاکی مقاومت په لاندې ډول لیکلی شو:

$$Q_s = \sum p \Delta L f \dots\dots\dots(14.7)$$

چېرې چې:

$p$  د میخ د مقطع محیط دی.

$\Delta L$  د میخ اضافي طول دی چې په هغه کې  $p$  او  $f$  ثابت وي.

$f$  د  $Z$  په هر ژوروالي سره د في واحد سطحې اصطکاکی مقاومت.

د  $Q_p$  او  $Q_s$  د اټکلولو لپاره مختلفې طریقې په وروستی برخو کې د بحث لاندې نیول کیږي. دا اړینه ده چې بیاځلي تاکید وشي چې په ساحه کې د میخ د څوکې مقاومت د تأمینولو لپاره د میخ څوکه باید د هغې د عرض 10% څخه تر 25% پورې د بیخایه کولو له مخې ځای په ځای شي.

### مجازي بار ( Allowable Load, $Q_{all}$ )

د میخ د څوکې د زغم وړتیا او اصطکاکی مقاومت د جمع کولو له مخې د میخ د بار د انتقال نهایی وړتیا د تعینولو څخه وروسته، د ډاډمنتیا یو مناسب فکتور د هر میخ د مجازي بار د حاصلولو لپاره استعمالیږي چې په لاندې توګه پیدا کیږي:

$$Q_{all} = \frac{Q_u}{FS}$$

چېرې چې:

$Q_{all}$  د هر میخ لپاره د بار د انتقال مجازي وړتیا.

$FS$  د ډاډمنتیا فکتور دی.

د ډاډمنتیا فکتور حدود په عمومي صورت د 2.5 څخه تر 4 پورې دی چې د نهایی بار په محاسبه کې د عدم اطمینان چاپیریاله پورې اړه لري [10:295].

### 7.7 د $Q_p$ اټکلولو لپاره د (Meyerhof) طریقه

(Meyerhof's Method for Estimating  $Q_p$ )

شګي (Sand)

معمولاً په شګه کې د میخ د څوکې د زغم وړتیا  $q_p$  په زغموونکې طبقه کې د میخ په نفوذي ژوروالي سره زیاتېږي او د بحراني نفوذ په نسبت  $\frac{L_b}{D} = \left(\frac{L_b}{D}\right)_{cr}$  کې یې مقدار اعظمي حد ته رسیږي. باید په یاد ولرو چې په متجانس خاورو کې  $L_b$  د میخ د واقعي نفوذي طول  $L$  سره مساوي دی. که څه هم چېرې چې میخ په یو زغموونکې طبقه کې داخل شي،  $L_b < L$  وي. د بحراني نفوذ په نسبت  $\left(\frac{L_b}{D}\right)_{cr}$  هاخوا د  $q_p$  قیمت ثابت پاتې کیږي ( $q_p = q_l$ ). لکه څرنګه چې د متجانس خاورو حالت  $L = L_b$  لپاره په (11.7 شکل) کې ښودل شوی دی.



په شگه کې د میخ لپاره  $c' = 0$  دی، نو د (13.7 مساوات) په لاندې توگه ساده کیږي:

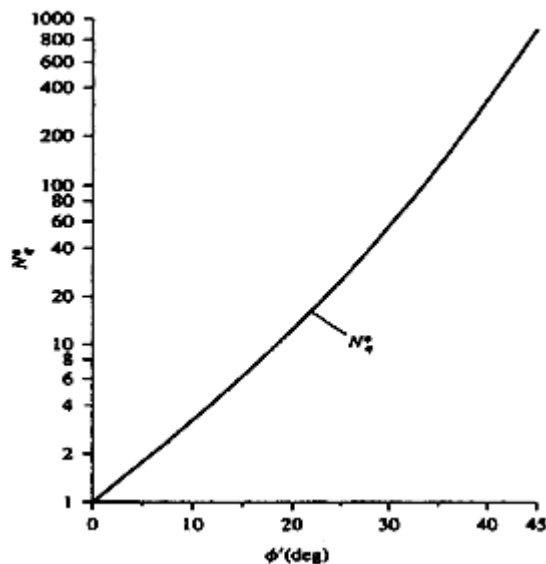
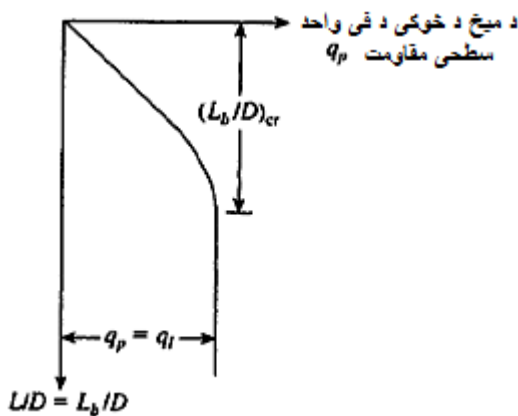
$$Q_p = A_p q_p = A_p q' N_q^* \quad \dots\dots\dots(15.7)$$

په (12.7 شکل) کې د  $\phi'$  په نسبت د  $N_q^*$  تغیرات بنودل شوي دي. د مختلفو اصطکاک زاویو لپاره د  $N_q^*$  قیمتونه په (5.7 جدول) کې ورکړل شوي دي. که څه هم د  $Q_p$  قیمت د  $A_p q_l$  محدود قیمت څخه نه زیاتېږي، چې په لاندې ډول دي:

$$Q_p = A_p q' N_q^* \leq A_p q_l \quad \dots\dots\dots(16.7)$$

د میخ د څوکې حدي مقاومت مساوي دی په:

$$q_l = 0.5 p_a N_q^* \tan \phi' \quad \dots\dots\dots(17.7)$$



12.7 شکل. په متجانسه شگه کې د میخ د څوکې واحد سطحی مقاومت د تغیراتو ماهیت.

11.7 شکل. د  $\phi'$  په نسبت د  $N_q^*$  اعظمي مقدارونو تغیرات [295:10]

چېرې چې:

$p_a$  اتموسفیري فشار دی (مساوي کیږي په  $100 \text{ kN/m}^2$  سره)

$\phi'$  د زغموونکې طبقې د خاورې د اصطکاک زاویه ده.

د بحراني نفوذ نسبت د مفهوم بڼه مثال د Ogeechee د سیند په ساحل کې د Vesic پواسطه په شگه کې په یو میخ باندې ساحوي بار تست دی. د استفادې لاندې میخ یو فولادي میخ و چې قطر درلود. په (6.7 جدول) کې په مختلف

ژوروالي سره نهایی مقاومت نبودل شوی دی. په (13.7 شکل) کې  $q_p$  اندازه نسبت ژوروالي ته نبودل شوی چې د ساحې څخه د ستندرد نفوذي مقاومت د حدودو په پام کې نیولو سره حاصل شوي. د شکل څخه لاندیني مشاهداتو صورت نیولی:

1. هلته  $q_p$  یو محدود قیمت لري چې د نظر لاندې ټسټ لپاره تقریباً  $12,000 \text{ kN/m}^2$  دی

2. د  $(L/D)_{cr}$  قیمت تقریباً 16 څخه تر 18 پورې دی.

3. د  $N_{60}$  منحنی قیمت تقریباً د  $L/D \geq (L/D)_{cr}$  لپاره 30 دی. د

(37.9 مساوات) په استفاده د میخ د څوکې حدي مقاومت مساوي دی له:

$$4p_a N_{60} = (4)(100)(30) = 12,000 \text{ kN/m}^2$$

ساحې د مشاهداتو سره مطابقت لري.

5.7 جدول. د Meyerhof د نظریې په اساس د  $N_q^*$  انترپولیشن شوی قیمتونه [296:10]

$\phi$ (deg)	$N_q^*$
20	12.4
21	13.8
22	15.5
23	17.9
24	21.4
25	26.0
26	29.5
27	34.0
28	39.7
29	46.5
30	56.7
31	68.2
32	81.0
33	96.0
34	115.0
35	143.0
36	168.0
37	194.0
38	231.0
39	276.0
40	346.0
41	420.0
42	525.0
43	650.0
44	780.0
45	930.0

6.7 جدول. په یو تست لاندې میخ د څوکې نهایی مقاومت  $q_p$  د Ogeechee د سیند په ساحل کې چې د Vesic پواسطه راپور ورکړل شوی دی [297:10].

دمیخ قطر D (m)	د نفوذ ژوروالی L (m)	L/D	$q_p$ (kN/m <sup>2</sup> )
0.457	3.02	6.61	3.304
0.457	6.12	13.39	9.365
0.457	8.87	19.4	11.472
0.457	12.0	26.26	11.587
0.457	15.0	32.82	13.971

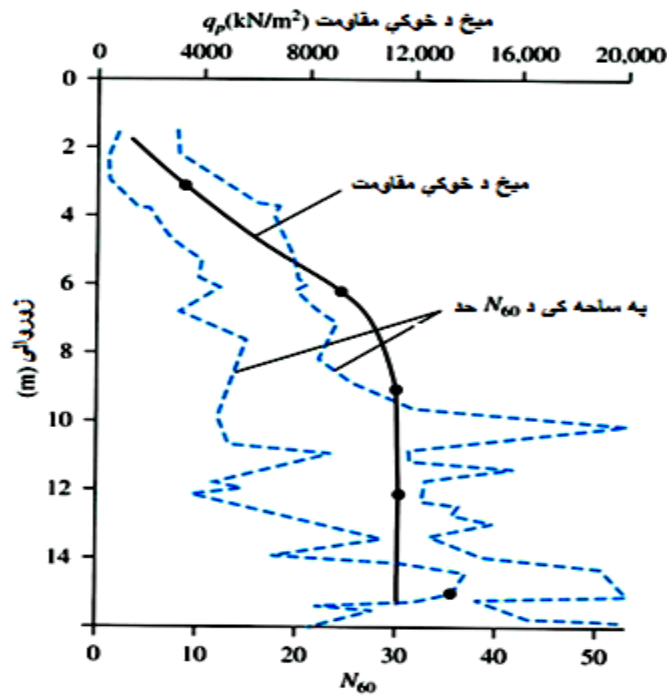
### کلی خاوره ( $\phi = 0$ )

په غیر د اوبو ویستلو حالت لاندې په مشبوع شوي کلی خاوره ( $\phi = 0$ ) کې مستقر میخونو لپاره خالص نهایی بار د لاندې فورمول پواسطه پیدا کیږي:

$$Q_p = N_c^* c_u A_p \approx 9 c_u A_p \quad \dots\dots\dots (18.7)$$

چېرې چې،  $c_u$  د میخ د څوکې لاندې په غیر د اوبو ویستلو څخه د خاورې

چسپناکې.



13.7 شکل. د Vesic د میخ تست پایله - نسبت ژوروالي ته د  $q_p$  او  $N_{60}$  تغیرات [298:10].

8.7 د  $Q_p$  اټکلولو لپاره د (Vesic) طریقہ (Vesic's Method for Estimation  $Q_p$ )

شگی (Sand)

Vesic په 1977 کال کې د خالیګاو د انبساط د تیورۍ په اساس د میخ د خوګې د زغم وړتیا اټکلولو لپاره یوه طریقه پیشنهاد کړله. د دغه نظریې ته په کتلو او د مؤثره تشنج پارامیټرونو پراساس، کولی شو چې ولیکو:

$$Q_p = A_p q_p = A_p \bar{\sigma}'_o N_{\sigma}^* \quad \dots\dots\dots(19.7)$$

چېرې چې،  $\bar{\sigma}'_o$  د میخ د خوګې په لیول کې د خاورې نارملې مؤثره تشنج دی چې مساوي کیري په:

$$\bar{\sigma}'_o = \left( \frac{1+2K_o}{3} \right) q' \quad \dots\dots\dots(20.7)$$

$$K_o = 1 - \sin\phi' \quad \dots\dots\dots(21.7)$$

د زغم د وړتیا فکتور  $N_{\sigma}^*$

دا په یاد ولرو چې (19.7 مساوات) د (15.7 مساوات) د لاندې مقدار په تغیر سره یو اصلاح شوی مساوات دی:

$$N_{\sigma}^* = \frac{3N_q^*}{(1+2K_o)} \quad \dots\dots\dots(22.7)$$

د Vesic د تیورۍ په پام کې نیولو سره:

$$N_{\sigma}^* = f(I_{rr}) \quad \dots\dots\dots(23.7)$$

چېرې چې  $I_{rr}$  د خاورې لپاره د سختۍ کم شوی اندکس څخه عبارت دی.

$$I_{rr} = \frac{I_r}{1+I_r\Delta} \quad \dots\dots\dots(24.7)$$

چېرې چې

$$I_r = \text{سختۍ اندکس} = \frac{E_s}{2(1+\mu_s)q' \tan\phi'} = \frac{G_s}{q' \tan\phi'} \quad \dots\dots\dots(25.7)$$

$E_s$  د خاورې د الاستیکیت مودول دی.

$\mu_s$  د خاورې د Poisson نسبت دی.

$G_s$  د خاورې د غوڅیدنې مودول دی.

$\Delta$  د میخ د خوګې لاندې په پلاستیکی زون کې منځنی حجمي تغیر شکل دی.

د  $I_r$  معمول حد مختلفو خاورو لپاره عبارت دی له:  
شگه (اړونده تراکمیت 50% څخه تر 80% پورې): 75 څخه تر 150 پورې.  
سیلت خاوره: 50 څخه تر 75 پورې.  
ددې لپاره چې  $I_r$  (25.7 مساوات) او په دې اساس د  $I_{rr}$  (24.7 مساوات) له  
میخنی اټکل کولو نو د لاندنیو تقریبي قیمتونو څخه استفاده کوو  
(Chen and Kulhawy, 1994).

$$\frac{E_s}{p_a} = m \quad \dots\dots\dots(26.7)$$

چېرې چې

$p_a$  اتموسفیري فشار دی (مساوي کیري له  $100\text{kN/m}^2$  سره).

$$m = \begin{cases} (100 - 200) \text{ (سسته خاوره)} \\ 200 - 500 \text{ (منځنۍ متراکمه خاوره)} \\ 500 - 1000 \text{ (متراکمه خاوره)} \end{cases}$$

$$\mu_s = 0.1 + 0.3 \left( \frac{\phi' - 25}{20} \right), \quad \text{د } 25^\circ \leq \phi' \leq 45^\circ \text{ لپاره} \quad \dots\dots\dots(27.7)$$

$$\Delta = 0.005 \left( \frac{\phi' - 25}{20} \right) \frac{q'}{p_a} \quad \dots\dots\dots(28.7)$$

په ساحه کې د CPT تست په بناد  $I_r$  لپاره (Baldietal (1981) لاندینی  
رابطه ارایه کړې ده:

$$I_r = \frac{300}{F_r(\%)} \text{ (میخانیکي مخروط نفوذ لپاره)} \quad \dots\dots\dots(29.7)$$

$$I_r = \frac{170}{F_r(\%)} \text{ (الکتریکي مخروط نفوذ لپاره)} \quad \dots\dots\dots(30.7)$$

$$F_r = \frac{\text{اصطکاک مقاومت}}{\text{مخروط مقاومت}} = \frac{f_c}{q_c}$$

په (7.7 جدول) کې د  $N_\sigma^*$  قیمتونه د  $I_{rr}$  او  $\phi'$  مختلفو قیمتونو لپاره ورکړل  
شوي دي [300:10].

### کلی خاوره ( $\phi = 0$ )

په مشبوع شوي کلی چې ( $\phi = 0$ ) وي، د میخ د څوکې د زغم خالص نهایی  
ورتیا کیدلی شي په تقریبي توگه په لاندې ډول پیدا شي:

$$Q_p = A_p q_p = A_p c_u N_c^* \quad \dots\dots\dots(31.7)$$

چېرې چې  $c_u$  په غیر د اوبو ویستلو چسپناکې ده.

د Vesic د خالیگاود انبساط تیوري په پام کې نیولو سره:

$$N_c^* = \frac{4}{3} (\ln I_{rr} + 1) + \frac{\pi}{2} + 1 \quad \dots\dots\dots(32.7)$$

د  $N_c^*$  تغیرات نسبت  $I_{rr}$  او ( $\emptyset = 0$ ) حالت ته په (8.7 جدول) کې ورکړل شوی

دی. اوس، د مشبوع شوي کلی لپاره چې حجم یې تغیر نه وي کړی  $\Delta = 0$ ،  
(24.7 مساوات) ته رجوع وکړو نو لرو چې:

$$I_{rr} = I_r \quad \dots\dots\dots(33.7)$$

د  $\emptyset = 0$  لپاره،

$$I_{rr} = \frac{E_s}{3c_u} \quad \dots\dots\dots(34.7)$$

*O'Neil* او *Reese* په 1999 کال کې لاندې د  $I_r$  او په غیر د اوبو ویستلو

چسپناکې  $c_u$  ترمنځ تقریبي رابطې پیشنهاد کړلې:

$\frac{c_u}{p_a}$	$I_r$
0.24	50
0.48	150
$\geq 0.96$	250 - 300

مخکینی مقدار کولی شو چې په لاندې تقریبي توگه ولیکو:

$$I_r = 347 \left( \frac{c_u}{p_a} \right) - 33 \leq 300 \quad \dots\dots\dots(35.7)$$

9.7 په شگو کې د  $Q_p$  اټکلولو لپاره د (Coyle) او (Castello) طریقہ  
(Coyle and Casterllo's Method for Estimating  $Q_p$  in sand)

Coyle او Castello په 1981 کال کې په شگو کې خښ شوي میخونو 24 ساحوي  
باریدنې تستونه وخیړل. د تست د پایلو په بنا دوی پیشنهاد کړل چې په شگه کې:

$$Q_p = q' N_q^* A_p \quad \dots\dots\dots(36.7)$$

چېرې چې،  $q'$  د میخ په څوکه کې عمودي تشنج دی او  $N_q^*$  د زغم د وړتیا

فکتور دی.

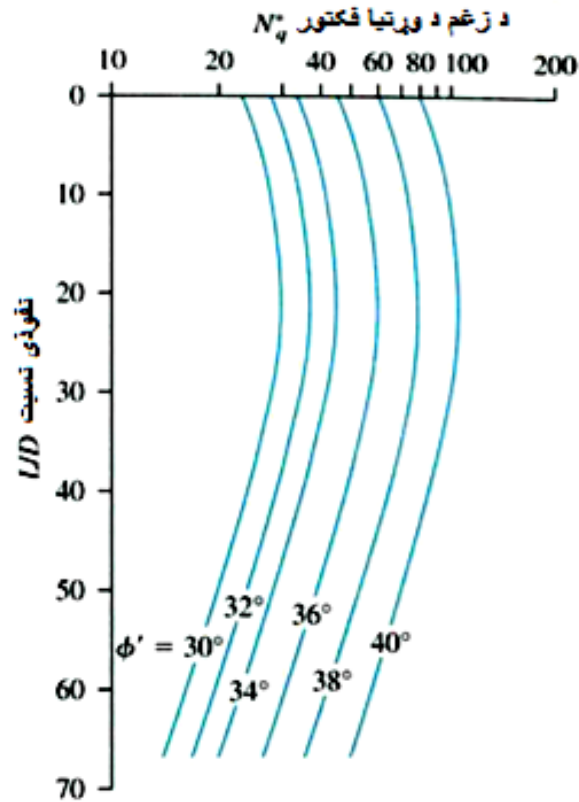
په (14.7 شکل) کې د  $L/D$  او  $\emptyset'$  سره د  $N_q^*$  تغیرات بنودل شوي دي.

7.7 جدول. د خالیگاو د انبساط تیوری. پراساس د  $N_{\sigma}^*$  د زغم د ورتیا فکتورونه [562:4].

$\phi'$	$I_r$									
	10	20	40	60	80	100	200	300	400	500
25	12.12	15.95	20.98	24.64	27.61	30.16	39.70	46.61	52.24	57.06
26	13.18	17.47	23.15	27.30	30.69	33.60	44.53	52.51	59.02	64.62
27	14.33	19.12	25.52	30.21	34.06	37.37	49.88	59.05	66.56	73.04
28	15.57	20.91	28.10	33.40	37.75	41.51	55.77	66.29	74.93	82.40
29	16.90	22.85	30.90	36.87	41.79	46.05	62.27	74.30	84.21	92.80
30	18.24	24.95	33.95	40.66	46.21	51.02	69.43	83.14	94.48	104.33
31	19.88	27.22	37.27	44.79	51.03	56.46	77.31	92.90	105.84	117.11
32	21.55	29.68	40.88	49.30	56.30	62.41	85.96	103.66	118.39	131.24
33	23.34	32.34	44.80	54.20	62.05	68.92	95.46	115.51	132.24	146.87
34	25.28	35.21	49.05	59.54	68.33	76.02	105.90	128.55	147.51	164.12
35	27.36	38.32	53.67	65.36	75.17	83.78	117.33	142.89	164.33	183.16
36	29.60	41.68	58.68	71.69	82.62	92.24	129.87	158.65	182.85	204.14
37	32.02	45.31	64.13	78.57	90.75	101.48	143.61	175.95	203.23	227.26
38	34.63	49.24	70.03	86.05	99.60	111.56	158.65	194.94	225.62	252.71
39	37.44	53.50	76.45	94.20	109.24	122.54	175.11	215.78	250.23	280.71
40	40.47	58.10	83.40	103.05	119.74	134.52	193.13	238.62	277.26	311.50
41	43.74	63.07	90.96	112.68	131.18	147.59	212.84	263.67	306.94	345.34
42	47.27	68.46	99.16	123.16	143.64	161.83	234.40	291.13	339.52	382.53
43	51.08	74.30	108.08	134.56	157.21	177.36	257.99	321.22	375.28	423.39
44	55.20	80.62	117.76	146.97	172.00	194.31	283.80	354.20	414.51	468.28
45	59.66	87.48	128.28	160.48	188.12	212.79	312.03	390.35	457.57	517.58

8.7 جدول Vesic نظریه‌ی پراساس په  $\phi = 0$  حالت کې د  $I_{rr}$  سره د  $N_c^*$  تغییرات [563:4]

$I_{rr}$	$N_c^*$
10	6.97
20	7.90
40	8.82
60	9.36
80	9.75
100	10.04
200	10.97
300	11.51
400	11.89
500	12.19



14.7 شکل د  $L/D$  سره د  $N_q^*$  تغییرات (د Coyle او Costello څخه وروسته ترسیم شوي) [296:10]



## 1.7 مثال

يو کانکريٽي ميخ چي 15m طول او  $0.45m \times 0.45m$  عرضي مقطع لري په پام کي نيسو چي کاملاً په شگه کي يې نفوذ کړي. د شگي لپاره لرو چي:  $\gamma = 17kN/m^3$ ،  $\phi' = 35^\circ$  دی. په لاندې طريقو سره د ميخ د خو کي د زغم نهايي وړتيا  $Q_p$  محاسبه کړئ؟

(a) د Meyerhof په طريقه.

(b) د Vesic په طريقه.

(c) د Coyle او Costello په طريقه.

(d) د a، b او c طريقو د نتايجو په بنا د  $Q_p$  لپاره مقدار تعين کړئ.

حل

(a) د (16.9 او 17.9 مساواتونو) څخه لرو چي:

$$Q_p = A_p q' N_q^* \leq A_p (0.5 p_a N_q^* \tan \phi')$$

د  $\phi' = 35^\circ$  لپاره (5.9 جدول)  $N_q^* \approx 143$  او همدارنگه

$$q' = \gamma L = 17 \times 15 = 255 kN/m^2$$

په دې اساس:

$$A_p q' N_q^* = (0.45 \times 0.45)(255)(143) \approx 7384 kN$$

بيا هم لرو چي:

$$A_p (0.5 p_a N_q^* \tan \phi') = (0.45 \times 0.45)(0.5)(100)(143)(\tan 35^\circ) \\ \approx 1014 kN$$

$$Q_p = 1014 kN$$

په دې اساس

(b) د (19.7 مساوات) څخه لرو چي:

$$Q_p = A_p \bar{\sigma}'_o N_\sigma^*$$

$$\bar{\sigma}'_o = \left[ \frac{1+2(1-\sin \phi')}{3} \right] q' = \left[ \frac{1+2(1-\sin 35^\circ)}{3} \right] (17 \times 15) = 139.96 kN/m^2$$

د (26.7 مساوات) خخه لرو:

$$\frac{E_s}{p_a} = m$$

فرضوو چي د منحنی اندازي لرونکي شگي لپاره  $m \approx 250$ ، په دي اساس:

$$E_s = (250)(100) = 25,000 \text{ kN/m}^2$$

د (27.7 مساوات) خخه لرو:

$$\mu_s = 0.1 + 0.3 \left( \frac{\phi' - 25}{20} \right) = 0.1 + 0.3 \left( \frac{35 - 25}{20} \right) = 0.25$$

د (28.7 مساوات) خخه لرو:

$$\Delta = 0.005 \left( \frac{\phi' - 25}{20} \right) \frac{q'}{p_a} = \Delta = 0.005 \left( \frac{35 - 25}{20} \right) \left( \frac{17 \times 15}{100} \right) = 0.0064$$

د (25.7 مساوات) خخه لرو:

$$I_r = \frac{E_s}{2(1 + \mu_s)q' \tan \phi'} = \frac{25,000}{2(1 + 0.25)(17 \times 15) \tan 35} = 56$$

د (24.7 مساوات) خخه لرو:

$$I_{rr} = \frac{I_r}{1 + I_r \Delta} = \frac{56}{1 + (56)(0.0064)} = 41.2$$

د (7.7 جدول) خخه د  $\phi' = 35^\circ$  او  $I_{rr} = 41.2$  په پام کې نیولو سره  $N_\sigma^* \approx 55$  دی

نو پس:

$$Q_p = A_p \bar{\sigma}'_o N_\sigma^* = (0.45 \times 0.45)(139.96)(55) \approx 1559 \text{ kN}$$

(c) د (36.7 مساوات) خخه لرو چي:

$$Q_p = q' N_q^* A_p$$

$$\frac{L}{D} = \frac{15}{0.45} = 33.3$$

د (14.7 شکل) خخه د  $\phi' = 35^\circ$  او  $L/D = 33.3$  په پام کې نیولو سره  $N_q^* \approx 48$

دی نو پس:

$$Q_p = q' N_q^* A_p = (15 \times 17)(48)(0.45 \times 0.45) = 2479 \text{ kN}$$

(d) دا څرگنده شوه چې  $Q_p$  د Coyle او Castello په طریقي سره ډېر زیات لاسته راغی .  
په دې اساس د a او b طریقي څخه لاسته راغلو پایلو منځنۍ اندازه مساوي ده له :

$$\frac{1014+1559}{2} = 1286.5 \text{ kN}$$

$Q_p = 1280 \text{ kN}$  څخه استفاده کوو .

10.7 د SPT او CPT نتایجو سره د اړیکو په استفاده د  $Q_p$  محاسبه کول  
(Correlations for Calculating  $Q_p$  with SPT and CPT Results)

د ساحوي مشاهداتو په اساس، (1976) Meyerhof داسې پیشنهاد یې وکړ  
چې د میخ د څوکې نهایی مقاومت  $q_p$  په متجانس دانه یې خاورو کې ( $L = L_b$ ) کیدلی  
شي د ستندرد نفوذ عدد څخه په لاندې توگه حاصل راشي [71:26]:

$$q_p = 0.4p_a N_{60} \frac{L}{D} \leq 4p_a N_{60} \dots\dots\dots(37.7)$$

پورته فورمول کې:

$N_{60}$  د میخ د څوکې تر څنګ (تقریباً 10D پورته او 4D د میخ د څوکې څخه

لاندې) ستندرد نفوذي عدد قیمت دی .

$p_a$  اتموسفیري فشار دی (مساوي دی له  $100 \text{ kN/m}^2$  سره).

Braudetal په 1985 په دانه یې خاوره کې د  $q_p$  لپاره د ستندرد نفوذي مقاومت

$N_{60}$  سره لاندې رابطه پیشنهاد کړه:

$$q_p = 19.7p_a (N_{60})^{0.36} \dots\dots\dots(38.7)$$

Meyerhof هم په 1956 کال کې پیشنهاد کړ چې:

$$q_p \approx q_c \text{ (په دانه یې خاوره کې)} \dots\dots\dots(39.7)$$

چې دلته  $q_c$  د مخروط نفوذي مقاومت دی .

## 2.7 مثال

په شگه کې يو کانکريټي ميخ چې  $15.2m$  طول او  $0.305m \times 0.305m$  عرضي مقطع لرونکی دی، په پام کې ونيسئ. د  $N_{60}$  تغييرات نسبت ژوروالي ته په لاندې ډول دي:

(a) د (37.7 مساوات) په مرسته  $Q_p$  اټکل کړئ؟

(b) د (38.7 مساوات) په مرسته  $Q_p$  اټکل کړئ؟

حل

(a) د ميخ څوکه د ځمکې سطحې څخه  $15.2m$  لاندې قرار لري. د ميخ قطر

$$D=0.395m$$

$N_{60}$  منځنۍ اندازه د ميخ د څوکې څخه  $10D$  پورته او  $5D$  لاندې مساوي دی په:

$$N_{60} = \frac{17+20+28+29}{4} = 23.5 \approx 24$$

د ځمکې سطحې لاندې ژوروالي (m)	$N_{60}$
1.5	8
3.0	10
4.5	9
6.0	12
7.5	14
9.0	18
10.5	11
12.0	17
13.5	20
15.0	28
16.5	29
18.0	32
19.5	30
21.0	27

د (37.7 مساوات) څخه لرو:

$$Q_p = A_p(q_p) = A_p \left[ 0.4p_a N_{60} \left( \frac{L}{D} \right) \right] \leq A_p (4p_a N_{60})$$

$$A_p \left[ 0.4 p_a N_{60} \left( \frac{L}{D} \right) \right] = (0.305 \times 0.305) \left[ (0.4)(100) \left( \frac{15.2}{0.305} \right) \right] = 4450.6 \text{ kN}$$

$$A_p(4p_a N_{60}) = (0.305 \times 0.305)(4)(100)(24) = 893 \text{ kN}$$

په دې اساس  $Q_p = 893 \text{ kN}$ .

(b) د (37.7 مساوات) څخه لرو:

$$Q_p = A_p q_p = A_p [19.7 p_a (N_{60})^{0.36}]$$

$$= (0.305 \times 0.305)(19.7)(100)(24)^{0.36} = 575.4 \text{ kN}$$

11.7 په شگه کې اصطکاکي مقاومت (Frictional Resistance,  $Q_s$  in Sand)

د (14.7 مساوات) په اساس اصطکاکي مقاومت مساوي دی له:

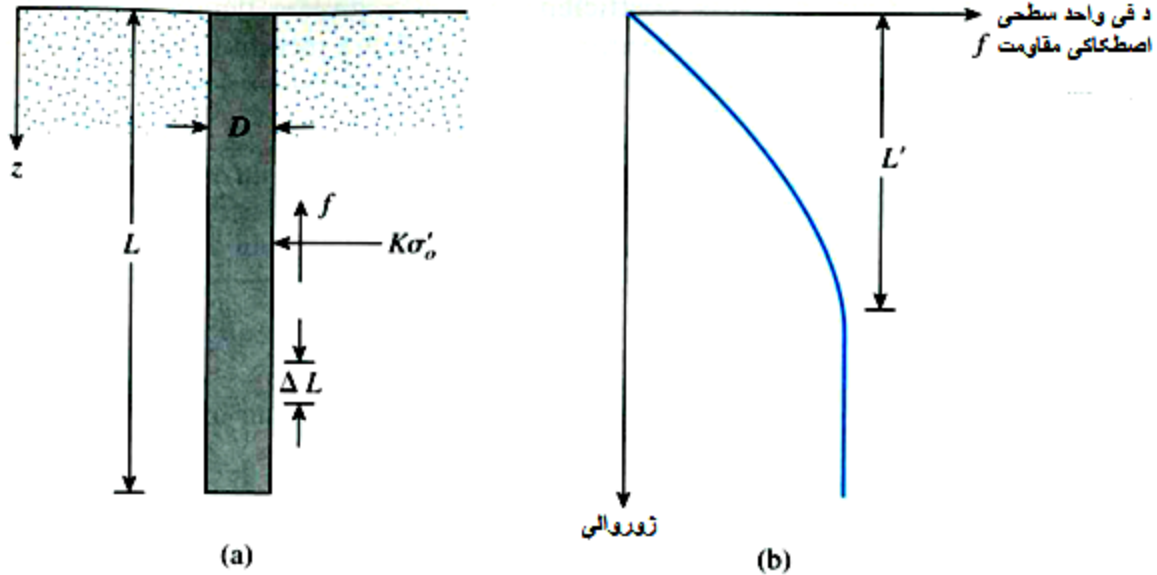
$$Q_s = \sum p \Delta L f$$

د في واحد سطح د اصطکاک مقاومت  $f$  مشکله ده چې اټکل شي. د  $f$  د مقدار اټکل لپاره څو مهم فکتورونه باید په پام کې ونیول شي.

1. د میخ د نصبولو ماهیت، په شگه کې د خښ شوي میخ لپاره، چې د خښولو په وخت کې لرزه (Vibration) د هغې شا او خوا خاورې په متراکم کولو کې هم مرسته کوي. د شگې متراکم زون کیدلی شي د میخ د قطر 2.5 چنده د هغې په شاوخوا کې زیات شي.

2. په ساحه کې دا مشاهده شوې چې د  $f$  د تغیراتو ماهیت تقریباً په (15.7 شکل) کې ښودل شوی دی. د پوټکي د في واحد سطحې اصطکاک کم یا زیات په خطي شکل سره د  $L'$  تر ژوروالي پورې زیاتېږي او د هغې وروسته ثابت پاتې کیږي. د بحراني ژوروالي مقدار  $L'$  کیدلی شي د میخ د قطر 15 یا 20 چنده وي. یو محافظه کارانه اټکل په لاندې ډول دی [72:26]:

$$L' \approx 15D \quad \dots\dots\dots(40.7)$$



15.7 شکل. په شگه کې د فی واحد سطحی اصطکاکی مقاومت [72:26]

3. په مشابه ژوروالي کې ، په سسته شگه کې د یو کم ځای په ځای شوی میخ په نسبت د یو زیات ځای په ځای شوی میخ لپاره د پوتکي واحد سطحی اصطکاکی زیات دی.

4. په مشابه ژوروالي کې چې بور وهل شوی وي یا فواره یې وي، میخونو د پوتکي واحد سطحی اصطکاکی کم دی نسبت ټک وهل شوي میخونو ته. د پورتنی فکتورونو په پام کې نیولو سره کولی شو چې د  $f$  لپاره لاندینی تقریبي رابطې بیان کړو (15.7 شکل دی وکتل شي).

د  $z = 0$  څخه تر  $L'$  پورې:

$$f = K\sigma'_0 \tan\delta' \dots\dots\dots(41.7)$$

د  $z = L'$  څخه تر  $L$  پورې:

$$f = f_{z=L'} \dots\dots\dots(42.7)$$

په پورته مساواتونو کې:

- $K$  د خاورې د مؤثره فشار ضریب دی.
- $\sigma'_0$  د پام وړ ژوروالي کې عمودي تشنج.
- $\delta'$  د خاورې-میخ اصطکاکی زاویه ده.

په واقعیت کې، د  $K$  مقدار په ژوروالي سره تغیر کوي. نوموړی ضریب د میخ په پورتنۍ برخه کې، تقریباً د Rankine غیر فعال فشار ضریب  $K_p$  سره مساوي دی، او په زیات ژوروالي کې کیدلی شي د سکون په حالت کې د خاورې د فشار ضریب  $K_o$  څخه کم وي. د موجوده پایلو په اساس د  $K$  لاندیني منځني قیمتونه چې په (41.7 مساوات) کې استعمالیږي، سپارښتنه شوي ده [73:26].

د زیاتو څیړنو څخه دا څرگندیږي چې د  $\delta'$  مقدار د  $0.5\delta'$  څخه تر  $0.8\delta'$  حدودو کې وي. په ساحه کې د بار گذارې د تست د پایلو په اساس، Mansur او Hunter په 1970 کال کې د  $K$  منځني لاندې قیمتونه پیشنهاد کړي دي.

د میخ ډول	K
بور وهل شوی یا د اوبو فواري میخونه	$\approx K_o = 1 - \sin\phi'$
کم خښ شوي میخونه	$\approx K_o = 1 - \sin\phi'$ to $1.4K_o = 1.4(1 - \sin\phi')$
زیات خښ شوي میخونه	$\approx K_o = 1 - \sin\phi'$ to $1.8K_o = 1.8(1 - \sin\phi')$

H میخونه  $K=1.65$

فولادي پایپ میخونه  $K=1.26$

مخکې جوړ شوي کانکریتی میخونه  $K=1.5$

Coyle او Castello په 1981 کال کې هغه موادو په اړه چې په (9.7 برخه) کې

شتون لري لاندې رابطه یې پیشنهاد کړې وه:

$$Q_s = f_{av} pL = (K \bar{\sigma}'_o \tan \delta') pL \quad \dots\dots\dots(43.7)$$

چېرې چې ،

$\bar{\sigma}'_o$  مؤثره سرباری منځنی فشار

$\delta'$  د خاورې-میخ اصطکاک زاویه چې مساوي کیږي په  $0.8\delta'$  سره.

د خاورې جانبي فشار ضریب  $K$  چې د ساحوي مشاهداتو څخه لاسته راغلی او په (16.7 شکل) کې بنودل شوی دی. نو په دې اساس که چېرې د شکل څخه استفاده وشي نو:

$$Q_s = (K\bar{\sigma}'_o \tan(0.8\phi')) pL \quad \dots\dots\dots(44.7)$$

د ستندرد نفوذ از میبنت (SPT) پایلو سره اړیکې

(Correlation with Standard Penetration Test Results)

Meyerhof په 1976 کال کې دا څرگنده کړه چې د في واحد سطحې اصطکاک منځنی مقاومت ( $f_{av}$ ) د زیات ځای په ځای کولو سره څښ شوي میخونو لپاره کیدلی شي چې د ستندرد نفوذ منځنی مقاومت قیمت څخه په لاندې ډول حاصل شي:

$$f_{av} = 0.02p_a(\bar{N}_{60}) \quad \dots\dots\dots(45.7)$$

چېرې چې:

$\bar{N}_{60}$  د ستندرد نفوذ د مقاومت منځنی مقدار دی.

$p_a$  اتموسفیري فشار دی.

د کم ځای په ځای شویو څښ میخونو لپاره:

$$f_{av} = 0.01p_a(\bar{N}_{60}) \quad \dots\dots\dots(46.7)$$

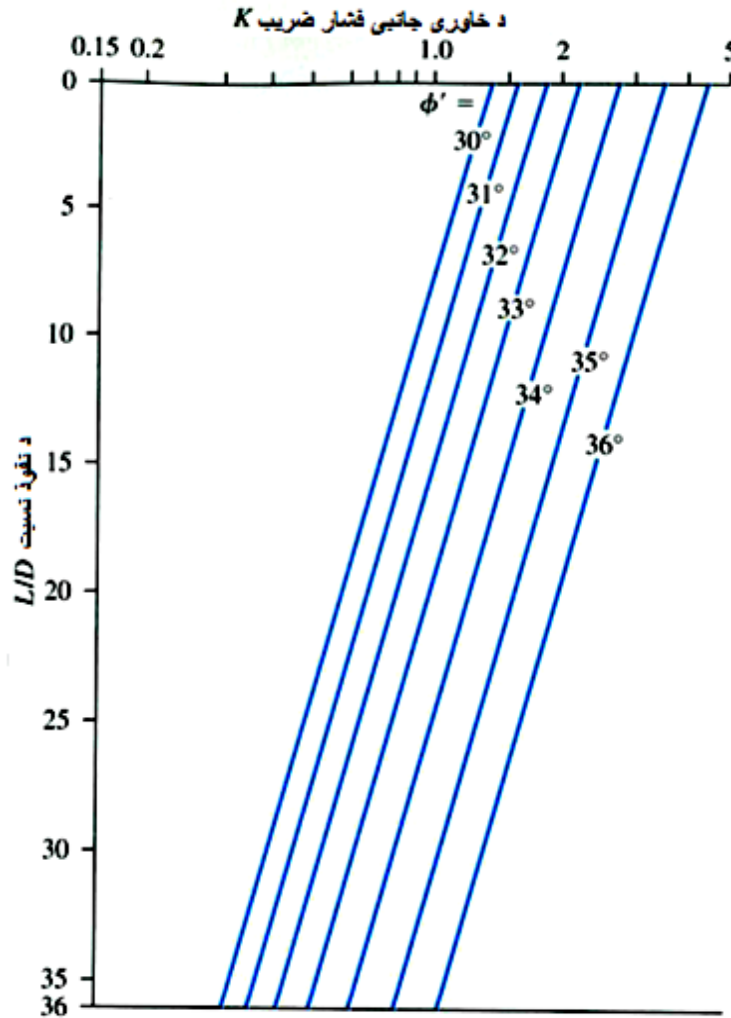
Bariaudetal په 1985 کال کې دا یې پیشنهاد کړ چې:

$$f_{av} \approx 0.224p_a(\bar{N}_{60})^{0.29} \quad \dots\dots\dots(47.7)$$

په دې اساس ،

$$Q_s = pLf_{av} \quad \dots\dots\dots(48.7)$$





16.7 شکل. د K تغیرات نسبت L/D ته [75:26].

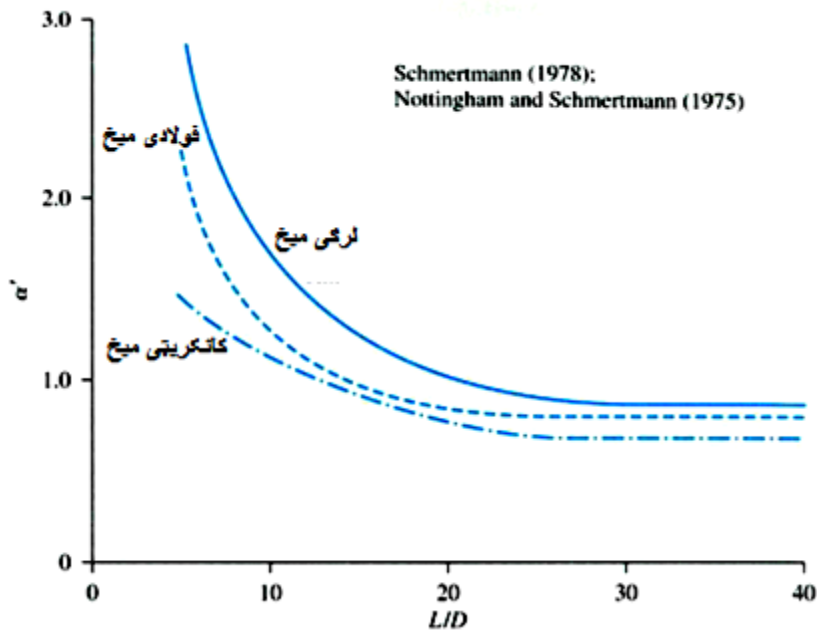
د مخروط نفوذ از میبنت (CPT) پایلو سره اړیکې  
(Correlation with Cone Penetration Test Results)

Nottingham او Schmertmann په 1975 کال کې د اصطکاکی مقاومت  
په استفاده چې د CPT څخه لاسته راغلی وو د  $Q_s$  د اټکلولو لپاره اړیکې تهیه کړل.  
ددې طریقې په پام کې نیولو سره :

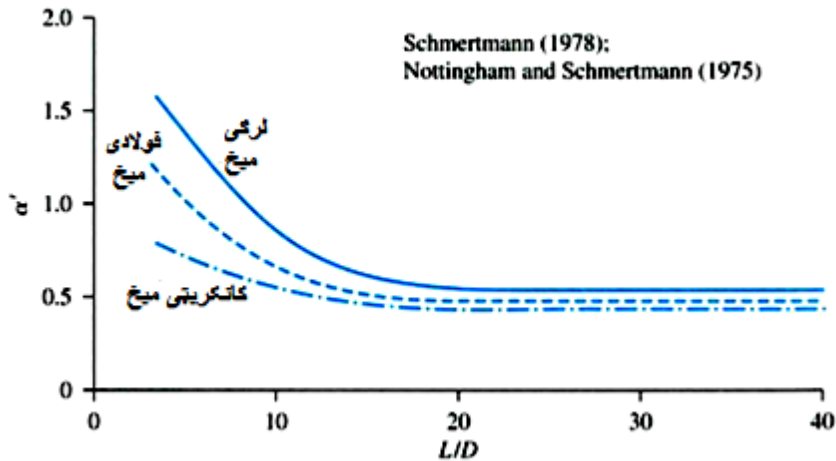
$$f = \alpha' f_c \dots\dots\dots(49.7)$$

په (17.7 او 18.7 شکلونو) کې د الکتریکی مخروط نفوذ او میخانیکي نفوذ سنجونو لپاره په ترتیب سره د  $\alpha'$  تغیرات نسبت  $L/D$  ته بنودل شوي دي. په دې اساس لرو:

$$Q_s = \sum p(\Delta L)f = \sum p(\Delta L)\alpha'f_c \quad \dots\dots\dots(50.7)$$



17.7 شکل. په شگه کې د میخ د نفوذ په نسبت د  $\alpha'$  تغیرات. الکتریکی مخروط نفوذ سنج [77:26].



18.7 شکل. په شگه کې د میخ د نفوذ په نسبت د  $\alpha'$  تغیرات. میخانیکي مخروط نفوذ سنج [77:26].

## 3.7 مثال

په (2.9 مثال) کې مطرح شوی میخ په پام کې نیولو سره د  $Q_s$  مقدار پیدا کړئ.

(a) د (45.7 مساوات) څخه استفاده وکړئ.

(b) د (47.7 مساوات) څخه استفاده وکړئ.

(c) د (2.7 مثال) نتایجو په پام کې نیولو سره د Meyerhof او Briaud په

طریقو سره د میخ د مجازي بار انتقالولو وړتیا پیدا کړئ.

د ډاډمنتیا فکتور  $FS=3$  په پام کې ونیسئ.

حل

د شګی لپاره د 15.2m پورته د  $N_{60}$  منحنی مقدار مساوي دی له:

$$N_{60} = \frac{8+10+9+12+14+18+11+17+20+28}{10} = 14.7 \approx 15$$

(a) د (45.7 مساوات) څخه لرو چې:

$$f_{av} = 0.02p_a(\bar{N}_{60}) = (0.02)(100)(15) = 30 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_s = pL f_{av} = (4 \times 0.305)(15.2)(30) = 556.2 \text{ kN}$$

(b) د (47.7 مساوات) څخه لرو.

$$f_{av} \approx 0.224p_a(\bar{N}_{60})^{0.29} = (0.224)(100)(15)^{0.29} = 49.13 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_s = pL f_{av} = (4 \times 0.305)(15.2)(49.13) = 911.1 \text{ kN}$$

(c) د Meyerhof طریقہ:

$$Q_{all} = \frac{Q_p + Q_s}{FS} = \frac{893 + 556.2}{3} = 483 \text{ kN}$$

د Briaud طریقہ:

$$Q_{all} = \frac{Q_p + Q_s}{FS} = \frac{575.4 + 911.1}{3} = 495.5 \text{ kN}$$

په دې اساس د میخ مجازي وړتیا کیدلی شي تقریباً 490 kN په پام کې نیول

کیري.

12.7 په کلی کې اصطکاکي (پوتکي) مقاومت [Frictional (Skin) Resistance in Clay] په کلی کې د یو میخ اصطکاکي مقاومت اټکلول د ځینو عواملو د موجودیت له کبله په اسانۍ سره ممکنه نه ده، چې دغه کار تقریباً په شگه کې په مشکله اټکل صورت نیسي (11.7 برخه دی وکتل شي). په تخنیکي ادبیاتو کې د میخ د واحد سطحې اصطکاکي مقاومت حاصلولو لپاره زیاتې طریقې مطرح شوي دي. ځینې د دغو طریقو ارزونه مونږ په لاندې توگه په پام کې نیسو [179:9]:

### د $\lambda$ طریقه

د دغې طریقې وړاندیز د Vijayvergiya او Focht پواسطه په 1972 کال کې د یوې فرضیې په اساس صورت ونيو چې د میخ د خنډولو پواسطه د خاورې بیخایه کیدنې په نتیجه کې په هر ژوروالي کې د خاورې د جانبي غیر فعال فشار رامنځته کېږي او د فی واحد سطحې اصطکاکي یا پوتکي منځنی مقاومت مساوي کېږي په [179:9]:

$$f_{av} = \lambda(\bar{\sigma}'_o + 2c_u) \dots\dots\dots(51.7)$$

په پورته فورمول کې:

$\bar{\sigma}'_o$  د میخ د نفوذې مجموعي طول مؤثره عمودي تشنج.

$c_u$  په غیر د اوبو ویستلو غوڅیدنې مقاومت ( $\phi = 0$ ).

د  $\lambda$  مقدار د میخ په هر ژوروالي سره تغیر کوي (9.7 جدول ته دې وکتل شي)، په دې اساس مجموعي اصطکاکي مقاومت په لاندې ډول محاسبه کېږي:

$$Q_s = pL f_{av}$$

په طبقه یې خاورو کې د  $\bar{\sigma}'_o$  او  $c_u$  مقدارونو لاسته راوړلو په وخت کې باید دقت

وشي. (19.7 شکل) د دغه دلیل په واضح کولو کې مرسته کوي.

په (19a.7 شکل) کې د کلی په دريو طبقو کې د میخ نفوذ ښودل شوی دی. د

(19b.7 شکل) په اساس د  $c_u$  منځنی مقدار مساوي دی له:

$(c_{u(1)}L_1 + c_{u(2)}L_2 + \dots)/L$ . په مشابه توگه په (19c.7 شکل) د ژوروالي په

نسبت د مؤثره تشنج تغییرات ښايي. مؤثره منځنی تشنج مساوي دی له:

$$\bar{\sigma}'_0 = \frac{A_1 + A_2 + A_3 + \dots}{L} \dots\dots\dots(52.7)$$

چېرې چې ،  $A_1 + A_2 + A_3 + \dots$  د عمودي مؤثره تشنج د دیاگرام مساحتونه دي.

9.7 جدول. د میخ د نفوذي طول  $L$  سره د  $\lambda$  تغییرات [180:9].

نفوذي طول $L$ (m)	$\lambda$
0	0.5
5	0.336
10	0.245
15	0.200
20	0.173
25	0.150
30	0.136
35	0.132
40	0.127
50	0.118
60	0.113
70	0.110
80	0.110
90	0.110

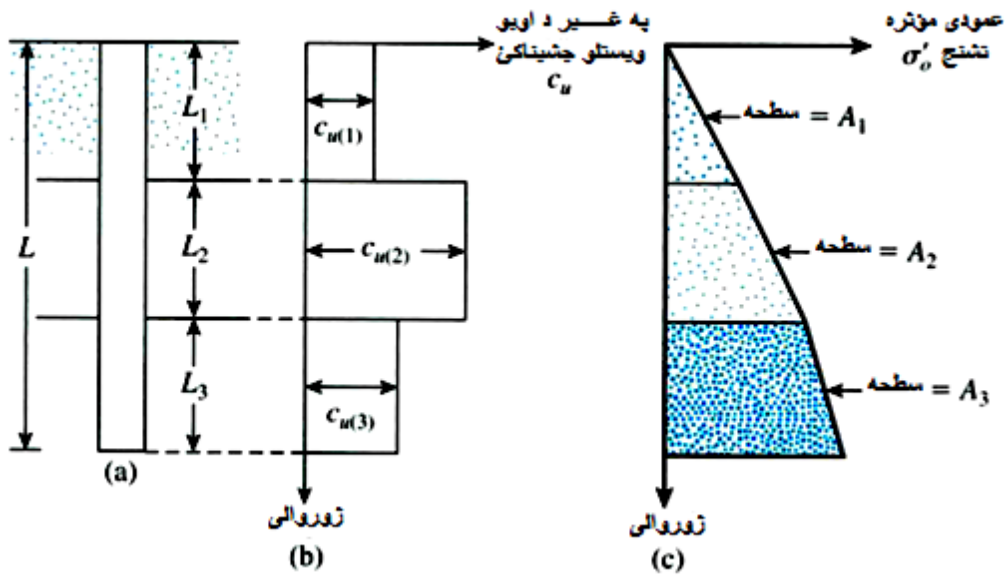
### د $\alpha$ طریقہ

د  $\alpha$  د طریقې په اساس په کلی لرونکې خاوره کې د واحد سطحې پوټکي مقاومت د لاندې معادلې په اساس پیدا کیږي:

$$f = \alpha c_u \dots\dots\dots(53.7)$$

چېرې چې ،  $\alpha$  د چسپناکۍ تجربوي فکتور دی، د  $\alpha$  د مقدار تغییرات په (10.7 جدول) کې ښودل شوي دي. د دې نقطې درک ډېر مهم دی چې، د  $\alpha$  مقدار چې په (10.7 جدول) ورکړل شوي کیدلی شي یو څه توپیر ولري، ځکه چې  $\alpha$  د عمودي مؤثره تشنج او د په غیرد اوبو ویستلو چسپناکۍ تابع دی. Sladen په 1992 کال کې دا وښودله چې:

$$\alpha = C \left( \frac{\bar{\sigma}'_0}{c_u} \right)^{0.45} \dots\dots\dots(54.7)$$



19.7 شکل. په طبقه یې خاورو کې د  $\lambda$  د طریقې څخه کار اخستل [181:9].

چېرې چې ،

$\bar{\sigma}'_o$  منځنی عمودي مؤثره تنشج دی.

$C \approx 0.4 - 0.5$  د بور وهل شوي میخونو لپاره او  $\geq 0.5$  ټک وهل شوي میخونو

لپاره . په دې ترتیب د هغوی د اړخونو مقاومت کولی شو په لاندې توگه

ولرو [181:9]

$$Q_s = \sum f p \Delta L = \sum \alpha c_u p \Delta L \dots\dots\dots(55.7)$$

### د $\beta$ طریقه

کله چې میخونه په مشبوع شوي کلی خاوره کې خنښیږي، د میخونو د شاوخوا خاورو د منفذونو او بو فشار زیاتیري. په نورماله توگه کلکه شوې کلی خاورو کې د منفذونو داوبو اضافي فشار ممکنه ده چې د  $c_u$  څلور څخه تر شپږ چنده پورې وي. که څه هم د یوې میاشتی په حدود کې نوموړی فشار په تدریج سره خپریږي. بنا پر دې د میخ د واحد سطحې اصطکاكي مقاومت کیدلی شي چې د بیاځلې قالب شوي (لاس وهل شوي) کلی د مؤثر تنشج د پارامترونو په اساس ( $c' = 0$ ) تعیین شي. په دې اساس په هر ژوروالي کې

لرو چې [182:9]:

$$f = \beta \sigma'_o \quad \dots\dots\dots(56.7)$$

10.7 جدول. د  $\alpha$  تغییرات (د Terzaghi، Peck او Mesri پواسطه انترپولیشن شوي)، [181:9]

$\frac{c_u}{p_a}$	$\alpha$
$\leq 0.1$	1.00
0.2	0.92
0.3	0.82
0.4	0.74
0.6	0.62
0.8	0.54
1.0	0.48
1.2	0.42
1.4	0.40
1.6	0.38
1.8	0.36
2.0	0.35
2.4	0.34
2.8	0.34

چېرې چې:

$\sigma'_o$  عمودي مؤثر تشنج.

$$\beta = \tan \phi'_R \quad \dots\dots\dots(57.7)$$

$\phi'_R$  بیاځلي قالب شوی په غیرد اوبو ویستلو کلی خاورې د اصطکاک زاویه.

$K$  د خاورې د فشار ضریب دی.

په محافظه کارانه توګه، د  $K$  د خاورې فشار ضریب په سکون حالت کې مساوي

دی له:

$$K = 1 - \sin \phi'_R \quad \dots\dots\dots(58.7) \quad \text{(په نورمال شکل تحکیم شوی کلی لپاره)}$$

او

$$K = (1 - \sin \phi'_R) \sqrt{OCR} \quad \dots\dots\dots(59.7) \quad \text{(زیات تحکیم شوی کلی لپاره)}$$

چېرې چې OCR زیات تحکیم شوی نسبت دی.

د (56.7 ، 57.7 ، 58.7 او 59.7 مساواتونو) د ترکیب څخه د نورمال تحکیم شوی

کلی لپاره دا نتیجه اخستل کیږي چې:

$$f = (1 - \sin\phi'_R) \tan\phi'_R \sigma'_o \quad \dots\dots\dots(60.7)$$

او زیات تحکیم شوی کلی لپاره:

$$f = (1 - \sin\phi'_R) \tan\phi'_R \sqrt{OCR} \sigma'_o \quad \dots\dots\dots(61.7)$$

د  $f$  د مقدار په تعیینولو سره ، مجموعي اصطکاکی مقاومت کولی شو په لاندې

ډول لاسته راوړو:

$$Q_s = \sum f p \Delta L$$

د مخروط نفوذ تست پایلو سره اړیکې

(Correlation with Cone Penetration Test Results)

Nottingham او Schmertmann په 1975 کال کې او Schmertmann په 1978 کال

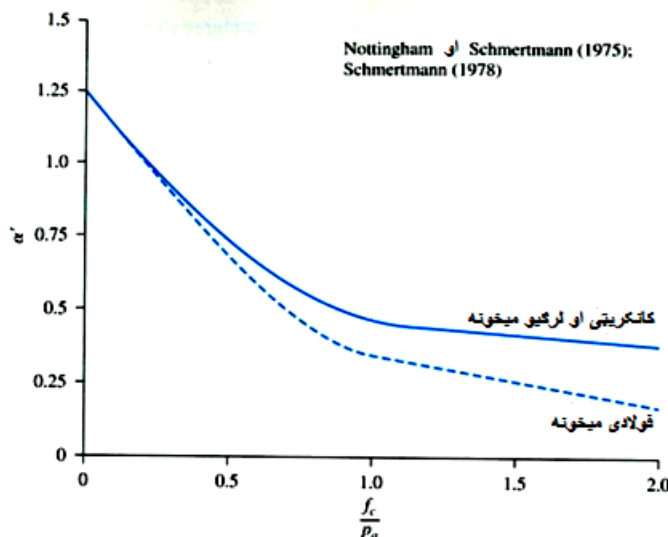
کې په کلی کې د پوتکي واحد سطحې اصطکاکی مقاومت لپاره ( $\phi = 0$ ) لاندینی رابطه رامنځته کړه.

$$f = \alpha' f_c \quad \dots\dots\dots(62.7)$$

په (20.7 شکل) کې د اصطکاکی مقاومت  $f_c$  سره د  $\alpha'$  توپیر بنودل شوی دی. په

دې اساس لرو چې [56:13]:

$$Q_s = \sum f p (\Delta L) = \sum \alpha' f_c p (\Delta L) \quad \dots\dots\dots(63.7)$$



20.7 شکل. په کلی کې د میخونو لپاره د  $\alpha'$  توپیر  $f_c/p_a$  سره [56:13].



## 13.7 په صخره باندي متکي میخونو د زغم وړتیا

(Point Bearing Capacity of Piles Resting on Rock)

ځینې وخت میخونه تر صخره یې طبقې پورې خښیږي. په داسې مواردو کې انجنیر باید د صخرې د زغم د وړتیا ارزونه وکړي. په صخره باندي متکي میخ د څوکې د في واحد سطحې نهایی مقاومت تقریباً مساوي دی له (Goodman, 1980):

$$q_p = q_u(N_\phi + 1) \dots \dots \dots (64.7)$$

چېرې چې:

$$N_\phi = \tan^2(45 + \phi'/2)$$

$q_u$  د صخرې غیر محدود شوی فشاري مقاومت.

$\phi'$  اوبه ویستل شوې خاورې اصطکاک زاویه.

د صخرې یا تیرې غیر محدود شوی فشاري مقاومت کیدلی شي چې په لابراتوار کې د ساحې څخه د تفتیش په وخت کې د اخستل شوې نمونې د تست کولو پواسطه تعیین شي. که څه هم د  $q_u$  مناسب مقدار لاسته راوړلو په وخت کې باید د احتیاط و شي، ځکه چې د لابراتوري نمونو قطر زیاتره کوچنی وي. د نمونې د قطر په زیاتوالي سره، غیر محدود فشاري مقاومت کمیږي - دغه پیښه د مقیاس اغېزې په نوم یادېږي. تقریباً د 1m څخه زیات قطر لرونکې نمونه کې د  $q_u$  مقدار ثابت پاتې کیږي. دا بنایي چې په دغه پروسه کې د  $q_u$  مقدار د څلورو څخه تر پنځو څلو پورې کمیږي. په صخره کې د مقیاس اغیزه په لومړیو کې د لویو او وړو درزونو د خپریدلو له سببه وي او همدارنگه د لغزش په اوږدو کې د پرمختللي چاودونو سبب کیږي. په دې اساس مونږ هر وخت دا سپارښتنه کوو چې [58:13]:

$$q_{u(\text{design})} = \frac{q_{u(\text{lab})}}{5} \dots \dots \dots (65.7)$$

په (11.7 جدول) کې د صخرو د ځینو غیر محدود شوی فشاري مقاومت مقدار

نمونو (لابراتوري) لست ښودل شوی دی. د صخرو د اصطکاک زاویو  $\phi'$  د نمونو لست په (12.7 جدول) کې ښودل شوی دی.

11.7 جدول. د تیرو د نمونو غیر محدود شوی فشاری مقاومت مقدارونه [58:13].

$q_u \text{ MN/m}^2$	د صخرې ډول
70 – 140	شگلنه تیږه
105 – 210	چوني تیږه
35 – 70	شیل
140 – 210	گرانیت
60 - 70	ماربل

12.7 جدول. د تیرو د نمونو د اصطکاک زاویو اندازې [58:13].

$\phi' \text{ (deg)}$	د صخرې ډول
27 – 45	شگلنه تیږه
30 – 40	چوني تیږه
10 – 20	شیل
40 – 50	گرانیت
25 - 30	ماربل

د میخونو د مجازي زغم وړتیا د تعینولو لپاره باید حد اقل د ډاډمنتیا ضریب 3 په پام کې ونیول شي ، نو په دې اساس:

$$Q_{p(all)} = \frac{[q_{u(design)}(N\phi+1)]A_p}{FS} \dots\dots\dots(66.7)$$

#### 4.7 مثال

په مشبوع شوي کلی کې د میخ لپاره چې په (21.9 شکل) کې بنودل شوی لرو چې:

د  $\alpha$ ،  $\lambda$  او  $\beta$  په طریقو سره د پوټکي مقاومت  $Q_s$  پیدا کړئ. د  $\beta$  طریقې لپاره د کلی په ټولو طبقو کې  $\phi'_R = 30^\circ$  په پام کې ونیسئ. د کلی پورتنۍ برخې 10m په نورماله توګه تحکیم شوې ده. د کلی لاندینۍ طبقې لپاره OCR= 2 دی. (د میخ قطر 406mm دی).

د  $Q_p \approx 133 \text{ kN}$  په استفاده د میخ مجازی وړتیا  $Q_{all}$  محاسبه کړئ.  $FS = 4$  څخه استفاده وکړئ.

(a) برخه:

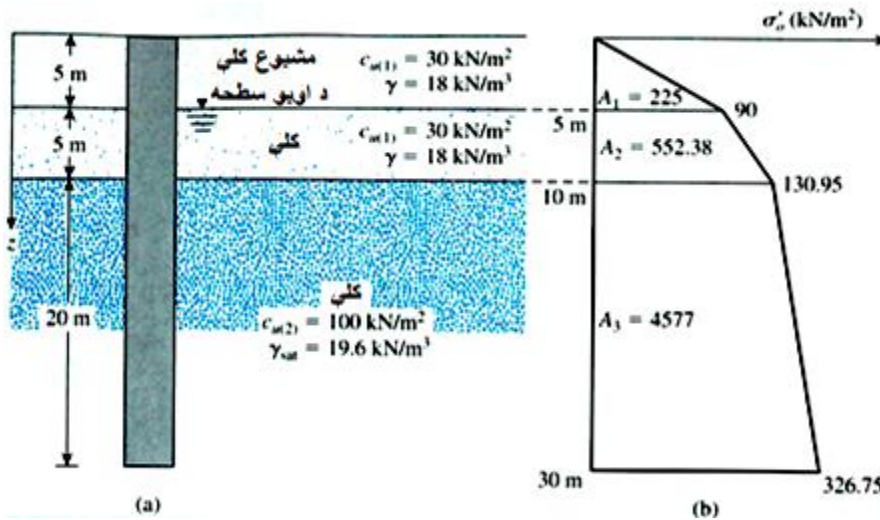
1. د (55.9 مساوات) څخه لرو:

$$Q_s = \sum \alpha c_u p \Delta L$$

، اوس لاندې جدول کولی شو تهیه کړو. ( $p = \pi(0.406) = 1.275 \text{ m}$ )

ژوروالی (m)	$\Delta L$ (m)	$c_u$ $\text{kN/m}^2$	$\alpha$ (جدول 10.9)	$\alpha c_u p \Delta L$ kN
0 – 5	5	30	0.82	156.83
5 – 10	5	30	0.82	156.83
10 – 30	20	100	0.48	1224.0

$$Q_s \approx 1538 \text{ kN}$$



21.7 شکل. د پایپ میخ د خښولو د بار د زغم وړتیا محاسبه کول [59:13].

2. د (51.7 مساوات) څخه لرو:

$$f_{av} = \lambda(\bar{\sigma}'_o + 2c_u)$$

د  $c_u$  منحنی قیمت مساوي دی له:

$$\frac{c_{u(1)}(10) + c_{u(2)}(20)}{30} = \frac{(30)(10) + (100)(20)}{30} = 76.7 \text{ kN/m}^2$$

د  $\bar{\sigma}'_0$  منحنی قیمت د حاصلولو لپاره نسبت ژوروالي ته د مؤثره عمودي

تشنجاتو توپیر دیاگرام رسموو (21b.7 شکل). د (52.7 مساوات) څخه لرو چې:

$$\bar{\sigma}'_0 = \frac{A_1 + A_2 + A_3}{L} = \frac{225 + 552.38 + 4577}{30} = 178.48 \text{ kN/m}^2$$

د (9.7 جدول) څخه د  $\lambda$  قیمت مساوي دی له 0.136 سره نولرو چې:

$$f_{av} = 0.136[178.48 + (2)(76.7)] = 45.14 \text{ kN/m}^2$$

په دې اساس:

$$Q_s = pL f_{av} = \pi(0.406)(30)(45.14) = 1727 \text{ kN}$$

3. د کلی پورتنی طبقه (10m) په نورماله توگه تحکیم شوي او  $\phi'_R = 30^\circ$  . د

$z = 0 - 5m$  لپاره د (60.7 مساوات) څخه لرو،

$$f_{av(1)} = (1 - \sin\phi'_R) \tan\phi'_R \sigma'_0$$

$$f_{av(1)} = (1 - \sin 30)(\tan 30) \left( \frac{0+90}{2} \right) = 13.0 \text{ kN/m}^2$$

د  $z = 5 - 10m$  لپاره،

$$f_{av(2)} = (1 - \sin 30)(\tan 30) \left( \frac{90+130.95}{2} \right) = 31.9 \text{ kN/m}^2$$

د  $z = 10 - 30m$  لپاره د (61.9 مساوات) څخه لرو،

$$f_{av} = (1 - \sin\phi'_R) \tan\phi'_R \sqrt{OCR} \sigma'_0, \quad OCR=2$$

$$f_{av(3)} = (1 - \sin 30)(\tan 30) \sqrt{2} \left( \frac{90+130.95}{2} \right) = 93.43 \text{ kN/m}^2$$

په دې اساس

$$Q_s = p[f_{av(1)}(5) + f_{av(2)}(5) + f_{av(3)}(20)]$$

$$Q_s = \pi(0.406)[(13)(5) + (31.9)(5) + (93.43)(20)] = 2670 \text{ kN}$$

(b) برخه:

د  $Q_p \approx 133 \text{ kN}$  په پام کې نیولو سره بیا هم د  $\alpha$  او  $\lambda$  په طریقو کې د  $Q_s$  قیمتونه

نږدې دي. نو په دې اساس:

$$Q_s \approx \frac{1538+1727}{2} = 1632.5 \text{ kN}$$

$$Q_{all} \approx \frac{Q_u}{FS} = \frac{133+1632.5}{4} = 441.4 \text{ kN} \approx \mathbf{441 \text{ kN}}$$

#### 14.7 د میخ د بار آزمایشونه (Pile load tests)

په ډیرو لویو پروژو کې باید په میخونو باندې څو مشخص د باریدني آزمایشونه تر سره شي. لومړنی دلیل د پیش بینی شوو طریقو د عدم اطمینانیت څخه عبارت دی. د یو میخ د عمودي او افقي بارونو د زغم وړتیا آزمایش کیدلی شي په ساحه کې صورت ونیسي. (22a.7 شکل) په ساحه کې د محوري فشار د آزمایش لپاره د یو میخ د باریدني ترتیب یو شیماتیک دیاگرام ښایي. بار په میخ باندې د هایدرولیکي جک مرسته واردیږي. مرحله یې بارونه په میخ باندې واردیږي او د هر بار په زیاتولو سره کافي اندازه وقفه په پام کې کیږي تر څو ناسته واقع شي. د میخ ناسته د اندازه کونکو عقربې پواسطه اندازه کیږي. د بار هغه مقدار چې باید په هره مرحله کې وارد شي مختلف وي، دا د هرې منطقي د ساختماني کودونو پورې اړه لري. د زیاتره ودانیو کودونو غوښتنه دا وي چې د باریدني په هره مرحله کې د بار اندازه د پیشنهاد شوي کاري بار یو په څلورمه حصه وي. د باریدني آزمایش باید تر هغه وخته پورې ادامه پیدا کړي تر څو چې د مجموعي بار اندازه حد اقل د کاري بار دوه چنده ته ورسېږي. د میخ د مورد نظر باریدني څخه وروسته د میخ څخه بارونه په تدریجي ډول لیرې کیږي.

په (22b.7 شکل) کې د بار-ناستي دیاگرام چې په ساحه کې د میخ د باریدني په آزمایش کې د بارولو او بار لیرې کولو څخه لاسته راغلی، ښودل شوی دی. د  $Q$  د هر بار لپاره د میخ خالصه ناسته په لاندې توگه محاسبه کیږي [60:13]:

کله چې  $Q = Q_1$  سره وي،

$$S_{net(1)} = S_{t(1)} + S_{e(1)}$$

کله چې  $Q = Q_2$  سره وي،

$$S_{net(2)} = S_{t(2)} + S_{e(2)}$$

چېرې چې:

$S_{net}$  خالصه ناسته ده.

$S_e$  د میخ الاستیکي ناسته ده.

$S_t$  مجموعي ناسته ده.

لکه څنگه چې په (22c.7 شکل) کې ښودل شوي دي د  $Q$  مقدار کولی شو چې په گراف کې د خالصې ناستې  $S_{net}$  په مقابل کې ترسیم کړو. وروسته د دغه گراف له مخې کولی شو چې د میخ د نهایی بار لاسته راوړو. د میخ ناسته ممکنه ده چې د بار سره تر مشخصې نقطې پورې زیات شي او له دې څخه زیات د بار - ناستې منحنی عمودي حالت ځانته غوره کوي. د هغې نقطې سره متناظر بار په کومه کې چې د  $Q$  منحنی نسبت  $S_{net}$  ته په عمودي خط باندې بدلېږي، د میخ نهایی بار  $Q_u$  دی. دغه موضوع په (22c.7 شکل) د 1 منحنی پواسطه ښودل شوې ده. په ډیرو مواردو کې بار - ناستې منحنی وروستی مرحله زیاتره خطي وي، چې د کم بار په زیاتیدلو سره په لویې درجې سره ناسته ښايي، چې په شکل کې د 2 منحنی پواسطه ښودل شوی. د دارنگه حالت لپاره د  $Q_u$  نهایی بار د  $Q$  منحنی د یوې نقطې څخه د  $S_{net}$  په مقابل کې په کوم ځای کې چې میلان داره خطي برخه شروع کېږي تعیینېږي.

د بار - ناستې د گراف څخه د  $Q_u$  نهایی بار د حاصلولو یوه بله طریقه چې د Davisson پواسطه په 1973 کال کې پیشنهاد شوې، څخه عبارت ده. د Davisson طریقه زیاتره په ساحه کې د استفادې وړ ده. د (23.7 شکل) په پام کې نیولو سره، نهایی بار د ناستې  $S_u$  په سطحه کې واقع کېږي [61:13].

$$S_u = 0.012 D_r + 0.1 \left( \frac{D}{D_r} \right) + \frac{Q_u L}{A_p E_p} \dots\dots\dots(67.7)$$

چېرې چې:

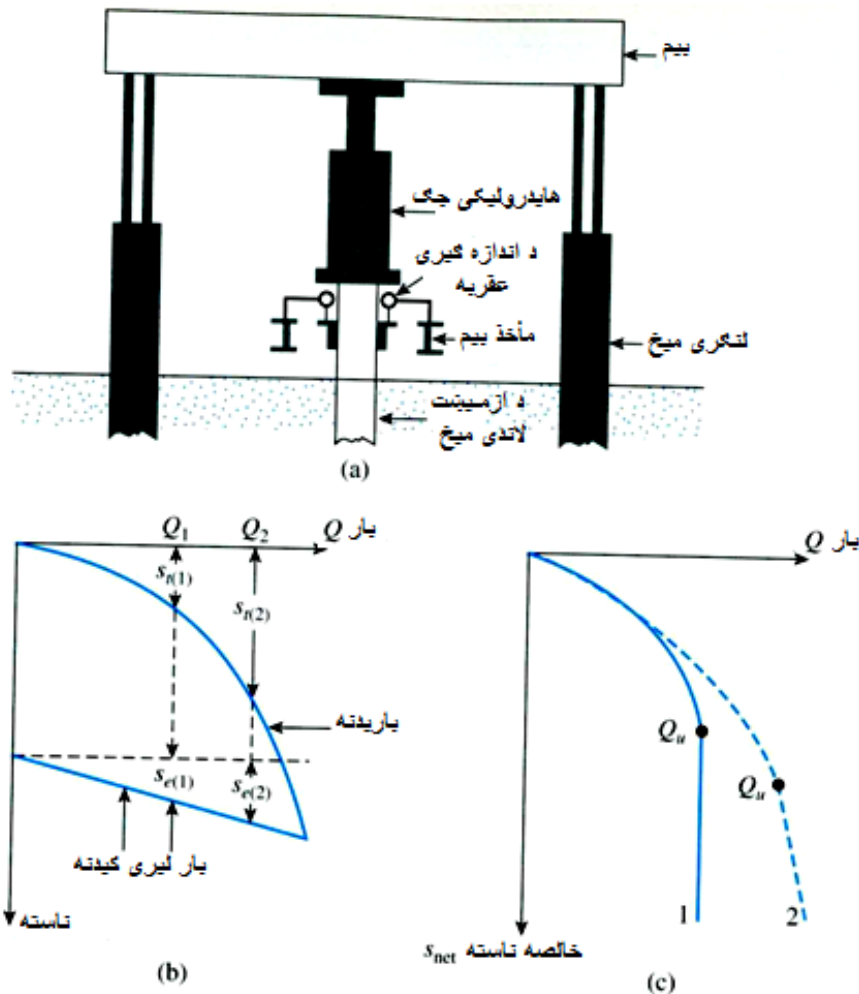
$Q_u$  په kN سره.

$D$  په mm سره.

$D_r$  د مآخذ میخ قطر دی په mm سره.

$A_p$  د میخ د عرضي مقطع مساحت دی په  $mm^2$  سره.

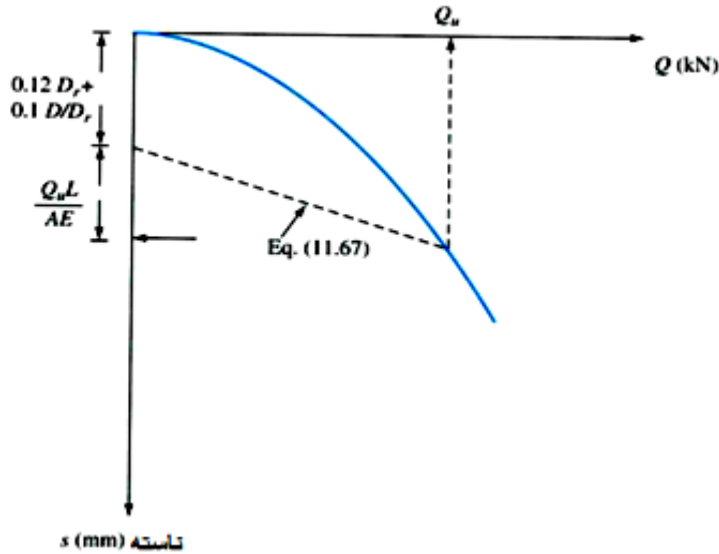
$E_p$  د میخ د مواد د Young مودول (ضریب) دی.



22.7 شکل. (a) د میخ د باریدنې آزمایش د ترتیب شیماتیک دیاگرام (b) د بار گراف د مجموعي ناستې په مقابل کې (c) د بار گراف د خالصې ناستې په مقابل کې [61:13].

د باریدنې آزمایش پروسیجر چې مخکې تشریح شوی ده، په میخ باندې د مرحله یې بارونو په واردولو او د ناستې اندازه کولو ته اړتیا لري، چې د بار-کنترولولو آزمایش په نوم یادېږي. یو بل تخنیک چې د میخ باریدنې آزمایش کې استعمالېږي د نفوذ ثابتې اندازې آزمایش (Constant-rate - of penetration test) په نوم یادېږي، په کوم کې چې په میخ باندې بار په دوامداره توګه زیاتېږي ترڅو چې د نفوذ ثابتې اندازې ته ورسېږي، کوم چې د 0.25 څخه تر 2.5 mm/min پورې توپیر کوي. د نوموړي آزمایش د

بار- ناستی گراف د هغه گراف سره مشابه دی کوم چې د بار - کنترول تست (Load - Control Test) پواسطه حاصل شوی.



23.7 شکل. د  $Q_u$  تعیینولو لپاره د Davisson طریقہ [62:13].

د نوموړې طریقې د استعمال پروسیجر په (5.7 مثال) کې بنودل شوی دی. د میخ د باریدني تست بل ډول خرڅه یې باریدنه ده په کوم کې چې زیاتیدونکې بار په تکراري شکل سره علاوه کیږي او لیرې کیږي. په دې خاطر چې په میخونو باندې د باریدني ازمیښت صورت ونیسي، دا مهمه ده چې د میخ د خښولو په ختم (EOD) کې تیر شوی وخت په پام کې ونیول شي. کله چې میخونه په نرمه کلی خاوره کې خښ (ټک وهل) شي، لکه چې په (24a.7 شکل) کې بنودل شوی، د میخ شاوخوا د خاورې مشخص زون متراکم یا بیاخلې قالب کیږي. دغه عملیه، په غیر د اوبو ویستلو څخه د غوڅیدني مقاومت  $c_u$  د کمیدلو سبب کیږي (24b.7 شکل). د وخت په تیریدلو سره په غیر د اوبو ویستلو خاورې د لاسه ورکړل شوې غوڅیدني مقاومت یوه برخه یا مکمل بیاخلې حاصلوي. دغه وخت د 30 ورځو څخه تر 60 ورځو پورې توپیر کوي.



د وخت په تیریدلو سره د میخ د بار د زغم په وړتیا کې د تغییراتو د وړاند وینې لپاره ځینې رابطې په لاندې ډول ارایه شوي دي:

### Denver او Skov

Denver او Skov لاندې معادله یې په 1988 کال کې پیشنهاد کړې ده:

$$Q_t = Q_{EOD} \left[ A \log \left( \frac{t}{t_0} \right) + 1 \right] \dots\dots\dots(68.7)$$

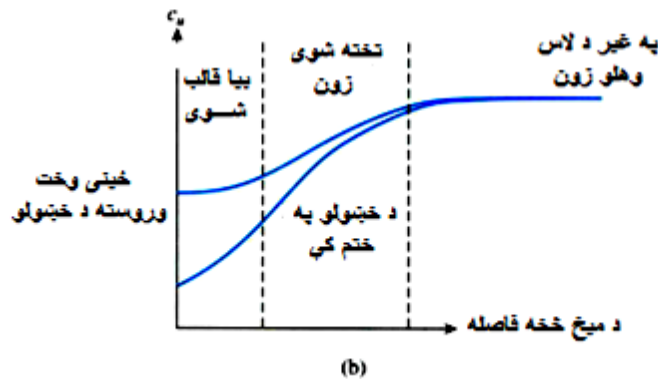
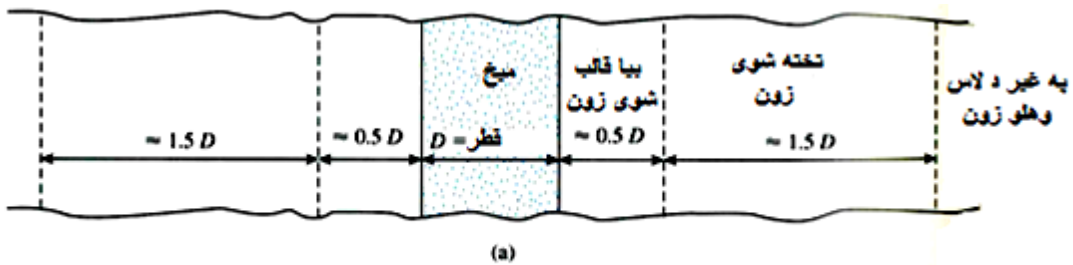
چېرې چې:

$Q_t$  د څښولو څخه  $t$  ورځې وروسته د میخ وړتیا.

$Q_{EOD}$  په ختم د څښولو کې د میخ وړتیا.

$t$  وخت دی په ورځو سره.

د شگو لپاره  $A = 0.2$  او  $t_0 = 0.5$  ورځې، د کلی لپاره  $A = 0.6$  او  $t_0 = 1.0$  ورځ.



24.7 شکل. (a) په نرمه کلی کې د څښ شوي میخ شاوخوا بیا قالب شوی یا تخته شوی زون، (b) د وخت په تیریدو سره په نرمه کلی کې د څښ شوي میخ شاوخوا په غیر د او بو ویستلو خاورو غوڅیدنې مقاومت د تغییراتو ماهیت [62:13].

## Guang-Yu (1988)

د Guang-Yu د رابطې څخه لرو چې:

$$Q_{14} = (0.375 S_t) Q_{EOD} \quad (69.7) \dots\dots\dots$$

$Q_{14}$  د څښولو څخه 14 ورځې وروسته د میخ وړتیا.

$S_t$  د کلی حساسیت.

## Svinkin (1996)

Svinkin لاندې رابطه پیشنهاد کړې ده:

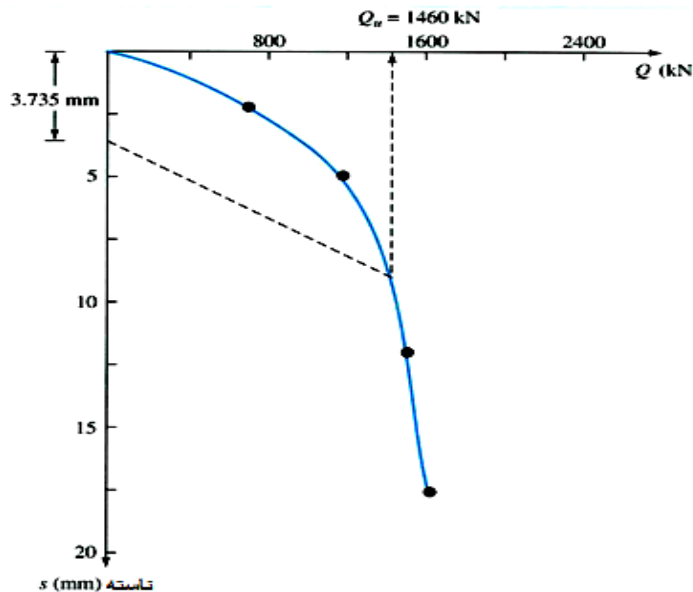
$$Q_t = 1.4 Q_{EOD} t^{0.1} \quad (د شگې د پورتنی حد لپاره) \quad \dots\dots\dots (70.7)$$

$$Q_t = 1.025 Q_{EOD} t^{0.1} \quad (د شگې لاندینی حد لپاره) \quad \dots\dots\dots (71.7)$$

$t$  د میخ د څښولو څخه وروسته وخت، په ورځو سره .

## 5.7 مثال

په (25.9 شکل) کې د 20m اوږد کانکریتی میخ (406mm x 406mm) چې په شگه کې قرار لري، د باریدني تست پایلې بنودل شوي دي. د Davisson طریقې په استفاده، نهایی وړتیا  $Q_u$  محاسبه کړئ:  $E_p = 30 \times 10^6 \text{ kN/m}^2$  په پام کې ونیسئ؟



25.7 شکل. د بار - ناستې گراف [62:13]

## حل

د (67.7 مساوات) څخه لرو چې:

$$S_u = 0.012 D_r + 0.1 \left( \frac{D}{D_r} \right) + \frac{Q_u L}{A_p E_p}$$

$$D_r = 300\text{mm}, \quad D = 406\text{mm}, \quad L = 20\text{m} = 20000\text{mm},$$

$$A_p = 406\text{mm} \times 406\text{mm} = 164,836\text{mm}^2$$

$$S_u = (0.012)(300) + 0.1 \left( \frac{406}{300} \right) + \frac{(Q_u)(20000)}{(30)(164,836)} = 3.735 + 0.004Q_u$$

د  $S_u = 3.735 + 0.004Q_u$  خط په (25.7 شکل) کې ترسیم شوی دی. د

بار - ناستې منحنی سره د نوموړي خط د تقاطع نقطې څخه تخریبي بار لاسته راځي.

$$.Q_u = 1640 \text{ kN}$$

### 15.7 د میخونو الاستیکي ناسته (Elastic Settlement of Piles)

د یو عمودي کاري بار  $Q_w$  لاندې د یو میخ مجموعي ناسته په لاندې ډول پیدا

کیري:

$$S_e = S_{e(1)} + S_{e(2)} + S_{e(3)} \quad \dots\dots\dots(72.7)$$

چېرې چې:

$S_{e(1)}$  د میخ الاستیکي ناسته.

$S_{e(2)}$  د میخ د څوکې د بار پواسطه د میخ ناسته.

$S_{e(3)}$  د میخ د بدنې په اوږدو کې د بار د انتقالولو پواسطه د میخ ناسته.

که چېرې د میخ مواد الاستیکي فرض شي، د میخ د بدنې تغیر شکل د موادو

د میخانیک اصولو په پام کې نیولو سره په لاندې ډول ارزول کیري:

$$S_{e(1)} = \frac{(Q_{wp} + \xi Q_{ws})L}{A_p E_p} \quad \dots\dots\dots(73.7)$$

چېرې چېرې:

$Q_{wp}$  د کاري بار شرایطو لاندې د میخ څوکې ته انتقال شوی بار.

$Q_{ws}$  د کاري بار شرایطو لاندې د اصطکاکي مقاومت پواسطه انتقال شوی بار

$A_p$  د میخ د عرضي مقطع مساحت.

$L$  د میخ طول.

$E_p$  د میخ د موادو الاستیکیت مودول.

$\xi$  مقدار د 0.5 او 0.67 تر منځ وي او د میخ د بدنې په في واحد سطحې

اصطکاکي مقاومت  $f$  ویش پورې اړه لري.

د میخ ناسته چې د میخ څوکې ته انتقال شوی بار له سببه وي په لاندې ډول ارایه

کیري:

$$S_{e(2)} = \frac{q_{wp}D}{E_s} (1 - \mu_s^2) I_{wp} \quad \dots\dots\dots(74.7)$$

چېرې چې:

$D$  د میخ عرض یا قطر دی.

$q_{wp} = Q_{wp}/A_p$  د میخ د څوکې د في واحد سطحې بار.

$E_s$  د میخ د څوکې په موقیعت کې د خاورې الاستیکیت مودول.

$\mu_s$  د خاورې د Poisson نسبت.

$I_{wp}$  د نفوذ ضریب چې تقریباً مساوي دی له 0.85 سره.

Vesic په 1977 کال کې د  $S_{e(2)}$  مقدار حاصلولو لپاره یو نیمه تجربوي طریقہ

پیشنهاد کړي. د هغې مساوات په لاندې ډول دی:

$$S_{e(2)} = \frac{Q_{wp}C_p}{Dq_p} \quad \dots\dots\dots(75.7)$$

په پورته فورمول کې:

$q_p$  د میخ د څوکې نهایی مقاومت.

$C_p$  یو تجربوي ضریب دی.

په (13.7 جدول) کې د مختلفو خاورو لپاره د  $C_p$  قیمتونه ورکړل شوي دي [205:1]

د میخ د بدنې پواسطه متحمل شوي بار پواسطه د میخ ناسته  $S_{e(3)}$  کیدلی شي

چې د (74.7 مساوات) ته مشابه لاندې رابطې پواسطه پیدا کیري:

$$S_{e(3)} = \left(\frac{Q_{ws}}{pL}\right) \frac{D}{E_s} (1 - \mu_s^2) I_{ws} \quad \dots\dots\dots(76.7)$$

په پورته فورمول کې:

$p$  د میخ محیط دی.

$L$  د میخ خنډ شوی طول.

$I_{ws}$  د نفوذ فکتور دی.

13.7 جدول د  $C_p$  نمونه یې قیمتونه (75.7 مساوات له مخې) [205:1].

د خاورې نمونه	ټک وهل شوی میخ	بور وهل شوی میخ
شگه (متراکم څخه تر سست پورې)	0.02 – 0.04	0.09 – 0.18
کلی (د سخت څخه تر نرم پورې)	0.02 - 0.03	0.03 – 0.06
سیلت (متراکم څخه تر سست پورې)	0.03 – 0.05	0.09 – 0.12

دا په یاد ولرو چې په (76.7 مساوات) کې  $\frac{Q_{ws}}{pL}$  د میخ د بدنې په اوږدو کې د  $f$  منځني مقدار دی.  $I_{ws}$  د نفوذ فکتور د لاندې یو ساده تجربوي رابطې له مخې پیدا کېږي:

$$I_{ws} = 2 + 0.35 \sqrt{\frac{L}{D}} \quad \dots\dots\dots(77.7)$$

Vesic هم په 1977 کال کې د  $S_{e(3)}$  حاصلولو لپاره (75.7 مساوات) سره مشابه یو ساده تجربوي فورمول پیشنهاد کړ.

$$S_{e(3)} = \frac{Q_{ws} C_s}{L q_p} \quad \dots\dots\dots(78.7)$$

$C_s$  یو تجربوي ثابت دی چې په لاندې ډول پیدا کېږي.

$$C_s = (0.93 + 0.16 \sqrt{\frac{L}{D}}) C_p \quad \dots\dots\dots(79.7)$$

په (75.7 مساوات) کې د استعمال لپاره د  $C_p$  قیمت د (13.7 جدول) څخه کیدلی شي چې اټکل شي [206:1].

## 6.7 مثال

په متشنج قبلي کانکريټي میخ باندې ، چې 21m طول لري او په شگه کې خنډ شوی دی د مجازي کاري بار اندازه 502 kN دی. میخ اته ضلعي شکل لري چې قطري یې

3a.7)  $D = 356\text{mm}$  جدول دې وکتل شي). د مجازي بار  $350\text{ kN}$  د پوتکي مقاومت پواسطه متحملېږي او پاتې يې د میخ څوکې اتکا ته انتقالېږي.

$E_p = 21 \times 10^6 \text{ kN/m}^2$  ،  $E_s = 25 \times 10^3 \text{ kN/m}^2$  ،  $\mu_s = 0.35$  او  $\xi = 0.62$  ارقامو څخه استفاده وکړئ. تاسې د میخ ناسته تعیین کړئ.

**حل**

د (73.7 مساوات) څخه لرو:

$$S_{e(1)} = \frac{(Q_{wp} + \xi Q_{ws})L}{A_p E_p}$$

د (3a.7 جدول) څخه د  $D = 356\text{mm}$  لپاره د میخ د عرضي مقطع مساحت

$A_p = 1045\text{mm}^2$  دی او همدارنگه محیط  $P = 1.168\text{ m}$  ، اخستل کېږي .  $Q_{ws} = 350\text{kN}$  ورکړل شوی دی. نو په دې اساس:

$$Q_{wp} = 502 - 350 = 152\text{kN}$$

$$S_{e(1)} = \frac{[(152 + 0.62(350))(21)]}{(0.1045\text{m}^2)(21 \times 10^6)} = 0.00353\text{ m} = 3.35\text{mm}$$

د (74.7 مساوات) څخه لرو:

$$S_{e(2)} = \frac{q_{wp} D}{E_s} (1 - \mu_s^2) I_{wp} = \left( \frac{152}{0.1045} \right) \left( \frac{0.356}{25 \times 10^3} \right) (1 - 0.35^2)(0.85) \\ = 0.0155\text{m} = 15.5\text{mm}$$

د (76.7 مساوات) څخه لرو:

$$S_{e(3)} = \left( \frac{Q_{ws}}{pL} \right) \frac{D}{E_s} (1 - \mu_s^2) I_{ws}$$

$$I_{ws} = 2 + 0.35 \sqrt{\frac{L}{D}} = 2 + 0.35 \sqrt{\frac{21}{0.356}} = 4.69$$

$$S_{e(3)} = \left[ \frac{350}{(1.168)(21)} \right] \left( \frac{0.356}{25 \times 10^3} \right) (1 - 0.35^2)(4.69) \\ = 0.00084\text{m} = 0.84\text{mm}$$

په دې ترتیب مجموعي ناسته مساوي کېږي په:

$$S_e = S_{e(1)} + S_{e(2)} + S_{e(3)} = 3.35 + 15.5 + 0.84 = 19.69\text{mm}$$

## 16.7 افقي بار شوي میخونه (Laterally loaded piles)

یو عمودي میخ د هغې د شاوخوا خاورو غیر فعال فشار پواسطه افقي قوې په مقابل کې مقاومت کوي (1c.7 شکل دې وکتل شي). د خاورو د عکس العمل د ویش درجه په (a) د میخ سختی، (b) د خاورې سختی او (c) د میخ د دوو انتهاو ټینګیدلو پورې اړه لري. په عمومي صورت افقي بار شوي میخونه په دوو کتګوریو ویشل کیږي [208:1]:

1. لنډ او سخت میخونه.

2. اوږده یا الاستیکي میخونه.

په (26a.7 او 26b.7 شکلونو) کې د میخونو د تغییر شکل او میخونو په طول کې د مومنت او عرضي قوو ویش په داسې وخت کې بنودل شوی دی، کله چې میخ د افقي قوې لاندې قرار لري. مونږ په لاندې توګه د افقي بار شوي میخونو لپاره په موجوده حل لارو باندې بحث کوو:

## الاستیکي حل لاره (Elastic Solution)

Matlock او Reese په 1960 کال کې یو عمودي میخ چې په دانه یې خاوره کې مستقر دی او د افقي بار او د ځمکې په سطحه کې د مومنت لاندې قرار لري، د هغې د مومنتونو او بیخایه کیدنې تعیینولو لپاره یوه عمومي طریقه یې ارایه کړله. یو میخ چې  $L$  طول لري او د  $Q_g$  افقي بار او  $M_g$  مومنت لاندې د ځمکې په سطحه ( $z = 0$ ) کې قرار لري (27a.7 شکل). په (27b.7 شکل) کې د میخ د تغییر شکل عمومي بڼه او د بار او مومنت له اثره د خاورې مقاومت بنودل شوی دی [209:1].

د Winkler د ساده ترین مودل په اساس یو الاستیکي محیط (د خاورې په دې حالت کې) کیدلی شي چې د غیر محدود ځانګړي الاستیکي سپرینګونو سلسلې سره نږدې تعویض شي. د دغې فرضیې پر اساس لرو چې:

$$k = \frac{p'(\text{kN/m})}{x(\text{m})} \dots\dots\dots(80.7)$$

چېرې چې:

K د بستر د عکس العمل مودل دی.

p' په خاوره باندې فشار بنایي.

X تغییر شکل.

Z په ژوروالي کې د دانه یې خاورې لپاره د بستر مودول مساوي دی له:

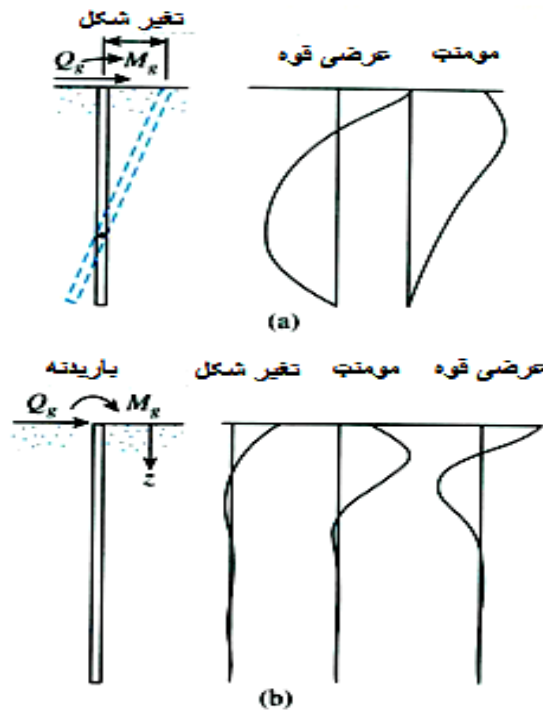
$$k_z = n_h z \quad \dots\dots\dots(81.7)$$

چېرې چې،  $n_h$  د بستر د افقي عکس العمل ثابت مودل دی.

د (شکل 27b.7) په پام کې نیولو سره او په الاستیکي تھداب باندې د بیم د تیوری

په استفاده کولی شو چې ولیکو:

$$E_p I_p \frac{d^4 x}{dz^4} = p' \quad \dots\dots\dots(82.7)$$



26.7 شکل. د میخ د تغییر شکل، مومنټ او عرضي قوې د توپیر ماهیت لپاره

(a) سخت میخ، (b) الاستیکي میخ [209:1].

چېرې چې:

$E_p$  د میخ د موادو الاستیکیت مودل دی.

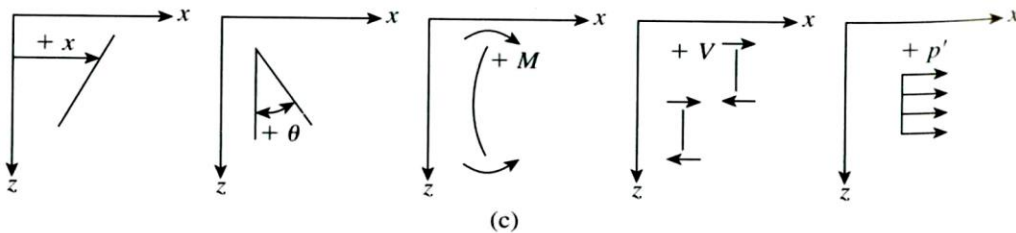
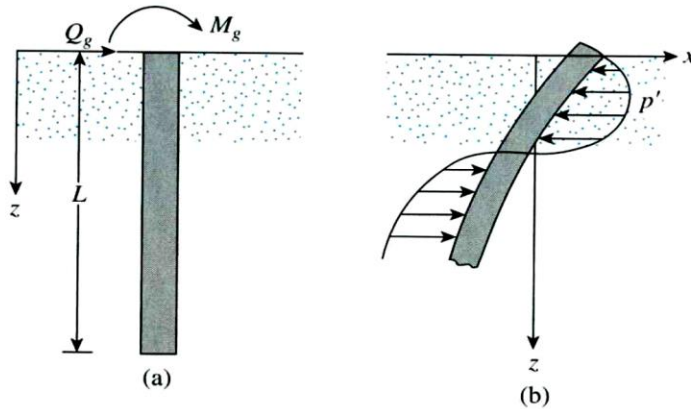
$I_p$  د میخ د عرضي مقطع انرشیايي مومنټ دی.



د Winkler د مودل په اساس:

$$p' = -kx \quad \dots\dots\dots(83.7)$$

په (83.7 مساوات) کې علامه منفي ده ، ځکه چې د خاورې عکس العمل د میخ د تغییر شکل په مخالف جهت دی .



27.7 شکل. (a) افقي بار شوی میخ. (b) د افقي بار پواسطه د میخ پرمخ د خاورې مقاومت، (c) د بیخایه کیدني، مومنت، عرضي قوې او د خاورې عکس العمل لپاره د علامو قبولول [210:1].

د (82.7 او 83.7 مساواتونو) د یوځای کولو څخه لرو چې:

$$E_p I_p \frac{d^4 x}{dz^4} + kx = 0 \quad \dots\dots\dots(84.7)$$

د (84.7 معادلې) حل څخه لاندینی پایلې لاسته راځي:

د  $x_z(z)$  په هر ژوروالي کې د میخ تغییر شکل

$$x_z(z) = A_x \frac{Q_g T^3}{E_p I_p} + B_x \frac{Q_g T^2}{E_p I_p} \quad \dots\dots\dots(85.7)$$

د  $\theta_z(z)$  پہ ہر ژوروالی کی د میخ میلان

$$\theta_z(z) = A_\theta \frac{Q_g T^2}{E_p I_p} + B_\theta \frac{Q_g T}{E_p I_p} \quad \dots\dots\dots(86.7)$$

د  $M_z(z)$  پہ ہر ژوروالی کی د میخ مومنٹ

$$M_z(z) = A_M Q_g T + B_M M_g \quad \dots\dots\dots(87.7)$$

د  $V_z(z)$  پہ ہر ژوروالی کی پہ میخ بانڈی د عرضی قوی اغیزہ

$$V_z(z) = A_v Q_g + B_v \frac{M_g}{T} \quad \dots\dots\dots(88.7)$$

د  $p'_z(z)$  پہ ہر ژوروالی کی د خاوری عکس العمل

$$p'_z(z) = A_{p'} \frac{Q_g}{T} + B_{p'} \frac{M_g}{T} \quad \dots\dots\dots(89.7)$$

چہرے چہ،  $A_x, B_x, A_\theta, B_\theta, A_M, B_M, A_v, B_v, A_{p'}, B_{p'}$  ضریبونہ دی.

T د خاوری - میخ د طول مشخصہ دہ چہ پہ لاندی ډول پیدا کیږی.

$$T = \sqrt[5]{\frac{E_p I_p}{n_h}} \quad \dots\dots\dots(90.7)$$

د  $n_h$  پہ (81.7 مساوات) کی تعریف شوی دی.

کلہ چہ د ، میخ طول  $L \geq 5T$  وی، اوږد میخ پہ پام کی نیول کیږی. د  $L \leq 2T$

میخ لپارہ سخت میخ فرض کیږی. پہ (14.7 جدول) کی د اوږد میخ ( $L \geq 5T$ )

لپارہ د (85.7 خخه تر 89.7 مساوات پورے) د ضریبونو قیمتونہ ورکړل شوی دی. دا باید

پہ یاد ولرو چہ د جدول پہ لومړی ستون کی Z په غیر د واحد ژوروالی دی چہ پہ لاندی

ډول پیدا کیږی:

$$Z = \frac{z}{T} \quad \dots\dots\dots(91.7)$$

د  $x_z(z), \theta_z(z), M_z(z), V_z(z)$  او  $p'_z(z)$  لپارہ پہ نظر کی نیول شوی مثبت علایم

پہ (14.7 جدول) کی فرض شوی او پہ (27c.7 شکل) کی بنودل شوی دی. پہ (28.7 شکل)

کی د  $L/T = Z_{axm}$  مقدارونو لپارہ د  $A_x, B_x, A_M, B_M$  او  $A_M, B_M$  تغیرات بنودل شوی دی. دا

بنایی چہ کلہ  $L/T$  تقریباً د 5 خخه زیات شی، نو ضریبونہ تغیر نہ کوی، او دغه موضوع

یواځی د اوږدو میخونو لپارہ صدق کوی [210:1].

د میخ لپاره د T د طول د مشخصې د محاسبه کولو ته د  $n_h$  مقدار فرض کیږي. په (15.7 جدول) کې ځینې د نوموړو مقادیرو نمونې ښودل شوي دي.

په چسپناکه خاورو کې مستقرو میخونو لپاره د Davisson او Gill پواسطه په 1963 کال کې په (85.7 څخه تر 89.7 مساواتونو پورې) مطرح شوي مواردو ته مشابه الاستیکي حل لارې ارایه کړې. نوموړي مساواتونه عبارت دي له:

14.7 جدول. د اوږدو میخونو لپاره ضریبونه ( $k_z = n_h z$ ). [211:1]

Z	A <sub>x</sub>	A <sub>o</sub>	A <sub>m</sub>	A <sub>v</sub>	A' <sub>p</sub>	B <sub>x</sub>	B <sub>o</sub>	B <sub>m</sub>	B <sub>v</sub>	B' <sub>p</sub>
0.0	2.435	-1.623	0.000	1.000	0.000	1.623	-1.750	1.000	0.000	0.000
0.1	2.273	-1.618	0.100	0.989	-0.227	1.453	-1.650	1.000	-0.007	-0.145
0.2	2.112	-1.603	0.198	0.956	-0.422	1.293	-1.550	0.999	-0.028	-0.259
0.3	1.952	-1.578	0.291	0.906	-0.586	1.143	-1.450	0.994	-0.058	-0.343
0.4	1.796	-1.545	0.379	0.840	-0.718	1.003	-1.351	0.987	-0.095	-0.401
0.5	1.644	-1.503	0.459	0.764	-0.822	0.873	-1.253	0.976	-0.137	-0.436
0.6	1.496	-1.454	0.532	0.677	-0.897	0.752	-1.156	0.960	-0.181	-0.451
0.7	1.353	-1.397	0.595	0.585	-0.947	0.642	-1.061	0.939	-0.226	-0.449
0.8	1.216	-1.335	0.649	0.489	-0.973	0.540	-0.968	0.914	-0.270	-0.432
0.9	1.086	-1.268	0.693	0.392	-0.977	0.448	-0.878	0.885	-0.312	-0.403
1.0	0.962	-1.197	0.727	0.295	-0.962	0.364	-0.792	0.852	-0.350	-0.364
1.2	0.738	-1.047	0.767	0.109	-0.885	0.223	-0.629	0.775	-0.414	-0.268
1.4	0.544	-0.893	0.772	-0.056	-0.761	0.112	-0.482	0.688	-0.456	-0.157
1.6	0.381	-0.741	0.746	-0.193	-0.609	0.029	-0.354	0.594	-0.477	-0.047
1.8	0.247	-0.596	0.696	-0.298	-0.445	-0.030	-0.245	0.498	-0.476	0.054
2.0	0.142	-0.464	0.628	-0.371	-0.283	-0.070	-0.155	0.404	-0.456	0.140
3.0	-0.075	-0.040	0.225	-0.349	0.226	-0.089	0.057	0.059	-0.213	0.268
4.0	-0.050	0.052	0.000	-0.106	0.201	-0.028	0.049	-0.042	0.017	0.112
5.0	-0.009	0.025	-0.033	0.015	0.046	0.000	-0.011	-0.026	0.029	-0.002

$$x_z(z) = A'_x \frac{Q_g R^3}{E_p I_p} + B'_x \frac{M_g R^2}{E_p I_p} \quad \dots\dots\dots(92.7)$$

$$M_z(z) = A'_m Q_g R + B'_m M_g \quad \dots\dots\dots(93.7)$$

چېرې چې:

$A'_x$ ،  $B'_x$ ،  $A'_m$  او  $B'_m$  ضریبونه دي. او

$$R = \sqrt[4]{\frac{E_p I_p}{k}} \quad \dots\dots\dots(94.7)$$

د  $A'$  او  $B'$  د ضریبونو مقدار په (29.9 شکل) کې ورکړل شوي دي. دا باید په یاد

ولرو چې:

$$Z = \frac{z}{R} \quad \dots\dots\dots(95.7)$$

او

$$Z_{max} = \frac{L}{R} \quad \dots\dots\dots(96.7)$$

15.7 جدول. د  $n_h$  نمونه یې مقدارونه [305:20].

$n_h$ $kN/m^3$	د خاورې نمونه
	وچ یا مرطوبه شگه:
1800 - 2200	سست
5500 - 7000	متوسط
15,000 - 18,000	متراکم
	په اوبو کې ډوبه شوې شگه:
1000 - 1400	سست
3500 - 4500	متوسط
9000 - 12,000	متراکم

د (92.7 او 93.7 مساواتونو) څخه استفاده کولو لپاره د  $R$  د مشخصې په طول باندې پوهیدل اړین دي. دا د (94.7 مساوات) له مخې محاسبه کیږي، په دې شرط چې د بستر د عکس ضریب معلوم وي. د شگې لپاره د بستر د عکس العمل ضریب د (81.7 مساوات) پواسطه پیدا شوی، چې د ژوروالي سره د خطي تغییراتو څرگندونکی وو. که څه هم په چسپناکه خاورو کې، د بستر عکس العمل کیدلی شي فرض شي او په تقریبي توګه د ژوروالي سره ثابت فرض شي. Vesic په 1961 کال کې د  $k$  د مقدار اټکلولو لپاره لاندیني مساوات پیشنهاد کړ:

$$k = 0.65^{12} \sqrt{\frac{E_s D^4}{E_p I_p}} \frac{E_s}{1 - \mu_s^2} \quad \dots\dots\dots(97.7)$$

په پورته فورمول کې:  $E_s$  د خاورې د الاستیکیت مودول دی،  $D$  د میخ قطر دی،  $\mu_s$  د خاورې لپاره د Poisson نسبت دی. د ټولو عملي کارونو لپاره (97.7 مساوات) په لاندې ډول لیکل کېږي:

$$k \approx \frac{E_s}{1-\mu_s^2} \dots\dots\dots(98.7)$$

### د نهایي بار تحلیل: د Broms طریقه

(Ultimat Load Analysis: Broms's Method)

Broms په 1965 کال کې د افقي بار شوي میخونو لپاره د لاندې فرضیو پر اساس د حل لارې یې رامنځته کړې [304:20]:

(a) په خاوره کې د غوڅیدنې تخریب، چې دغه حالت لنډو میخونو لپاره دی.  
 (b) د میخونو کږیدنه، چې د میخ د مقطع د حاصل شوي پلاستيکي مقاومت تر تاثیر لاندې رايي او اوږدو میخونو پورې اړه لري.

د نهایي بار د مقاومت  $Q_{u(g)}$  د محاسبه کولو لپاره د Broms د حل لاره د لنډو میخونو په خاطر په (30a.7 شکل) ارایه شوې ده. په چسپناکه خاوره کې مستقر میخ لپاره یوه مشابه حل لاره په (30b.7 شکل) کې ښودل شوې ده. په (30a.7 شکل) کې دا باید په یاد ولرو چې:

$K_p$  د خاورې د رنکین غیر فعال فشار ضریب دی چې د لاندې فورمول په مرسته پیدا کېږي [274:25]:

$$K_p = \tan^2\left(45 + \frac{\phi'}{2}\right) \dots\dots\dots(99.7)$$

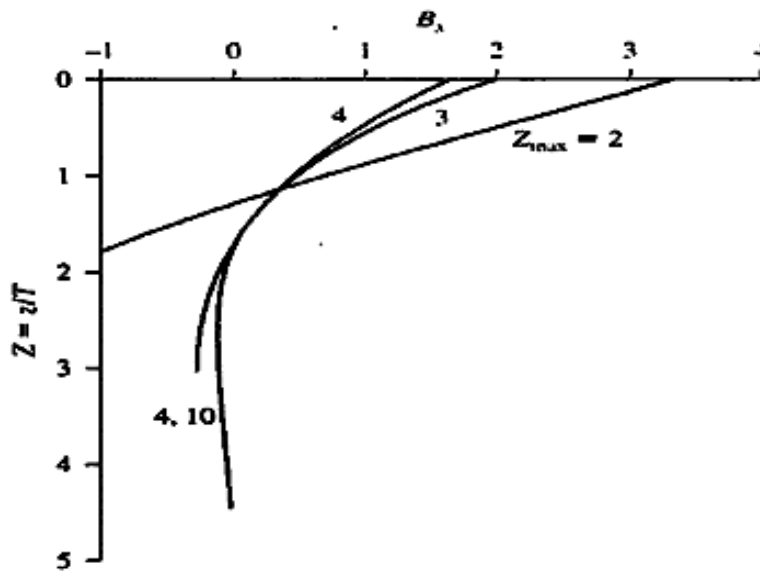
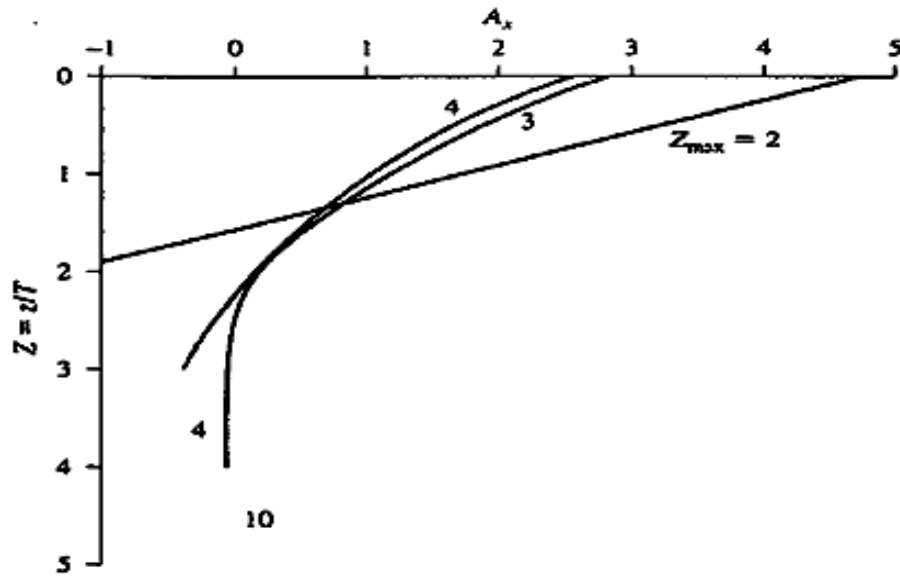
په مشابه توګه په (30b.9 شکل) کې:

$c_u$  په غیر د اوبو ویستلو د خاورې چسپناکې ده، چې د لاندې فورمول پواسطه پیدا کېږي.

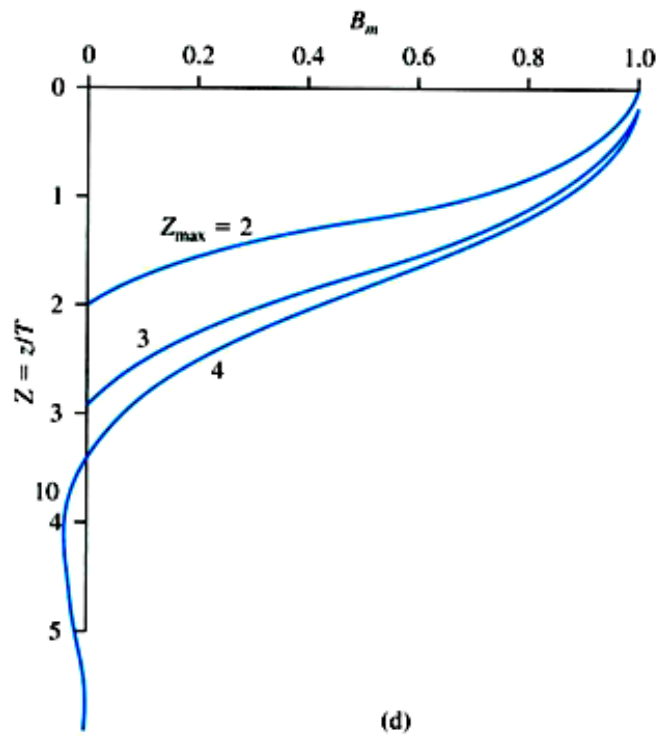
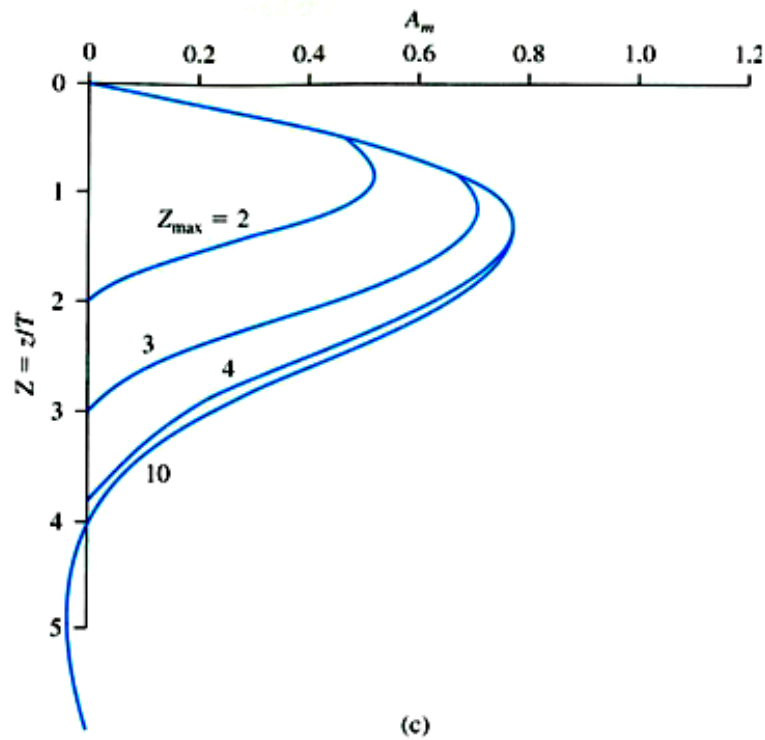
$$c_u = \frac{0.75q_u}{FS} = \frac{0.75q_u}{2} = 0.375q_u \dots\dots\dots(100.7)$$

چېرې چې:

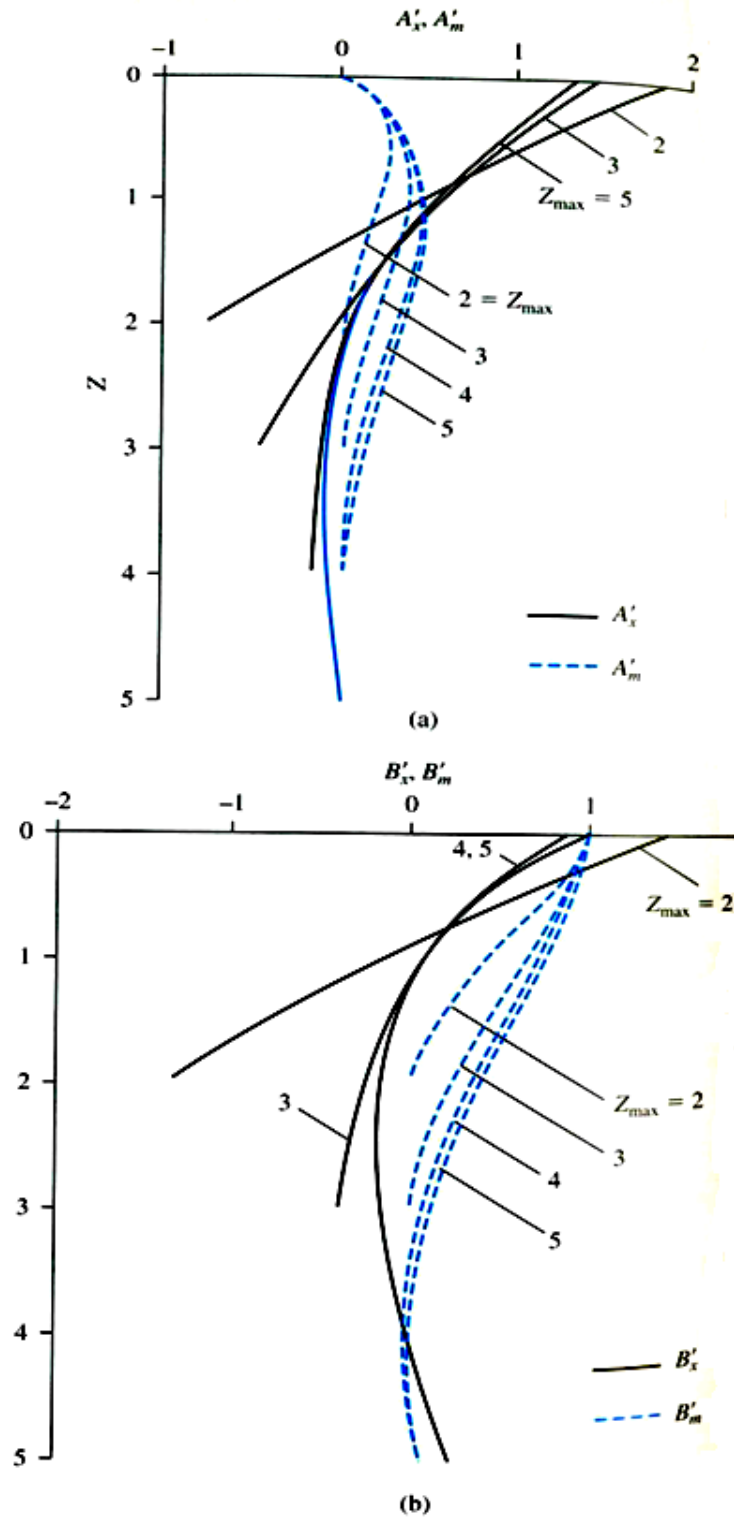
$q_u$  غیر محدود فشاری مقاومت دی.  
 $FS$  د پامنتیا فکتور دی چې مساوی کیږي له 2 سره .



28.7 شکل. د  $Z$  سره د  $A_x$ ،  $B_x$ ،  $A_M$  او  $B_M$  تغیرات [304:20].

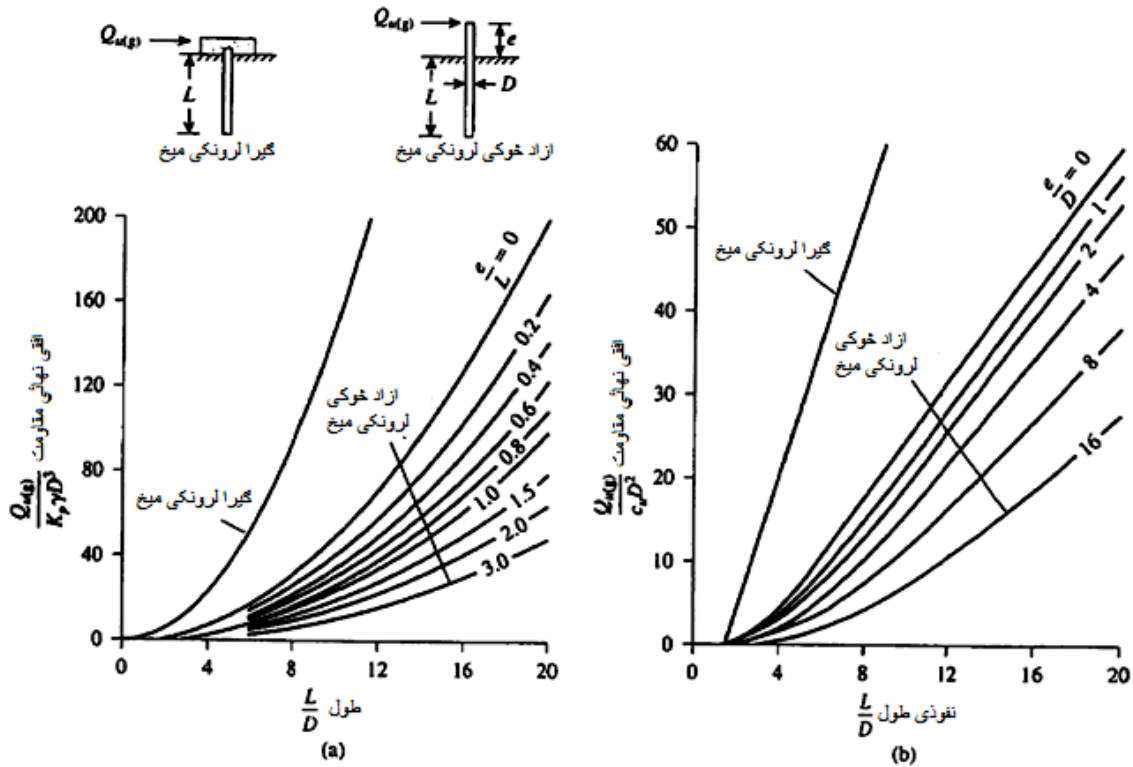


28.7 شکل. ادامه. [305:20]



29.7 شکل. د  $Z$  سره د  $A'_x$ ،  $B'_x$ ،  $A'_m$  او  $B'_m$  تغیرات [306:20].





30.7 شکل. د لنډ میخونو د افقي نهایی مقاومت لپاره د Broms حل لاره:

(a) په شگه کې، (b) په کلی کې [274:25].

(شکل 31.7) د اوږدو میخونو لپاره د Broms تحلیل بنایي. په شکل کې د میخ

لپاره حاصل شوی مومنټ عبارت دی له:

$$M_y = SF_y \dots\dots\dots(101.7)$$

چېرې چې،  $S$  د میخ د عرضي مقطع د قطع مودول دی.  $F_y$  د میخ د موادو حاصل شوی تشنج دی.

د یوې مسئلې په حلولو کې باید دواړه حالتونه (30.7 او 31.7 شکلونه) باید و ارزول شي. د کاري بار لاندې شرایطو کې د میخ د سر کریدنه  $x_z(z = 0)$ ، کیدلې شي د (32.7 شکل) له مخې اټکل شي. په (32a.7 شکل) کې د  $\eta$  اصطلاح په لاندې ډول پیدا کیږي:

$$\eta = \sqrt[5]{\frac{n_h}{E_p I_p}} \dots\dots\dots(102.7)$$

د دانه یې خاورو لپاره د  $n_h$  حدود په (15.7 جدول) کې ښودل شوي دي. په مشابه توګه په (32b.7 شکل) چې کلی پورې اړه نيسي، د  $K$  اصطلاح د خاورې افقي مودول څخه عبارت دی او په لاندې توګه تعريف کيږي:

$$K = \frac{\text{فشار (kN/m}^2\text{)}}{\text{بيخايه کيدنه (m)}} \dots\dots\dots(103.7)$$

همدارنگه د  $\beta$  اصطلاح کيدلی شي په لاندې توګه تعريف شي:

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{KD}{4E_p I_p}} \dots\dots\dots(104.7)$$

دا بايد په ياد ولرو چې، په (32.7 شکل) کې  $Q_g$  کاري بار څخه عبارت دی.

د کلی خاورو لپاره د  $K$  د قيمتونو حدود په لاندې ډول دي [275:25]:

غير محدود فشاري مقاومت $q_u$	$K$
$kN/m^2$	$kN/m^3$
200	10,000 – 20,000
200 – 800	20,000 – 40,000
> 800	> 40,000

### 7.7 مثال

يو فولادي H-میخ (HP 250 x 85) چې 25m اوږدوالی لري، په دانه یې خاوره کې مکمل خښ شوی دی. فرض کړئ چې  $n_h = 12,000 \text{ kN/m}^3$  د میخ په پورتنۍ برخه کې مجازي بيخايه کيدنه 8mm ده. افقي مجازي قوه  $Q_g$  پيدا کړئ.  $M_g = 0$  فرض کړئ او الاستيکي حل لارې څخه استفاده وکړئ.

حل

د (1a.7 جدول) څخه د HP 250 x 85 میخ لپاره لرو چې:

$$I_p = 123 \times 10^{-6} \text{ m}^4 \quad (\text{تقریباً قوي محور})$$

او

$$E_p = 207 \times 10^6 \text{ kN/m}^2$$

د (90.7 فورمول) څخه لرو:

$$T = \sqrt[5]{\frac{E_p I_p}{n_h}} = \sqrt[5]{\frac{(207 \times 10^6)(123 \times 10^{-6})}{12,000}} = 1.16m$$

پہ دی خای کی  $L/T = 25/1.16 = 21.55 > 5$ ، پہ دی اساس میخ اورد میخ دی.  $M_g = 0$  سرہ د (85.7 فورمول) پہ لاندی شکل تبدیلیری:

$$x_z(z) = A_x \frac{Q_g T^3}{E_p I_p}$$

او پہ لاندی توگہ نتیجہ اخستل کیری:

$$Q_g = \frac{x_z(z) E_p I_p}{A_x T^3}$$

پہ  $z = 0$  کی  $x_z = 8mm = 0.008m$  او  $A_x = 2.435$  (14.9 جدول دی وکتل شی).

$$Q_g = \frac{(0.008)(207 \times 10^6)(123 \times 10^{-6})}{(2.435)(1.16)^3} = 53.59 kN$$

د  $Q_g$  دغہ مقدار یواخی د حدی بیخایہ کیدنی شرایطو پہ اساس دی. کہ خہ ہم د  $Q_g$  مقدار د میخ د مومنت د ورتیا له مخی ہم ارین دی چی تعین شی. د  $M_g = 0$  لپارہ (87.7 مساوات) پہ لاندی شکل تبدیلیری:

$$M_z(z) = A_M Q_g T$$

نظر (14.7 جدول) تہ پہ هر ژوروالی کی د  $A_m$  اعظمی قیمت مساوی دی له 0.772 سرہ. اعظمی مجازی مومنت چی میخ بی متحملوی مساوی دی له:

$$M_{z(\max)} = F_y \left( \frac{I_p}{\frac{d_1}{2}} \right)$$

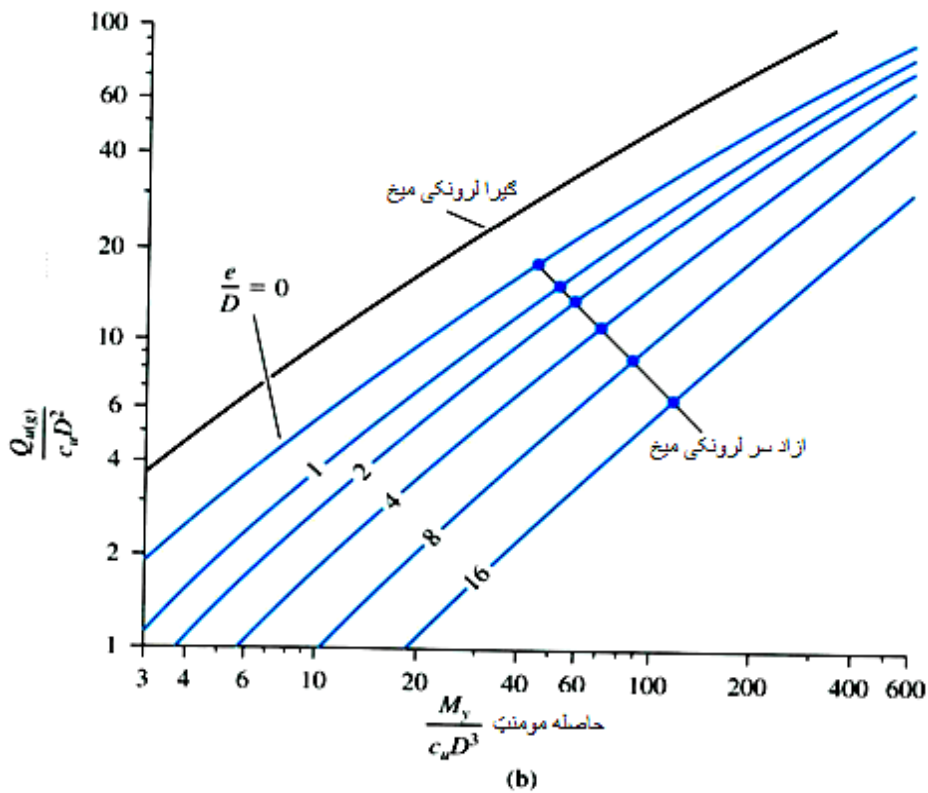
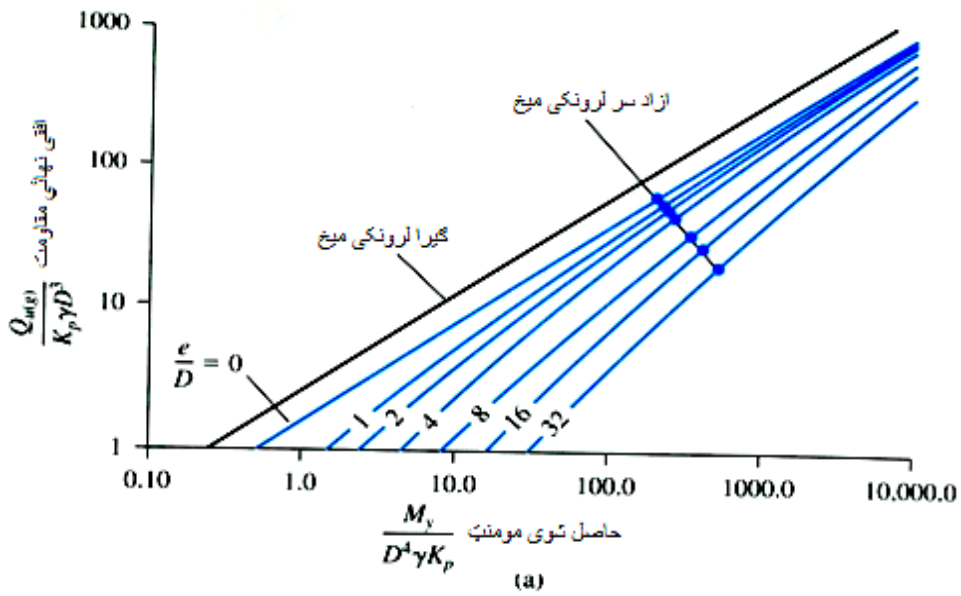
فرضوو چی  $F_y = 248,000 kN/m^2$ . د (1a.9 جدول) خخہ  $I_p = 123 \times 10^{-6} m^4$  او  $d_1 = 0.254m$  سرہ.

$$\frac{I_p}{\frac{d_1}{2}} = \frac{123 \times 10^{-6}}{\frac{0.254}{2}} = 968.5 \times 10^{-6} m^3$$

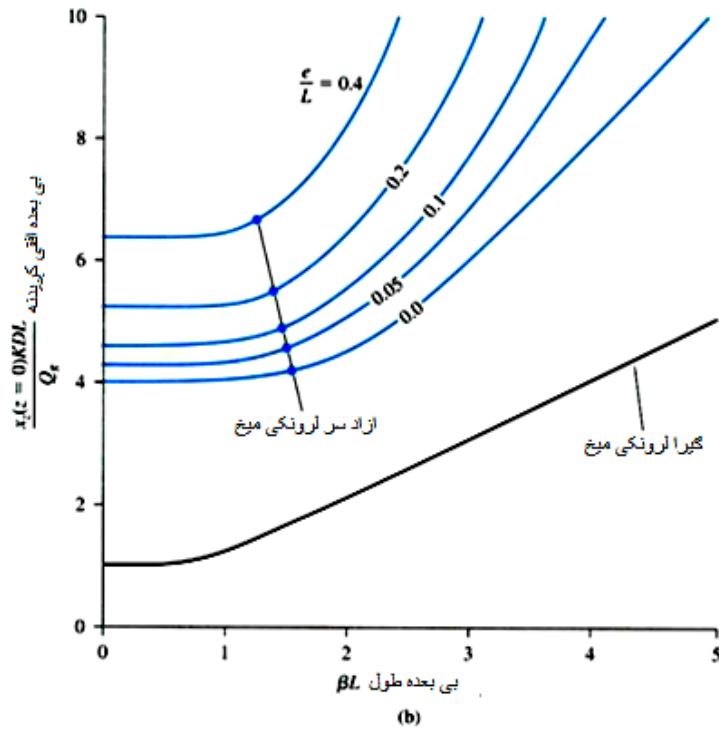
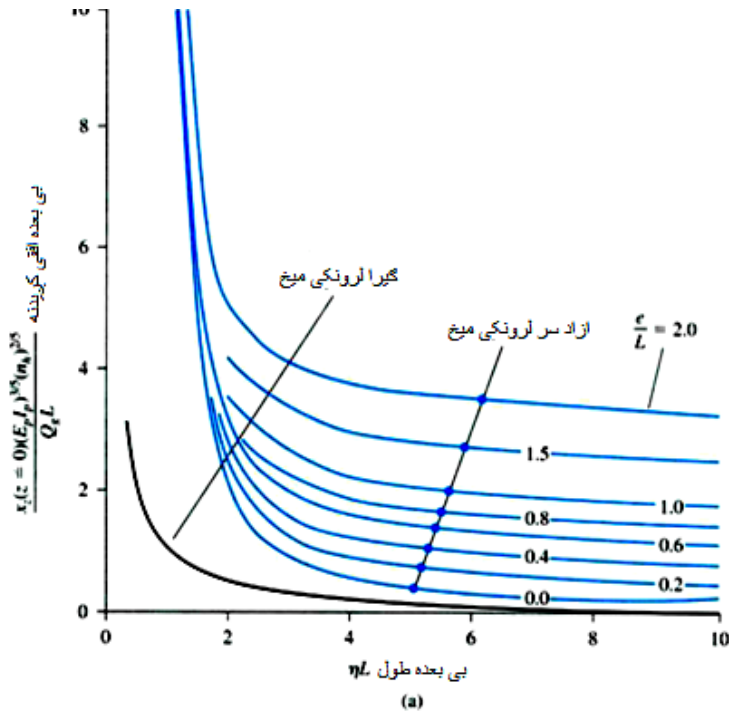
اوس

$$Q_g = \frac{M_{z(\max)}}{A_m T} = \frac{(968.5 \times 10^{-6})(248,000)}{(0.772)(1.16)} = 268.2 kN$$

خرنگہ چی  $Q_g = 268.2 kN > 53.59 kN$  خخہ نو د کزیدنی معیار حاکم دی، پہ دی اساس  $Q_g = 53.59 kN$ .



31.7 شکل. د اوردہ میخونو د افقی نہائی مقاومت لپارہ د Broms حل لارہ:  
(a) پہ شگہ کی، (b) پہ کلی کی [276:25].



32.7 شکل. د میخ د سرد کربیدنې اټکلولو لپاره د Broms حل لاره:  
(a) په شگه کې، (b) په کلی کې [277:25].

## 17.7 د میخ - ځبنولو (ټک و هلو) فورمولونه (Pile- Driving Formulas)

د نظر وړ بار انتقالولو د وړتیا رامنځته کولو لپاره اتکایي میخ باید په کافي اندازه متراکمي خاورې ته نفوذ وکړي یا صخره یې طبقې سره په تماس کې شي. دغه غوښتنه د تل لپاره د مخکې نه تعین شوي ژوروالي پورې د میخ د ټک و هلو له لارې نه تأمینېږي، ځکه چې د خاورو پروفایل مختلف وي. په همدې دلیل د ټک و هلو په وخت کې د یو میخ نهایی وړتیا محاسبه کولو لپاره زیات شمیر فورمولونه رامنځته شوي دي. دغه دینامیکي معادلو څخه په پراخه توګه په ساحه کې د نظر وړ مخکې نه تعین شوي ژوروالي کې د بار زغم مقدار ته د میخ رسیدلو د پوهیدلو په خاطر استعمالېږي. یو د لومړنیو معادلو څخه چې د کاري انرژۍ تیوري څخه لاسته راغلې د Engineering News Record Formula (EN) په نوم یادېږي او په لاندې ډول ده [108:24]:

(د خټک هرې ضربې سره د نفوذ اندازه) (د میخ مقاومت) = د خټک هرې ضربې پواسطه انتقال شوی انرژي  
د EN فورمول په اساس، د میخ مقاومت د  $Q_u$  نهایی بار څخه عبارت دی چې په لاندې ډول پیدا کېږي:

$$Q_u = \frac{W_R h}{S+C} \dots\dots\dots(105.7)$$

چېرې چې:

$W_R$  د کوبې وزن دی.

$h$  د کوبې د سقوط ارتفاع ده.

$S$  د خټک هرې ضربې سره د میخ د نفوذ اندازه ده.

$C$  ثابت دی.

د میخ د نفوذ مقدار  $S$  زیاتره د خټک د خو وروستیو ضربو د اوسط څخه تعینېږي.

د معادلې په اصلي شکل کې د  $C$  د لاندینو قیمتونو سپارښتنه کېږي.

د سقوطي خټکونو لپاره:

$$C = 25.4 \text{ mm} \text{ که چېرې } S \text{ او } h \text{ په mm سره وي.}$$

د بخاري خټکونو لپاره:

$C = 2.54mm$  که چېرې  $S$  او  $h$  په  $mm$  سره وي.

همدارنگه د میخ د مجازي وړتیا اټکلولو لپاره د ډاډمنتیا ضریب  $FS = 6$  سپارښتنه شوې ده. دا باید په یاد ولرو چې د یو طرفه عمل او دوه طرفه عمل خټکونو لپاره د  $W_R h$  اصطلاح کیدلې شي چې د  $EH_E$  سره تعویض شي. چېرې چې  $E$  د خټک مؤثریت دی او  $H_E$  د خټک اندازه شوې انرژي ده، نو په دې اساس:

$$Q_u = \frac{EH_E}{S+C} \dots\dots\dots(106.7)$$

د  $EN$  فورمول تیرو کلونو په اوږدو کې خوځلې اصلاح شوی دی، او د میخ-ټک وهلو نور فورمولونه هم پیشنهاد شوي دي. درې نورې رابطې چې په عمومي صورت سره استعمالیږي په (16.7 جدول) کې ځای په ځای شوي دي.

د میخ ټک وهلو په وخت کې ایجاد شوی اعظمي تشنج کیدلې شي د میخ-ټک وهلو فورمول له مخې چې په (16.7 جدول) کې ښودل شوی، اټکل شي. د نوموړې طریقې د څرگندولو لپاره مونږ د  $EN$  لاندیني اصلاح شوي فورمول څخه استفاده کوو:

$$Q_u = \left( \frac{EW_R h}{S+C} \right) \left( \frac{W_R + n^2 W_p}{W_R + W_p} \right)$$

په پورته فورمول کې  $S$  د خټک د هرې ضربې سره د نفوذ منځنی مقدار دی، چې هغه کولی شو په لاندې توګه پیدا کړو:

$$S = \frac{25.4}{N} \dots\dots\dots(107.7)$$

چېرې چې  $S$  په  $mm$  سره دی او  $N$  د  $25.4mm$  نفوذ لپاره د خټک د ضربولو شمیر دی.

په دې اساس

$$Q_u = \left[ \frac{EW_R h}{\left( \frac{25.4}{N} \right) + 2.54} \right] \left( \frac{W_R + n^2 W_p}{W_R + W_p} \right) \dots\dots\dots(108.7)$$

د  $N$  مختلف مقدارونه کیدلې شي چې د معین خټک او میخ لپاره فرض شي، او  $Q_u/A_p$  محاسبه شي. پس کیدلې شي چې د  $N$  د هر مقدار لپاره د میخ ټک وهلو تشنج  $Q_u/A_p$  محاسبه شي. دغه پروسیجر کولی شو چې د مقدارونو یو عددي سیټ سره وښایو. فرضوو

چې 24.4m اوږد یو متشنج قبلي کانکریټي میخ د خټک پواسطه باید په ځمکه کې ټک وهل شي. د میخ د ضلعي اندازه 254mm دی. د نوموړي میخ لپاره د (3a.7 جدول) څخه لرو:

$$A_p = 645 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

د میخ وزن مساوي دی له:

$$A_p L \gamma_c = (645 \times 10^{-4})(24.4 \text{ m}) \left( 23.58 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \right) = 37.1 \text{ kN}$$

که چېرې د سرپوښ (خولۍ) وزن 2.98 kN وي، نو لرو چې:

$$W_p = 37.1 + 2.98 = 40.08 \text{ kN}$$

د خټک لپاره لرو:

$$26.03 \text{ kN} - m = H_E = W_R h = \text{اندازه شوي انرژي}$$

$$22.24 \text{ kN} = \text{د کوبي وزن}$$

فرضوو چې د خټک مؤثریت 0.85 دی او  $n = 0.35$  سره. په (108.7 مساوات) کې

د نوموړي قیمتونو وضع کولو څخه وروسته لرو چې:

$$Q_u = \left[ \frac{(0.85)(26.03 \times 1000)}{\left(\frac{25.4}{N}\right) + 2.54} \right] \left( \frac{22.24 + (0.35)^2(40.08)}{22.24 + 40.08} \right) = \frac{9639.08}{\frac{25.4}{N} + 2.54} \text{ kip}$$

اوس کولی شو چې لاندې جدول تهیه کړو [110:24]:

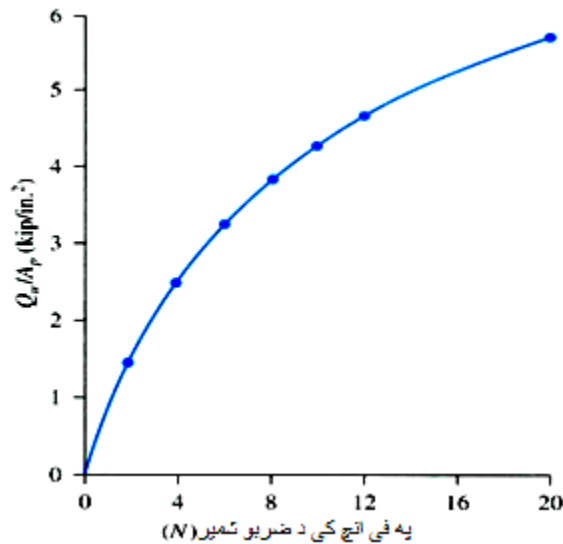
$N$	$Q_u$ (kN)	$A_p$ ( $\text{m}^2$ )	$Q_u/A_p$ ( $\text{MN}/\text{m}^2$ )
0	0	$645 \times 10^{-4}$	0
2	632	$645 \times 10^{-4}$	9.79
4	1084	$645 \times 10^{-4}$	16.8
6	1423	$645 \times 10^{-4}$	22.06
8	1687	$645 \times 10^{-4}$	26.16
10	1898	$645 \times 10^{-4}$	29.43
12	2070	$645 \times 10^{-4}$	32.12
20	2530	$645 \times 10^{-4}$	39.22



کیدلی شي چې په في انچ (25.4mm) کې د خټک د ضربو شمیر او تشنج په یو گراف کې ترسیم شي لکه چې په (33.7 شکل) کې بنودل شوي دي. که چېرې دارنگه منحنی تهیه شي، په اسانۍ سره د مجازي میخ-ټک وهلو تشنج سره متناظر د میخ په هر انچ نفوذ کې د خټک د ضربو شمیر تعیین کړو.

د لرگین میخونو واقعي ټک وهلو تشنج تقریباً  $0.7f_u$  په حدودو کې وي. په مشابه توگه د کانکریتو او فولادي میخونو د ټک وهلو تشنج تقریباً په ترتیب سره  $0.6f_c$  او  $0.85f_y$  حدودو کې وي.

په زیاترو حالتونو کې، لرگین میخونه د هغه خټکونو پواسطه ټک وهل کیږي چې دهغوی انرژي د  $60kN - m$  څخه کم وي. د ټک وهلو مقاومت زیاتره په في انچ نفوذ کې د 4 څخه تر 5 ضربو پورې محدودیږي. د کانکریتی او فولادي میخونو لپاره د  $N$  معمول مقدار په ترتیب سره 6 څخه تر 8 او 12 څخه تر 14 پورې وي [110:24].



33.7 شکل. د تشنج په مقابل کې د ضربې (N/25.4mm) گراف [110:24].

## 8.7 مثال

- مخکې نه جوړ شوی کانکریتی میخ چې د  $(0.305m \times 0.305m)$  عرضي مقطع لرونکی دی د خټک په مرسته خنس (ټک وهل) شوی دی.
- د خټک اندازه شوې انرژي مساوي ده له  $40.67 kN-m$ .
  - د خټک مؤثریت 0.8 دی.

- د کوبی وزن 33.36 kN دی.
- د میخ طول 24.39 m دی.
- د ورغبرگولو (وروستلو) ضریب 0.4 دی.
- د میخ د خولی وزن 2.45 kN دی.
- $E_p = 20.7 \times 10^6 \text{ kN/m}^2$
- د وروستی 25.4mm نفوذ لپارہ د ضربو شمیر 8 دی.
- د میخ مجازی ورتیا د لاندی طریقو پہ مرستہ اٹکل کریں.
- (a) د EN اصلاح شوی فورمول پہ مرستہ (FS=6) فرض کریں.
- (b) د دنمارکی فورمول پہ مرستہ (FS=4) فرض کریں.

حل

(a) برخہ:

$$Q_u = \left( \frac{EW_R h}{S+C} \right) \left( \frac{W_R + n^2 W_p}{W_R + W_p} \right)$$

$$\begin{aligned} \text{د میخ وزن} + \text{خولی} &= (0.305 \times 0.305 \times 24.39)(23.58 \text{ kN/m}^3) + 2.45 \\ &= 55.95 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$W_R h = 40.67 \text{ kN} - \text{m} \text{ ورکړل شوی دی:}$$

$$Q_u = \left[ \frac{(0.8)(40.67 \times 1000)}{\frac{25.4}{8} + 2.54} \right] \left[ \frac{33.36 + (0.4)^2(55.95)}{33.36 + 55.95} \right] = 2697 \text{ kN}$$

(b) برخہ:

$$Q_u = \frac{EH_E}{S + \sqrt{\frac{EH_E L}{2A_p E_p}}}$$

$$\text{د } E_p = 20.7 \times 10^6 \text{ kN/m}^2 \text{ په استفادہ لرو چي:}$$

$$\sqrt{\frac{EH_E L}{2A_p E_p}} = \sqrt{\frac{(0.8)(40.67)(24.39)}{2(0.305 \times 0.305)(20.7 \times 10^6 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2})}} \approx 0.01435 \text{ m} \approx 14.35 \text{ mm}$$

$$Q_u = \frac{(0.8)(40.67)}{\frac{25.4}{8 \times 1000} + 0.01435} \approx 1857 \text{ kN}$$

$$Q_{all} = \frac{1857}{4} = 467 \text{ kN}$$

16.7 جدول. د میخ-ټک وهلو فورمولونه [109:24].

فورمول	نوم
$Q_u = \left( \frac{EW_R h}{S+C} \right) \left( \frac{W_R + n^2 W_p}{W_R + W_p} \right)$ <p>چېرې چې:  <math>E</math> د خټک مؤثریت دی.  <math>C = 2.54 \text{ mm}</math> که چېرې <math>S</math> او <math>h</math> په <math>\text{mm}</math> سره وي.  <math>W_p</math> د میخ وزن دی.  <math>n</math> د میخ د خولۍ او د کوبې ترمنځ د ورغبرگولو ضریب دی.</p> <p>د <math>E</math> لپاره نمونه یې مقدارونه:                      - د یو طرفه عمل او دوه طرفه عمل خټکونه (0.7 – 0.85)                      - ډیزلې خټکونه (0.8 – 0.9)                      - سقوطي خټکونه (0.7 – 0.9) د <math>n</math> لپاره نمونه یې مقدارونه:                      - چډني خټک او کانکریتی میخونه (په غیر د خولۍ) (0.4 – 0.5)                      - د لرگي بالښت په فولادي میخونو باندې (0.3 – 0.4)                      - سقوطي خټکونه (0.25 – 0.3)</p>	د EN اصلاح شوی فورمول
$Q_u = \frac{EH_E}{S + \sqrt{\frac{EH_E L}{2A_p E_p}}}$ <p>چېرې چې:  <math>E</math> د خټک مؤثریت دی.  <math>H_E</math> د خټک اندازه شوې انرژي ده.  <math>E_p</math> د میخ د موادو الاستیکي مودول دی.  <math>L</math> د میخ طول دی.  <math>A_p</math> د میخ د عرض مقطع مساحت دی.</p>	د نماړکي فورمول (Flaate او Olson)
$Q_u = \frac{EH_E}{K'_u S}$ <p>چېرې چې:  <math>K'_u = C_d \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{\lambda'}{C_d}} \right)</math>  <math>C_d = 0.75 + 0.14 \left( \frac{W_p}{W_R} \right)</math>  <math>\lambda' = \left( \frac{EH_E L}{A_p E_p S^2} \right)</math></p>	د Janbu فورمول، 1953

## 18.7 په اهتزاز داخلیدونکي میخونو لپاره د میخ ظرفیت

(Pile Capacity For Vibration-Driven Piles)

مخکې په (4.7 برخه) کې د لرزشي میخونو ټک و هونکو (7e.7 شکل) په اړه لنډ بحث صورت نیولی دی. لکه چې هلته یادونه شوې، دا ډول میخ ټک و هونکی د دوه وزنونو لرونکی دی چې یو د بل خلاف څرخېږي. د اهتزازي خټک پواسطه د ټک وهلو فرارالمركز قوې د اهتزاز پراخوالی په لاندې ډول پیدا کېږي [1:206]:

$$F_c = me\omega^2 \quad \dots\dots\dots(109.7)$$

چېرې چې:

$m$  د مرکز څخه بیرون ته څرخیدونکې کتلې مجموعه.

$e$  د هر څرخیدونکې کتلې د مرکز او د څرخیدلو مرکز تر منځ فاصله.

$\omega$  د خوزیدا د اړوي فریکونسي.

په لرزشي خټک کې معمولاً ځانگړي محرک وزنونه موجود وي، چې نوموړي وزنونه د 4 څخه تر 40 kN په حدودو کې وي. د نوموړي محرک وزن جلا کیدنه د فولادي سپرینگ د نوساناتو پواسطه صورت نیسي، په دې اساس دا لاندې خواته خالص بار واردوي او د میخ د نفوذ اندازې د زیاتولو پواسطه ټک وهلو مؤثریت سره مرسته کوي.

د لرزشي ټک و هونکي میخ استعمال له 1930 کال څخه مخکې پیل شوی. د اهتزازي ټک و هونکي نسبت ټک و هونکو ته کم او از لري او میخ ته کم نقصان رسوي. که څه هم، د میخونو د زغم وړتیا او د نفوذ د اندازې تر منځ رابطو باندې په محدودې پوهاوی سره دغه طریقې په متحده ایالاتو کې په وسیع توگه د استعمال وړ نه ده.

لرزشي میخ ټک و هونکی انحصاري حالت لري، چې د ځینو شرکتونو نومونه په لاندې ډول دي:

Vibro Driver of the McKiernan-Terry، Bodine Resonant Driver (BRD)

او Corporation Vibro Driver of the L. B. Foster Company څخه.

Davisson په 1970 کال کې په دانه بې خاوره کې د میخ د نهایی وړتیا اټکلولو

لپاره یوه رابطه رامنځته کړه.

په SI واحداتو کې:

$$Q_u (kN) = \frac{0.746(H_p) + 98(v_p m/s)}{(v_p m/s) + (S_L m/cycle)(fH_z)} \dots\dots\dots(110.7)$$

چېرې چې

 $H_p$  هارس پاور چې میخ ته انتقالیږي. $v_p$  د میخ د نفوذ وروستی اندازه. $S_L$  ویجاړ توب فکتور. $f$  فریکونسي په  $H_z$  سره.د دانه یې خاورې مختلفو ډولونو لپاره د  $S_L$  ویجاړ توب فکتور په لاندې ډول

دی (Bowles, 1996) [207:1].

ترلي - انجام پایپ میخونه (Closed-End Pipe Piles)

- سسته شگه:  $0.244 \times 10^{-3} m/cycle$
- منځنۍ متراکمه شگه:  $0.762 \times 10^{-3} m/cycle$
- متراکمه شگه:  $2.438 \times 10^{-3} m/cycle$

H ډوله میخونه میخونه (H Piles)

- سسته شگه:  $-0.213 \times 10^{-3} m/cycle$
- منځنۍ متراکمه شگه:  $0.762 \times 10^{-3} m/cycle$
- متراکمه شگه:  $2.134 \times 10^{-3} m/cycle$

Fing او Deschamps په 2000 کال کې په دانه یې خاورو کې د لرزشي ټک وهل

شوي میخونو د نهایی وړتیا لپاره لاندینی رابطه یې وړاندې کړه.

$$Q_u = \left( \frac{3.6(F_c + 11W_B)}{1 + 1.8 \times 10^{10} \frac{v_p}{c} \sqrt{OCR}} \right) \left( \frac{L_E}{L} \right) \dots\dots\dots(111.7)$$

په دې ځای کې

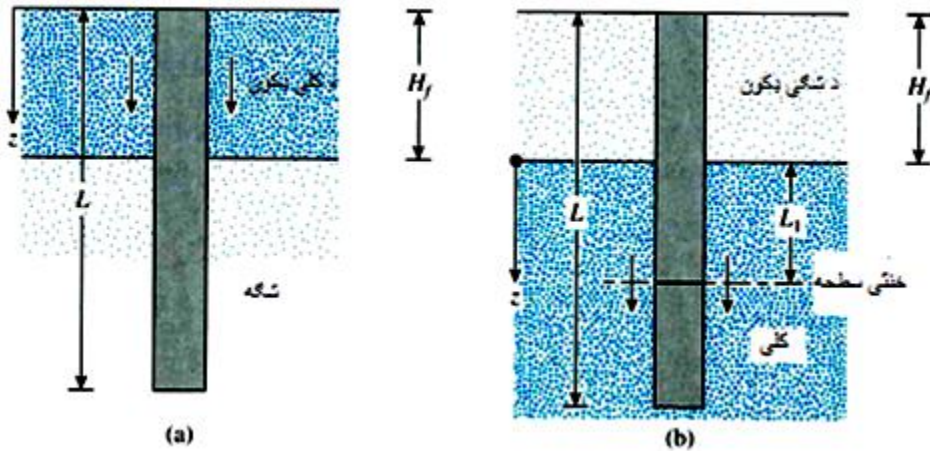
 $F_c$  فرارالمركز قوه ده. $W_B$  محرکه وزن. $v_p$  د میخ د نفوذ وروستی اندازه. $c$  د نور سرعت ( $1.8 \times 10^{10} m/mim$ ) $OCR$  زیات تحکیم شوی نسبت $L_E$  د میخ خښ شوی طول. $L$  د میخ طول.

## 19.7 د پوتکي منفي اصطکاک (Negative Skin friction)

د پوتکي منفي اصطکاک د میخ شاوخوا خاورو پواسطه لاندې خواته کشوونکې یوه قوه ده چې په میخ باندې واردیږي. دارنگه قوه د نورو لاملونو سربیره د لاندې شرایطو په اساس کیدلی شي ایجاد شي:

1. که چېرې د دانه یې خاورو طبقې پرمخ په کوم کې چې میخ ټک وهل شوی دی د کلی خاورې ډکون صورت ونیسي ، دغه ډکون په تدریجي توگه کلکيږي . د تحکیمکاری پروسه په میخ باندې د تحکیمکاری په دوران کې لاندې خواته کشوونکې قوه واردوي (34a.7 شکل دې وکتل شي).
2. که چېرې په نرمه کلی خاورې په طبقه باندې دانه یې خاورې ډکون صورت ونیسي لکه چې په (34b.7 شکل ) کې ښودل شوی دی ، دغه ډکون د کلی خاورې د کلکیدلو باعث کیږي او په دې ترتیب په میخ باندې لاندې خواته کشوونکې قوه واردیږي.
3. د ځمکې لاندې اوبو سطحې ټیټول ، په هر ژوروالي سره په خاوره کې د مؤثره تشنج د زیاتوالي سبب کیږي ، کوم چې د کلی د تحکیماتي ناستې باعث کیږي . که چېرې میخ د کلی په طبقه کې موقیعت ولري ، نو د لاندې خواته کشوونکې قوې تر تأثیر لاندې راځي .

په ځینو حالتونو کې لاندې خواته کشوونکې قوه کیدلې شي زیات شي او د تهداب د تخریب سبب شي. په دې برخه کې د پوتکي منفي اصطکاک محاسبې لپاره دوه امتحاني طریقې تشریح کيږي [108:12].



34.7 شکل. د پوتکي منفي اصطکاک [108:12].

په دانه یې خاوره باندي د کلی ډکون (شکل 34a.7) (Clay Fill over Granular Soil)

د  $\beta$  طریقې ته مشابه چې په (12.7 برخه) کې ارایه شوې ده، په میخ باندي د پوتکي منفي (لاندې خواته) تشنج عبارت دی له:

$$f_n = K' \sigma'_o \delta' \dots\dots\dots(112.7)$$

چېرې چې:

$K' = K_o = 1 - \sin\phi'$  د خاورې د فشار ضریب دی.

$\sigma'_o = \gamma'_f z$  په هر ژوروالي کې عمودي مؤثره تشنج.

$\gamma'_f$  د ډکون مؤثره واحد وزن.

$\delta' \approx 0.5 - 0.7\phi'$  د خاورې-میخ اصطکاک زاویه.

$$Q_n = \int_0^{H_f} (pK'' \gamma'_f \tan\delta') z dz = \frac{pK'' \gamma'_f H_f^2 \tan\delta'}{2} \dots\dots\dots(113.7)$$

چېرې چې،  $H_f$  د ډکون ارتفاع ده. که چېرې ډکون د اوبو سطحې څخه پورته وي، نو  $\gamma'_f$  د ډکون مؤثره واحد وزن باید په مرطوب واحد وزن باندې تعویض شي [108:12].

په کلی باندې د دانه یې خاورو ډکون (34b.7 شکل)

### (Granular Soil Fill over Clay)

په دې حالت کې، مشاهدات ښايي چې په میخ باندې د پوټکې منفي تشنج د  $z = 0$  څخه تر  $z = L_1$  پورې شتون لري، کوم چې د خنثی ژوروالي په نوم یادېږي (Vesic, 1977, pp. 25-26). خنثی ژوروالی کیدلی شي چې په لاندې ډول پیدا شي (Bowles, 1982). [112:11].

$$L_1 = \frac{L-H_f}{L_1} \left[ \frac{L-H_f}{2} + \frac{\gamma'_f H_f}{\gamma'} \right] - \frac{2\gamma'_f H_f}{\gamma'} \quad \dots\dots\dots(114.7)$$

چېرې چې:

$\gamma'_f$  او  $\gamma'$  په ترتیب سره د ډکون او د هغې لاندې د کلی طبقې واحد مؤثره واحد وزنونه دي. د اتکايي میخونو لپاره خنثی ژوروالی کیدلی شي چې د میخ د څوکې په ځای کې موقیعت ونیسي ( $L_1 = L - H_f$ ).

د  $L_1$  د مقدار د تعینولو څخه وروسته، لاندې خواته کشوونکې قوه د لاندې طریقې په مرسته حاصلېږي: په هر ژوروالي کې د پوټکې فی واحد منفي اصطکاک د  $z = 0$  څخه تر  $z = L_1$  پورې مساوي دی له:

$$f_n = K' \sigma'_o \delta' \quad \dots\dots\dots(115.7)$$

چېرې چې:

$$K' = K_o = 1 - \sin\phi'$$

$$\sigma'_o = \gamma'_f H_f + \gamma' z$$

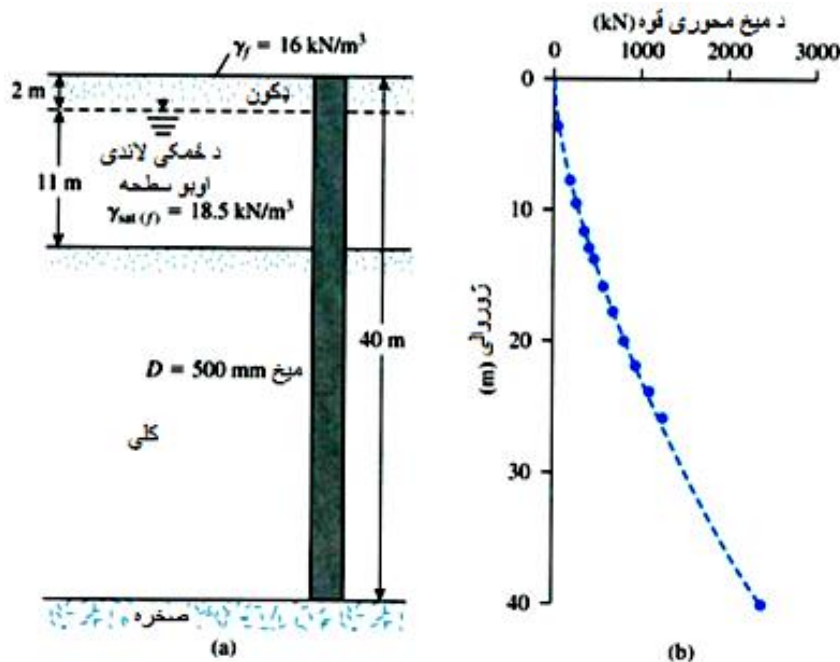
$$\delta' \approx 0.5 - 0.7\phi'$$

$$\begin{aligned} Q_n &= \int_0^{L_1} p f_n dz = \int_0^{L_1} p K' (\gamma'_f H_f + \gamma' z) \tan\delta' dz \\ &= (p K' \gamma'_f H_f \tan\delta') L_1 + \frac{L_1^2 p K' \gamma' \tan\delta'}{2} \quad \dots\dots\dots(116.7) \end{aligned}$$



که چېرې خاوره او ډکون د اوبو د سطحې څخه پورته وي، نو مؤثره واحد وزن باید په مرطوب واحد وزن باندې تعویض شي. په ځینو حالاتو کې لاندې خوازون کې د نوموړې ستونزې د مخنیوي لپاره میخونه په قیر باندې پوښل کېږي [113:11].

په لیتریچرونو کې د پوتکي د منفي اصطکاک په اړه محدود شمیر څېړنې تر سره شوي دي. (Bjerrum, 1969) د ناروې د Sorenga په بندر کې په یو تست میخ کې د لاندې خواته کشونکې قوې د کتنې راپور ورکړ. د Bjerrum څېړنه باندې چې میخ د 40m په ژوروالي د صخرې تر بستره پورې ټک وهل شوی دی، د Wong او Teh پواسطه په 1995 کال کې هم بحث شوی دی. په (35a.9 شکل) کې د خاورې پروفایل او میخ ښودل شوي دي. Wong او Teh لاندیني مقدارونه اټکل کړي دي [114:11].



35.7 شکل. د ناروې د Oslo په بندر کې په یو میخ باندې د پوتکي منفي اصطکاک

[114:11]. (Bjerrum, 1969)

- ډکون: مرطوب واحد وزن مساوي دی له:  $\gamma_f = 16 \text{ kN/m}^3$
- مشبوع واحد وزن مساوي دی له:  $\gamma_{sat(f)} = 18.5 \text{ kN/m}^3$

$$\gamma'_f = 18.5 - 9.81 = 8.69 \text{ kN/m}^3$$

په دې اساس

$$H_f = 13 \text{ m}$$

او

$$K' \tan \delta' \approx 0.22$$

• کلی:

مشبوع واحد وزن مساوي دی له:

$$\gamma' = 19 - 9.81 = 9.19 \text{ kN/m}^3$$

• میخ:  $L = 40 \text{ m}$ قطر  $D = 500 \text{ mm}$ 

په دې اساس په میخ باندې لاندې خواته اعظمي قوه د (116.7 مساوات) له مخې کیدلی شي چې اټکل شي. څرنګه چې په دې حالت کې میخ یو اتکایي میخ دی او طول یې  $L_1 = 27 \text{ m}$  دی، او

$$Q_n = (p)(K' \tan \delta') [\gamma_f \times 2 + (13 - 2)\gamma'_f](L_1) + \frac{L_1^2 p \gamma' (K' \tan \delta')}{2}$$

یا

$$Q_n = (\pi \times 0.5)(0.22)[(16 \times 2) + (18.69 \times 11)](27) + \frac{(27)^2 (\pi \times 0.5)(9.19)(0.22)}{2} = 2348 \text{ kN}$$

د  $Q_n$  اندازه شوی مقدار په اعظمي توګه تقریباً د  $2500 \text{ kN}$  په حدودو کې وي

(35b.7 شکل) چې د محاسبه شوي مقدار سره ډېر نږدې دی.

### 9.7 مثال

په (34a.7 شکل) کې فرضوو چې  $H_f = 2 \text{ m}$  دی، میخ دایروي مقطع لري چې قطر یې  $0.305 \text{ m}$  دی. ډکون چې د اوبو د سطحې څخه پورته قرار لري،  $\gamma_f = 16 \text{ kN/m}^3$  او  $\delta' = 32^\circ$  دی. مجموعي کشوونکې قوه پیدا کړئ. ( $\delta' = 0.6\delta'$ ).

حل

د (113.7 مساوات) څخه لرو چې:

$$Q_n = \frac{pK'\gamma_f' H_f^2 \tan \delta'}{2}$$

$$p = \pi(0.305) = 0.958m$$

$$K' = 1 - \sin \phi' = 1 - \sin 32 = 0.47$$

$$\delta' = (0.6)(32) = 19.2$$

$$Q_n = \frac{pK'\gamma_f' H_f^2 \tan \delta'}{2} = \frac{(0.958)(0.47)(16)(2)^2 \tan 19.2}{2} = 5.02kN$$

## گروپی میخونه (Group Piles)

### 20.7 گروپی اغیزمنتیا (Group efficiency)

په زیاتره حالتونو کې، میخونه خاورې ته د ساختمانی بارونو انتقال لپاره په گروپی شکل سره استعمالیږي، لکه چې په (36.7 شکل) کې ښودل شوي دي. د میخ یوه خولۍ د ټول گروپ لپاره جوړیږي. خولۍ کیدلی شي چې د ځمکې سره په تماس کې وي، لکه چې په ډیرو حالتونو کې (36a.7 شکل دې وکتل شي) یا په سیند کې د پلاتفورم پشان چې د ځمکې پر سر جوړیږي (36b.7 شکل دې وکتل شي).

د گروپی میخونو د بار د زغم وړتیا پیدا کول ډیره زیاته ستونزمنه ده او تر اوسه په مکمله توګه نه ده حل شوې. کله چې میخونه یو د بل تر څنګ نږدې ځای په ځای شي، یوه مناسبه فرضیه داده چې د میخونو پواسطه خاورې ته چې کوم تشنج انتقالیږي یو د بل د پاسه قرار نیسي او د میخونو د زغم وړتیا کموي (36c.7 شکل دې وکتل شي). میخونه په یو گروپ کې باید داسې ځای په ځای شي چې د گروپ د زغم وړتیا د ځانګړي میخ د زغم وړتیا د مجموعې څخه کم نشي. په عملي توګه یو د بل څخه د میخونو فاصله  $d$  د مرکز څخه تر مرکز پورې  $2.5D$  او په عادي حالت کې د  $3$  څخه تر  $3.5D$  پورې په پام کې نیول کیږي [10:275].

د میخونو د گروپ د بار د زغم د وړتیا مؤثریت په لاندې ډول پیدا کیږي.

$$\eta = \frac{Q_g(u)}{\sum Q_u} \dots\dots\dots(117.7)$$

چېرې چې:

$\eta$  گروپی مؤثریت.

$Q_g(u)$  د میخونو د گروپ د زغم نهایی وړتیا.

$Q_u$  په غیرد گروپ اغېزې څخه د هر میخ د بار د زغم نهایی وړتیا.

زیاتره د ساختمان انجنیران د اصطکاکی میخونو لپاره گروپی مؤثریت حاصلولو لپاره مخصوصاً په شگو کې د ساده تحلیل څخه استفاده کوي. دا ډول تحلیل د (36a.7 شکل) په مرسته توضیح کیږي. په گروپ کې د هغوی د فاصلو په پام کې نیولو سره میخونه د لاندې دوو لارو څخه په یو باندې عمل کوي: (1) د یو بلاک په شکل د  $(L_g \times B_g \times L)$  ابعادو سره یا (2) په ځانگړي شکل سره میخونه.

که چېرې میخونه د بلاک په شکل عمل ورکړي، د اصطکاکی وړتیا  $f_{avg} p_g L \approx Q_g(u)$  سره دې  $p_g = 2(n_1 + n_2 - 2)d + 4D$  د بلاک د عرضي مقطع محیط دی او  $f_{avg}$  فی واحد منځني اصطکاکی مقاومت څخه عبارت دی. په مشابه توگه د هر میخ لپاره چې په ځانگړي توگه عمل وکړي،  $Q_u \approx p L f_{avg}$  د هر ځانگړي میخ د عرضي مقطع محیط دی [276:10].  
په دې اساس:

$$\eta = \frac{Q_g(u)}{\sum Q_u} = \frac{f_{avg}[2(n_1+n_2-2)d+4D]L}{pn_1n_2} = \frac{2(n_1+n_2-2)d+4D}{pn_1n_2} \dots\dots\dots(118.7)$$

په دې اساس:

$$Q_g(u) = \left[ \frac{2(n_1+n_2-2)d+4D}{pn_1n_2} \right] \sum Q_u \dots\dots\dots(119.7)$$

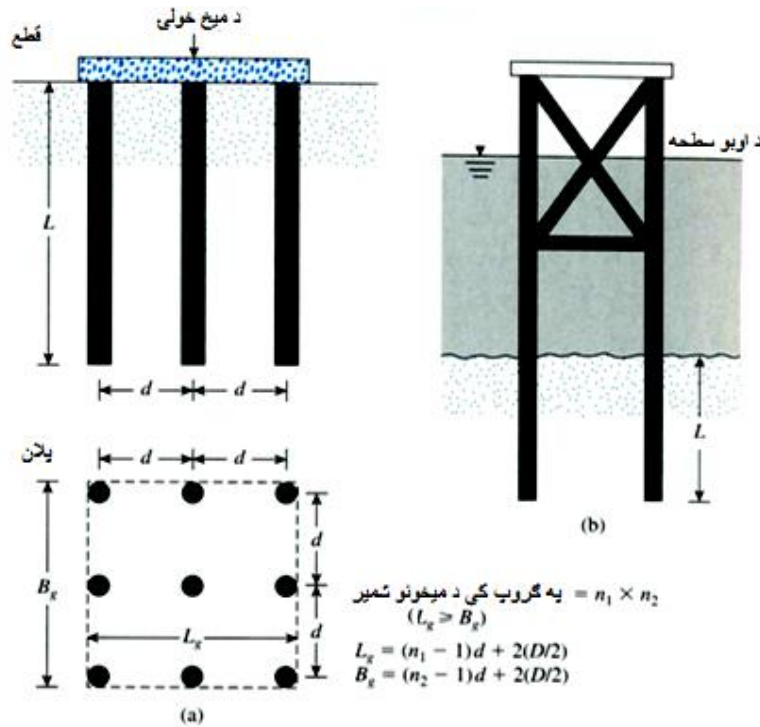
د (119.7 مساوات) څخه، که چېرې د میخونو د مرکز څخه مرکز ته فاصله  $d$  زیات لوی وي نو  $\eta > 1$  دی. په دې حالت کې میخونه د ځانگړو میخونو پشان عمل کوي. په دې اساس، په عمل کې که چېرې  $\eta < 1$  نو:

$$Q_g(u) = \eta \sum Q_u$$

او که چېرې  $\eta \geq 1$  وي نو:

$$Q_{g(u)} = \eta \sum Q_u$$

د اصطكاكي میخونودگروپي مؤثریت محاسبه کولو لپاره د (119.7 مساوات) پشان زیات نور مساواتونه شتون لري ، چې ځینی ددوی په (17.7 جدول) کې ورکړل شوي دي.



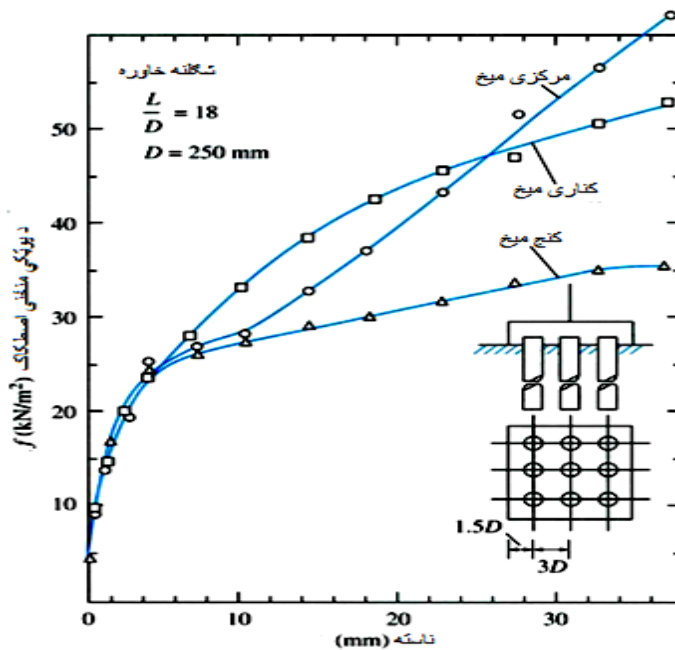
36.7 شکل. د میخونو گروپ [276:10].

په دې باندې پوهیدل مهم دي چې د (119.7 مساوات) پشان رابطې نیمه پلاستيکي دي او باید استعمال نه شي. په حقیقت کې په گروپي میخونو کې د  $f_{av}$  مقدار په گروپ کې د میخ د موقیعت پورې اړه لري (37.7 شکل).

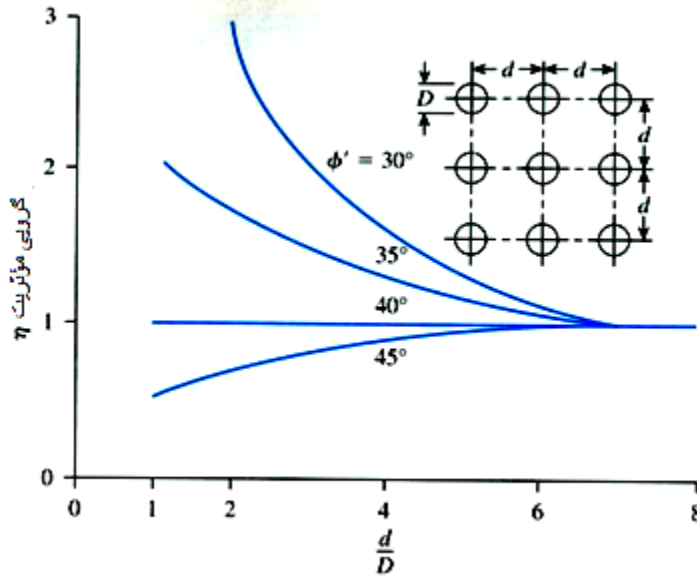
په (38.7 شکل) کې په شگه کې د (3 x 3) گروپ میخونو گروپي مؤثریت  $\eta$  نبودل شوی دی (Kishida او Meyerhof). له دې څخه دا څرگندیږي چې د سست او متوسط شگو لپاره د گروپي مؤثریت اندازه د یو څخه لوی دی. دا په لومړۍ مرحله کې د میخ شاوخوا د شگو د متر اکم کیدلو له سببه وي.

17.7 جدول. د اصطکاکي میخونو د گروپ مؤثریت لپاره معادلې [278:10].

فورمول	نوم
$\eta = 1 - \left[ \frac{(n_1-1)n_2 + (n_2-1)n_1}{90n_1n_2} \right] \theta$ $\theta = \tan^{-1}(D/d)$ <p style="text-align: center;">چېرې چې</p>	د Coverse Labarre مساوات
$\eta = 1 - \frac{D}{\pi d n_1 n_2} \left[ \frac{n_1(n_2 - 1) + n_2(n_1 - 1)}{+ \sqrt{2}(n_1 - 1)(n_2 - 1)} \right]$	د Los Angeles Group Action مساوات
$\eta = \left\{ 1 - \left[ \frac{11d}{7(a^2-1)} \right] \left[ \frac{n_1+n_2-2}{n_1+n_2-1} \right] \right\} + \frac{0.3}{n_1+n_2}$ <p style="text-align: center;">د Seiler - Keeney مساوات</p> <p style="text-align: center;">d په ft سره په پام کې نیول شوی دی</p>	



37.7 شکل. د میخ د موقیعت پر اساس پوټکي منځني اصطکاک  $f_{av}$ . [279:10]



38.7 شکل. په شگه کې د گروپي ميخونو د مؤثریت تغييرات [10:279].

### 21.7 په مشبوع شوي کلی کې د گروپي ميخونو د زغم نهايي وړتيا

(Ultimate Capacity of Group Piles in Saturated Clay)

په (39.7 شکل) کې په مشبوع کلی کې يو گروپ ميخونه بنودل شوي دي . د نوموړي شکل په استفاده کيدلی شي چې د گروپي ميخونو د بار د زغم نهايي وړتيا په لاندې طريقه اټکل شي [11:112]:

لومړۍ مرحله: د (18.7 مساوات) په مرسته  $\sum Q_u = n_1 n_2 (Q_p + Q_s)$  تعين کړو .

$$Q_p = A_p [9C_{u(p)}]$$

چېرې چې ،  $C_{u(p)}$  د ميخ په موقیعت کې په غير د اوبو ويستلو څخه د کلی

چسپناکي ده. همدارنگه د (55.7 مساوات) څخه لرو چې:

$$Q_s = \sum \alpha p c_u \Delta L$$

په دې اساس:

$$\sum Q_u = n_1 n_2 [9A_p C_{u(p)} + \sum \alpha p c_u \Delta L] \dots\dots\dots(120.7)$$

دوهمه مرحله: یو گروپ میخونه چې د  $L_g \times B_g \times L$  ابعادو لرونکی دی د یو بلاک په شکل عمل کوي، د فرضیې پواسطه د نهایی وړتیا تعینول. د بلاک د پوتکي مقاومت مساوي دی له:

$$\sum p_g c_u \Delta L = \sum 2(L_g + B_g) c_{u(p)} \Delta L$$

د میخ د خوکی د زغم وړتیا په لاندې توگه محاسبه کیږي:

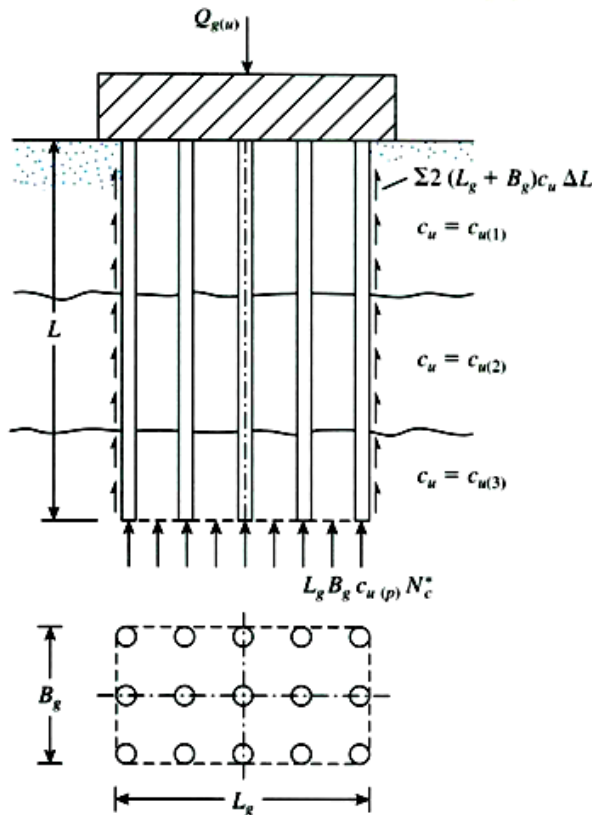
$$A_p q_p = A_p c_{u(p)} N_c^* = (L_g B_g) c_{u(p)} N_c^*$$

د (40.7 شکل) څخه د زغم د وړتیا فکتور  $N_c^*$  قیمت اخلو. په دې اساس نهایی بار

مساوي دی له:

$$\sum Q_u = (L_g B_g) c_{u(p)} N_c^* + \sum 2(L_g + B_g) c_u \Delta L \quad \dots\dots\dots(121.7)$$

دریمه مرحله: د (120.7 او 121.7 مساواتونو) څخه لاسته راغلي قیمتونه مقایسه کوو. د نوموړي قیمتونو کوچنی ترین قیمت د  $Q_{g(u)}$  قیمت څخه عبارت دی [261:25].

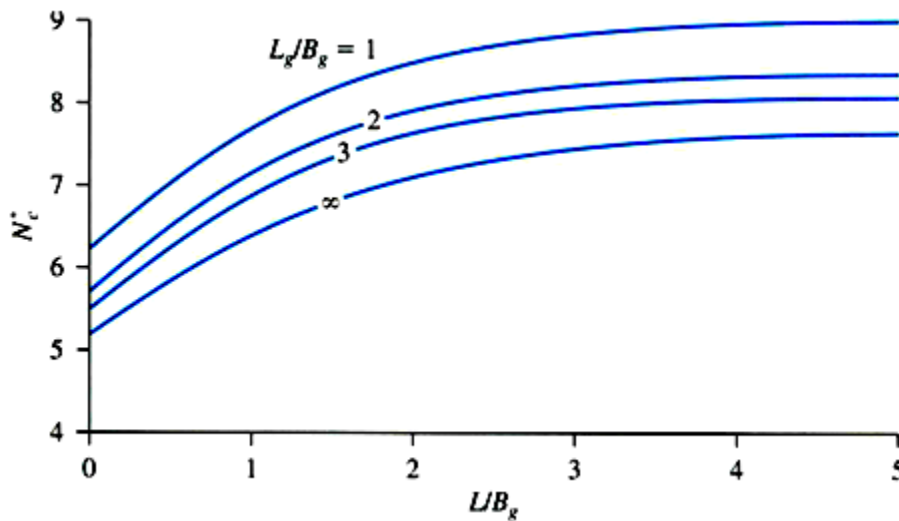


39.7 شکل. په کلی خاوره کې د گروپي میخونو د زغم وړتیا [261:25].



## 22.7 د گروپی میخونو الاستیکی ناسته (Elastic settlement of group piles)

په عمومي صورت، د گروپی میخونو ناسته چې هر میخ د یو شان کاري بار لاندې قرار ولري د گروپ د عرض ( $B_g$ ) او د میخونو ترمنځ د مرکز څخه تر مرکز پورې فاصلې  $d$  په زیاتیدلو سره، زیاتېږي. په لیتریچرونو کې د گروپی ناستې په اړه زیاتو څیړنو صورت نیولی چې زیات متفاوت پایلې یې لرلې. د گروپی میخونو د ناستې لپاره ساده ترینه رابطه د (Vesic, 1969) پواسطه په لاندې توگه ارایه شوې ده [177:9]



40.7 شکل. د  $L/B_g$  او  $L/B_g$  سره د  $N_c^*$  تغیرات [261:25].

$$S_{g(e)} = \sqrt{\frac{B_g}{D}} S_e \quad \dots\dots\dots(122.7)$$

چېرې چې:

$S_{g(e)}$  د گروپی میخونو الاستیکی ناسته.

$B_g$  د گروپی میخونو د مقطع عرض دی.

$D$  په گروپ کې د هر میخ عرض یا قطر.

$S_e$  د متناظر کاري بار لاندې هر میخ الاستیکی ناسته (15.7 برخه دي وکتل شي).

په شگه او جغل کې د گروپی میخونو لپاره د الاستیکی ناستې په اړه

(Meyerhof, 1976) لاندې تجربوي فورمول پیشنهاد کړی دی:

$$S_{g(e)} = \frac{0.96q \sqrt{B_g I}}{N_{60}}, \text{ mm} \quad \dots\dots\dots(123.7)$$

چېرې چې:

$$q = Q_g / (L_g B_g), \quad \text{kN/m}^2 \quad \dots\dots\dots(124.7)$$

$L_g$  او  $B_g$  د گروپي میخونو د مقطع طول او عرض دی په m سره.

$N_{60}$  د ناستې په محدوده کې د ستندرد نفوذ (SPT) منځنی نمبر دی (د میخونو د څوکې لاندې تقریباً د  $B_g$  سره مساوي ژوروالي کې).

$$I = 1 - L/8B_g \geq 0.5 \quad \dots\dots\dots(125.7)$$

$L$  د میخونو د نفوذ طول دی په m سره.

په مشابه توگه د مخروط د نفوذ مقاومت رابطه د گروپي میخونو ناستې سره په لاندې ډول ده:

$$S_{g(e)} = \frac{q B_g I}{2q_c} \quad \dots\dots\dots(126.7)$$

چېرې چې ،  $q_c$  د ناستې په محدوده کې د مخروط د نفوذ مقاومت (CPT) منځنی اندازه ده. (دا باید په یاد ولرو چې په 126.7 مساوات کې ټول مقدارونه په ثابت واحدونو سره ارایه شوي دي) [177:9].

### 23.7 د گروپي میخونو تحکیمي ناسته (Consolidation Settlement of Group Piles)

په کلی کې د گروپي میخونو تحکیماتي ناسته د 2:1 تشنج ویشني طریقې په مرسته کیدلی شي چې اټکل شي. دغه محاسبه په لاندې مرحلو کې تر سره کیږي (41.7 شکل وکتل شي).

1. مرحله: فرضوو چې د میخونو د نفوذ ژوروالی  $L$  دی. گروپ د  $Q_g$  مجموعي بار لاندې قرار لري. که چېرې د میخ خولۍ د ځمکې د سطحې څخه لاندې وي، نو  $Q_g$  په میخونو باندې د پورتنی ساختمان د مجموعي بار منفي په گروپي میخونو باندې دخاورې مؤثره وزن سره مساوي دی، چې د کندنکاری په واسطه لیرې شوی

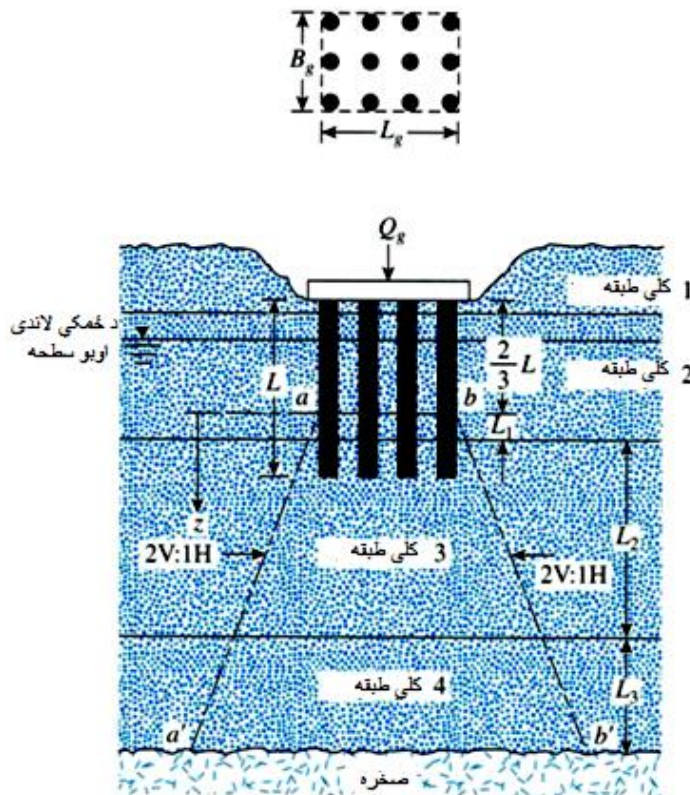
2. مرحله: فرضوو چپې د  $Q_g$  بار د میخ د پورتنۍ برخې څخه په  $2L/3$  ژوروالي سره خاورې ته انتقالیږي، لکه چې په شکل کې ښودل شوی دی. په همدې ژوروالي کې د  $Q_g$  بار په خطي شکل 2 عمودي په یو افقي میل سره ویشل کیږي. د  $aa'$  او  $bb'$  خطونه 2:1 دوه خطونه دي.

3. مرحله: په مؤثره تشنج کې زیاتوالی چې د  $Q_g$  بار پواسطه د خاورې هرې طبقې په وسطي برخه کې واقع کیږي محاسبه د لاندې فورمول پواسطه صورت نیسي:

$$\Delta\sigma'_i = \frac{Q_g}{(B_g+z_i)(L_g+z_i)} \quad \dots\dots\dots(127.7)$$

چېرې چې:

- $\Delta\sigma'_i$  د  $i$  طبقې په وسط کې د مؤثره تشنج زیاتوالی.
- $B_g, L_g$  د گروپي میخونو د پلان طول او عرض.
- $z_i$  د  $z = 0$  څخه تر  $i$  طبقې وسطه پورې فاصله.



41.7 شکل. د گروپي میخونو تحکیماتي ناسته [179:9].

د بېلگې په ډول په (41.7 شکل) کې د 2 طبقې لپاره  $z_i = L_1/2$ ، د 3 طبقې لپاره  $z_i = L_1 + L_2/2$  او د 4 طبقې لپاره  $z_i = L_1 + L_2 + L_3/2$  سره. دا باید په یاد ولرو چې د کلي په 1 طبقه کې تشنج نه زیاتېږي، ځکه چې دا د افقي سطحې ( $z = 0$ ) څخه پورته قرار لري له کومه ځایه چې په خاوره باندې د تشنج ویشنه شروع کېږي [180:9].

4. مرحله: په هره طبقه کې تحکیماتي ناسته چې د تشنج د زیاتوالي له کبله رامنځته شوي په لاندې ډول محاسبه کېږي:

$$\Delta S_{c(i)} = \left[ \frac{\Delta e_{(i)}}{1+e_{o(i)}} \right] H_i \quad \dots\dots\dots(128.7)$$

چېرې چې:

$\Delta S_{c(i)}$  د  $i$  طبقې تحکیماتي ناسته.

$\Delta e_{(i)}$  په  $i$  طبقه کې د تشنج د زیاتوالي له کبله د خالیگاو د اندازې تغیرات.

$e_{o(i)}$  د  $i$  طبقې د خالیگاو لومړنۍ اندازه (مخکې د ساختمان څخه).

$H_i$  د  $i$  طبقې ضخامت (د یادولو وړ ده چې په 41.7 شکل کې د 2 طبقې لپاره

$H_i = L_1$ ، د 3 طبقې لپاره  $H_i = L_2$  او 4 طبقې لپاره  $H_i = L_3$ ).

5. مرحله: د گروپي میخونو تحکیماتي مجموعي ناسته مساوي ده له:

$$\Delta S_{c(g)} = \sum \Delta S_{c(i)} \quad \dots\dots\dots(129.7)$$

دا په یاد ولرو چې د میخونو تحکیماتي ناسته کیدلی شي چې د همجواره ډکون، مجاورو بارونو یا د ځمکې لاندې اوبو د سطحې د تیتیدلو له سببه ایجادېږي [180:9]

### لنډيز (Summary)

میخې تهډابونه د ژورو تهډابونو له جملې څخه دي، چې د کانکریتو، فولادو او لرگیو څخه جوړېږي. نوموړي تهډابونو قیمت نسبت سطحې تهډابونو ته زیات دی، چې د زیات قیمت سره سره د ځینو ساحوي شرایطو او په هغه ځایونو کې چې سطحې تهډابونو

څخه گټه اخستل ناممکن وي، د ساختمان ډول، د ساختمان پایداری او دهغې د مصئونیت په پام کې نیولو سره اړینه ده چې باید د میخی تهدا بونو څخه استفاده وشي. په دې فصل کې د میخی تهدا بونو ډولونه لکه فولادي، کانکریتی، لرگین او مرکب تهدا بونه چې په ساختمانونو کې ورڅخه گټه اخستل کیږي تر بحث لاندې نیول شوي دي. د نوموړي تهدا بونو د استعمال ساحو، گټو او نیمگړتیاو په اړه مفصلاً معلومات ارایه شوي دي. همدارنگه د میخونو مختلف ساختماني ډولونه لکه اتکایي میخونه، اصطکاکی میخونه او تراکمي میخونو د طولونو اټکلول، نصبول، د بار د انتقال میکانیزم او ډیزاین په اړه معلومات ورکړل شوي دي چې د ښه وضاحت لپاره شکلونو او عملي مثالونو څخه گټه اخستل شوې ده.

د میخونو د ظرفیت اټکلول، په مختلفو خاورو کې د میخونو د څوکې د زغم وړتیا، اصطکاکی مقاومت او په مختلفو حالتونو کې د مجازي بارونو اټکلولو په اړه معلومات ورکړل شوي دي. د محاسباتو د اسانتیا په خاطر د SPT او CPT سره د اصطکاکی مقاومت رابطو په اړه بحث صورت نیولی.

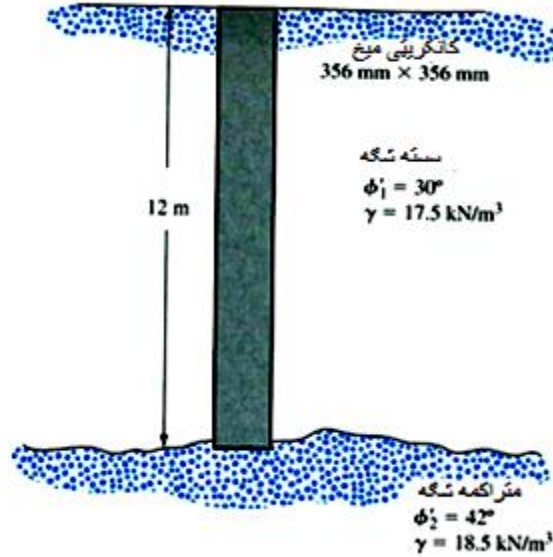
د بارونو لاندې د میخونو ازمیښت په مختلفو طریقو سره ښودل شوی او هم د میخونو ناستې د اټکلولو موضوعاتو په مختلفو خاورو او مختلفو شرایطو کې مطالعه شوي دي. د میخونو څښولو طریقې او محاسبه، د گروپي میخونو کار او اغیزمنتیا، په مختلفو خاورو کې د گروپي میخونو د زغم وړتیا او د گروپي میخونو د ناستې هم په دې فصل کې تر بحث لاندې نیول شوي دي.

### پوښتنې (Problems)

1. په لاندې شکل کې یو کانکریتی میخ چې  $12\text{ m}$  اوږدوالی لري ښودل شوی دی. د میخ د څوکې د بار د زغم وړتیا  $Q_p$  د لاندې طریقو په مرسته اټکل کړئ:
  - (a) د Meyerhof په طریقه.
  - (b) د Vesic په طریقه.

(c) د Coyle او Castello په طریقہ.

په (26.7 مساوات) کې د  $m = 600$  څخه استفاده وکړئ.



2. د پورتنی شکل په پام کې نیولو سره د میخ  $Q_s$  جانبي مقاومت په لاندې طریقو سره په لاس راوړئ.

(a) د (40.7 څخه تر 42.7 مساواتونو) په استفاده.  $K = 1.3$  او  $\delta' = 0.8\phi'$  په

پام

کې ونیسئ.

(b) د Coyle او Castello په طریقہ (44.7 مساوات).

3. د 1 او 2 پوښتنې د پایلو په استفاده د میخ مجازي بار پیشنهاد کړئ (د  $FS=4$

څخه گټه واخلي).

4. یو کانکریټي میخ چې  $15.24\text{ m}$  اوږدوالی لري او د  $406\text{ mm} \times 406\text{ mm}$

عرضي مقطع لرونکی دی، کاملاً په مشبوع کلی خاوره کې خښ شوی دی، کوم

چې  $\gamma_{\text{sat}} = 19.02\text{ kN/m}^3$ ،  $\phi = 0$ ،  $c_u = 80\text{ kN/m}^2$  ارقامو لرونکی دی.

مجازي بار چې د میخ پواسطه انتقالیږي په لاس راوړئ ( $FS = 3$ ) په پام کې

ونیسئ).

## اتم فصل

### برمه يې څاه تهډابونه (Drilled - Shaft Foundations)

#### 1.8 پيژندنه (Introduction)

د تهډابونو په انجنيرۍ کې د کيسون (Caisson) برمه يې څاه (Drilled – Shaft) او برمه يې پاڼه (Drilled-Pier) اصطلاح گانې په مترادف ډول يو د بل په ځای کې استعمالیږي. ټول نوموړي ډولونه په ساحه کې ريخت شوي ميخي تهډابونه دي چې په عمومي توگه 750mm او يا له دې څخه زيات قطر لرونکې دي، او کيدلی شي چې سيخ لرونکې وي او يا په غير د سيخه وي او همدارنگه په لاندیني انجام کې د پلنوالي لرونکې وي او يا په غير د پلنوالي څخه وي. ځينې وخت د نوموړې پاڼو قطر کيدلی شي د 305mm پورې کوچنی وي.

ددې لپاره چې موضوع ښه روښانه شي، مونږ د برمه يې څاگانو اصطلاح د تهډاب د ساختمان تر لاندینۍ برخې پورې د برمې پواسطه سوري کولو يا کيندلو ته وايي چې وروسته دغه سوري د کانکريټو پواسطه ډکيږي. د خاورې حالت يا ډول ته په کتلو سره کيدلی شي چې د ساختمان په وخت د سوريو د شاوخوا خاورو د تويدلو د مخنيوي لپاره محافظوي پاڼونه يا (Casings) استعمالیږي. څاه قطر معمولاً په کافي اندازه پراخه وي ترڅو يو کس وکوي شي چې نظارت لپاره څاه ته داخل شي [1011:17].

د برمه يې څاه تهډابونه ډېرې گټې لري چې په لاندې ډول دي:

1. يوازې يو برمه يې څاه تهډاب کيدلی شي چې د ميخي تهډاب گروپ پر ځای استعمال شي.
2. د برمه يې څاه د جوړولو کارونه په سخت شگلن او جغل لرونکې ځمکه کې نسبت کوبه يې ميخونو ته اسانه دي.
3. برمه يې څاه گانې د ساحې د هموار کاري نه مخکې کيدلی شي چې جوړې شي.
4. څرنګه چې د برمه يې څاه لاندینۍ برخه پلنه وي نو د پورته کوونکې قوې (Uplift load) په مقابل کې زيات مقاومت لري.

5. د میخونو (Driven Piles) د ټک و هلو په وخت کې د ځمکې د لرزې په صورت کې د نږدې ساختمانونو د تخریب سبب کېږي. چې د برمه یې څاه گانو په استعمال سره د دغه مشکل مخنیوی کېږي.
6. د برمه یې څاه تهډابونه د افقي قوو په مقابل کې د زیات مقاومت لرونکي دي.
7. برمه یې څاه تهډابونه نسبت میخي تهډابونو ته اقتصادي دي.
8. هغه سطحه چې په هغې باندې د برمه یې څاه تهډاب قاعده جوړېږي په سترگو لیدل کېږي.

همدارنگه د برمه څاه تهډاب په جوړولو کې ځینې نیمگړتیاوې هم شتون لري، چې لومړی یې د نامناسب اقلیم له کبله د کانکریت ریزی د پروسې ځنډیدل دي او همیشه دقیق نظارت ته اړتیا لري. بل یې د کندنکاریو په صورت کې برمه یې څاه تهډاب کیدلی شي د ځمکې د خویدلو سبب شي او نږدې ساختمانونو ته زیان واړوي [1011:17].

## 2.8 د برمه یې څاه تهډابونو ډولونه (Type of Drilled Shafts)

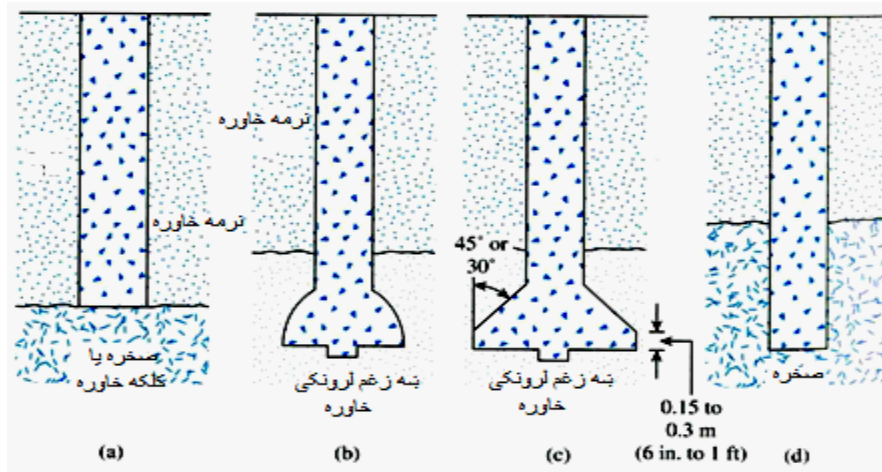
د ځمکې لاندې طبقې ته د ساختماني بارونو د انتقال طریقې ته د ډیزاین په پام کې نیولو سره د برمه یې څاه تهډابونه صنف بندي کېږي. په (1a.8 شکل) کې یوه مستقیمه برمه یې څاه ښودل شوې ده، چې د پورتنۍ نرمې طبقې څخه تیره شوې او لاندینۍ برخه یې په سخته خاوره یا تیگه قرار لري. د اړتیا په وخت کې د محافظې لپاره څاه کیدلی شي چې د پایپ یا Casing پواسطه پوښ شي. دا ډول څاه گانې د وارده بارونو په مقابل کې مقاومت، د لاندینۍ برخې د زغم د وړتیا او د محیط د اصطکاک قوې چې د محیط د خاورې د تماس له کبله وي، څخه رامنځته کېږي.

یوه پلن شوې څاه یا Belled Shaft (1b.8 او 1c.8 شکلونه دې وکتل شي) د لاندینۍ پلن شوې برخې او پورتنۍ مستقیمې برخې څخه جوړ شوی، او نسبتاً د ښه زغم لرونکې خاورې لپاسه قرار لري. پلن شوې برخه کیدلی شي چې د گنبد په شکل (1b.8 شکل) او یا هم زاویوي شکل (1c.8 شکل) جوړ شي. د زاویه لرونکې پلن شوې څاه لپاره د موجوده تجارتي وسایلو ته په کتلو سره د عمود سره د  $30^\circ$  څخه تر  $40^\circ$  پورې



زاویه ورکول کیږي. د امریکې په متحده ایالاتو کې زیاتره برمه یې څاه گانو د بارد زغملو د وړتیا معلومولو لپاره یوازې د لاندینۍ برخې د زغم وړتیا (End-Bearing) په پام کې نیول کیږي. که څه هم د ځینو مشخصو شرایطو لاندې د لاندینۍ برخې د زغم وړتیا او د اړخونو اصطکاک دواړه په پام کې نیول کیږي. په اروپا کې دواړه د لاندینۍ برخې د زغم وړتیا او د اړخونو اصطکاک د تل لپاره په پام کې نیسي.

مستقیمه شکل څاه گانې کیدلې شي چې د صخره یې طبقې څخه لاندې هم وغزول شي (1d.8 شکل دې وکتل شي). د دارنگه څاه گانو د بارد زغم وړتیا په محاسبه کولو کې د لاندینۍ برخې د زغم وړتیا او عرضي تشنج چې د څاه د محیط په اوږدو کې او د صخرې سره په تقاطع کې رامنځته کیږي په پام کې نیول کیږي [1012:17].



1.8 شکل. د برمه یې څاه ډولونه (a) مستقیمه څاه، (b) او (c) پلنه شوې څاه، (d) مستقیمه څاه چې د

صخرې سره وصل شوې [1013:17].

### 3.8 د جوړولو پروسی (Construction procedures)

د جوړولو ډېر عام پروسیجر چې د امریکې په متحده ایالاتو کې استعمالیږي، د روتري برمې څخه عبارت دی. د جوړولو درې اساسي ډولونه شتون لري، چې عبارت دي له: وچه طریقه، د پایپ پوښلو (Casing) طریقه او د لمدې طریقه څخه.

### د جوړولو وچه طريقه (Dry Method of Construction)

دغه طريقه په هغه خاوره او صخره کې د استعمال وړ ده چې د ځمکې لاندې اوبو څخه پورته واقع وي او د څاه په مکمل ژوروالي سره د کيندلو په وخت کې د خاورې تويدلو امکان نه وي. په دې طريقه کې د جوړولو مراحل چې په (2.8 شکل) کې ښودل شوي دي په لاندې ډول دي:

1. مرحله: د کندنکارۍ مناسبو سامان الاتو په مرسته کندنکارۍ تکميلېږي (د Bell ساختمان سره که چېرې اړتيا وي) ، او د څاه کيندل شوې خاوره نږدې انبارېږي (2a.8 شکل).
2. کانکرېټ په سلنډر شکل سره سوري کې اچول کېږي (2b.8 شکل).
3. که چېرې اړتيا وي د څاه په پورتنۍ برخه کې سيخبندي شوې قفسه ځای په ځای کېږي (2c.8 شکل).
4. وروسته کارنکرېټ ريزي تکميلېږي. تکميله شوې څاه په (2d.8 شکل) ښودل شوې.

### د جوړولو کيسينگ طريقه (Casing Method of Construction)

دغه طريقه په هغه خاوره يا صخره کې چې د بور کيندلو په وخت کې تويدنه يا ډېر زيات تغيير شکل واقع کېږي استعمالېږي. د جوړولو مراحل چې په (3.8 شکل) کې ښودل شوي دي په لاندې ډول دي:

1. مرحله: د کندنکارۍ پروسه لکه وچې طريقې پشان صورت نيسي (3a.8 شکل).
2. کله چې د تويدونکې خاورې سره مخامخ کېږي ، د بينتونايټ محلول په بور کې اچول کېږي (3b.8 شکل). برمه کارۍ ته تر هغه وخته پورې ادامه ورکول کېږي چې غير قابل نفوذ خاورې يا صخرې سره مخامخ شي.
3. کيسينگ وروسته په سوري کې داخلېږي (3c.8 شکل).
4. اوبيز محلول د کيسينگ داخل څخه د سمرسيبل پمپ پواسطه ويستل کېږي (3d.8 شکل).

5. یوه کوچنۍ برمه چې د کیسینګ څخه تیره شي په څاه کې داخلېږي او کندنکارۍ ته ادامه ورکول کېږي (3e.8 شکل).
6. که چېرې اړتیا وي د کیندل شوي څاه قاعده پراخېږي (3f.8 شکل).
7. که فولادي سیخانو ته اړتیا وي، سیخبندي شوي قفسه د څاه په ټول ژوروالي کې ځای په ځای کېږي (3g.8 شکل).
8. (3h.8 شکل) تکمیله شوي څاه بنایي.

#### د جوړولو لمده طریقه (Wet Method of Construction)

دغه طریقي ته ځینې وخت د اوبیز تعویضي طریقه هم وايي. اوبیز بینتونایت محلول د کندنکارۍ په وخت کې د بور سوري د کندنکارۍ مکمل ژوروالي پورې خلاص ساتي (4.8 شکل). د جوړولو لمدې طریقي مراحل په لاندې ډول دي [301:8]:

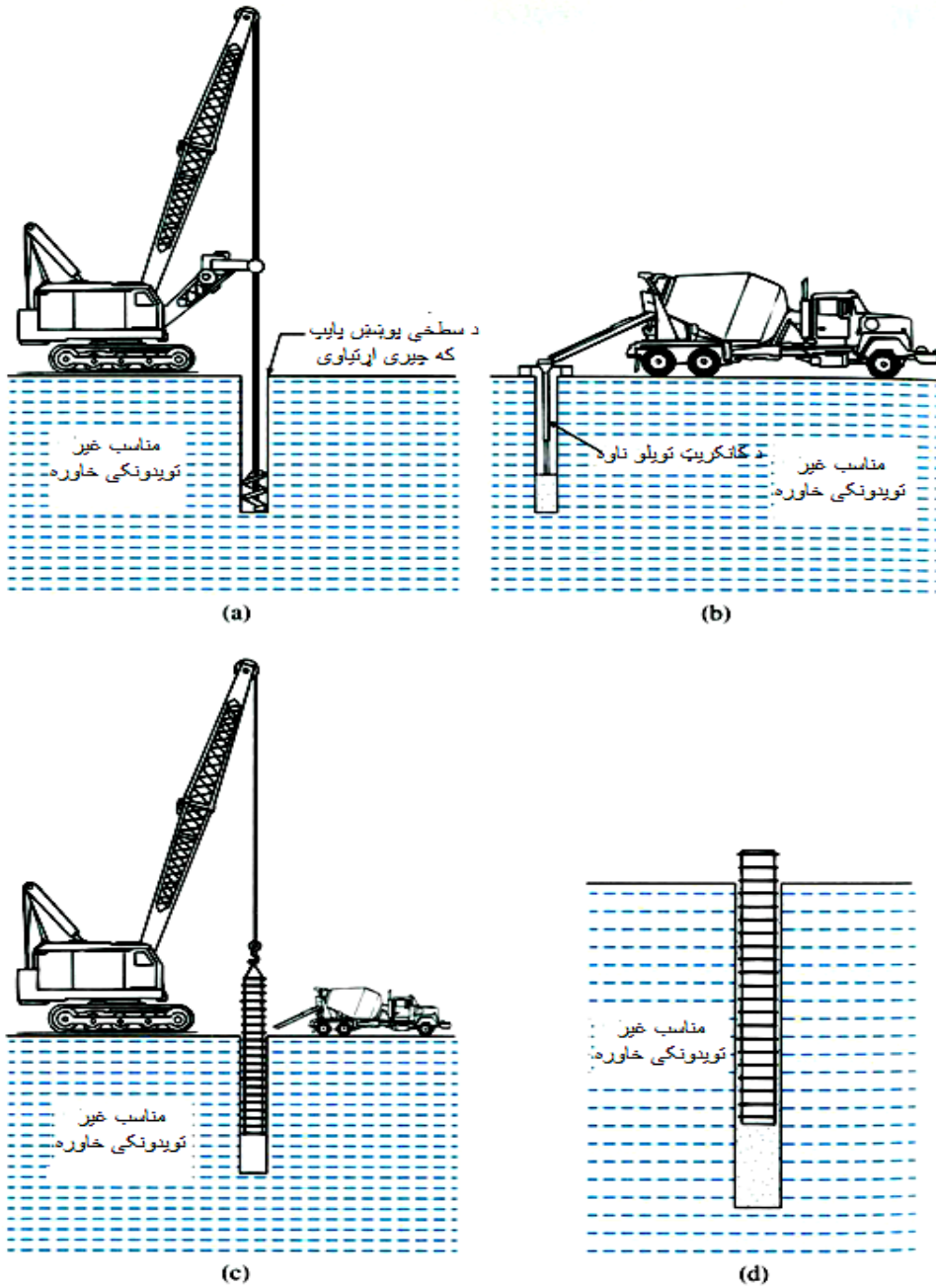
1. د اوبیز محلول په مرسته مکمل کندنکارۍ ته ادامه ورکول کېږي (4a.8 شکل).
2. که چېرې سیخبندي ته اړتیا وي، سیخبندي شوي قفسه په څاه کې ځای په ځای کېږي (4b.8 شکل).
3. وروسته په څاه کې کانکریت کېږي ترڅو د اوبیز محلول ځای ونیسي (4c.8 شکل).
4. په (4d.8 شکل) کې تکمیله شوي برمه یې څاه بنودل شوي ده [1015:17].

#### 4.8 د ډیزاین نورې کتنې (Other design considerations)

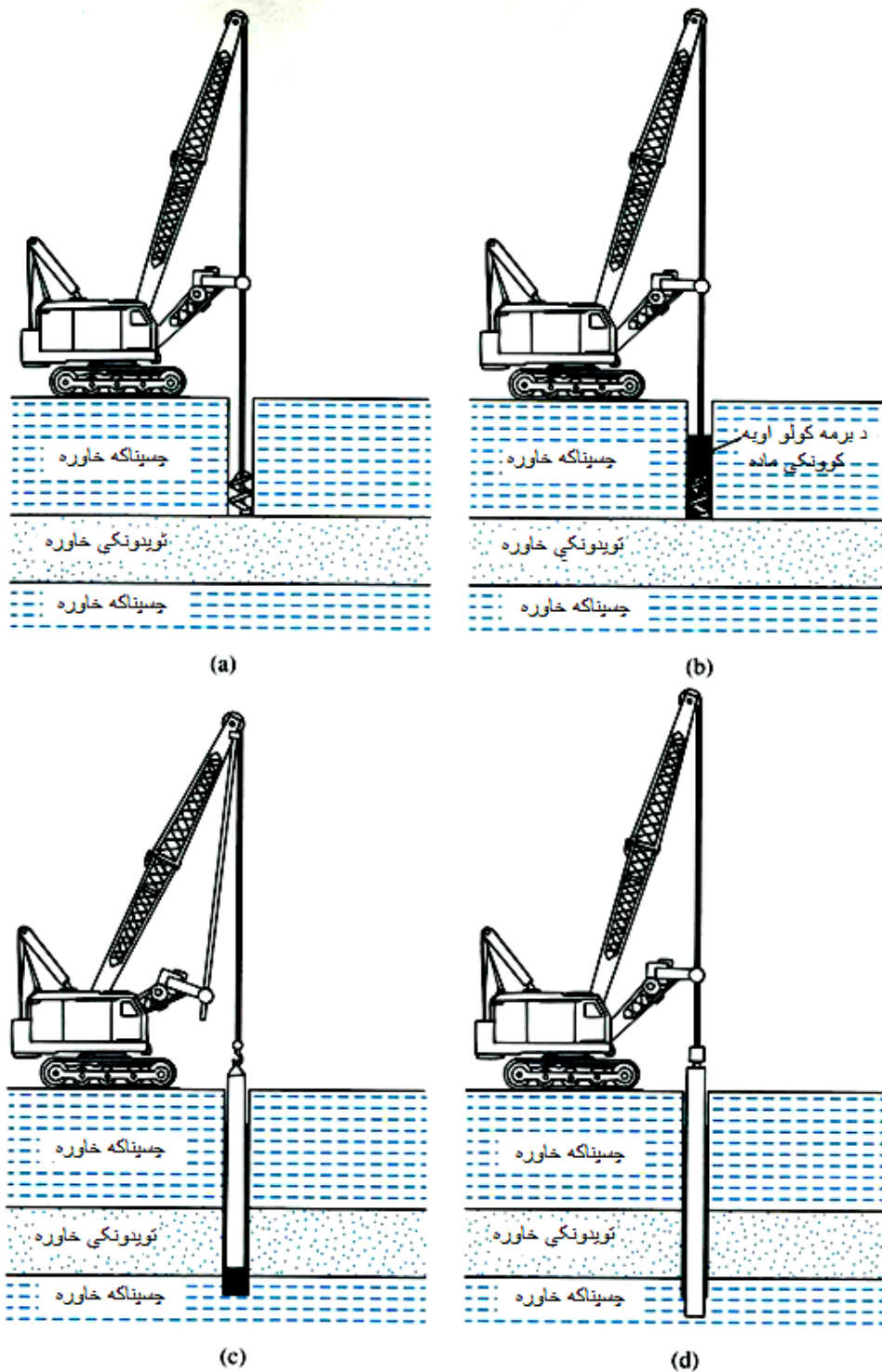
په غیرد کیسینګه معمولي برمه یې څاه ډیزاین لپاره، اصغري عمودي سیخبندي ته هر وخت اړتیا ده. اصغري سیخبندي د برمه یې څاه د عرضي مقطع مساحت 1% څخه عبارت دی. د برمه یې څاه معمولي سیخبندي لپاره، د ساختمان زیاتره کودونو وړاندیز داسې دی چې باید د کانکریت ډیزاین مقاومت  $f_c$  د  $f'_c/4$  مقدار څخه استفاده وشي. په دې اساس، د څاه اصغري قطر په لاندې ډول تعیینېږي [1022:17]:

$$f_c = 0.25f'_c = \frac{Q_w}{A_{gs}} = \frac{Q_w}{\frac{\pi D_s^2}{4}}$$

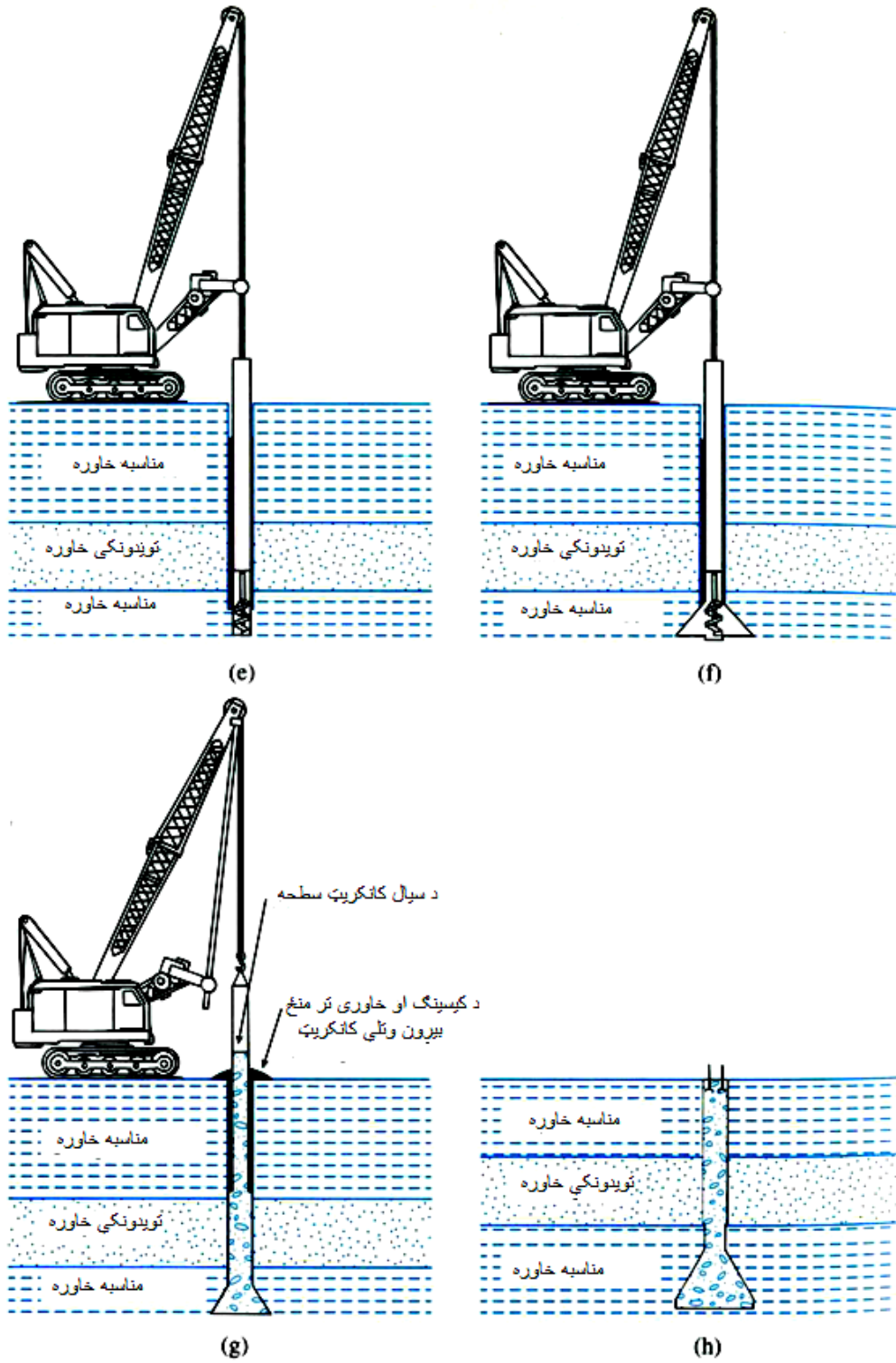
$$D_s = \sqrt{\frac{Q_w}{\left(\frac{\pi}{4}\right)(0.25)f'_c}} = 2.257 \sqrt{\frac{Q_u}{f'_c}} \dots\dots\dots(1.8)$$



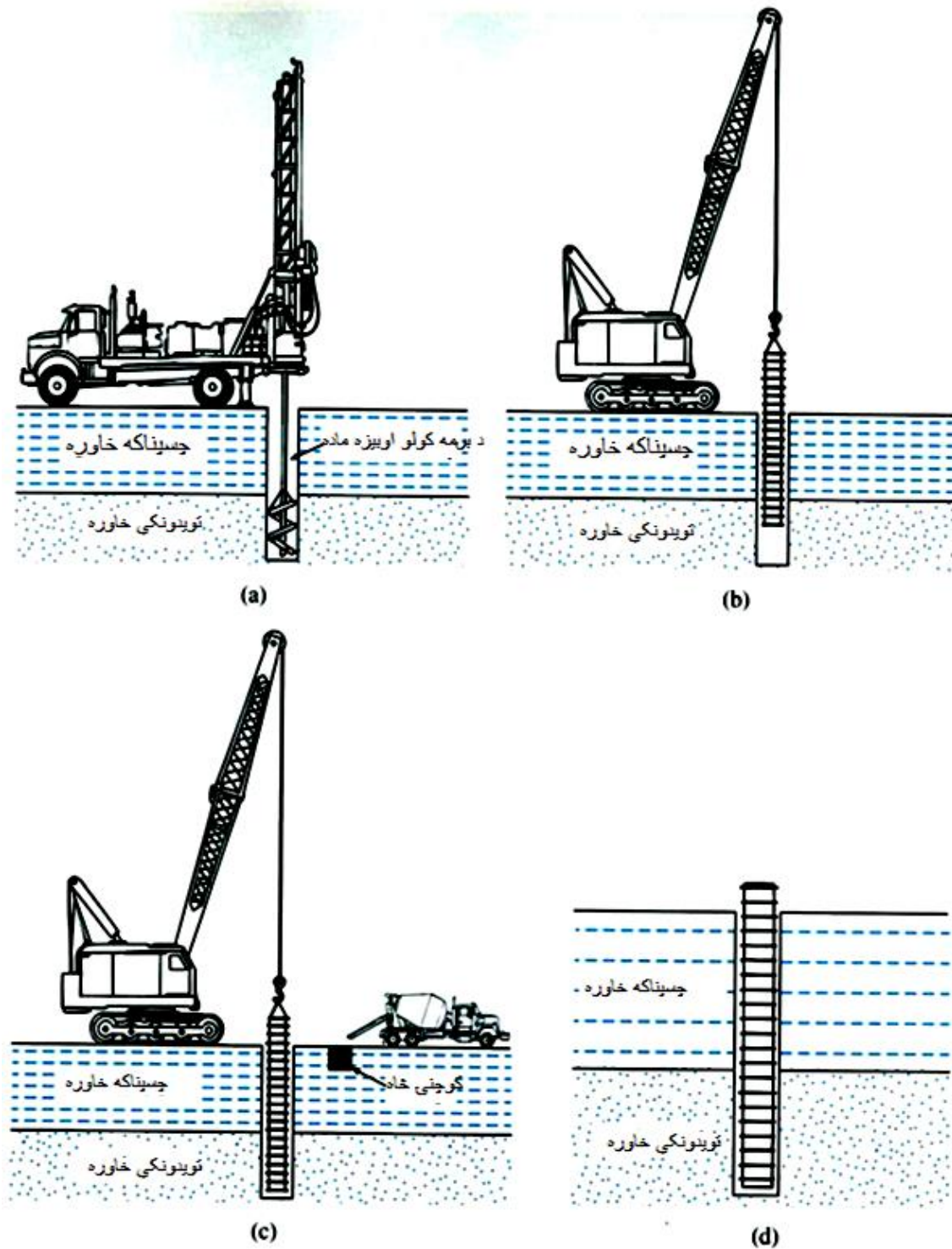
2.8 شکل. د جوړولو وچه طريقه: (a) د برمه کولو پيل، (b) د کانکريټ اچولو پيل، (c) د سيخانو ځای په ځای کول (d) تکميل شوې څاه [1018:17].



3.8 شکل. د جوړولو کيسينگ طريقه: (a) د برمه کولو پيل، (b) د اوبه کونکې مادې سره برمه کاري، (c) د کيسينگ واردول، (d) د کيسينگ کلکول او د اوبيز مادې ويستل، (e) د کيسينگ څخه لاندي برمه کول، (f) د لاندي ځای ارتول، (g) د کيسينگ ويستل، (h) تکميل شوي څاه [1019:17].



3.8 شکل ادامه. [1020:17]



4.8 شکل. د جوړولو اوبه کوونکې مادې طریقه: (a) د اوبیز مادې سره مکمل ژوروالي سره برمه کول، (b) د سیخانو ځای په ځای کول، (c) کانکریټول اچول، (d) تکمیله شوې څاه [1021:17].

په پورته فورمول کې:

$D_s$  د برمه یې څاه قطر.

$f'_c$  د کانکریټو د 28 ورځو مقاومت دی.

$Q_w$  د برمه یې څاه کاري بار دی.

$A_{gs}$  د څاه د عرضي مقطع مساحت دی.

که چېرې برمه یې څاه د کششي بارونو لاندې قرار ولري، نو سیخبندي ته د څاه ژوروالي تر اخره پورې ادامه ورکړل شي.

### د کانکریټو مخلوط ډیزاین (Concrete Mix Design)

د برمه یې څاه گانو لپاره د کانکریټو مخلوط ډیزاین د نورو کانکریټي ساختمانونو څخه کوم توپیر نه لري. کله چې سیخبندي شوې قفسه استعمالیږي، د کانکریټ ریزی، په وخت دې ته پاملرنه کیږي چې سیخان په کانکریټو کې ښه ځای په ځای شوي دي. په زیاتره حالتونو کې د کانکریټو سلیمپ تقریباً 15mm د منلو وړ ګرځیدلی دی. همدارنګه د جغلو اعظمي سایز تقریباً 20mm په حدودو کې وي.

### 5.8 د بار د انتقالولو میکانیزم (Load transfer mechanism)

د برمه یې څاه څخه خاورو ته د بار انتقالولو میکانیزم د میخونو سره مشابه دی چې په تیر فصل کې ورڅخه یادونه شوې ده. په (5.8 شکل) کې د برمه یې څاه د بار ازمیښت پایلې چې په کلی خاورو کې د Reese او ملګرو پواسطه په 1976 کال کې ترسره شوې، ښودل شوي دي. په (5a.8 شکل) کې برمه یې څاه 762mm قطر او 6.94m نفوذي ژوروالی لري. په (5b.8 شکل) کې د بار-ناستې منحنی ښودل شوي ده. دا لیدل شوې چې برمه یې څاه مجموعاً 1246 kN بار متحملوي. د جانيې مقاومت پواسطه 800kN بار متحملیږي او پاتې نور یې د څاه څوکې پواسطه زغمل کیږي. دا په یاد ولرو چې لاندې خواته تقریباً د 6mm په اندازه ناسته کې جانيې مقاومت په مکمله ډول بسیج (چمتو) کیږي. که څه هم د څاه څوکې مکمل مقاومت چمتو کولو لپاره 25mm ناستې ته اړتیا ده. دغه وضعیت د هغه سره مشابه دی کوم چې د میخونو په حالت کې لیدل شوی وو.



. په (5c.8 شکل) کې د باریدنې په مختلفو مرحلو کې د بار - ویشني منځنۍ اندازې منحنیاني بنودل شوي دي [1022:17].

6.8 د بار د زغم د وړتیا محاسبه (Estimation of load bearing capacity)  
د برمه یې څاه د بار د زغم نهایی وړتیا (6.8 شکل دې وکتل شي) مساوي دی له:  
$$Q_u = Q_p + Q_s \dots\dots\dots(2.8)$$

چېرې چې

$Q_u$  نهایی بار دی.

$Q_p$  د څاه د څوکې د زغم نهایی وړتیا.

$Q_s$  اصطکاکي (پوټکي) مقاومت.

د برمه یې څاه د تهډاب د څوکې (په قاعده کې) نهایی بار  $Q_p$  کیدلی شي چې د سطحې تهډابونو ته مشابه د لاندې معادلې پواسطه پیدا شي:

$$Q_p A_p (c' N_c F_{cs} F_{cd} F_{cc} + q' N_q F_{qs} F_{qd} F_{qc} + \frac{1}{2} \gamma' N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma c}) \dots(3.8)$$

چېرې چې

$c'$  چسپناکه ده.

$N_\gamma, N_q, N_c$  د زغم د وړتیا فکتورونه دي.

$F_{\gamma s}, F_{qs}, F_{cs}$  د بڼې فکتورونه دي.

$F_{\gamma d}, F_{qd}, F_{cd}$  د ژوروالي فکتورونه دي.

$F_{\gamma c}, F_{qc}, F_{cc}$  د تخته کیدلو (Compressibility) فکتورونه دي.

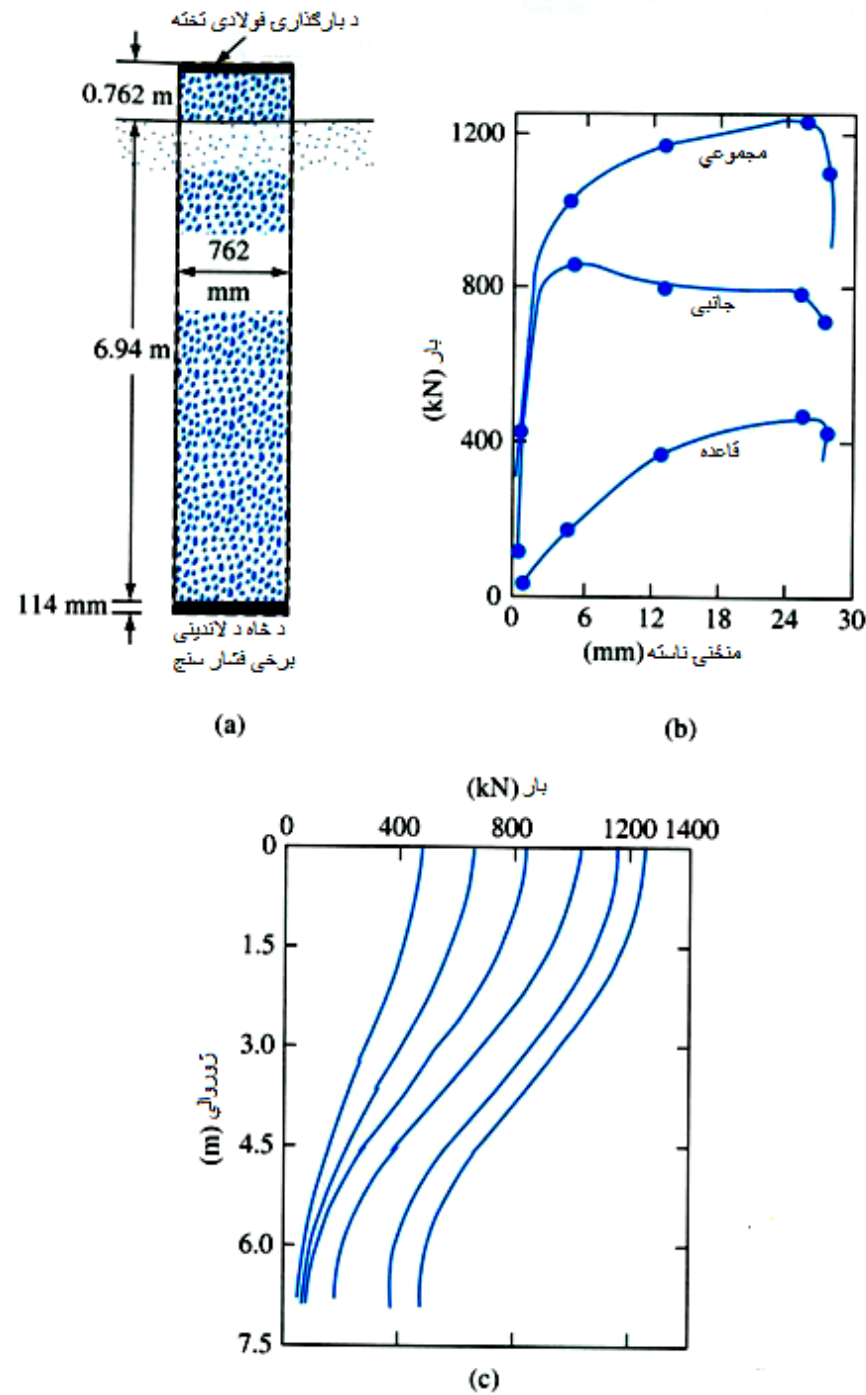
$\gamma'$  د څاه په قاعده کې د خاورې واحد وزن.

$q'$  د څاه په قاعده کې عمودي مؤثره تشنج.

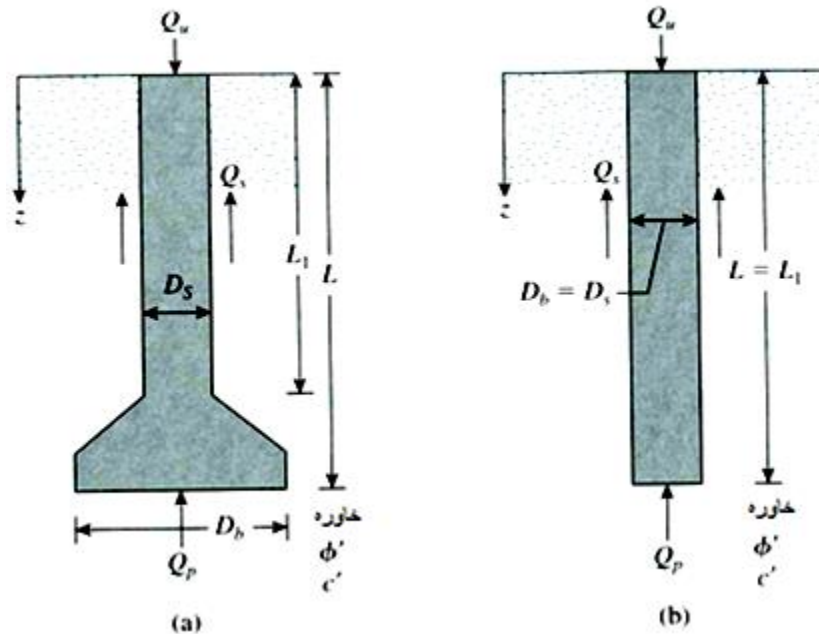
$$A_p = \frac{\pi}{4} D_b^2$$

د قاعدې مساحت دی.

په دانه یې خاورو او چسپناکه خاورو کې د برمه یې څاه تهډاب د بار د نهایی زغم اټکلولو پروسیجر په لاندیني عنوان کې تشریح کیږي.



5.8 شکل. د Reese او ملگرو پواسطه یې په برمه یې څاه باندې د بارگذاري ازمیننت پایلې. (a) د برمه یې څاه ابعاد، (b) نسبت منځنۍ ناستې ته د مجموعي بار، جانبي بار او برمه یې څاه تهډاب د قاعدې بار گراف. (c) نسبت ژوروالي ته د بار د ویش گراف [1024:17].



شکل 6.8. د برمه یې څاه تهډاب د زغم نهایی وړتیا: (a) د Bell سره او (b) مستقیمې تنې لرونکې

[1025:17]

### 7.8 په دانه یې خاوره کې برمه یې څاه تهډاب : د بار د زغم وړتیا

(Drilled Shafts in Granular Soil: Load – Bearing Capacity)

د  $Q_p$  اټکل (Estimation of  $Q_p$ )

د یو برمه یې څاه چې د هغې قاعده په دانه یې خاوره کې قرار لري ( $c' = 0$ )، د تهډاب په قاعده کې د بار د زغم خالص نهایی وړتیا کیدلی شي چې د (4.8 مساوات) له مخې په لاندې توګه حاصل کړو:

$$Q_{p(net)} = A_p [q' (N_q - 1) F_{qs} F_{qd} F_{qc}] \quad \dots\dots\dots(5.8)$$

د  $N_q$  د زغم د وړتیا فکتور د خاورې د اصطکاک مختلفو زاویو  $\phi'$  لپاره د

(1.8 جدول) څخه اخستل کیږي.

$$F_{qs} = 1 + \tan \phi' \quad \dots\dots\dots(6.8)$$

$$F_{qd} = 1 + C \tan^{-1} \left( \frac{L}{D_b} \right) \quad \dots\dots\dots(7.8)$$

radian

$$C = 2 \tan \phi' (1 - \sin \phi')^2 \quad \dots\dots\dots(8.8)$$

$\phi'$  سره د  $F_{qs}$  او  $C$  تغیرات په (1.8 جدول) کې ورکړل شوي دي.

د Chen او Kulhay کتنو ته  $F_{qc}$  د لاندې طریقي په مرسته محاسبه کیږي:

1.8 جدول. د  $\phi'$  سره د  $\mu_s, I_{cr}, C, F_{qs}, N_q$  او  $n$  تغیرات [533:22].

د خاوري د اصطکاک

زاویه $\phi'$ (deg)	$N_q$ (Table 3.3)	$F_{qs}$ [Eq. (12.6)]	$C$ [Eq. (12.8)]	$I_{cr}$ [Eq. (12.9)]	$\mu_s$ [Eq. (12.13)]	$n$ [Eq. (12.15)]
25	10.66	1.466	0.311	43.84	0.100	0.00500
26	11.85	1.488	0.308	47.84	0.115	0.00475
27	13.20	1.510	0.304	52.33	0.130	0.00450
28	14.72	1.532	0.299	57.40	0.145	0.00425
29	16.44	1.554	0.294	63.13	0.160	0.00400
30	18.40	1.577	0.289	69.63	0.175	0.00375
31	20.63	1.601	0.283	77.03	0.190	0.00350
32	23.18	1.625	0.276	85.49	0.205	0.00325
33	26.09	1.649	0.269	95.19	0.220	0.00300
34	29.44	1.675	0.262	106.37	0.235	0.00275
35	33.30	1.700	0.255	119.30	0.250	0.00250
36	37.75	1.727	0.247	134.33	0.265	0.00225
37	42.92	1.754	0.239	151.88	0.280	0.00200
38	48.93	1.781	0.231	172.47	0.295	0.00175
39	55.96	1.810	0.223	196.76	0.310	0.00150
40	64.20	1.839	0.214	225.59	0.325	0.00125
41	73.90	1.869	0.206	259.98	0.340	0.00100
42	85.38	1.900	0.197	301.29	0.355	0.00075
43	99.02	1.933	0.189	351.22	0.370	0.00050
44	115.31	1.966	0.180	412.00	0.385	0.00025
45	134.88	2.000	0.172	486.56	0.400	0.00000

1. مرحله: د بحراني سختۍ اندکس په لاندې ډول محاسبه کیږي:

$$I_{cr} = 0.5 \exp \left[ 2.85 \cot \left( 45 - \frac{\phi'}{2} \right) \right] \dots\dots\dots(9.8)$$

چېرې چې،  $I_{cr}$  د بحراني سختۍ اندکس دی (1.8 جدول ته دې وکتل شي).

2. د کم شوي سختۍ اندکس په لاندې ډول محاسبه کیږي:

$$I_{rr} = \frac{I_r}{1 + I_r \Delta} \dots\dots\dots(10.8)$$

چېرې چې  $I_r$  د خاوري د سختۍ اندکس دی چې په لاندې توگه پیدا کیږي.

$$I_r = \frac{E_s}{2(1 + \mu_s)(q')(tan \phi')} \dots\dots\dots(11.8)$$

په کوم کې چې:

$E_s = mp_a$  د اوبه ویستل شوي خاوري د الاستیکیت مودول دی.

$p_a$  اتموسفیر فشار دی چې تقریباً مساوي کیږي په  $100kN/m^2$  سره.

$$m = \begin{cases} \text{سسته شگه ( 100 څخه تر 200 )} \\ \text{منځنۍ متراکمه شگه ( 200 څخه تر 500 )} \\ \text{متراکمه شگه ( 500 څخه تر 1000 )} \end{cases}$$

$\mu_s$  د خاورې د Poisson نسبت دی چې په لاندې توگه پیدا کېږي (1.8 جدول).

$$\mu_s = 0.1 + 0.3 \left( \frac{\phi' - 25}{20} \right), \quad (25^\circ \leq \phi' \leq 45^\circ) \quad \dots\dots\dots(13.8)$$

$$\Delta = n q' / p_a \quad \dots\dots\dots(14.8)$$

$$n = 0.005 \left( 1 - \frac{\phi' - 25}{20} \right) \quad \dots\dots\dots(15.8)$$

3. مرحله: که چېرې  $I_{rr} \geq I_{cr}$  نو

$$F_{qc} = 1 \quad \dots\dots\dots(16.8)$$

که چېرې  $I_{rr} < I_{cr}$  نو

$$F_{qc} = \exp \left\{ (-3.8 \tan \phi') + \left[ \frac{(3.07 \sin \phi') (\log_{10} 2I_{rr})}{1 + \sin \phi'} \right] \right\} \quad \dots\dots(17.8)$$

د  $Q_{p(net)}$  مقدار کیدلی شي چې د Berezantzev او ملگرو د تحلیل څخه لاسته

راغلي رابطې له مخې په ښه شکل سره اټکل شي او په لاندې ډول واضح کېږي.

$$Q_{p(net)} = A_p q' (\omega N_q^* - 1) \quad \dots\dots\dots(18.8)$$

چېرې چې:

$$N_q^* = 0.21 e^{0.17 \phi'} \quad \dots\dots(19.8)$$

$\omega = f(L/D_b)$  تصحیح فکتور دی.

په (19.8 مساوات) کې  $\phi'$  په درجې سره دی. د  $L/D_b$  سره د  $\omega$  تغیرات په

(7.8 شکل) کې ورکړل شوي دي [534:22].

د  $Q_s$  اټکل ( Estimation of  $Q_s$  )

په نهایتی بار کې اصطکاکی مقاومت  $Q_s$  چې په برمه یې څاه کې ایجاد شوی په

لاندې توگه محاسبه کېږي:

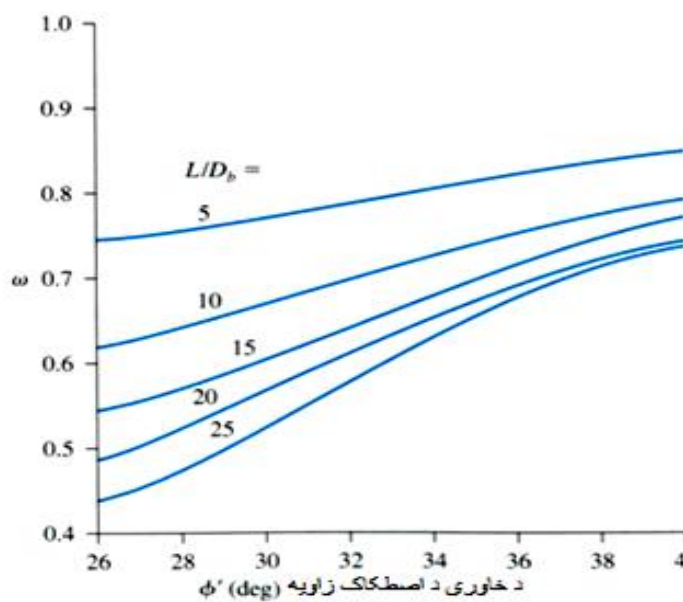
$$Q_s = \int_0^{L_1} p f dz \quad \dots\dots\dots(20.8)$$

چېرې چې

د برمه یې څاه محیط دی.  $p = \pi D_s$

2.8 جدول. د  $\phi'$  سره د  $N_q^*$  تغییرات (19.8 مساوات) [534:22]

$\phi'$ (deg)	$N_q^*$
25	14.72
26	17.45
27	20.68
28	24.52
29	29.06
30	34.44
31	40.83
32	48.39
33	57.36
34	67.99
35	80.59
36	95.52
37	113.22
38	134.20
39	159.07
40	188.55
41	223.49
42	264.90
43	313.99
44	372.17
45	441.14



7.8 شکل. د  $\phi'$  او  $L/D_b$  سره د  $\omega$  تغییرات [534:22].

$$f = K\sigma'_o \tan\delta' \dots\dots(21.8)$$

$$K \approx K_o = 1 - \sin\phi' \dots\dots\dots (22.8)$$

$\sigma'_o$  په z ژوروالي کې مؤثره عمودي تشنج دی.

په دې اساس

$$Q_s = \int_0^{L_1} p f dz = \pi D_s (1 - \sin\phi') \int_0^{L_1} \sigma'_o \tan\delta' dz \dots\dots\dots(23.8)$$

تقریباً د  $15D_s$  په ژوروالي کې د  $\sigma'_o$  قیمت زیاتیري او د هغې څخه زیات ثابت پاتې کیږي لکه چې په (15.8 شکل) کې ښودل شوی دی.

په ساحه کې یو ریخت کانکریټي میخ او ښه ساختماني تخنیکونو لپاره ، یو زیږ مشترکه سطحه رامنځته کیږي او په دې اساس ،  $\delta'/\phi'$  کیدلی شي چې یو په پام کې ونیول شي. کوم چې د ضعیف او بیوز محلول لرونکې ساختمان لپاره  $0.7 - 0.8 \approx \delta'/\phi'$  په پام کې نیول کیږي [537:22].

### خالص مجازي بار ( Allowable Net Load, $Q_{all(net)}$ )

د خالص مجازي بار  $Q_{all(net)}$  حاصلولو لپاره په نهایی بار باندې د ډاډمنتیا مناسب فکتور علاوه کیږي یا

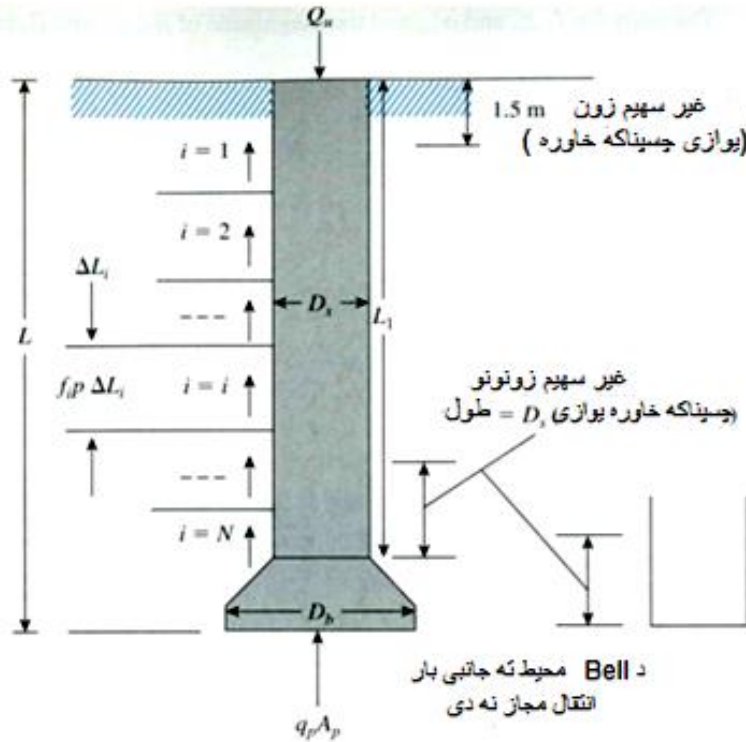
$$Q_{all(net)} = \frac{Q_p(net) + Q_s}{FS} \dots\dots\dots(24.8)$$

### 8.8 د ناستي پر اساس د بار د زغم وړتیا

(Load Bearing Capacity Based on Settlement)

Reese او O’Neil په 1989 کال کې د 41 ازمېښتونو د پایلو څخه د ناستي پر اساس د برمه يې څاه گانو د بار د زغم وړتیا محاسبه کولو لپاره یوه طریقه وړاندې کړه. دغه طریقه په لاندې محدودیتونو کې د اجرا وړ ده.

1. د برمه يې څاه قطر:  $D_s = 0.52m - 1.2m$ .
2. د Bell ژوروالی:  $L = 4.7m - 30.5m$ .
3. ساحوي ستندرد نفوذ مقاومت:  $N_{60} = 5 - 60$ .
4. د کانکریټو سلمپ: د 100 څخه تر 225mm پورې.



8.8 شکل. د (25.8 مساوات) لاسته راوړنه [538:22].

د Reese او O'Neil پروسیجر څخه لرو (8.8 شکل ته دې وکتل شي):

$$Q_{u(net)} = \sum_{i=1}^N f_i p \Delta L + q_p A_p \quad \dots\dots\dots(25.8)$$

چېرې چې:

$f_i$  د غوڅیدنې د فی واحد سطحې نهایی مقاومت.

$p = \pi D_s$  د برمه یې څاه محیط.

$q_p$  د څاه د څوکې د فی واحد سطحې مقاومت.

$A_p = \left(\frac{\pi}{4}\right) D_b^2$  د قاعدې مساحت.

په (11.8 شکل) کې د جغل او جغل لرونکې شگې لپاره د مورد نظر ناستې په

اساس د نارملې جانیې بار د انتقال منحنی بنایي [539:22].

$$f_i = \beta_1 \sigma'_{ozi} < \beta_2 \quad \dots\dots\dots(26.8)$$

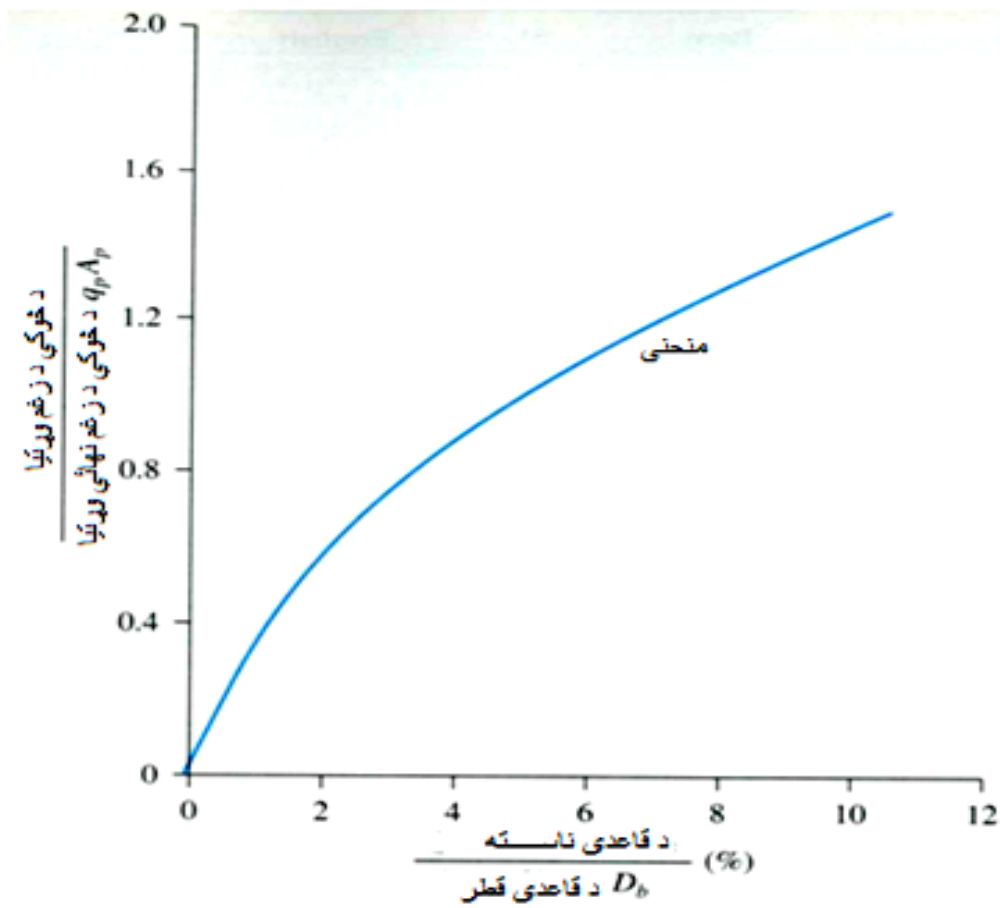
چېرې چې ،  $\sigma'_{ozi}$  د  $i$  د طبقې په وسط کې عمودي مؤثره تشنج دی.

$$\beta_1 = \beta_3 + \beta_4 z_i^{0.5} \quad , \quad (0.25 \leq \beta_1 \leq 1.2) \quad \dots\dots\dots(27.8)$$

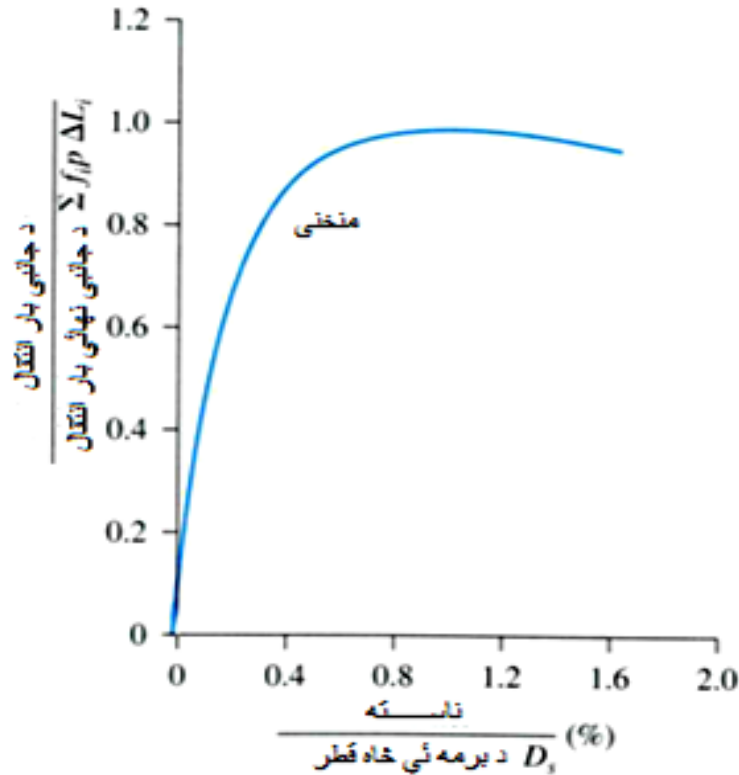


د  $f_i$  ،  $z_i$  او  $\sigma'_{ozi}$  واحدونه او د  $\beta_2$  ،  $\beta_3$  او  $\beta_4$  مقدارونه د SI په سیستم کې عبارت دي له:

موارد	SI
$f_i$	$kN/m^2$
$z_i$	$m$
$\sigma'_{ozi}$	$kN/m^2$
$\beta_2$	$192kN/m^2$
$\beta_3$	$1.5$
$\beta_4$	$0.244$



9.8 شکل. په شگه کې د ناستې په مقابل کې د څاه د خوځې نارملې انتقالې قوه [540:22].



10.8 شکل. په شگه کې د ناستې په مقابل کې نارملې انتقالي قوه [540:22].

د برمه يې څاه د څوکې د زغم وړتيا مساوي دی له:

$$q_p = \beta_5 N_{60} \leq \beta_6, \quad (D_b < 1.27m) \quad \dots\dots\dots(28.8)$$

چېرې چې ،  $N_{60}$  په ساحه کې د ستندرد نفوذ نمبر دی، چې د برمه يې څاه د قاعدې څخه د  $2D_b$  په اندازه لاندې اخستل کېږي [542:22].

د  $\beta_5$  او  $\beta_6$  مقدار او د  $q_p$  واحدونه د SI په سيستم کې په لاندې ډول دي:

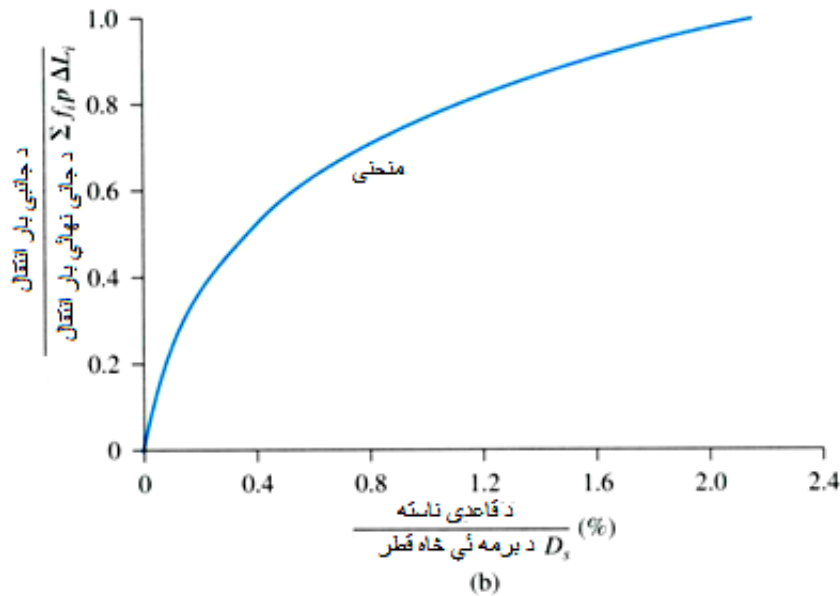
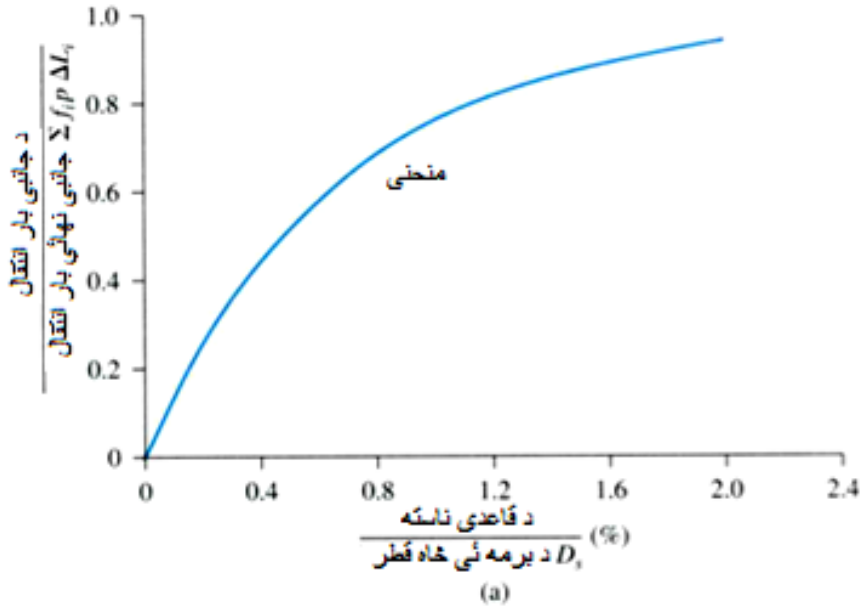
موارد	SI
$\beta_5$	57.5
$\beta_6$	$4310kN/m^2$
$q_p$	$kN/m^2$

که چېرې  $D_b$  د 1.27 m سره مساوي یا لوی وي، زیاته ناسته ممکن واقع شي. په

دې حالت کې  $q_p$  په  $q_{pr}$  سره تعویض کېږي یا

$$q_{pr} = \frac{1.27}{D_b (m)} q_p \dots\dots\dots(29.8)$$

د مورد نظر ناستې پر اساس کیدلی شي چې د مجازي بار  $Q_{all(net)}$  د محاسبې لپاره د (9.8 او 10.8 شکلونو) څخه استفاده وکړو. دا باید په یاد ولرو چې په نوموړي شکلونو کې میلان لرونکې خط د ټولو ازمینستونو منځنۍ پایله بنایي.



11.8 شکل. د ناستې په مقابل کې نارملې جاني قوې انتقال: (a) جغل لرونکې شگه او (b) جغل

[541:22]

په اوسني وخت کې Rollin (2005) د جنل لرونکې شگو لپاره په (27.8 مساوات) کې په لاندې توگه اصلاحات راوستل:

$$\beta_1 = \beta_7 + \beta_8 z_i^{0.75} , (0.25 \leq \beta_1 \leq 1.8) \dots\dots\dots(30.8)$$

د شگو لپاره چې د 50% څخه زیات جنل ولري:

$$\beta_1 = \beta_9 e^{-\beta_{10} z_i} , (0.25 \leq \beta_1 \leq 3.0) \dots\dots\dots(31.8)$$

د  $\beta_7$  ،  $\beta_8$  ،  $\beta_9$  او  $\beta_{10}$  مقدار او د  $z_i$  واحدونه د  $SI$  په سیستم کې په لاندې توگه

ورکړل شوي دي:

$SI$	موارد
2.0	$\beta_7$
0.15	$\beta_8$
3.4	$\beta_9$
-0.085	$\beta_{10}$
$m$	$z_i$

### 1.8 مثال

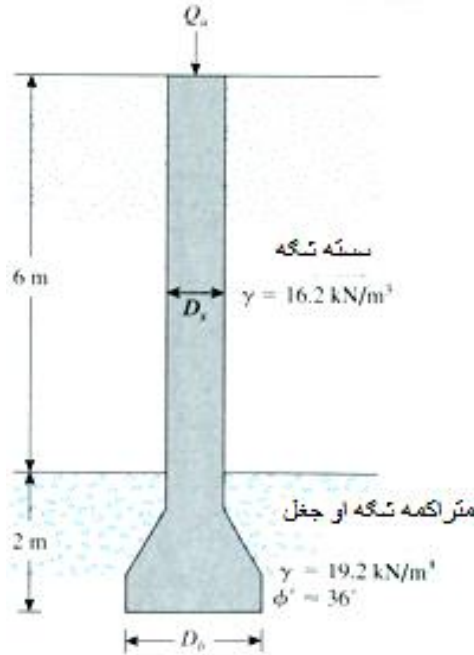
په (12.8 شکل) کې د خاورې پروفایل ښودل شوی دی . د څوکې پواسطه بار زغمونکې برمه یې څاه د Bell سره د جنل او متراکمې شگې په طبقه کې ځای په ځای شوې ده . مجازي بار چې برمه یې څاه یې انتقال کړلی شي پیدا کړئ . د (5.8 مساوات) څخه استفاده وکړئ او د ډاډمنتیا فکتور 4 په پام کې ونیسئ .  $D_s = 1m$  او  $D_s = 1.75m$  . د خاورې متراکمې طبقې لپاره  $\phi' = 36$  ،  $E_s = 500 p_a$  . د برمه یې څاه اصطکاکي مقاومت په پام کې مه نیسئ .

حل

مونډلرو چې

$$Q_{p(net)} = A_p [q'(N_q - 1)F_{qs}F_{qd}F_{qc}]$$

$$q' = (16)(16.2) + (2)(19.2) = 135.6 \text{ kN/m}^2$$



12.8 شکل. د برمه یې څاه مجازي بار

د  $\phi' = 36$  لپاره د (1.10 جدول) څخه  $N_q = 37.75$  اخیستل کیږي:

$$F_{qs} = 1.727$$

$$F_{qd} = 1 + c \tan^{-1} \left( \frac{L}{D_b} \right) = 1 + 0.247 \tan^{-1} \left( \frac{8}{1.75} \right) = 1.335$$

د (9.8 مساوات) څخه لرو

$$I_{cr} = 0.5 \exp \left[ 2.85 \cot \left( 45 - \frac{\phi'}{2} \right) \right] = 134.3 \text{ (1.8 جدول دې وکتل شي)}$$

د (12.8 مساوات) څخه لرو

$$E_s = m p_a, \quad m = 500$$

$$E_s = (500)(100) = 50000 \text{ kN/m}^2$$

د (13.8 مساوات) او (1.8 جدول) څخه لرو

$$\mu_s = 0.265$$

$$I_r = \frac{E_s}{2(1+\mu_s)(q')(\tan \phi')} = \frac{50,000}{2(1+0.265)(135.6)(\tan 36)} = 200.6$$

د (10.8 مساوات) څخه لرو

$$I_{rr} = \frac{I_r}{1 + I_r \Delta}, \quad \Delta = n \frac{q'}{p_a} = 0.00225 \left( \frac{135.6}{100} \right) = 0.0031$$

$$I_{rr} = \frac{200.6}{1 + (200.6)(0.0031)} = 123.7$$

څرنګه چې  $I_{rr}$  د  $I_{cr}$  څخه کوچنی دی نو د (17.10 مساوات) څخه لرو:

$$F_{qc} = \exp \left\{ (-3.8 \tan \phi') + \left[ \frac{(3.07 \sin \phi') (\log_{10} 2I_{rr})}{1 + \sin \phi'} \right] \right\}$$

$$F_{qc} = \exp \left\{ (-3.8 \tan 36) + \left[ \frac{(3.07 \sin 36) \log_{10} (2 \times 123.7)}{1 + \sin 36} \right] \right\} = 0.958$$

بنا پردې

$$Q_{p(net)} = \left[ \left( \frac{\pi}{4} \right) (1.75)^2 \right] (135.6) (37.75 - 1) (1.727) (1.335) (0.958)$$

$$= 26,474 \text{ kN}$$

$$Q_{p(all)} = \frac{Q_{p(net)}}{FS} = \frac{26,474}{4} = 6619 \text{ kN}$$

### 9.8 په کلی کې برمه يې څاه تهډاب : د بار د زغم وړتیا

(Drilled Shafts in Clay: Load-Bearing Capacity)

د مشبوع شوي کلی لپاره چې ( $\phi = 0$ ) د زغم د وړتیا فکتور  $N_q$  په

(4.8 مساوات) کې مساوي د یو سره دی. په دې اساس دغه حالت لپاره:

$$Q_{p(net)} \approx A_p c_u N_c F_{cs} F_{cd} F_{cc} \dots \dots \dots (32.8)$$

چېرې چې  $c_u$  په غیر د اوبو ویستلو څخه چسپنا کې ده.

فرضوو چې  $L \geq 3D_b$  نو مونږ (32.8 مساوات) بیا ځلی لیکو چې:

$$Q_{p(net)} \approx A_p c_u N_c^* \dots \dots \dots (33.8)$$

چېرې چې:

$$N_c^* = N_c F_{cs} F_{cd} F_{cc} = 1.33 (\ln I_r + 1) \dots \dots \dots (34.8)$$

دلته  $I_r$  د خاورې د سختۍ انډکس دی ، چې په (11.8 مساوات) کې تعریف شوی.

د ( $\phi = 0$ ) لپاره مساوي کېږي په:

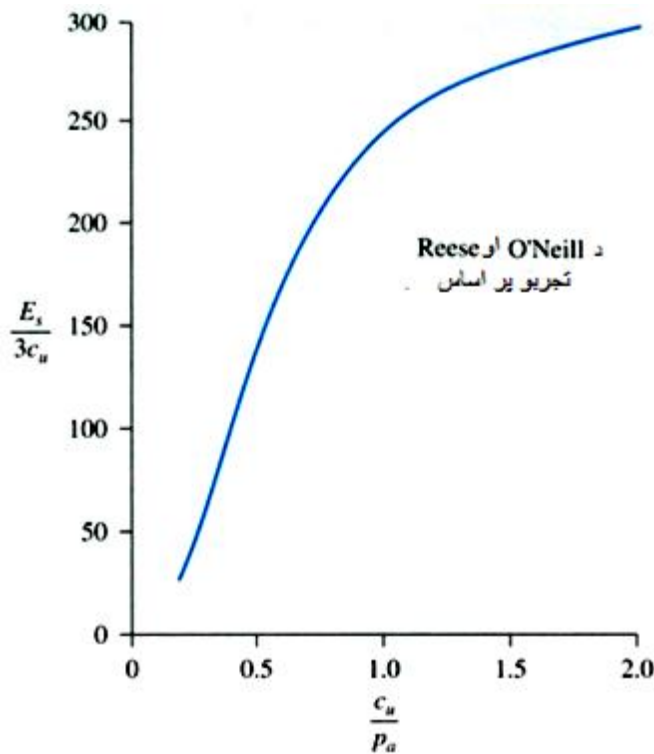
$$I_r = \frac{E_s}{3c_u} \dots \dots \dots (35.8)$$

Reese او O'Neill په 1999 کال کې د  $c_u$  او  $\frac{E_s}{3c_u}$  ترمنځ یوه تقریبي رابطه ارایه کړې ده. دغه رابطه په (13.8 شکل) کې ښودل شوی ده. د ټولو عملي مقاصدو لپاره  $c_u/p_a$  د یو سره مساوي او یا لوی دی،  $p_a$  اتموسفیري فشار دی چې مساوي کېږي په  $(p_a \approx 100 \text{ kN/m}^2)$ ، پس د  $N_c^*$  قیمت کولی شو چې 9 په پام کې ونیسو [543:22].

د (Cook او Whitaker, 1966) تجربو دا ښودلې ده چې د  $Bell$  لرونکې برمه یې څاه گانو لپاره چې د څاه څوکه د  $D_b$  د 10% څخه تر 15% پورې ناسته ولري د  $(N_c^* = 9)$  مکمل مقدار نیول کېږي. په مشابه توگه د مستقیم برمه یې څاه گانو لپاره چې  $(D_b = D_s)$  وي د  $(N_c^* = 9)$  مکمل مقدار د څاه څوکه د  $D_b$  د 20% پورې ناسته ولري  $(N_c^* = 9)$  نیول کېږي.

په کلی کې د برمه یې څاه گانو د پوټکي مقاومت د (55.7 مساوات) سره مشابهت لري.

$$Q_s = \sum_{L=0}^{L=L_1} \alpha^* c_u p \Delta L \quad \dots\dots\dots(36.8)$$



13.8 شکل. د  $c_u/p_a$  سره د  $E_s/3c_u$  تقریبي تغیرات [544:22].

Kulhawy او Jackson په 1989 کال کې د مستقیم برمه یې څاه گانو 106 ساحوي ازمینستونو پایلې (65 یې پورته کوونکې او 41 یې فشاري وو) راپور کړی وو. د پایلو څخه حاصل شوي ډیره بڼه رابطه عبارت ده له:

$$\alpha^* = 0.21 + 0.25 \left( \frac{p_a}{c_u} \right) \leq 1 \quad \dots\dots\dots(37.8)$$

په پورته فورمول کې  $p_a$  اتموسفیري فشار دی.

په دې اساس په محافظه کارانه توگه مونږ فرضولې شوی چې:

$$\alpha^* = 0.4 \quad \dots\dots\dots(38.8)$$

### 10.8 د ناستې پر اساس د بار د زغم وړتیا

(Load Bearing Capacity Based on Settlement)

Reese او O'Neill په 1989 کال کې د برمه یې څاه گانې د زغم نهایی مجازي وړتیا د اټکلولو لپاره چې په کلی خاوره کې موقیعت لري (د ناستې پر اساس) یوه کړنلاره یې پیشنهاد کړله. ددې کړنلارې پر اساس مونږ کولی شو چې د (25.8 مساوات) په مرسته د خالص نهایی بار پیدا کړو.

$$Q_{ult(net)} = \sum_{i=1}^n f_i p \Delta L_i + q_p A_p$$

د پوټکي د في واحد سطحې اصطکاک مقاومت کیدلی شي په لاندې ډول لاسته راشي:

$$f_i = \alpha_i^* c_{u(i)} \quad \dots\dots\dots(39.8)$$

د  $\alpha_i^*$  لپاره لاندینی قیمتونو سپارښتنه شوی:

د برمه یې څاه د پورته 1.5m او ښکته یو د  $D_s$  قطر سره برابر لپاره  $\alpha_i^* = 0$ .  
(که چېرې  $D_b > D_s$  سره وي نو د څاه د بدنې د قطر په اندازه پورتنی برخې او د Bell د محیطي سطحې لپاره  $\alpha_i^* = 0$ ).  
د نورو ځایونو لپاره  $\alpha_i^* = 0.55$  دي.

د  $q_p$  رابطه (د برمه یې څاه تهډاب د څوکی د في واحد سطحې بار) په لاندې ډول ده

$$q_p = 6c_{ub} \left( 1 + 0.2 \frac{L}{D_b} \right) \leq 9c_{ub} \leq 40P_a \quad \dots\dots\dots(40.8)$$



چېرې چې:

$c_{ub}$  د قاعدې څخه د  $2D_b$  په اندازه لاندې عمودي فاصله کې په غیر د اوبو ویستلو منځنۍ چسپناکه ده او  $P_a$  اتموسفیري فشار دی.

که چېرې  $D_b$  لوی وي، نو په واحد سطحه باندې د نهایي بار  $q_p$  واقع کیدلو په حد کې به ډېره زیاته ناسته صورت ونیسي. په دې اساس د  $D_b > 1.9m$  لپاره  $q_p$  باید د لاندې مقدار سره تعویض کړو:

$$q_{pr} = F_r q_p \quad \dots\dots\dots(41.8)$$

چېرې چې:

$$F_r = \frac{2.5}{\psi_1 D_b + \psi_2} \quad \dots\dots\dots(42.8)$$

د  $\psi_1$  او  $\psi_2$  رابطې د  $D_b$  د واحد سره یو ځای د SI په سیستم کې په (3.8 جدول) کې ورکړل شوي دي [546:22].

د ناستې پر اساس د (14.8 او 15.8 شکلونه) کیدلی شي چې اوس د بار د زغم مجازي وړتیا د ارزولو لپاره استعمال شي. (په یاد ولرو چې په 14.8 شکل کې د زغم نهایي وړتیا  $q_p$  دی نه  $q_{pr}$ ) د دې کار د اجرا لپاره لاندې مرحلې په پام کې نیسو:

1. مرحله: د ناستې مقدار  $s$  باید انتخاب شي.
  2. مرحله: د  $\sum_{i=1}^n f_i p \Delta L_i$  او  $q_p A_p$  محاسبه کول.
  3. د (14.8 او 15.8 شکلونو) او د 2 مرحلې محاسبه شوي قیمتونو او په استفاده د افقي بار او د څاه د څوکې بار تعیینول.
  4. د افقي بار او د څاه د څوکې بار د جمع کولو څخه مجموعي مجازي بار حاصلیږي.
- 3.8 جدول. د  $\psi_1$  او  $\psi_2$  لپاره رابطې [546:22].

SI	مورد
$\psi_1 = 2.78 \times 10^{-4} + 8.26 \times 10^{-5} \left( \frac{L}{D_b} \right) \leq 5.9 \times 10^{-4}$	$\psi_1$
$\psi_2 = 0.065 \left[ c_{ub} \left( \frac{kN}{m^2} \right) \right]^{0.5}$ ( $0.5 \leq \psi_2 \leq 1.5$ )	$\psi_2$
mm	$D_b$

### 2.8 مثال

په (16.8 شکل) یو برمه یې څاه بنودل شوی ده.  $L_2 = 2.59m$ ،  $L_1 = 8.23m$ ،  $c_{u(2)} = 108.75 kN/m^2$  او  $c_{u(1)} = 50 kN/m^2$ ،  $D_s = 1.0m$  تاسې پیدا کړئ:

(a) د برمه یې څاه د څوکې د زغم نهایی وړتیا.

(b) د پوتکي نهایی مقاومت.

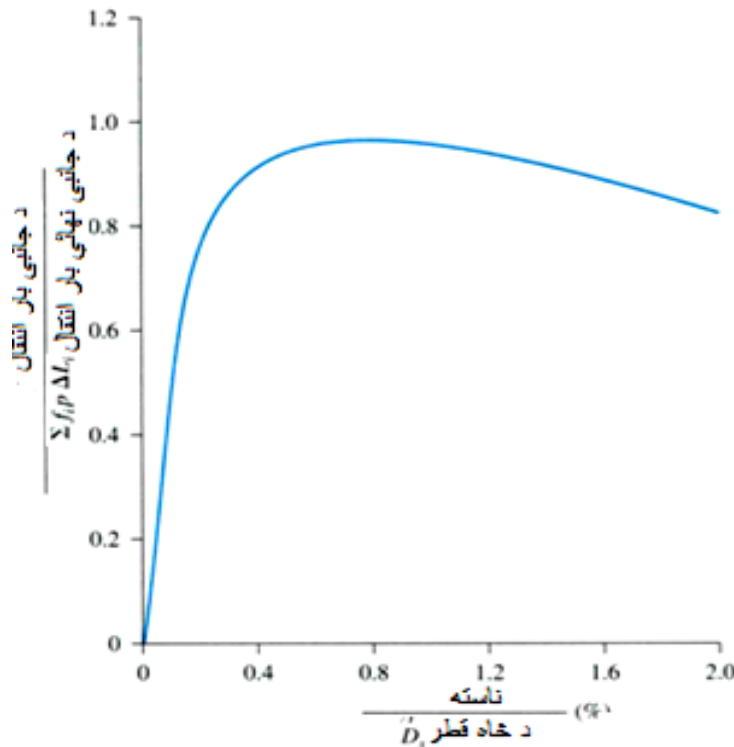
(c) کاري بار (FS=3).

حل

(a) برخه: د (33.8 مساوات) څخه لرو:

$$Q_{p(net)} = A_p c_u N_c^* = A_p c_{u(2)} N_c^* = \left[ \left( \frac{\pi}{4} \right) (1)^2 \right] (108.75)(9) = 768.7 kN$$

(نوټ: کله چې  $c_{u(2)}/p_a > 1$ ،  $N_c^* \approx 9$ )



14.8 شکل. په چسپناکه خاوره کې د ناستې په مقابل کې د نورمال شوي جانبي قوې انتقال گراف

[547:22]

(a) برخه: د (36.8 مساوات) څخه لرو:

$$Q_s = \sum \alpha^* c_u p \Delta L$$

د (38.8 مساوات) څخه لرو:

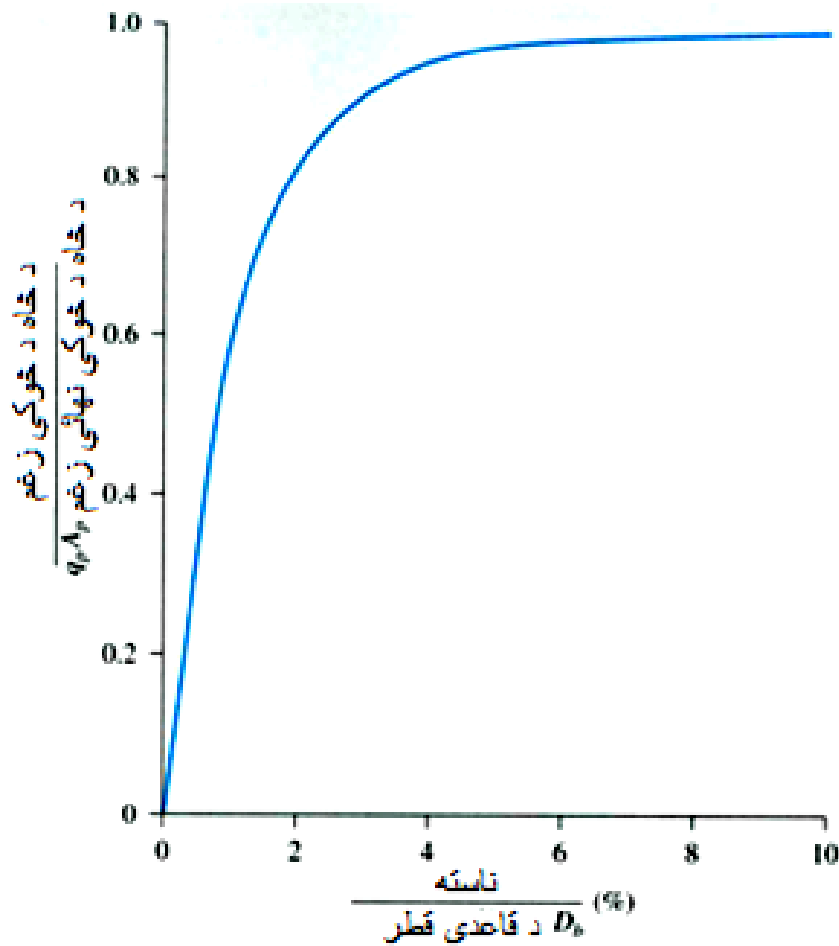
$$\alpha^* = 0.4$$

$$p = \pi D_s = (3.14)(1.0) = 3.14m$$

$$Q_s = (0.4)(3.14)[(50 \times 8.23) + (108.75 \times 2.59)] = 871 \text{ kN}$$

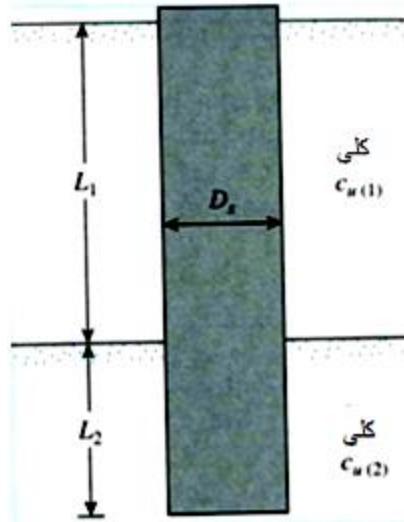
(b) برخه:

$$Q_w = \frac{Q_{p(net)} + Q_s}{FS} = \frac{768.7 + 871}{3} = 546.6 \text{ kN}$$



15.8 شکل. په چسپناکه خاوره کې دناسټې په مقابل کې د نورمال شوي جانبي قوي انتقال گراف

[547:22]



16.8 شکل. په غیر د Bell څخه برمه یې څاه [548:22].

### 11.8 په کاري بار کې د برمه یې څاه ناسته

(Settlement of Drilled Shafts at Working Load)

په کاري بار کې د برمه یې څاه ناسته په (15.7 برخه) کې د مطرح شوي طریقې پشان محاسبه کېږي. په زیاتره حالتونو کې چې بار د څاه د مقاومت پواسطه انتقالیږي د هغه بار په نسبت کم دی کوم چې قاعدې ته انتقالیږي. په داسې حالاتو کې د  $s_3$  برخه اخیستنې څخه صرف نظر کېږي. (په یاد ولرئ چې په 74.8 او 75.8 مساواتونو کې د برمه یې څاه گانو لپاره  $D$  په  $D_b$  سره تعویض کېږي) [548:22].

### 3.8 مثال

د (17.8 شکل) په پام کې نیولو سره لرو چې:  $L_1 = 8m$ ,  $L_2 = 3m$ ,  $D_s = 1.5m$ ,  $c_{u(2)} = 105kN/m^2$  او کاري بار  $Q_w = 1005kN$  سره دي. الاستیکي ناسته په کاري بار کې اټکل کړئ. د (73.7، 75.7 او 76.7 مساواتونو) څخه استفاده وکړئ.  $\xi = 0.65$ ,  $E_p = 21 \times 10^6 kN/m^2$ ,  $E_s = 14,000 kN/m^2$ ,  $\mu_s = 0.3$  او  $Q_{wp} = 250kN$  په پام کې ونیسئ.

حل

د (73.7 معادلې) څخه لرو چې:

$$S_{e(1)} = \frac{(Q_{wp} + \xi Q_{ws})L}{A_p E_p}$$

$$Q_{ws} = 1005 - 250 = 755 \text{ kN}$$

$$S_{e(1)} = \frac{[250 + (0.65)(755)](11)}{\left(\frac{\pi}{4} \times 1.5^2\right)(12 \times 10^6)} = 0.00022 \text{ m} = 0.22 \text{ mm}$$

د (75.7 معادلې) څخه لرو چې:

$$S_{e(2)} = \frac{Q_{wp} c_p}{D q_p}$$

د (13.7 جدول) څخه د سخت کلی لپاره  $c_p \approx 0.04$  سره دی، همدارنگه:

$$q_p = c_{u(b)} N_c^* = (105)(9) = 945 \text{ kN/m}^2$$

په دې اساس

$$S_{e(2)} = \frac{(250)(0.04)}{(1.5)(945)} = 0.071 \text{ m} = 7.1 \text{ mm}$$

د (76.7 او 77.7 مساواتونو) څخه لرو:

$$S_{e(3)} = \left(\frac{Q_{ws}}{pL}\right) \frac{D}{E_s} (1 - \mu_s^2) I_{ws}$$

چېرې چې:

$$I_{ws} = 2 + 0.35 \sqrt{\frac{L}{D}} = 2 + 0.35 \sqrt{\frac{11}{1.5}} = 2.95$$

$$S_{e(3)} = \left[\frac{755}{(\pi \times 1.5)(11)}\right] \frac{1.5}{14000} (1 - 0.3^2)(2.95) = 0.0042 \text{ m} = 4.2 \text{ mm}$$

مجموعي ناسته مساوي ده له:

$$S_e = S_{e(1)} + S_{e(2)} + S_{e(3)} = 0.22 + 7.1 + 4.2 = 11.52 \text{ mm}$$

12.8 د افقي بار زغملو وړتيا- مشخصه او د مومنت طريقه

(Literal Load-Carrying Capacity – Characteristic Load and Moment Method)

په (16.7 برخه) کې د ميخونو د افقي بار زغملو وړتيا او د برمه يې څاه د بار د

انتقال وړتيا د تحليل لپاره تر بحث لاندې نيول شوي دي، په همدې اساس هغوی بيا ځلې

دلته نه تکرار ییږي . Duncan په 1994 د برمه یی شاه گانو لپاره د جانتی یا افقی بارد وړتیا اټکلولو په خاطر د بارد مشخصې طریقه رامنځته کړه، چې د هغې استعمال نسبتاً ساده دی.

د بارد مشخصې طریقی پر اساس د بارد مشخصه  $Q_c$  او مومنت  $M_c$  یې بعده رابطې دي چې کیدلی شي د لاندې رابطو پواسطه واضح شي:

د بارد مشخصه (Characteristic Load)

$$Q_c = 7.34 D_s^2 (E_p R_I) \left( \frac{c_u}{E_p R_I} \right)^{0.68} \quad \text{(د کلی لپاره)} \quad (43.8)$$

$$Q_c = 1.57 D_s^2 (E_p R_I) \left( \frac{\gamma' D_s \phi' K_p}{E_p R_I} \right)^{0.57} \quad \text{(د شگې لپاره)} \quad (44.8)$$

د مومنت مشخصه (Characteristic Moment)

$$M_c = 3.86 D_s^3 (E_p R_I) \left( \frac{c_u}{E_p R_I} \right)^{0.46} \quad \text{(د کلی لپاره)} \quad (45.8)$$

$$M_c = 1.33 D_s^3 (E_p R_I) \left( \frac{\gamma' D_s \phi' K_p}{E_p R_I} \right)^{0.40} \quad \text{(د شگې لپاره)} \quad (46.8)$$

چېرې چې:

$D_s$  برمه یی شاه قطر دی.

$E_p$  د برمه یی شاه الاستیکیت مودول دی.

$R_I$  د برمه یی شاه د عرضي مقطع د انرشیايي مومنت او د یو جامد مقطع د انرشیايي

مومنت ترمنځ نسبت دی (په غیر د درز څخه شاه لپاره چې په غیر د مرکزي خالیگاه

څخه وي  $(R_I = 1)$  [549:22].

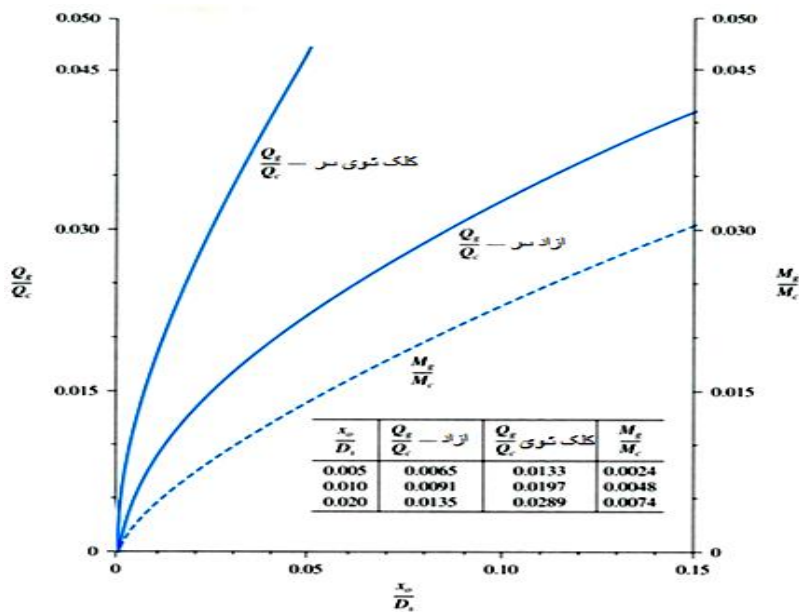
$\gamma'$  د شگې فی واحد وزن دی.

$\phi'$  د خاورې مؤثره اصطکاک زاویه ده.

$K_p$  د رنکین غیر فعال فشار ضریب دی.

د خُمکې په سطحه کې د وارده بار  $Q_g$  له کبله تغیر شکل(Deflection Due to Load  $Q_g$  Applied at the Ground Line)

په شگه او کلی خاورو کې د برمه بیی شاه گانو لپاره د  $Q_g$  بار له اثره چې د خُمکې په سطحه وارد شوې، په (17.8 او 18.8 شکلونو) کې د  $Q_g/Q_c$  نسبت  $x_0/D_s$  ته گرافونه بنودل شوي دي. په یاد ولرو چې  $x_0$  د خُمکې د سطحې تغیر شکل دی. که چېرې د  $Q_g$  او  $Q_c$  مقدار معلوم وي، د  $Q_g/Q_c$  نسبت کیدلی شي محاسبه شي. وروسته د شکل په استفاده کیدلی د  $x_0/D_s$  قیمت اټکل شي او په دې اساس د  $x_0$  قیمت لاسته راځي.



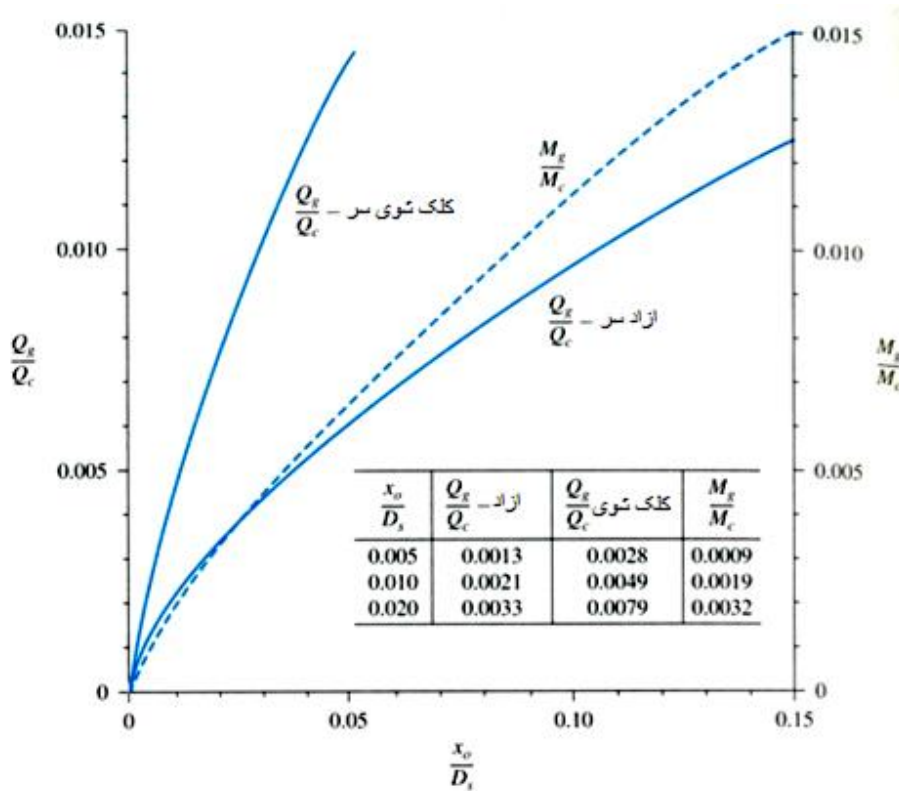
17.8 شکل. په کلی خاوره کې د  $Q_g/Q_c$  نسبت  $x_0/D_s$  ته گراف [549:22].

## د خُمکې په سطحه کې د وارده مومنت له کبله تغیر شکل

په شگه او کلی خاورو کې د برمه بیی شاه گانو لپاره د  $M_g$  مومنت له اثره چې د خُمکې په سطحه وارد شوې، په (17.8 او 18.8 شکلونو) کې د  $M_g/M_c$  نسبت  $x_0/D_s$  ته د تغیراتو گراف بنودل شوي دي. په یاد ولرو چې  $x_0$  د خُمکې د سطحې تغیر شکل دی. که چېرې د  $M_g$ ،  $M_c$  او  $D_s$  مقدار معلوم وي، د  $x_0$  قیمت کیدلی شي د شکل په استفاده لاسته راځي [550:22].

د ځمکې سطحې څخه پورته د وارده بار له کبله تغیر شکل  
(Deflection Due to Load Applied Above the Ground Line)

کله چې د  $Q$  یو بار د ځمکې سطحې څخه پورته وارد شوی وي، د ځمکې په سطحه دوه بارونه  $Q_g = Q$  او  $M_g = Qe$  ایجادېږي لکه چې په (شکل 19a.8) کې ښودل شوي دي. د انطباق حل په استفاده اوس کیدلی شي چې د ځمکې سطحې تغیر شکل حاصل شي. مرحله په مرحله پروسیجر په لاندې ډول دی (شکل 19b.8).



18.8 شکل. په شگه کې د  $Q_g/Q_c$  او  $M_g/M_c$  نسبت  $x_o/D_s$  ته گراف [550:22].

1. مرحله:  $Q_g$  او  $M_g$  محاسبه کېږي.
2. مرحله:  $x_{oQ}$  تغیر شکل محاسبه کېږي، کوم چې یوازې د  $Q_g$  د عمل له اثاره وي
3. مرحله:  $x_{oM}$  تغیر شکل محاسبه کېږي، کوم چې یوازې د مومنت د عمل له اثاره وي
4. مرحله: د  $Q_{gM}$  بار مقدار تعینول، کوم چې د عین تغیر شکل له سببه وي لکه  $(x_{oM})$ .



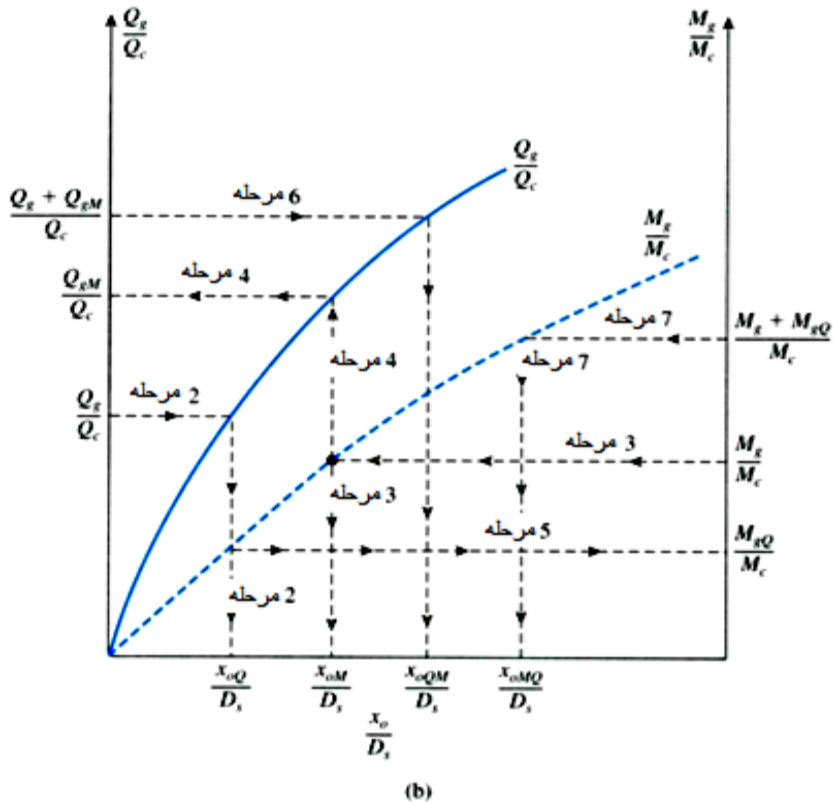
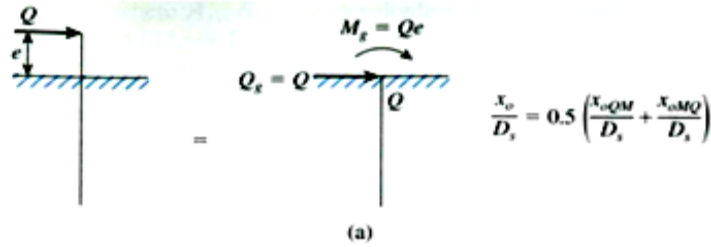
5. مرحله: د  $M_{gQ}$  د مومنت مقدار تعینول، کوم چې د عین تغییر شکل له سببه وي لکه  $(x_{oQ})$ .

6. د  $(Q_g + Q_{gM})/Q_c$  محاسبه کول او د  $x_{oQM}/D_s$  تعینول.

7. د  $(M_g + M_{gQ})/M_c$  محاسبه کول او د  $x_{oMQ}/D_s$  تعینول.

8. د مرکب تغییر شکل محاسبه کول.

$$x_{o(combine)} = 0.5(x_{oQM} + x_{oMQ}) \quad \dots\dots\dots(47.8)$$

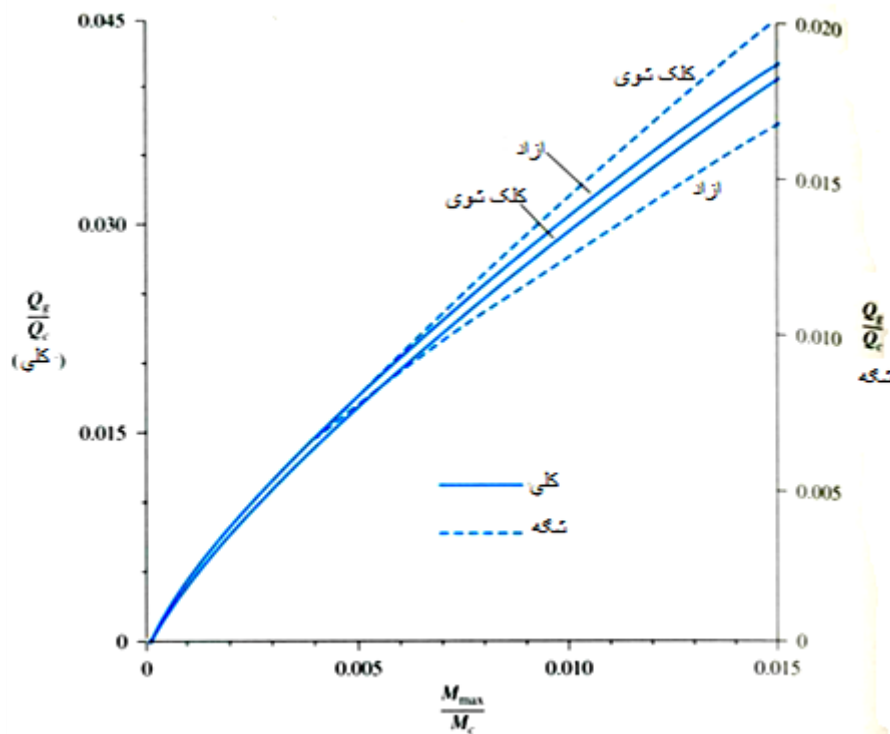


19.8 شکل. د بار او مومنت له اثره انطباقي تغییر شکل [550:22].

### یوازې د ځمکې سطحې بار له کبله په برمه یې څاه کې اعظمي مومنت

(Maximum Moment in Drilled Shaft Due to Ground Line Load Only)

په (20.8 شکل) کې یوازې د ځمکې سطحې بار  $Q_g$  له کبله د کلک شوي او ازاد سر برمه یې څاه گانو لپاره د  $M_{max}/M_c$  سره د  $Q_g/Q_c$  یو گراف بنودل شوی دی. د کلک شوي سر څاه گانو لپاره په څاه کې اعظمي مومنت  $M_{max}$  د ځمکې په سطحه کې واقع کېږي. د دې ډول حالت لپاره که چېرې  $Q_c$ ،  $M_c$  او  $Q_g$  معلوم وي نو د  $M_{max}$  قیمت په اسانۍ سره پیدا کېږي [1015:17].



20.8 شکل. د  $Q_g/Q_c$  سره د  $M_{max}/M_c$  تغیرات [1015:17].

### د ځمکې سطحه کې د بار او مومنت له کبله اعظمي مومنت

(Maximum Moment Due to Load and Moment at Ground Line)

که چېرې یو بار  $Q_g$  او مومنت  $M_g$  د ځمکې په سطحه وارد شي، په برمه یې څاه کې اعظمي مومنت په لاندې طریقې سره پیدا کېږي:

1. مرحله : مخکینی کرنلارې په استفاده ، او د (47.8 مساوات) په مرسته  $x_{0(combine)}$  محاسبه کېږي.

2. مرحله: د  $T$  د مشخصې د طول پیدا کولو لپاره د لاندې معادلې څخه استفاده کوو:

$$x_{0(combine)} = \frac{2.43Q_g}{E_p I_p} T^3 + \frac{1.62M_g}{E_p I_p} T^2 \dots\dots\dots(48.8)$$

3. مرحله : د ځمکې سطحې څخه لاندې د څاه په  $z$  ژوروالي کې مومنټ د لاندې فورمول په مرسته محاسبه کېږي:

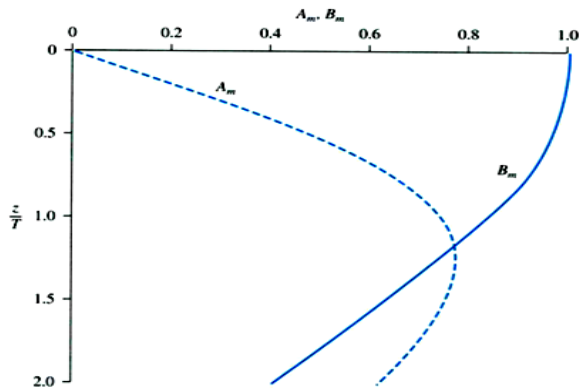
$$M_z = A_m Q_g T + B_m M_g \dots\dots\dots(49.8)$$

چېرې چې ،  $A_m$  ،  $B_m$  د مومنټ بې بعده ضریبونه دي (21.8 شکل دې وکتل شي).

د اعظمي مومنټ مقدار  $M_{max}$  کیدلی شي چې د برمه یې څاه د پورتنۍ برخې په مختلف ژوروالي کې د  $M_z$  د محاسبه کولو پواسطه لاسته کړو.

د بار مشخصې طریقه یواځې په هغه وخت کې د اعتبار وړ ده که چېرې  $L/D_s$  د  $(L/D_s)_{min}$  څخه کم وي ، د ځمکې د سطحې تغیر شکل کم او مومنټ زیات اټکل کېږي. په شگه او کلی کې د برمه یې څاه لپاره د  $(L/D_s)_{min}$  په لاندې جدول کې ورکړل شوي دي.

کلی		شگه	
$\frac{E_p R_t}{c_u}$	$(L/D_s)_{min}$	$\frac{E_p R_t}{\gamma' D_s \phi' K_p}$	$(L/D_s)_{min}$
$1 \times 10^5$	6	$1 \times 10^4$	8
$3 \times 10^5$	10	$4 \times 10^4$	11
$1 \times 10^6$	14	$2 \times 10^5$	14
$3 \times 10^6$	18		



21.8 شکل . د  $z/T$  سره د  $A_m$  او  $B_m$  تغیرات [1016:17].

## لنډيز (Summary)

په انجنيري اثارو او ليکنو کې برمه يې څاه تهډابونه په مترادفو نومونو لکه کيسون (Caisson)، برمه يې څاه گانې (Drilled-Shafts) او برمه يې پايو (Drilled-Piers) په نوم ياد شوي او يو د بل په ځای کې استعمال شوي دي.

په دې فصل کې د برمه څاه گانو د گټو، ډولونو لکه مستقيمه څاه، په لانديني برخه کې پلنه شوې څاه او مستقيمه څاه چې د صخرې سره وصل شوې وي، په اړه معلومات ورکړل شوي.

د برمه يې څاه گانو د جوړولو کړنلارې او د جوړولو پروسې جرونو په اړه هم بحث صورت نيولی، چې د جوړولو مختلفو طريقو لکه د جوړولو وچه طريقه، د جوړولو Casing طريقه او د جوړولو لمدې طريقې پواسطه د برمه يې څاه گانو د جوړولو مرحلې توضيح شوي دي او هره مرحله په شکلونو کې واضح شوې ده.

د برمه يې څاه گانو د ډيزاين په موضوعاتو کې د بار د انتقالولو ميکانيزم، په مختلفو خاورو (لکه شگه او کلی) کې د بار د زغم د وړتيا پيدا کول، د ناستې پر اساس د زغم وړتيا تعينول، د کاري بارونو لاندي د برمه يې څاه گانو ناسته، د افقي بار زغملو - مشخصه او د مومنت طريقې شاملې دي.

په مختلفو شرايطو کې د برمه يې څاه گانو د مختلفو ډولونو په ډيزاين کې د تجربوي ضريبونو جدولونو، شکلونو په مرسته او د مثالونو په ارايه کولو سره صورت نيولی دی.

## پوښتنې (Problems)

1. يوه برمه يې څاه چې په لاندي شکل کې بنودل شوې ده. د لاندي ارقامو په پام کې نيولو سره د تهډاب د څوکي د زغم خالص مجازي وړتيا پيدا کړئ.

$$\begin{aligned} D_b &= 2m & \gamma_c &= 15.6 \text{ kN/m}^3 \\ D_s &= 1.2m & \gamma_s &= 17.6 \text{ kN/m}^3 \\ L_1 &= 6m & \phi' &= 35^\circ \end{aligned}$$

$$L_2 = 3m \quad c_u = 35 \text{ kN/m}^2$$

$$FS = 3$$

د (8.8 مساوات) څخه استفاده وکړئ.

2. د لومړۍ پوښتنې د ارقامو په استفاده، د تهډاب د څوکې د زغم خالص مجازي وړتيا د (15.8 مساوات) په مرسته پيدا کړئ.  $E_p = 6000Pa$  فرض کړئ.
3. د برمه يې څاه لپاره چې په لومړۍ پوښتنه کې ښودل شوې ده، په 6m پورتنۍ برخه کې، کومه چې په کلی خاوره کې موقیعت لري، د پوتکي اصطکاک څومره دی؟
4. لومړۍ پوښتنه د لاندې ارقامو په پام کې نيولو سره بيا ځواب کړئ؟

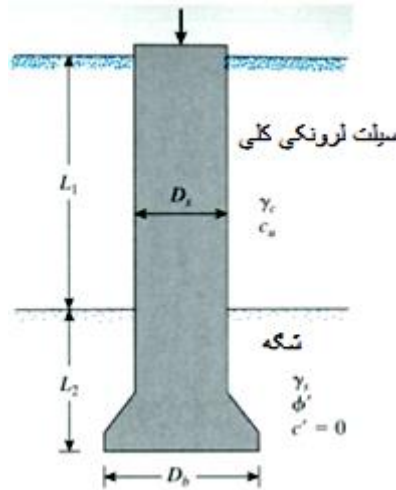
$$D_b = 1.75m \quad \gamma_c = 17.8 \text{ kN/m}^3$$

$$D_s = 1m \quad \gamma_s = 18.2 \text{ kN/m}^3$$

$$L_1 = 6.25m \quad \phi' = 32^\circ$$

$$L_2 = 2.5m \quad c_u = 32 \text{ kN/m}^2$$

$$FS = 4$$



5. څلورمه پوښتنه د (5.8 مساوات) په مرسته بيا ځواب کړئ.  $E_p = 400Pa$  فرض کړئ؟

## نهم فصل

### د خاوری افقي فشار (Lateral Earth Pressure)

#### 1.9 پیژندنه (Introduction)

عمودي یا عمود ته نږدې د خاوری میلان د استنادي دیوالونو، صفحه ئې ستنه لرونکې کنسولي دیوالونو، صفحه ئې ستنه لرونکو بیلوونکو دیوالونو او داسې نورو مشابه ساختمانونو په وسیله ساتل کیږي. د دارنگه ساختمانونو د صحیح ډیزاین لپاره د خاوری د افقي فشار محاسبې ته اړتیا لیدل کیږي، کوم چې د مختلفو فکتورونو پورې اړه لري د بېلگې په ډول: (a) د دیوال د بیخایه کیدلو اندازې او ډول، (b) د خاوری د غوڅیدنې د مقاومت پارامیتر، (c) د خاوری واحد وزن او (d) د دیوال شاته د ډکون زیم ایستني حالت. (1.9 شکل) کېد دیوال شاته د مشابه ډکون ډول لپاره د  $H$  ارتفاع لرونکې یو استنادي دیوال بنودل شوی دی.

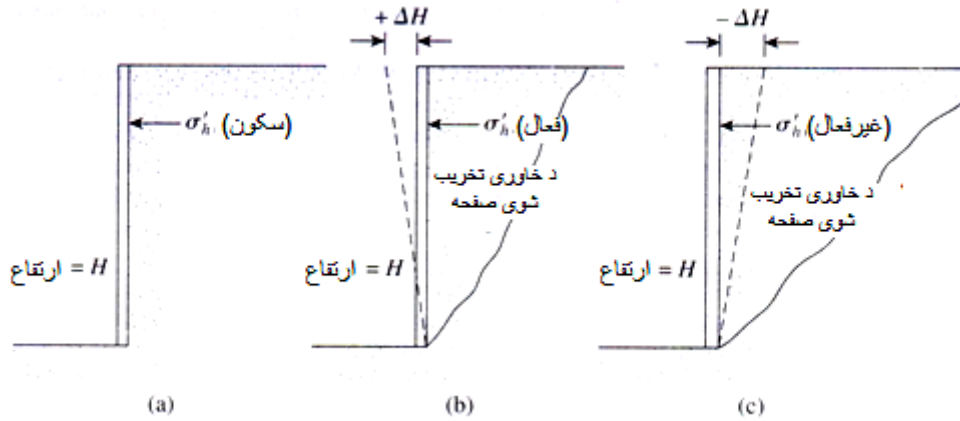
(a) دیوال ممکن د بیخایه کیدلو مخه ونیسي (1a.9 شکل). د دیوال پر مخ په هر ژوروالي سره د خاوری افقي فشار ته د خاوری ساکن فشار وایي.

(b) دیوال کیدای شي د ساتل شوي خاوری څخه بیل یا کور شي (1b.9 شکل). د دیوال د کافي کږیدنې په صورت کې د دیوال تر شا مثلي شکل خاوره تخریبیږي. په دې حالت کې افقي فشار ته د خاوری فعال فشار وایي.

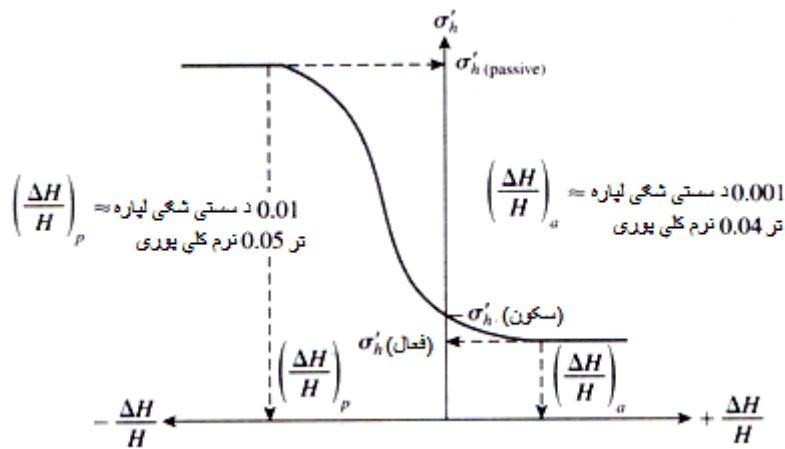
(c) دیوال کیدای شي چې دننه ساتل شوې خاوری خواته کور شي (1c.9 شکل). د دیوال د کافي کږیدنې په صورت کې د خاوری ساتل شوې برخه تخریبیږي. په دې حالت کې افقي فشار ته د خاوری غیر فعال فشار وایي.

په (2.9 شکل) کې د خاوری د افقي فشار مختلف خاصیتونه  $\sigma_h$  د دیوال د بیخایه کیدلو په وخت کې د دیوال په ټاکلې ژوروالي کې بنودل شوي وي.

د کتاب په راتلونکو برخو کې د استنادي دیوال پر مخ د ساکنو، فعالو او غیر فعالو فشارونو پیدا کولو لپاره د مختلفو رابطو په اړه به بحث وشي. فرضوو چې لوستونکي له پخوا څخه د خاوری د افقي فشار په هکله معلومات لري، او په دې فصل کې یواځې له نوموړې موضوع څخه یو څه مختصر مرور صورت نیسي [308:5].



1.9 شکل. د استنادي دیوال پر مخ د خاوري د افقي فشار خاصیت [308:5].



2.9 شکل. په یو معین ژوروالي کې د خاوري د افقي فشار مختلف خاصیت [309:5].

### 2.9 د خاوري ساکن افقي فشار (Lateral earth pressure at rest)

د  $H$  په لوړوالي سره یو عمودي دیوال د خاوري د استناد یا ساتلو لپاره په پام کې نیول شوی دی (په 3.9 شکل کې ښودل شوی)، چې  $(Y)$  واحد وزن لري او همدارنگه د ځمکې پر سطحه د  $q$  مساوي ویشلی بار هم عمل کوي. د خاوري د غوڅیدني مقاومت عبارت دی له [309:5]

$$S = c' + \sigma' \tan \phi' \quad \dots\dots\dots(1.9)$$

- په پورته فورمول کې:
- $c'$  - سرینناکي
- $\sigma'$  - مؤثر نورمال فشار.
- $\phi'$  - مؤثر اصطکاک زاویه.

د ځمکې سطحې لاندې د  $z$  په هر ژوروالي سره د ځمکې لاندې عمودي فشار عبارت دی له:

$$\sigma'_o = q + \gamma z \quad \dots\dots\dots(2.9)$$

که چیرې دیوال ساکن وي او د خاورې داخل یا بیرون خوا ته د هغې بیخایه کیدل په هېڅ صورت سره مجاز نه وي (یعنې نسبتي اوږدیدنه یې صفر ده) نو د  $z$  په ژوروالي سره افقی فشار مساوي دی له:

$$\sigma_h = K_o \sigma'_o + u \quad \dots\dots\dots(3.9)$$

په پورته فورمول کې:

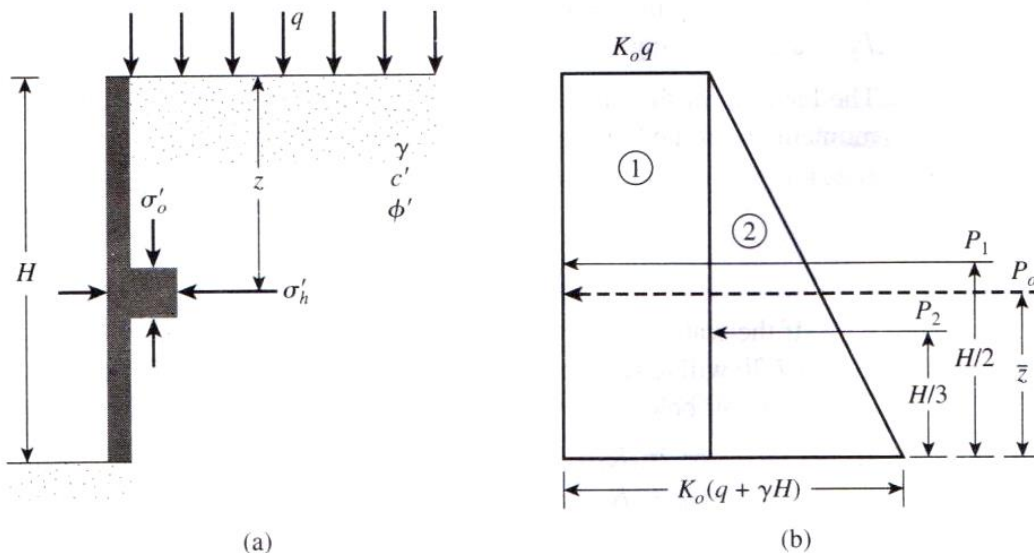
$u$  - د منفذونو د اوبو فشار.

$K_o$  - د خاورې ساکن فشار ضریب دی.

د نورمال کلکې شوې خاورې لپاره د  $K_o$  رابطه عبارت ده له:

$$K_o \approx 1 - \sin\phi' \quad \dots\dots\dots(4.9)$$

4.9 مساوات یو تقریبي تجربوي مساوات دی.



3.9 شکل. د خاورې ساکن فشار [310:5].



د زيات محکميدونکې خاورې لپاره د خاورې ساکن فشار ضريب پلاندي ډول پيدا کيږي:

$$K_0 = (1 - \sin\phi')OCR^{\sin\phi'} \dots\dots\dots(5.9)$$

په پورته فورمول کې:

OCR - د زيات محکميدونکې خاورې نسبت دې.

د خاورې ساکن فشار ضريب د صحيح مقدار انتخاب سره کولی شو چې د 3.9 مساوات د Z په ژوروالي سره د خاورې د افقي فشار تغيراتو د پيدا کولو لپاره يې استعمال کړو. (3b.9 شکل) کې نسبت ژوروالي ته د  $\sigma_h'$  تغيرات چې په (3a.9 شکل) کې ترسيم شوي بنودل شوي دي. دا په ياد ولرو چې که چېرې سر باري  $q = 0$  او د منفذونو د اوبو فشار  $u = 0$  وي د فشار دياگرام ئې مثلي وي. اوس کولی شو چې مجموعي فشار  $P_0$  (3a.9 شکل) کې د ديوال په في واحد طول کې د فشار د دياگرام مساحت څخه چې په (3b.9 شکل) کې ورکړل شوې، لاسته راوړو او مساوي دی له:

$$P_0 = P_1 + P_2 = qK_0 H + \frac{1}{2} \gamma H^2 K_0 \dots\dots\dots(6.9)$$

په پورته فورمول کې:

$P_1$  - د مستطيل مساحت.

$P_2$  - د مثلث مساحت.

اوس د لاسته راغلي قوې  $P_0$  د تأثير خط موقيعت کولی شو چې د ديوال د لانديني برخې څخه د مومنت په نيولو سره حاصل کړو. په دې ترتيب لرو چې:

$$Z = \frac{P_1(\frac{H}{2}) + P_2(\frac{H}{3})}{P_0} \dots\dots\dots(7.9)$$

که چېرې د ځمکې لاندي اوبو سطحه  $z < H$  په ژوروالي سره موقيعت ولري، د ساکن فشار دياگرام چې په (3b.9 شکل) کې بنودل شوی دی بايد يو څه اصلاح شي، لکه چې په (4.9 شکل) کې بنودل شوی دی. که چېرې د ځمکې لاندي اوبو له سطحې څخه د خاورې مؤثره واحد وزن مساوي  $\gamma$  يعنې  $(\gamma_{sat} - \gamma_w)$  سره وي نو:

$$\begin{aligned} Z = 0, & \quad \sigma_h' = K_0 \sigma_0' = K_0 q \\ Z = H_1, & \quad \sigma_h' = K_0 \sigma_0' = K_0 (q + \gamma H_1) \end{aligned}$$

او

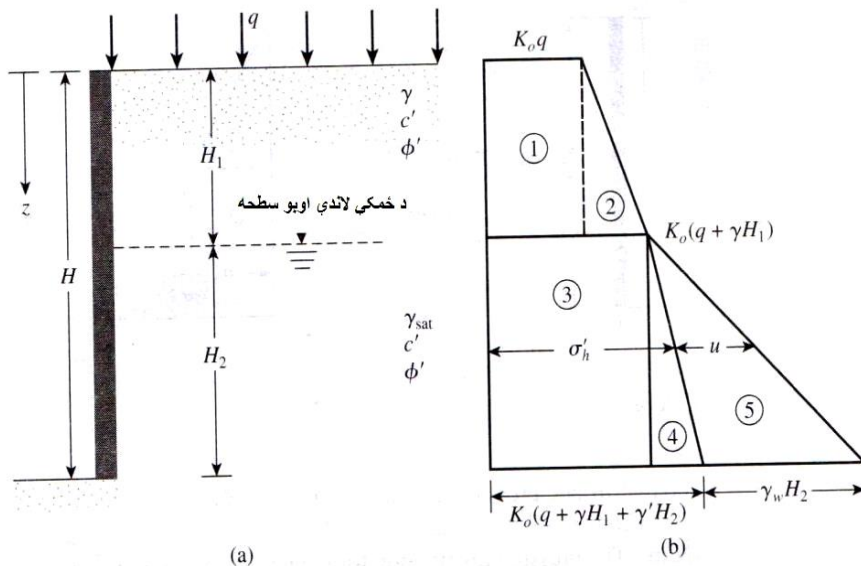
$$Z = H_2, \quad \sigma_h' = K_0 \sigma_0' = K_0 (q + \gamma H_1 + \gamma' H_2)$$

دا بايد په ياد ولرو چې په مخکينې مساواتونو کې  $\sigma_0$  او  $\sigma_h$  مؤثره عمودي او افقي فشارونه دي. په ديوال باندې د ټولې واردې شوې قوې پيدا کولو لپاره هايډروستاتيکي فشار  $u$  ورسره جمع کيږي، کوم چې د  $z = 0$  څخه تر  $z = H_1$  پورې مساوي صفر دی، او په  $z = H_2$  کې مساوي  $\gamma_w H_2$  دی. د  $\sigma_h$  او  $u$  تغيرات په ژوروالي کې په (4b.9 شکل) کې ښودل شوي دي. په دې اساس د ديوال په في واحد طول کې مجموعي قوه کيدلی شي چې د فشار د دياگرام څخه لاسته راوړو. خصوصاً،

$$P_0 = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5$$

A د فشار د دياگرام مساحت دې، نو:

$$P_0 = K_0 q H_1 + \frac{1}{2} K_0 q H_1^2 + K_0 (q + \gamma H_1) H_2 + \frac{1}{2} K_0 \gamma' H_2^2 + \frac{1}{2} \gamma_w H_2^2 \dots\dots\dots(8.9)$$



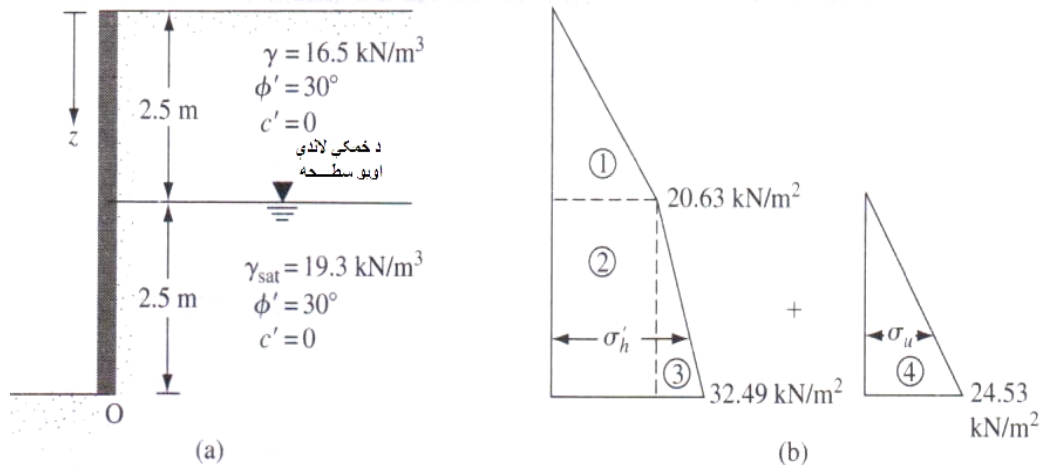
4.9 شکل. په  $z < H$  ژوروالي کې د ځمکې لاندې اوبو سطحې سره د خاورې ساکن فشار [311:5]

### 1.9 مثال

په (5a.3 شکل) ښودل شوي استنادي ديوال کې د خاورې افقي قوه د ديوال په في واحد طول کې پيدا کړئ. همدارنگه د لاسته راغلې قوې موقیعت پيدا کړئ. فرض کړئ چې  $OCR = 1$  دې.

حل

$$K_0 = 1 - \sin\phi' = 1 - \sin 30^\circ = 0.5$$



5.9 شکل. په استنادي ديوال باندي د خاوري افقي فشار پيدا کول [311:5]

په  $Z = 0$ ,  $\sigma'_0 = 0$ ,  $\sigma'_h = 0$

په  $Z = 2.5\text{m}$ ,  $\sigma'_0 = (16.5)(2.5) = 41.25 \text{ kN/m}^2$   
 $\sigma'_h = K_0 \sigma'_0 = (0.5)(41.25) = 20.63 \text{ kN/m}^2$

په  $Z = 5\text{m}$ ,  $\sigma'_0 = (16.5)(2.5) + (19.3 - 9.81) 2.5 = 64.98 \text{ kN/m}^2$   
 $\sigma'_h = K_0 \sigma'_0 = (0.5)(64.98) = 32.49 \text{ kN/m}^2$

د هايډروستاتيکي فشار تقسيم پلاندي ډول دي:

د  $z = 0$  څخه تر  $z = 2.5\text{m}$  ژوروالي پورې  $u = 0$  دي.

د  $z = 5\text{m}$  ژوروالي کې  $u = Y_w(2.5) = (9.81)(2.5) = 24.53 \text{ kN/m}^2$

د ديوال هايډروستاتيکي فشار په (9b.5 شکل) کې بنودل شوی دی.

د ديوال په في واحد طول کې مجموعي قوه د فشار د دياگرام مساحت څخه

لاسته راځي يا:

$$P_0 = A_1 + A_2 + A_3 + A_4$$

$$= \frac{1}{2}(2.5)(20.63) + (2.5)(20.63) + \frac{1}{2}(2.5)(32.49 - 20.63) + \frac{1}{2}(2.5)(24.63) = 122.85 \text{ kN/m}$$

د فشار د مرکز موقیعت د ديوال د لاندینی برخې (O نقطې) څخه اندازه کېږي.

$$\bar{z} = \frac{(Area\ 1)\left(2.5 + \frac{2.5}{3}\right) + (Area\ 2)\left(\frac{2.5}{2}\right) + (Area\ 3 + Area\ 4)\left(\frac{2.5}{3}\right)}{P_0}$$

$$= \frac{(25.788)(3.33) + (51.575)(1.25) + (14.825 + 30.663)(0.833)}{122.85} = 1.53 \text{ m}$$

فعال فشار (Active pressure)

3.9 د خاورې رنکین فعال فشار (Rankine active earth pressure)

که چېرې یو دیوال د  $\Delta x$  په اندازه له خاورې څخه بیل شي (په 6a.9 شکل کې بنودل شوی) د دیوال پر مخ د خاورې فشار په هر ژوروالي سره کمیږي. هغه دیوالونه چې غیر اصطکاکی وي افقي فشار  $\sigma_h'$  د  $z$  په ژوروالي سره کله چې  $\Delta x$  صفر شي، مساوي دی له  $(K_0 \sigma'_0 = K_0 \gamma z)$ . مگر د  $\Delta x > 0$  سره  $\sigma_h'$  د  $K_0 \sigma'_0$  څخه کمیږي [328:4].

په (6.9 شکل) کې د Mohr دایرې د دیوال د  $\Delta x = 0$  او  $\Delta x > 0$  بیخایه کیدلو سره متناظر په ترتیب سره د  $a$  او  $b$  په دایرو سره بنودل شوي دي. که چېرې د دیوال بیخایه کیدنه  $\Delta x$  زیاته شي، د Mohr دایره ممکن د Mohr-Coulomb د تخریب پوښ سره تماس شي چې د لاندیني مساوات له مخې تعریفیږي:

$$S = c' + \sigma' \tan \phi$$

نوموړې دایره چې په شکل کې د  $c$  حرف سره بنودل شوې ده، د خاورې دکتلی ناکامه حالت ښایي، په دې صورت کې افقي فشار مساوی دیله  $\sigma'_a$  سره چې دا د Rankin د فعال فشار په نوم یادېږي. په دې ترتیب د خاورې په کتله کې ښوئیدلي خطونه (تخریب شوې سطحه) د افق سره  $(45 + \frac{\phi'}{2}) \pm$  زاویه جوړوي چې په (6a.9 شکل) کې بنودل شوې ده.

لاندیني مساوات د Mohr د یوې دایرې لپاره د اصلي فشار ونو پورې اړه لري چې د Mohr-Coulomb د تخریب پوښ سره تماس دی.

$$\sigma'_0 = \sigma'_3 \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi'}{2} \right) + 2c' \tan \left( 45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

د Mohr د  $c$  دایرې لپاره (6b.9 شکل) ته وکتل شي:

$$\sigma'_1 = \sigma'_0$$

$$\sigma'_3 = \sigma'_a$$

نوپه دې اساس:

$$\sigma'_0 = \sigma'_3 \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi'}{2} \right) + 2c' \tan \left( 45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

$$\sigma'_a = \frac{\sigma'_0}{\tan^2 \left( 45 + \frac{\phi'}{2} \right)} - \frac{2c'}{\tan \left( 45 + \frac{\phi'}{2} \right)}$$

یا

$$\begin{aligned}\sigma'_a &= \sigma'_0 \tan^2(45 - \frac{\phi'}{2}) - 2c' \tan(45 - \frac{\phi'}{2}) \\ &= \sigma'_0 K_a - 2c' \sqrt{K_a} \quad \dots\dots\dots(8.9)\end{aligned}$$

په دې ځای کې  $K_a = \tan^2(45 - \frac{\phi'}{2})$  د Rankine د فعال فشار ضریب دی.

د دیوال لپاره د فعال فشار تغیرات نسبت ژوروالي ته چې په (6a.3 شکل) کې ښودل شوی دی په (6c.3 شکل) کې ترسیم شوی دی. دا باید په یاد ولرو چې په  $z = 0$  کې  $\sigma'_0 = 0$  او د  $z = H$  په صورت کې  $\sigma'_0 = \gamma H$  سره دی. د فشار تقسیمات دا ښایې چې په  $z = 0$  کې فعال فشار د  $-2c' \sqrt{K_a}$  سره مساوي دی، او دا د کششي فشار څرګندوی کوي چې په ژوروالي کې کمېږي او د  $z = z_c$  په ژوروالي کې صفر کیږي یا

$$\gamma z_c K_a - 2c' \sqrt{K_a} = 0$$

او

$$z_c = \frac{2c'}{\gamma \sqrt{K_a}} \quad \dots\dots\dots(9.9)$$

د  $z_c$  ژوروالي زیاتره د کششي درز په نوم یادېږي، ځکه چې په خاوره کې کششي فشار د خاورې او دیوال د مشترکې سطحې په طول کې د درز د پیدا کیدلو سبب کیږي. په دې اساس د دیوال په فې واحد طول کې د رنکین (Rankine) فعالې قوې مجموعه مخکې له دې څخه چې کششي درز واقع شي مساوي دی له:

$$\begin{aligned}P_a &= \int_0^H \sigma'_a dz = \int_0^H \gamma z K_a dz - \int_0^H 2c' \sqrt{K_a} dz \\ &= \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a - 2c' H \sqrt{K_a} \quad \dots\dots\dots(10.9)\end{aligned}$$

د کششي درز له پیدا کیدلو وروسته، د دیوال په فې واحد طول باندې قوه یواځې د  $z = z_c$  او  $z = H$  ژوروالي تر منځ د فشار د ویشلو پواسطه رامنځته کیږي، چې په (6c.9 شکل) کې (Hatch) په واسطه ښودل شوې، چې دغه قوه مساوي ده له:

$$P_a = \frac{1}{2} (H - z_c) (\gamma H K_a - 2c' \sqrt{K_a}) \quad \dots\dots\dots(11.9)$$

$$P_a = \frac{1}{2} \left( H - \frac{2c'}{\gamma \sqrt{K_a}} \right) (\gamma H K_a - 2c' \sqrt{K_a}) \quad \dots\dots\dots(12.9)$$

په هر ترتیب دا مهمه ده چې د خاورې فعال فشار په حالت وپوهیږو چې یواځې په هغه صورت کې حاصلیدلی شي چې دیوال په کافي اندازې سره له ځایه بیځایه شي. بیرون خواته د دیوال اړین بیځایه کیدنې اندازه چې د هغې تر شا له دانه ئې خاورو څخه

ډکون شوی وي تقریباً  $0.001H$  څخه تر  $0.004H$  پورې دی او د سرینبناکه خاورې ډکون لپاره  $0.01H$  څخه تر  $0.04H$  پورې دی.

سربیره پردې باید په یاد ولرو چې که چیرې د مجموعي فشارې غوڅیدنې مقاومت پارامیترونه  $(c, \phi)$  استعمال شي، یو مساوات د (8.9 مساوات) سره مشابه په لاندې توګه لاسته راځي.

$$\sigma_a = \sigma_0 \tan^2(45 - \frac{\phi}{2}) - 2c \tan(45 - \frac{\phi}{2})$$

## 2.9 مثال

د  $6m$  په ارتفاع سره یو استنادي دیوال د یوې خاورې د استناد لپاره چې فی واحد وزن  $Y = 17.4 \text{ kN/m}^3$ ، د خاورې د اصطکاک زاویه  $\phi = 26^\circ$  او سرینبناکې  $c' = 14.35 \text{ kN/m}^2$  لرونکې ده. تاسې د دیوال په فی واحد طول کې د Rankine فعاله قوه د کششي درز له واقع کیدلو څخه مخکې او وروسته پیدا کړئ او همدارنګه په دواړو حالتونو کې د تاثیر خط پیدا کړئ؟

حل

د  $\phi = 26^\circ$  لپاره:

$$K_a = \tan^2(45 - \frac{\phi'}{2}) = \tan^2(45 - 13) = 0.39$$

$$\sqrt{K_a} = 0.625$$

$$\sigma'_a = \gamma H K_a - 2c' \sqrt{K_a}$$

د (8.9 شکل) څخه په  $z = 0$  کې لرو چې:

$$\sigma'_a = -2c' \sqrt{K_a} = -2(14.36)(0.625) = -17.95 \text{ kN/m}^2$$

په  $z = 6m$  کې:

$$\sigma'_a = \gamma H K_a - 2c' \sqrt{K_a} = (17.4)(6)(0.39) - 2(14.36)(0.625)$$

$$= 22.77 \text{ kN/m}^2$$

د کششي درز له واقع کیدلو څخه مخکې فعاله قوه مساوي ده (10.9 مساوات).

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a - 2c' H \sqrt{K_a}$$

$$= \frac{1}{2} (6)(40.72) - (6)(17.95) = 122.16 - 107.7 = 14.46 \text{ kN/m}$$

د تأثیر خط کولای شو چې د دیوال د لاندینۍ برخې د فشاري قوو د دیاگرام د مساحت څخه د مومنت په نیولو سره پیدا کړو.

$$P_a \bar{z} = (122.16)\left(\frac{6}{3}\right) - (107.7)\left(\frac{6}{2}\right)$$

یا

$$\bar{z} = \frac{244.32 - 323.1}{14.46} = -5.45\text{m}.$$

د کششي درز له څرگندیدلو څخه وروسته فعاله قوه:

$$Z_c = \frac{2c'}{\gamma\sqrt{K_a}} = \frac{2(14.36)}{(17.4)(0.625)} = 2.64\text{m}.$$

د (11.9 مساوات) استعمال څخه لرو چې:

$$P_a = \frac{1}{2}(H - z_c)(\gamma HK_a - 2c'\sqrt{K_a}) = \frac{1}{2}(6 - 2.64)(22.77) \\ = 38.25 \text{ kN/m}$$

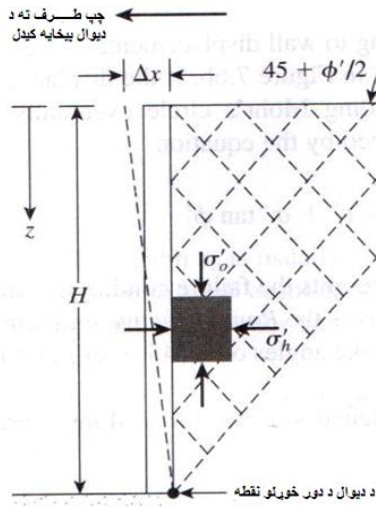
د (6c.9 شکل) کې Hatch شوي مثلث مساحت د  $P_a = 38.25\text{kN/m}$  قوه څرگندوي. په دې اساس لاسته راغلي د تأثیر خط د  $z = (H - z_c)/3$  په ارتفاع د دیوال د لاندینۍ برخې څخه پورته موقیعت لري یا

$$\bar{z} = \frac{6 - 2.64}{3} = 1.12\text{m}$$

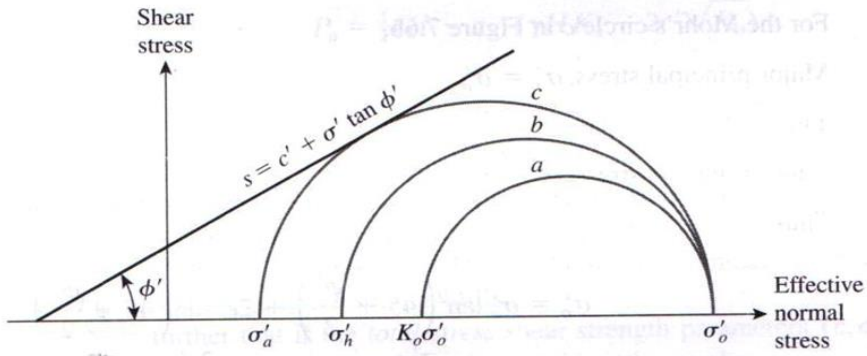
#### 4.9 د رنکین فعال فشار یو عمومي حالت

(A generalized case for Rankine active pressure)

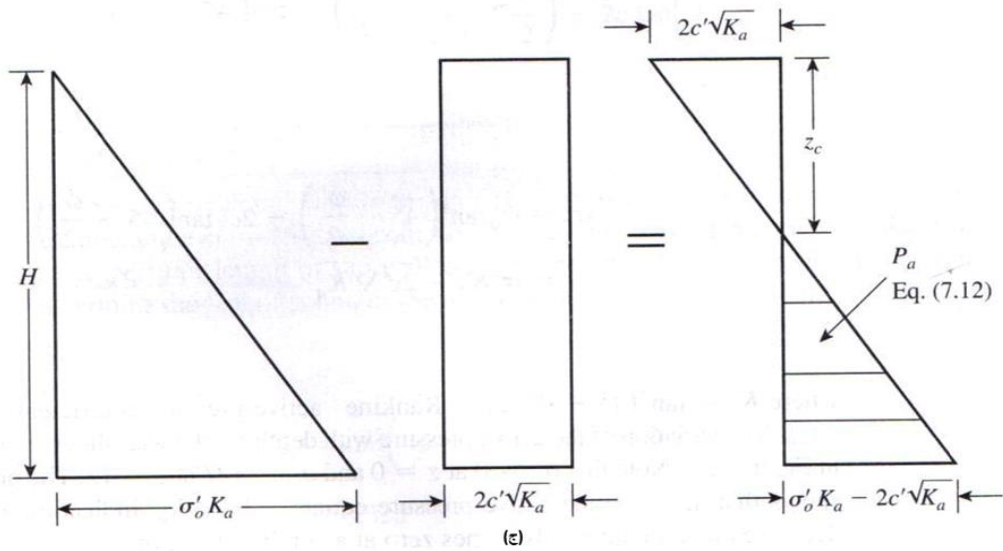
په تیره برخه کې (3.9 عنوان) د عمودي شالرونکي او افقي ډکون سره استنادي دیوال د خاورې رنکین فعال فشار لپاره یوه رابطه لاسته راغلي. نوموړې رابطې ته کولی شو چې په غیر د اصطکاکه دیوالونو لپاره چې د مایلي شالرونکي وي او میلان داره ډکون ولري، توسعه ورکړو. د دغه حالتونو ځینې برخې به په دې برخه کې تر بحث لاندې ونيول شي [334:4].



(الف)



(ب)



شکل 6.9. د رنکین فعال فشار [329:4]



د دانه ئې خاورو ډکون (Granular Backfill)

په (7.9 شکل) کې یو استنادي دیوال بنودل شوی دی چې د شا برخه یې د عمود سره د  $(\theta)$  په اندازه میلان لري. د هغې تر شا دانه یې خاورې ډکون د افق سره د  $(\alpha)$  زاویه جوړوي.

د رنکین فعال فشار حالت لپاره، د خاورې افقي فشار  $(\sigma'_a)$  د  $Z$  په ژوروالي سره کولای شو د (Chu) لاندیني فورمول له مخې لاسته راوړو:

$$\sigma'_a = \frac{\gamma \cos \alpha \sqrt{1 + \sin^2 \phi' - 2 \sin \phi' \cos \psi_a}}{\cos \alpha + \sqrt{\sin^2 \phi' - \sin^2 \alpha}} \dots (13.9)$$

چېرې چې:

$$\psi_a = \sin^{-1} \left( \frac{\sin \alpha}{\cos \phi'} \right) - \alpha + 2\theta \dots (14.9)$$

د  $\sigma'_a$  فشار د دیوال د شا د سطحې له عمود سره د  $\beta'$  زاویه جوړوي.

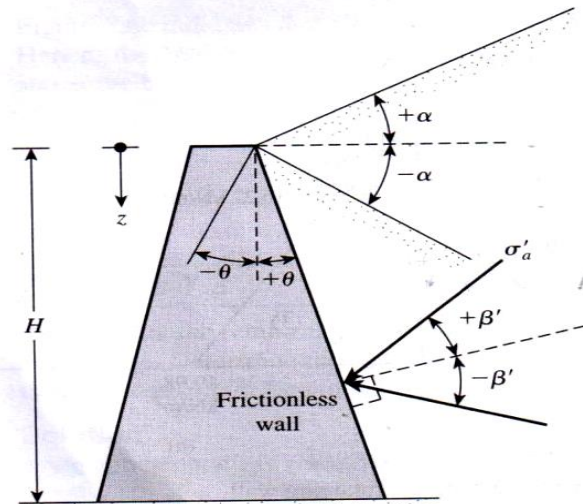
$$\beta' = \tan^{-1} \left( \frac{\sin \phi' \sin \psi_a}{1 - \sin \phi' \cos \psi_a} \right) \dots (15.9)$$

د  $P_a$  فعاله قوه د دیوال په فی واحد طول کې په لاندې ډول محاسبه کېږي:

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a \dots (16.9)$$

چېرې چې:

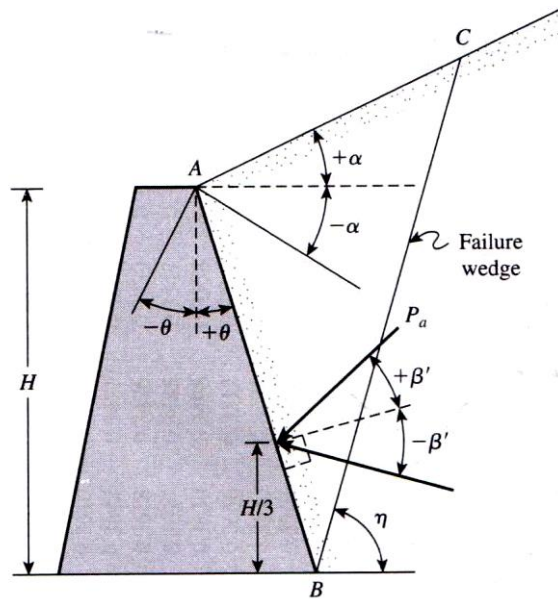
$$K_a = \frac{\cos(\alpha - \theta) \sqrt{1 + \sin^2 \phi' - 2 \sin \phi' \cos \psi_a}}{\cos^2 \theta (\cos \alpha + \sqrt{\sin^2 \phi' - \sin^2 \alpha})} = \text{په عمومي حالت کې د رنکین فعال فشار ضریب} \dots (17.9)$$



7.9 شکل. د دانه ئې خاورې شا ډکون سره د استنادي دیوال لپاره عمومي حالت [334:4]

د لاسته راغلي ( $P_a$ ) قوې موقیعت او جهت په (8.9 شکل) کې ښودل شوی. همدارنگه په نوموړي شکل کې د خاورې تخریب شوي ABC ساحه هم ښودل شوې ده. په یاد ولرو چې د افق سره د BC میلان زاویه د  $\eta$  سره برابره ده.

$$\eta = \frac{\pi}{4} + \frac{\phi'}{2} + \frac{\alpha}{2} - \frac{1}{2} \sin^{-1} \left( \frac{\sin \alpha}{\sin \phi'} \right) \quad \dots\dots\dots (18.9)$$



8.9 شکل. د رنکین فعال فشار موقیعت او جهت [335:4]

### عمودي شا سطحې سره دانه يي خاورو ډکون

(Granular Backfill with Vertical Back Face)

د يو عمودي شا سطحې لرونکې ديوال (چې  $\theta = 0$ ) لپاره د يو ځانگړې حالت په شکل لکه چې په (9.9 شکل) کې ښودل شوې د (13.9, 16.9, او 17.9 معادلې) په لاندې ډول ساده کيږي:

که چيرې د غير اصطکاکی استنادي ديوال د شا ډکون له دانه يي خاورې څخه وي ( $c' = 0$ ) او د افق سره د ( $\alpha$ ) زاویه ولري (9.9 شکل ته دې وکتل شي) د خاورې د فعال فشار ضريب کولاي شو په لاندې توگه بيان کړو [317:5]:

$$K_a = \cos \alpha \frac{\cos \alpha - \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi'}}{\cos \alpha + \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi'}} \quad \dots\dots\dots (19.9)$$

په دې ځای کې  $\phi'$  د خاورې د اصطکاکی ضريب دی.

د رنکین فعال فشار د  $z$  په هر ژوروالي سره کولای شو چې په لاندې توګه بیان کړو:

$$\sigma'_a = \gamma z K_a \quad \dots\dots\dots(20.9)$$

همدارنگه د دیوال په فې واحد طول باندې د قوې مجموعه عبارت ده له:

$$P_a = \gamma H^2 K_a \quad \dots\dots\dots(21.9)$$

باید په یاد ولرو چې په دې حالت کې د  $P_a$  لاسته راغلې قوه له افق سره د  $(\alpha)$  زاویه جوړوي او دیوال د لاندینې برخې څخه د  $H/3$  په فاصله کې قطع کوي. په (1.9 جدول) کې د  $(K_a)$  قیمت (د خاوري فعال فشار) د  $\phi'$  او  $\alpha$  مختلفو قیمتونو لپاره ورکړل شوی دی.

### عمودي شا سطحې سره $(c' - \phi')$ خاورو ډکون

(Vertical Back Face with  $c' - \phi'$  soil backfill)

د عمودي شا سطحې لرونکې یو استنادي دیوال (چې  $\theta = 0$ ) لپاره چې د شا ډکون ئې  $(c' - \phi')$  څخه وي د (Mazindrani او Ganjali) فرمول څخه لرو چې:

$$\sigma'_a = \gamma z K_a = \gamma z K'_a \cos \alpha \quad \dots\dots\dots(22.9)$$

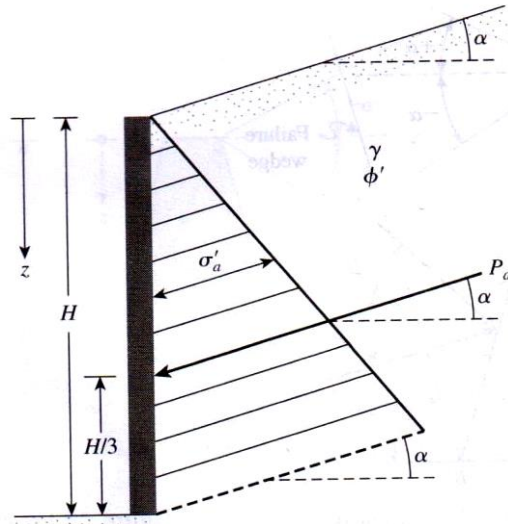
له کومه ځایه چې:

$$K'_a = \frac{1}{\cos^2 \phi'} \left\{ \frac{2 \cos^2 \alpha + 2 \left(\frac{c'}{\gamma z}\right) \cos \phi' \sin \phi'}{\sqrt{[4 \cos^2 \alpha (\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi') + 4 \left(\frac{c'}{\gamma z}\right)^2 + \cos^2 \phi' + 8 \left(\frac{c'}{\gamma z}\right) \cos^2 \alpha \sin \phi' \cos \phi']}} \right\} - 1 \quad \dots\dots\dots(23.9)$$

د  $K'_a$  ځینې قیمتونه په (2.9 جدول) کې ورکړل شوي دي. دې ډول مسائیلو لپاره د کششي درز ژوروالی په لاندې ډول پیدا کیږي:

$$z_c = \frac{2c'}{\gamma} \sqrt{\frac{1 + \sin \phi'}{1 - \sin \phi'}} \quad \dots\dots\dots(24.9)$$

په دې حالت کې له افق سره د خاوري د فعال فشار زاویه د  $(\alpha)$  سره مساوي ده.



9.9 شکل. د فعال فشار د (9.9, 19.9, 20.9 او 21.9 معادلو) لپاره یادگیرنه [5:317].

#### 4.9 مثال

د (9.9 شکل) استنادي دیوال په پام کې نیولو سره د هغې د شا ډکون د دانه یې خاورو څخه دی او نور اړوند مشخصات یې په لاندې ډول دي:  
دیوال:

$$H = 3\text{m}$$

$$\theta = 10^\circ$$

د دیوال تر شا ډکون:

$$\alpha = 15^\circ$$

$$\phi' = 35^\circ$$

$$c' = 0$$

$$\gamma = 18\text{kN/m}^3$$

د رنکین فعاله قوه  $P_a$ ، د هغې موقعیت او جهت پیدا کړئ؟

حل

د (14.9 مساوات) څخه لرو چې:

$$\begin{aligned} \psi_a &= \sin^{-1} \left( \frac{\sin \alpha}{\cos \phi'} \right) - \alpha + 2\theta = \sin^{-1} \left( \frac{\sin 15^\circ}{\cos 35^\circ} \right) - 15 + 2(10) \\ &= 31.82^\circ \end{aligned}$$

د (17.9 مساوات) څخه لرو چې:

$$K_a = \frac{\cos(15-10)\sqrt{1 + \sin^2 35 - 2\sin 35 \cos 31.82}}{\cos^2 10 (\cos 15 + \sqrt{\sin^2 35 - \sin^2 15})} = 0.59$$

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a = P_a = \frac{1}{2} (18)(3)^2 (0.59) = 48.8 \text{ kN/m}$$

د (15.9 مساوات) څخه لرو چې:

$$\beta' = \tan^{-1} \left( \frac{\sin \phi' \sin \psi_a}{1 - \sin \phi' \cos \psi_a} \right) = \tan^{-1} \left( \frac{(\sin 35)(\sin 31.82)}{1 - (\sin 35)(\cos 31.82)} \right) = 30.5^\circ$$

د  $P_a$  قوه د ديوال د لاندینۍ برخې څخه د  $10/3 = 3.33 \text{ ft}$  په فاصله عمل کوي او د ديوال د شا سطحې د عمود سره  $30.5^\circ$  زاویه جوړوي.

### 5.9 مثال

په (9.9 شکل) ښودل شوي استنادي ديوال لپاره لرو چې:

$\alpha = 10^\circ$  د لاسته راغلي رنکین فعاله قوه  $P_a$  د ديوال په في واحد طول کې او د نوموړې قوې موقیعت وروسته د کششي درز پیدا کیدلو څخه محاسبه کړئ؟

د  $P_a$  قوه د ديوال په في واحد طول کې او د نوموړې قوې موقیعت وروسته د کششي درز پیدا کیدلو څخه محاسبه کړئ؟

### حل

د (24.9) معادلې څخه لرو چې:

$$z_c = \frac{2c'}{\gamma} \sqrt{\frac{1 + \sin \phi'}{1 - \sin \phi'}} = \frac{2(13.5)}{18} \sqrt{\frac{1 + \sin 20}{1 - \sin 20}} = 2.14 \text{ m}$$

د  $z = 7.5 \text{ m}$  په ژوروالي:

$$\frac{c'}{\gamma z} = \frac{13.5}{(18)(7.5)} = 0.1$$

د  $\frac{c'}{\gamma z} = 0.1$ ،  $c' = 13.5 \text{ kN/m}^2$ ،  $\phi' = 20^\circ$  او  $\alpha = 10^\circ$  په پام کې نیولو

سره د (2.9 جدول) څخه د  $K'_a = 0.377$  قیمت اخلو. بنا پر دې د  $z = 7.5 \text{ m}$  په

ژوروالي کې لرو چې:

$$\sigma'_a = \gamma z K'_a \cos \alpha = (18)(7.5)(0.377)(\cos 10) = 50.1 \text{ kN/m}^2$$

د کششي درز له واقع کیدلو څخه وروسته د فشار تقسیم په ديوال باندې لکه

چې په (10.9 شکل) کې ښودل شوی مساوي دی له:

$$P_a = \frac{1}{2} (50.1)(7.5 - 2.14) = 134.3 \text{ kN/m}$$

او

$$\bar{z} = (H - z_c)/3 = \frac{(7.5 - 2.14)}{3} = 1.79 \text{ m}$$

جدول 1.3. Ko قیمتونه (19.3 مسارات) [318:5]

$\alpha$ (deg)	$\delta'$ (deg) →																										
$\downarrow$	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40														
0	0.3610	0.3470	0.3333	0.3201	0.3073	0.2948	0.2827	0.2710	0.2596	0.2486	0.2379	0.2275	0.2174														
1	0.3612	0.3471	0.3335	0.3202	0.3074	0.2949	0.2828	0.2711	0.2597	0.2487	0.2380	0.2276	0.2175														
2	0.3618	0.3476	0.3339	0.3207	0.3078	0.2953	0.2832	0.2714	0.2600	0.2489	0.2382	0.2278	0.2177														
3	0.3627	0.3485	0.3347	0.3214	0.3084	0.2959	0.2837	0.2719	0.2605	0.2494	0.2386	0.2282	0.2181														
4	0.3639	0.3496	0.3358	0.3224	0.3094	0.2967	0.2845	0.2726	0.2611	0.2500	0.2392	0.2287	0.2186														
5	0.3656	0.3512	0.3372	0.3237	0.3105	0.2978	0.2855	0.2736	0.2620	0.2508	0.2399	0.2294	0.2192														
6	0.3676	0.3531	0.3389	0.3253	0.3120	0.2992	0.2868	0.2747	0.2631	0.2518	0.2409	0.2303	0.2200														
7	0.3701	0.3553	0.3410	0.3272	0.3138	0.3008	0.2883	0.2761	0.2644	0.2530	0.2420	0.2313	0.2209														
8	0.3730	0.3580	0.3435	0.3294	0.3159	0.3027	0.2900	0.2778	0.2659	0.2544	0.2432	0.2325	0.2220														
9	0.3764	0.3611	0.3463	0.3320	0.3182	0.3049	0.2921	0.2796	0.2676	0.2560	0.2447	0.2338	0.2233														
10	0.3802	0.3646	0.3495	0.3350	0.3210	0.3074	0.2944	0.2818	0.2696	0.2578	0.2464	0.2354	0.2247														
11	0.3846	0.3686	0.3532	0.3383	0.3241	0.3103	0.2970	0.2841	0.2718	0.2598	0.2482	0.2371	0.2263														
12	0.3896	0.3731	0.3573	0.3421	0.3275	0.3134	0.2999	0.2868	0.2742	0.2621	0.2503	0.2390	0.2281														
13	0.3952	0.3782	0.3620	0.3464	0.3314	0.3170	0.3031	0.2898	0.2770	0.2646	0.2527	0.2412	0.2301														
14	0.4015	0.3839	0.3671	0.3511	0.3357	0.3209	0.3068	0.2931	0.2800	0.2674	0.2552	0.2435	0.2322														
15	0.4086	0.3903	0.3729	0.3564	0.3405	0.3253	0.3108	0.2968	0.2834	0.2705	0.2581	0.2461	0.2346														
16	0.4165	0.3975	0.3794	0.3622	0.3458	0.3302	0.3152	0.3008	0.2871	0.2739	0.2612	0.2490	0.2373														
17	0.4255	0.4056	0.3867	0.3688	0.3518	0.3356	0.3201	0.3053	0.2911	0.2776	0.2646	0.2521	0.2401														
18	0.4357	0.4146	0.3948	0.3761	0.3584	0.3415	0.3255	0.3102	0.2956	0.2817	0.2683	0.2555	0.2433														
19	0.4473	0.4249	0.4039	0.3842	0.3657	0.3481	0.3315	0.3156	0.3006	0.2862	0.2724	0.2593	0.2467														
20	0.4605	0.4365	0.4142	0.3934	0.3739	0.3555	0.3381	0.3216	0.3060	0.2911	0.2769	0.2634	0.2504														
21	0.4758	0.4498	0.4259	0.4037	0.3830	0.3637	0.3455	0.3283	0.3120	0.2965	0.2818	0.2678	0.2545														
22	0.4936	0.4651	0.4392	0.4154	0.3934	0.3729	0.3537	0.3356	0.3186	0.3025	0.2872	0.2727	0.2590														
23	0.5147	0.4829	0.4545	0.4287	0.4050	0.3832	0.3628	0.3438	0.3259	0.3091	0.2932	0.2781	0.2638														
24	0.5404	0.5041	0.4724	0.4440	0.4183	0.3948	0.3731	0.3529	0.3341	0.3164	0.2997	0.2840	0.2692														
25	0.5727	0.5299	0.4936	0.4619	0.4336	0.4081	0.3847	0.3631	0.3431	0.3245	0.3070	0.2905	0.2750														

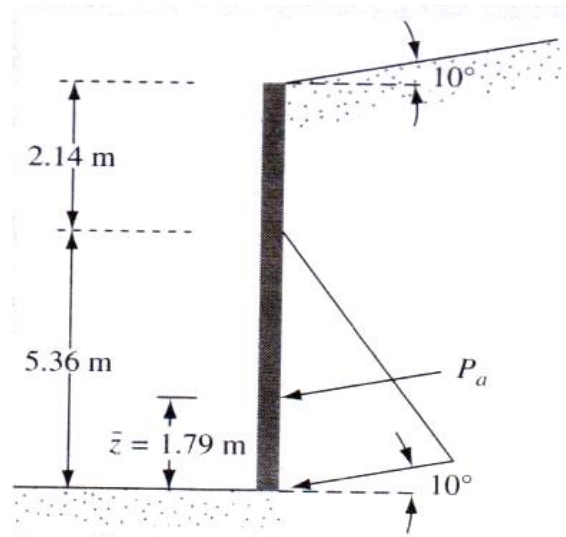
2.9 جدول. د  $K'_a$  قیمتونه [318:4]

$\phi' (deg)$	$\alpha (deg)$	$\frac{c'}{\gamma z}$			
		0.025	0.05	0.1	0.5
15	0	0.550	0.512	0.435	-0.179
	5	0.566	0.525	0.445	-0.184
	10	0.621	0.571	0.477	-0.186
	15	0.776	0.683	0.546	-0.196
20	0	0.445	0.420	0.350	-0.210
	5	0.465	0.429	0.357	-0.212
	10	0.497	0.456	0.377	-0.218
	15	0.567	0.514	0.417	-0.229
25	0	0.374	0.342	0.278	-0.231
	5	0.381	0.348	0.283	-0.233
	10	0.402	0.366	0.296	-0.239
	15	0.443	0.401	0.321	-0.250
30	0	0.305	0.276	0.218	-0.244
	5	0.309	0.280	0.221	-0.246
	10	0.323	0.292	0.230	-0.252
	15	0.350	0.315	0.246	-0.263

## 5.9 د کولمب فعال فشار (Coulomb's active pressure)

مخکې د رنکین خاوري فعال فشار په محاسباتو کې په دې فرضیه باندې ولاړ وو چې دیوال په غیر د اصطکاک څخه دی. په 1776 م کال کې (Coulomb) په استنادي دیوال باندې د خاوري افقي فشار محاسبې لپاره یوه تیوري پیشنهاد کړله چې د دیوال شا ډکون د دانه یې خاورو څخه وو. په دې نظریه کې د دیوال اصطکاک په پام کې نیول شوی دی [340:4].

د کولمب خاوري فعال فشار نظریې په کار وړلو لپاره، په (11a.9 شکل) کې ښودل شوي استنادي دیوال په پام کې نیول کېږي چې د شا سطحه ئې له افق سره  $\beta$  زاویه جوړوي. د دیوال د شا ډکون د دانه یې خاورو څخه دی چې د هغې میلان د افق سره د  $\alpha$  زاویه جوړوي. همدارنگه د دیوال او خاوري تر منځ د اصطکاک زاویه (یعنې د دیوال د اصطکاک زاویه)  $\delta'$  په پام کې نیول کېږي.



10.9 شکل. د رنکین فعالې قوې محاسبه ( $c' - \phi'$  خاوره) [341:4]

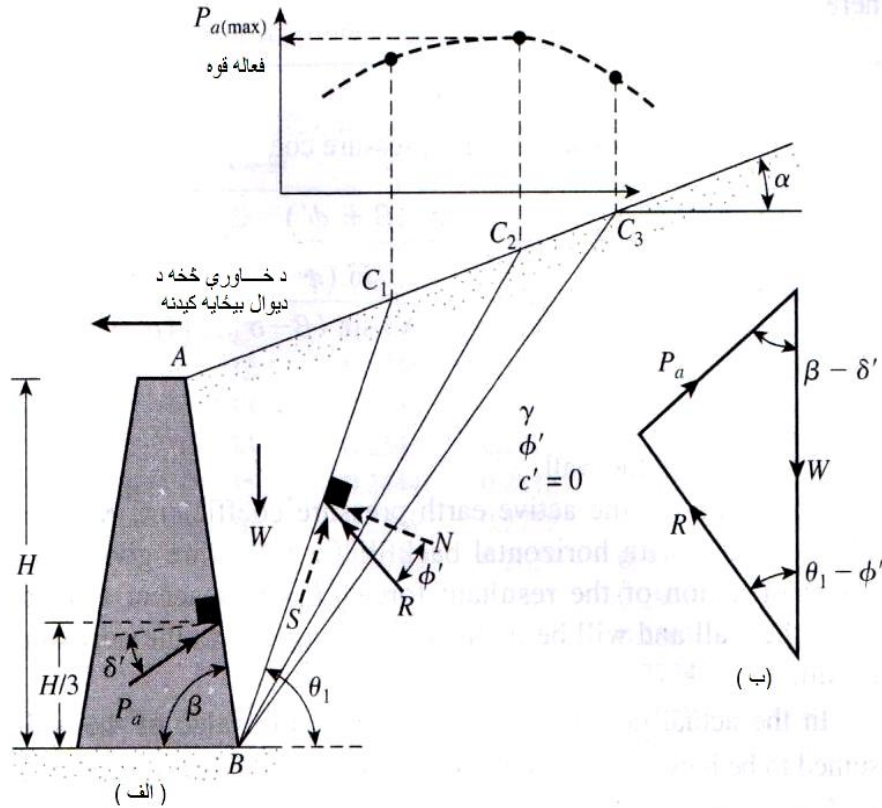
د فعال فشار لاندې دیوال د خاورې د کتلې څخه بیرون خواته بیخایه کیږي (په شکل کې چپ خواته). کولمب فرض کړ چې په دې ډول حالت کې د خاورې په کتله کې تخریب شوې سطحه یوې صفحې په شکل ده (لکه  $BC_1$ ،  $BC_2$ ، ...). بنا پر دې د فعالې قوې پیدا کولو لپاره د  $ABC_1$  یوه احتمالي تخریبي برخه په پام کې نیول شوې ده. په نوموړې تخریب شوې برخې باندې د قوو عمل (د في واحد طول لپاره چې په ښودل شوي قطع شوي سطحه باندې عمود ده) په لاندې ډول ده:

1. د تخریب شوې برخې وزن  $W$ .
2. د  $BC_1$  سطحې په طول کې لاسته راغلي ( $R$ ) عمودي او د غوڅیدنې د مقاومت قوې. د  $R$  قوه د  $BC_1$  سطحې عمود سره د  $\phi'$  زاویه جوړوي.
3. د دیوال په في واحد طول باندې د  $P_a$  فعاله قوه چې د دیوال شاد سطحې عمود سره د  $\delta'$  زاویه جوړوي.

د تعادل د برقرارولو لپاره کولای شو چې د قوو مثلث چې په (9b.11 شکل) کې ښودل شوی رسم کړو. دا باید په یاد ولرو چې  $\theta_1$  هغه زاویه ده چې  $BC_1$  ئې له افق سره تشکیلوي. ځکه چې د  $W$  او همدارنگه د دريو قوو جهتونو معلوم کړو، د  $P_a$



قیمت باید لومړې پیدا کړو. په مشابه توګه د نورو تخریب شوو برخو ( $ABC_2, ABC_3, \dots$ ) قوې هم پیدا کړو. په دې ترتیب د  $P_a$  لاسته راغلې اعظمي قیمت ته د کولمب فعاله قوه وايي (د 11.9 شکل پورتنۍ برخه دې وکتل شي) چې کولای شو په لاندې ډول بیان کړو:



11.9 شکل. د Coulomb فعال فشار [4:341].

$$P_a = \frac{1}{2} K_a \gamma H^2 \quad \dots \dots \dots (25.9)$$

په دې ځای کې  $K_a$  د کولمب خاوري فعال فشار ضریب دی چې په لاندې توګه پیدا کیږي:

$$K_a = \frac{\sin^2(\beta + \phi')}{\sin^2 \beta \sin(\beta - \delta') \left[ 1 + \frac{\sin(\phi' + \delta') \sin(\phi' - \alpha)}{\sin(\beta - \delta') \sin(\alpha + \beta)} \right]^2} \quad \dots \dots \dots (26.9)$$

او  $H$  د دیوال ارتفاع ده.

په (3.9 جدول) کې د خاورې د فعال فشار ضریب  $K_a$  قیمتونه د عمودي استنادي دیوال د  $(\beta = 90^\circ)$  د شا افقي ډکون سره  $\alpha = 0$  ورکړل شوی دی. باید په یاد ولرو چې د  $(P_a)$  لاسته راغلي قوې د تاثیر خط دیوال د لاندینۍ برخې څخه  $H/3$  په فاصله عمل کوي چې د دیوال د شا سطحې له عمود سره د  $\delta'$  زاویه جوړوي.

د استنادي دیوالونو په واقعي ډیزاین کې د دیوال د اصطکاک زاویې  $\delta'$  قیمت د  $\frac{2}{3}\phi'$  او  $\frac{\phi'}{2}$  تر منځ فرض کېږي. د  $(\delta' = \frac{2}{3}\phi'$  او  $\frac{\phi'}{2})$  قیمتونو سره د  $\phi'$ ،  $\alpha$  او  $\beta$  مختلفو قیمتونو لپاره د خاورې د فعال فشار ضریبونه په ترتیب سره په (4.9 او 5.9 جدولونو) کې ورکړل شوي دي. په ډیزاین کې د نوموړو ضریبونو په پام کې نیول ډېر ګټور دي.

که چیرې د دیوال د شا ډکون له پاسه یو شان د  $q$  شدت لرونکې سرباري موقیعت ولري (په 13.9 شکل کې ښودل شوې)، د  $P_a$  فعاله قوه پلاندي ډول محاسبه کېږي [342:4]

$$P_a = \frac{1}{2} K_a \gamma_{eq} H^2 \quad \dots\dots\dots(27.9)$$

چیرې چې:

$$\gamma_{eq} = \gamma + \left( \frac{\sin\beta}{\sin(\beta+\alpha)} \right) \left( \frac{2q}{H} \right) \quad \dots\dots\dots(28.9)$$

3.9 جدول. د  $\beta = 90^\circ$  او  $\alpha = 0^\circ$  لپاره د  $K_a$  قیمتونه (26.9 مساوات) [342:4].

$\phi'$ (deg)	$\delta'$ (deg)					
	0	5	10	15	20	25
28	0.3610	0.3448	0.3330	0.3251	0.3203	0.3186
30	0.3333	0.3189	0.3085	0.3014	0.2973	0.2956
32	0.3073	0.2945	0.2853	0.2791	0.2755	0.2745
34	0.2827	0.2714	0.2633	0.2579	0.2549	0.2542
36	0.2596	0.2497	0.2426	0.2379	0.2354	0.2350
38	0.2379	0.2292	0.2230	0.2190	0.2169	0.2167
40	0.2174	0.2098	0.2045	0.2011	0.1994	0.1995
42	0.1982	0.1916	0.1870	0.1841	0.1828	0.1831

### 6.9 مثال

د (11a.9 شکل) استنادي ديوال په پام کې نيولو سره ، د هغې ارتفاع  $H = 4.6\text{m}$  ،  
د خاوري واحد وزن  $\gamma = 16.5\text{ kN/m}^3$  ، د خاوري اصطكاك زاويې  $\phi' = 30^\circ$  ، د ديوال د  
اصطكاك زاويه  $\delta' = \frac{2}{3}\phi'$  ، د خاوري سربیناكي  $c' = 0$  او  $\alpha = 0^\circ$  او  $\beta = 90^\circ$   
ورکړل شوی دی. د کولمب فعاله قوه د ديوال په في واحد کې محاسبه کړئ.

حل

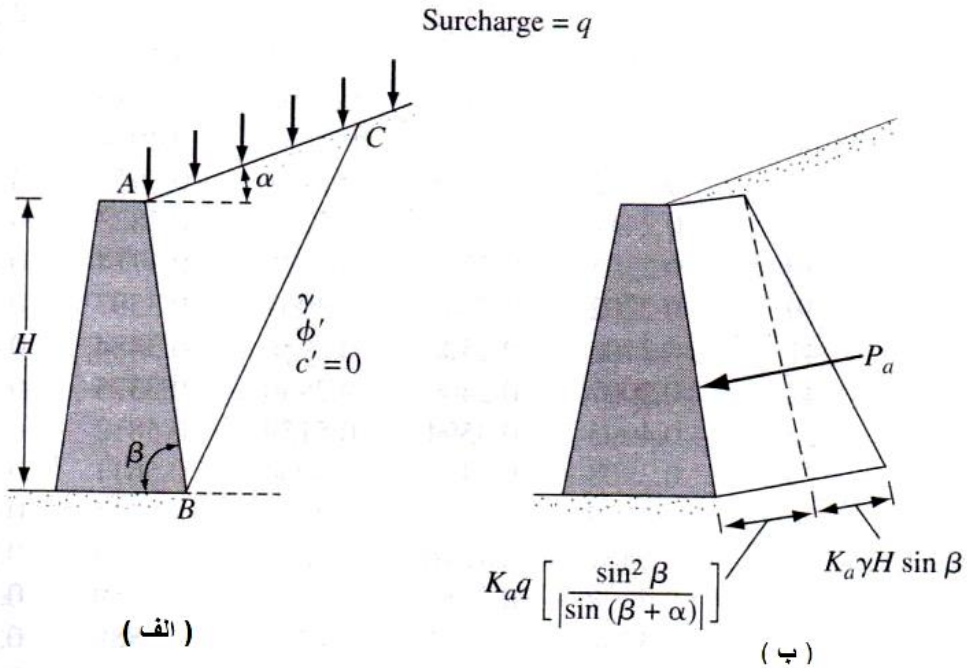
د (25.9 مساوات) څخه لرو چې:

$$P_a = \frac{1}{2} K_a \gamma H^2$$

د (4.9 جدول) څخه د  $\phi' = 30^\circ$  ،  $\beta = 90^\circ$  ،  $\alpha = 0$  ،  $c' = 0$

او  $\phi' = 20^\circ$  او  $\delta' = \frac{2}{3}$  قيمتونو په پام کې نيولو سره د  $K_a = 0.297$  قيمت اخلو او لرو چې

$$P_a = \frac{1}{2} (0.297)(16.5)(4.6)^2 = 51.85\text{ kN/m}$$



12.9 شکل. د ديوال شا ډکون له پاسه د سرباري سره د کولمب فعال فشار [4:346].

## 7.9 مثال

د (13a.3 شکل) استنادي ديوال په پام کې نيولو سره ، د هغې ارتفاع  $H = 6.1\text{m}$  ، د خاوري واحد وزن  $\gamma = 18\text{ kN/m}^3$  ، د خاوري د اصطکاک زاويې  $\phi' = 30^\circ$  ، د ديوال د اصطکاک زاويه  $\delta' = 20^\circ$  ، د خاوري سربیناكي  $q = 96\text{ kN/m}^2$  ،  $\alpha = 5^\circ$  او  $\beta = 85^\circ$  ورکړل شوی دی. د کولمب فعاله قوه د ديوال په في واحد کې او د هغې موقیعت محاسبه کړئ.

## حل

د  $\phi' = 30^\circ$  ،  $\delta' = 20^\circ$  ،  $\alpha = 5^\circ$  ،  $\beta = 85^\circ$  او د (4.9 جدول) څخه  $K_a = 0.3578$  قيمتونو په پام کې نيول سره د (27.9 او 28.9 مساواتونو) څخه لرو چې

$$P_a = \frac{1}{2} K_a \gamma_{eq} H^2 = \frac{1}{2} K_a \left[ \gamma + \left( \frac{\sin \beta}{\sin(\beta + \alpha)} \right) \left( \frac{2q}{H} \right) \right] H^2$$

$$= \underbrace{\frac{1}{2} K_a \gamma H^2}_{P_{a(1)}} + \underbrace{K_a H q \left( \frac{\sin \beta}{\sin(\beta + \alpha)} \right)}_{P_{a(2)}} = (0.5)(0.3578)(18)(6.1)^2 +$$

$$(0.3578)(6.1)(96) \left( \frac{\sin 85}{\sin(85+5)} \right) = 119.8 + 208.7 = 328.5\text{ kN/m}$$

د لاسته راغلي قوې د تاثیر خط موقیعت:

$$P_a \bar{z} = P_{a(1)} \frac{H}{3} + P_{a(2)} \frac{H}{2}$$

یا

$$\bar{z} = \frac{(119.8) \left( \frac{6.1}{3} \right) + (208.7) \left( \frac{6.1}{2} \right)}{328.5} = 2.68\text{m}$$

(د ديوال د لاندینۍ برخې څخه عموداً اندازه کېږي)

6.9 سرباري له کبله د خاوري فعال فشار (Lateral earth pressure due to surcharge) په ډيرو مواردو کې ، په غاړه نه ایښودونکې استنادي ساختمانونو باندې د خاوري افقي فشار معلومولو لپاره چې د سرباريو مختلفو ډولونو پواسطه بار شوي وو ، د

الاستيکي نظريې څخه استفاده شوي لکه خطي بارونه (9.13a شکل)، او فېته يې بارونه (9.13b شکل).

د الاستيکي نظريې په کتلو سره، په استنادي ساختمانونو باندې د  $z$  په هر ژوروالي سره فشار په في واحد طول کې د  $q$  شدت لرونکې خطي بار له سببه وي (9.13a شکل) او پلاندي ډول لاسته راځي:

$$\sigma = \frac{2q}{\pi H} \frac{a^2 b}{(a^2 + b^2)^2} \dots\dots\dots (29.9)$$

چېرې چې  $\sigma$  د  $z = bH$  په ژوروالي سره افقي فشار دی.

(د  $a$  او  $b$  اصطلاح گانو د توضيحاتو لپاره د 9.13a شکل دې وکتل شي).

په هر ترتيب، دا چې خاوره کاملاً الاستيکي خاصيت نه لري، نو له (9.29 مساوات) څخه د يو څه انحراف هيله کيدلای شي. د نوموړي مساوات اصلاح شوي شکل چې د خاورې لپاره استعماليري په لاندې ډول دی:

$$\sigma = \frac{4a}{\pi H} \frac{a^2 b}{(a^2 + b^2)} \quad \text{د } a > 0.4 \text{ لپاره} \quad \dots\dots\dots (30.9)$$

او

$$\sigma = \frac{q}{H} \frac{a^2 b}{(0.16 + b^2)^2} \quad \text{د } a \leq 0.4 \text{ لپاره} \quad \dots\dots\dots (31.9)$$

په (9.13b شکل) کې په في واحد سطحه کې د  $q$  په شدت سره فېته يې بارونه بنودل شوي چې له ديوال څخه د  $H$  په ارتفاع د  $b'$  په فاصله کې موقيعت لري. د الاستيکي نظريې په اساس د استنادي ساختمان د  $z$  په هر ژوروالي سره افقي فشار  $\sigma$  مساوي دی په

$$\sigma = \frac{q}{\pi} (\beta - \sin\beta \cos 2\alpha) \dots\dots\dots (32.9)$$

(د  $\alpha$  او  $\beta$  زاويې په 9.13b شکل کې تعريف شوي دي)

په هر صورت، د خاورې په حالت کې د (9.32 مساوات) بڼې طرف دوه برابره کيږي يا:

$$\sigma = \frac{2q}{\pi} (\beta - \sin\beta \cos 2\alpha) \dots\dots\dots (33.9)$$

4.9 جدول. د  $\delta' = \frac{2}{3}\phi'$  لپاره د  $K_a$  قیمتونه (26.9 مساوات څخه) [343:4].

$\alpha$ (deg)	$\phi'$ (deg)	$\beta$ (deg)					
		90	85	80	75	70	65
0	28	0.3213	0.3588	0.4007	0.4481	0.5026	0.5662
	29	0.3091	0.3467	0.3886	0.4362	0.4908	0.5547
	30	0.2973	0.3349	0.3769	0.4245	0.4794	0.5435
	31	0.2860	0.3235	0.3655	0.4133	0.4682	0.5326
	32	0.2750	0.3125	0.3545	0.4023	0.4574	0.5220
	33	0.2645	0.3019	0.3439	0.3917	0.4469	0.5117
	34	0.2543	0.2916	0.3335	0.3813	0.4367	0.5017
	35	0.2444	0.2816	0.3235	0.3713	0.4267	0.4919
	36	0.2349	0.2719	0.3137	0.3615	0.4170	0.4824
	37	0.2257	0.2626	0.3042	0.3520	0.4075	0.4732
	38	0.2168	0.2535	0.2950	0.3427	0.3983	0.4641
	39	0.2082	0.2447	0.2861	0.3337	0.3894	0.4553
	40	0.1998	0.2361	0.2774	0.3249	0.3806	0.4468
	41	0.1918	0.2278	0.2689	0.3164	0.3721	0.4384
5	28	0.1840	0.2197	0.2606	0.3080	0.3637	0.4302
	29	0.3431	0.3845	0.4311	0.4843	0.5461	0.6190
	30	0.3295	0.3709	0.4175	0.4707	0.5325	0.6056
	31	0.3165	0.3578	0.4043	0.4575	0.5194	0.5926
	32	0.3039	0.3451	0.3916	0.4447	0.5067	0.5800
	33	0.2919	0.3329	0.3792	0.4324	0.4943	0.5677
	34	0.2803	0.3211	0.3673	0.4204	0.4823	0.5558
	35	0.2691	0.3097	0.3558	0.4088	0.4707	0.5443
	36	0.2583	0.2987	0.3446	0.3975	0.4594	0.5330
	37	0.2479	0.2881	0.3338	0.3866	0.4484	0.5221
	38	0.2379	0.2778	0.3233	0.3759	0.4377	0.5115
	39	0.2282	0.2679	0.3131	0.3656	0.4273	0.5012
	40	0.2188	0.2582	0.3033	0.3556	0.4172	0.4911
	41	0.2098	0.2489	0.2937	0.3458	0.4074	0.4813
10	28	0.2011	0.2398	0.2844	0.3363	0.3978	0.4718
	29	0.1927	0.2311	0.2753	0.3271	0.3884	0.4625
	30	0.3702	0.4164	0.4686	0.5287	0.5992	0.6834
	31	0.3548	0.4007	0.4528	0.5128	0.5831	0.6672
	32	0.3400	0.3857	0.4376	0.4974	0.5676	0.6516
	33	0.3259	0.3713	0.4230	0.4826	0.5526	0.6365
	34	0.3123	0.3575	0.4089	0.4683	0.5382	0.6219
	35	0.2993	0.3442	0.3953	0.4545	0.5242	0.6078
	36	0.2868	0.3314	0.3822	0.4412	0.5107	0.5942
	37	0.2748	0.3190	0.3696	0.4283	0.4976	0.5810
	38	0.2633	0.3072	0.3574	0.4158	0.4849	0.5682
	39	0.2522	0.2957	0.3456	0.4037	0.4726	0.5558
	40	0.2415	0.2846	0.3342	0.3920	0.4607	0.5437
	41	0.2313	0.2740	0.3231	0.3807	0.4491	0.5321
15	28	0.2214	0.2636	0.3125	0.3697	0.4379	0.5207
	29	0.2119	0.2537	0.3021	0.3590	0.4270	0.5097
	30	0.2027	0.2441	0.2921	0.3487	0.4164	0.4990
	31	0.2065	0.4585	0.5179	0.5868	0.6685	0.7670

(continued)

4.9 جدول ادامه.

$\alpha$ (deg)	$\phi'$ (deg)	$\beta$ (deg)					
		90	85	80	75	70	65
20	29	0.3881	0.4397	0.4987	0.5672	0.6483	0.7463
	30	0.3707	0.4219	0.4804	0.5484	0.6291	0.7265
	31	0.3541	0.4049	0.4629	0.5305	0.6106	0.7076
	32	0.3384	0.3887	0.4462	0.5133	0.5930	0.6895
	33	0.3234	0.3732	0.4303	0.4969	0.5761	0.6721
	34	0.3091	0.3583	0.4150	0.4811	0.5598	0.6554
	35	0.2954	0.3442	0.4003	0.4659	0.5442	0.6393
	36	0.2823	0.3306	0.3862	0.4513	0.5291	0.6238
	37	0.2698	0.3175	0.3726	0.4373	0.5146	0.6089
	38	0.2578	0.3050	0.3595	0.4237	0.5006	0.5945
	39	0.2463	0.2929	0.3470	0.4106	0.4871	0.5805
	40	0.2353	0.2813	0.3348	0.3980	0.4740	0.5671
	41	0.2247	0.2702	0.3231	0.3858	0.4613	0.5541
	42	0.2146	0.2594	0.3118	0.3740	0.4491	0.5415
	28	0.4602	0.5205	0.5900	0.6714	0.7689	0.8880
	29	0.4364	0.4958	0.5642	0.6445	0.7406	0.8581
	30	0.4142	0.4728	0.5403	0.6195	0.7144	0.8303
	31	0.3935	0.4513	0.5179	0.5961	0.6898	0.8043
	32	0.3742	0.4311	0.4968	0.5741	0.6666	0.7799
	33	0.3559	0.4121	0.4769	0.5532	0.6448	0.7569
	34	0.3388	0.3941	0.4581	0.5335	0.6241	0.7351
	35	0.3225	0.3771	0.4402	0.5148	0.6044	0.7144
	36	0.3071	0.3609	0.4233	0.4969	0.5856	0.6947
	37	0.2925	0.3455	0.4071	0.4799	0.5677	0.6759
38	0.2787	0.3308	0.3916	0.4636	0.5506	0.6579	
39	0.2654	0.3168	0.3768	0.4480	0.5342	0.6407	
40	0.2529	0.3034	0.3626	0.4331	0.5185	0.6242	
41	0.2408	0.2906	0.3490	0.4187	0.5033	0.6083	
42	0.2294	0.2784	0.3360	0.4049	0.4888	0.5930	

5.9 جدول.  $\delta' = \frac{\phi'}{2}$  د لپاره د  $K_a$  قیمتونه (26.9 مساوات څخه) [327:5]

$\alpha$ (deg)	$\phi'$ (deg)	$\beta$ (deg)						
		90	85	80	75	70	65	
0	28	0.3264	0.3629	0.4034	0.4490	0.5011	0.5616	
	29	0.3137	0.3502	0.3907	0.4363	0.4886	0.5492	
	30	0.3014	0.3379	0.3784	0.4241	0.4764	0.5371	
	31	0.2896	0.3260	0.3665	0.4121	0.4645	0.5253	
	32	0.2782	0.3145	0.3549	0.4005	0.4529	0.5137	
	33	0.2671	0.3033	0.3436	0.3892	0.4415	0.5025	
	34	0.2564	0.2925	0.3327	0.3782	0.4305	0.4915	
	35	0.2461	0.2820	0.3221	0.3675	0.4197	0.4807	
	36	0.2362	0.2718	0.3118	0.3571	0.4092	0.4702	
	5	37	0.2265	0.2620	0.3017	0.3469	0.3990	0.4599
		38	0.2172	0.2524	0.2920	0.3370	0.3890	0.4498
		39	0.2081	0.2431	0.2825	0.3273	0.3792	0.4400
		40	0.1994	0.2341	0.2732	0.3179	0.3696	0.4304
41		0.1909	0.2253	0.2642	0.3087	0.3602	0.4209	
42		0.1828	0.2168	0.2554	0.2997	0.3511	0.4177	
28		0.3477	0.3879	0.4327	0.4837	0.5425	0.6115	
29		0.3337	0.3737	0.4185	0.4694	0.5282	0.5972	
30		0.3202	0.3601	0.4048	0.4556	0.5144	0.5833	
31		0.3072	0.3470	0.3915	0.4422	0.5009	0.5698	
32		0.2946	0.3342	0.3787	0.4292	0.4878	0.5566	
33		0.2825	0.3219	0.3662	0.4166	0.4750	0.5437	
34		0.2709	0.3101	0.3541	0.4043	0.4626	0.5312	
35	0.2596	0.2986	0.3424	0.3924	0.4505	0.5190		
36	0.2488	0.2874	0.3310	0.3808	0.4387	0.5070		
37	0.2383	0.2767	0.3199	0.3695	0.4272	0.4954		
38	0.2282	0.2662	0.3092	0.3585	0.4160	0.4840		
39	0.2185	0.2561	0.2988	0.3478	0.4050	0.4729		
40	0.2090	0.2463	0.2887	0.3374	0.3944	0.4620		
41	0.1999	0.2368	0.2788	0.3273	0.3840	0.4514		
42	0.1911	0.2276	0.2693	0.3174	0.3738	0.4410		
10	28	0.3743	0.4187	0.4688	0.5261	0.5928	0.6719	
	29	0.3584	0.4026	0.4525	0.5096	0.5761	0.6549	
	30	0.3432	0.3872	0.4368	0.4936	0.5599	0.6385	
	31	0.3286	0.3723	0.4217	0.4782	0.5442	0.6225	
	32	0.3145	0.3580	0.4071	0.4633	0.5290	0.6071	
	33	0.3011	0.3442	0.3930	0.4489	0.5143	0.5920	
	34	0.2881	0.3309	0.3793	0.4350	0.5000	0.5775	
	35	0.2757	0.3181	0.3662	0.4215	0.4862	0.5633	
	36	0.2637	0.3058	0.3534	0.4084	0.4727	0.5495	
	37	0.2522	0.2938	0.3411	0.3957	0.4597	0.5361	
	38	0.2412	0.2823	0.3292	0.3833	0.4470	0.5230	
	39	0.2305	0.2712	0.3176	0.3714	0.4346	0.5103	
	40	0.2202	0.2604	0.3064	0.3597	0.4226	0.4979	
41	0.2103	0.2500	0.2956	0.3484	0.4109	0.4858		
42	0.2007	0.2400	0.2850	0.3375	0.3995	0.4740		
15	28	0.4095	0.4594	0.5159	0.5812	0.6579	0.7498	
	29	0.3908	0.4402	0.4964	0.5611	0.6373	0.7284	
	30	0.3730	0.4220	0.4777	0.5419	0.6175	0.7080	
	31	0.3560	0.4046	0.4598	0.5235	0.5985	0.6884	
	32	0.3398	0.3880	0.4427	0.5059	0.5803	0.6695	
	33	0.3244	0.3721	0.4262	0.4889	0.5627	0.6513	
	34	0.3097	0.3568	0.4105	0.4726	0.5458	0.6338	
	35	0.2956	0.3422	0.3953	0.4569	0.5295	0.6168	



$\alpha$ (deg)	$\phi'$ (deg)	$\beta$ (deg)					
		90	85	80	75	70	65
20	36	0.2821	0.3282	0.3807	0.4417	0.5138	0.6004
	37	0.2692	0.3147	0.3667	0.4271	0.4985	0.5846
	38	0.2569	0.3017	0.3531	0.4130	0.4838	0.5692
	39	0.2450	0.2893	0.3401	0.3993	0.4695	0.5543
	40	0.2336	0.2773	0.3275	0.3861	0.4557	0.5399
	41	0.2227	0.2657	0.3153	0.3733	0.4423	0.5258
	42	0.2122	0.2546	0.3035	0.3609	0.4293	0.5122
	28	0.4614	0.5188	0.5844	0.6608	0.7514	0.8613
	29	0.4374	0.4940	0.5586	0.6339	0.7232	0.8313
	30	0.4150	0.4708	0.5345	0.6087	0.6968	0.8034
	31	0.3941	0.4491	0.5119	0.5851	0.6720	0.7772
	32	0.3744	0.4286	0.4906	0.5628	0.6486	0.7524
	33	0.3559	0.4093	0.4704	0.5417	0.6264	0.7289
	34	0.3384	0.3910	0.4513	0.5216	0.6052	0.7066
	35	0.3218	0.3736	0.4331	0.5025	0.5851	0.6853
	36	0.3061	0.3571	0.4157	0.4842	0.5658	0.6649
	37	0.2911	0.3413	0.3991	0.4668	0.5474	0.6453
	38	0.2769	0.3263	0.3833	0.4500	0.5297	0.6266
	39	0.2633	0.3120	0.3681	0.4340	0.5127	0.6085
	40	0.2504	0.2982	0.3535	0.4185	0.4963	0.5912
	41	0.2381	0.2851	0.3395	0.4037	0.4805	0.5744
	42	0.2263	0.2725	0.3261	0.3894	0.4653	0.5582

د فیتہ ٹی بارونې له کبله په في واحد طول کې مجموعي قوه (P) په لاندې صورت

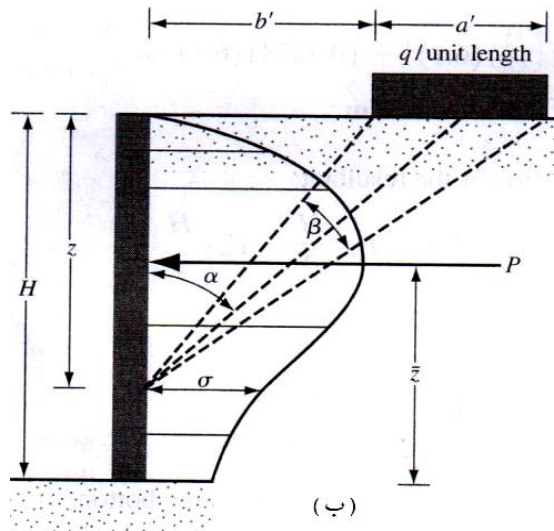
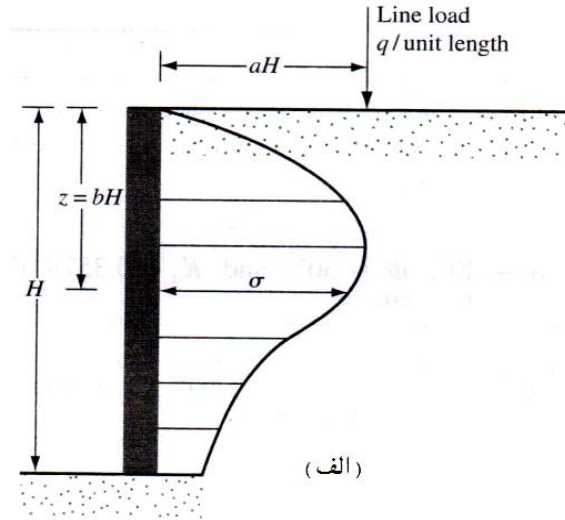
سره بیانېږي (Jarquio).

$$P = \frac{q}{90} [H(\theta_2 - \theta_1)] \quad \dots\dots\dots(34.9)$$

چیرې چې:

$$\theta_1 = \tan^{-1} \left( \frac{b'}{H} \right) \quad (\text{deg}) \quad \dots\dots\dots(35.9)$$

$$\theta_2 = \tan^{-1} \left( \frac{a'+b'}{H} \right) \quad (\text{deg}) \quad \dots\dots\dots(36.9)$$



13.9 شکل. د خاورې افقي فشار چې (الف) د خطي بارونې او (ب) فیته یې بارونې پواسطه صورت نیولی [320:6].

د لاسته راغلې قوې P د  $\bar{z}$  د موقیعت لپاره (9b.13 شکل ته وکتل شي) او په لاندې ډول پیدا کیري:

$$\bar{z} = H - \left[ \frac{H^2(\theta_2 - \theta_1) + (R - Q) - 57.3a'H}{2H(\theta_2 - \theta_1)} \right] \dots\dots\dots(37.9)$$

چیرې چې:

$$R = (a' + b')^2(90 - \theta_2) \dots\dots\dots(38.9)$$

$$Q = b'^2(90 - \theta_1) \dots\dots\dots(39.9)$$

### 7.9 مثال

د (13b.9 شکل) ته په پام کې نیولو سره لاندینې ارقام ورکړل شوي دي:

$$H = 6 \text{ m او } a' = 2 \text{ m, } b' = 1 \text{ m, } q = 40 \text{ kN/m}^2$$

په دیوال باندې مجموعي قوه (kN/m) چې یواځې د فیته یې بارونې له کبله رامنځته شوې وي پیدا کړئ؟

حل

د (35.9 مساوات) څخه لرو:

$$\theta_1 = \tan^{-1}\left(\frac{b'}{H}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{1}{6}\right) = 9.46^\circ$$

$$\theta_2 = \tan^{-1}\left(\frac{a'+b'}{H}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{2+1}{6}\right) = 26.57^\circ$$

د (34.9 مساوات) څخه لرو:

$$P = \frac{q}{90} [H(\theta_2 - \theta_1)] = \frac{40}{90} [6(26.57 - 9.46)] = 45.63 \text{ kN/m}$$

### 8.9 مثال

د (7.9 مثال) ته په پام کې نیولو سره دلاسته راغلي مجموعي قوې د  $\bar{z}$  موقیعت

پیدا کړئ؟

حل

د (38.9 او 39.9 مساواتونو) څخه لرو:

$$R = (a' + b')^2(90 - \theta_2) = (2 + 1)^2(90 - 26.57) = 570.87$$

$$Q = b'^2(90 - \theta_1) = 1^2(90 - 9.46) = 80.54$$

د (37.9 مساوات) څخه لرو:

$$\begin{aligned}\bar{z} &= H - \left[ \frac{H^2(\theta_2 - \theta_1) + (R - Q) - 57.3a'H}{2H(\theta_2 - \theta_1)} \right] \\ &= 6 - \left[ \frac{(6)^2(26.57 - 9.46) + (570.87 - 80.54) - 57.3(2)(6)}{2(6)(26.57 - 9.46)} \right] = \mathbf{3.96 \text{ m}}\end{aligned}$$

### 7.9 د زلزلی حالتونو لپاره د خاوري فعال فشار

(Active Earth Pressure For Earthquake Conditions)

د کولمب د خاوري فعال فشار نظریه کیدلی شي چې د زلزلی حالتونو په پام کې نیولو سره وغزول شي. په (15.9 شکل) کې د دانه یې خاورو  $c' = 0$  سره ډکون لپاره د فعال فشار حالت بنودل شوی دی. په یاد ولری چپه (14.9 شکل) کې هغه قوې چې د خاوري په تخریب شوې برخه باندې عمل کوي، لکه د (11a.9 شکل) په څیر دی یواځې په دې کې د  $k_h W$  او  $k_v W$  دوه قوې په ترتیب سره افقي او عمودي جهتونو باندې اضافه شوي دي.  $k_h$  او  $k_v$  کیدلی شي چې په لاندې ډول تعریف شي [466:15]:

$$k_h = \frac{\text{د زلزلي شدتد مرکبهافقي قوه تعجیل د ځمکې}}{\dots\dots\dots} \quad (40.9)$$

$$k_v = \frac{\text{د زلزلي شدتد مرکبعمودي قوه تعجیل د ځمکې}}{\dots\dots\dots} \quad (41.9)$$

د (5.9 برخې) په ډول د دیوال په فی واحد طول کې فعاله قوه ( $P_{ae}$ ) په لاندې ډول

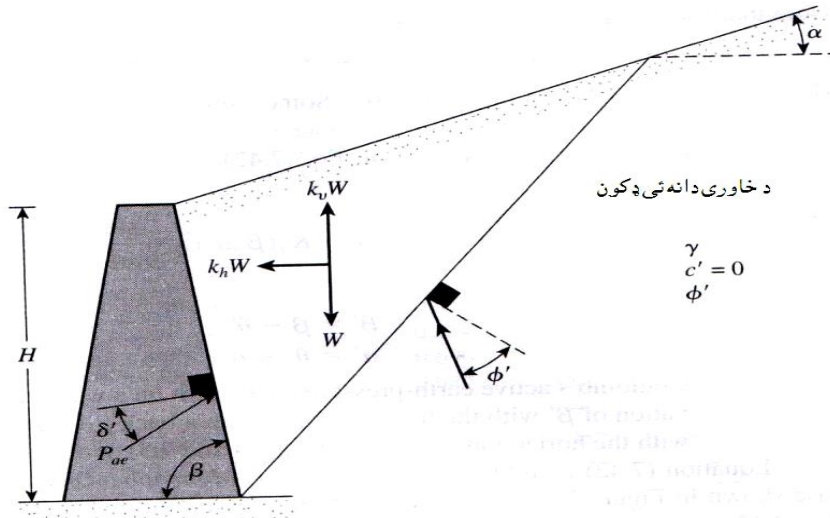
پیدا کیږي:

$$P_{ae} = \frac{1}{2} \gamma H^2 (1 - k_v) K_{ae} \quad \dots\dots\dots (42.9)$$

په دې ځای کې  $K_{ae}$  د خاوري فعال فشار ضریب دې.

$$K_{ae} = \frac{\sin^2(\phi' + \beta - \theta')}{\cos \theta' \sin^2 \beta \sin(\beta - \theta' - \delta') \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi' + \delta') \sin(\phi' - \theta' - \alpha)}{\sin(\beta - \delta' - \theta') \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2} \quad \dots\dots (43.9)$$

$$\theta' = \tan^{-1} \left[ \frac{K_h}{(1 - K_v)} \right] \quad \dots\dots\dots (44.9)$$



14.9 شکل. د (42.9 مساوات) لاسته راوړل [466:15].

په یاد ولری چې له زلزلي څخه په غیر حالت کې:

$$K_h = 0, \quad K_v = 0 \quad \text{او} \quad \theta' = 0$$

په دې اساس  $K_{ae} = K_a$  (لکه چې د 26.9 مساوات پواسطه ورکړل شوي).  
 د  $\beta = 90^\circ$  او  $K_v = 0$  لپاره د  $K_{ae}$  ځینې قیمتونه په (3.9 جدول) کې ورکړل شوي دي.  
 د  $P_{ae}$  مقدار چې د (42.9 معادلې) پواسطه پیدا کیږي، کولای شو چې د Seed او Whitman د لاندې مساوات له مخې هم تعیین کړو:

$$P_{ae} = \frac{1}{2} \gamma H^2 (1 - K_v) [K_a(\beta', \alpha')] \left( \frac{\sin^2 \beta'}{\cos \theta' \sin^2 \beta} \right) \quad \dots \dots \dots (45.9)$$

چېرې چې:

$$\beta' = \beta - \theta' \quad \dots \dots \dots (46.9)$$

$$\alpha' = \theta' + \alpha \quad \dots \dots \dots (47.9)$$

$K_a(\beta', \alpha')$  د کولمب خاوري فعال فشار ضریب دې په هغه وخت کې چې د دیوال شا له افق سره د  $\beta'$  زاویه ولري او د هغې تر شا ډکون د افق سره د  $\alpha'$  زاوې په اندازه میلان ولري (لکه د 4.9 او 5.9 جدول په څیر).

د (42.9 معادله) معمولاً د (Mononobe-Okabe) د حل لارې په نوم یادوي. په (11a.9 شکل) کې ښودل شوي حالت برخلاف، په دې حالت کې د خاورې لاسته راغلي فشار چې د (42.9 مساوات) پواسطه محاسبه کېږي، د دیوال له قاعدې څخه د  $\frac{H}{3}$  په فاصله عمل نه کوي. د لاسته راغلي فشار ( $P_{ae}$ ) د موقعیت د پیدا کولو لپاره لاندینېو مرحلو څخه استفاده کېږي:

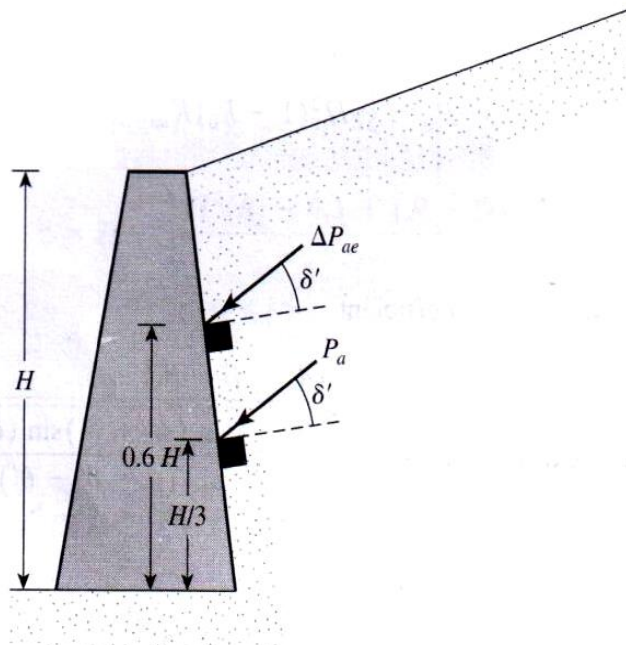
لومړۍ مرحله: د (42.9 مساوات) په مرسته د ( $P_{ae}$ ) محاسبه کول.

دوهمه مرحله: د (25.9 مساوات) په مرسته  $P_a$  محاسبه کول.

دریمه مرحله: محاسبه.

$$\Delta P_{ae} = P_{ae} - P_a \quad \dots\dots\dots(48.9)$$

خلورمه مرحله: فرضوو چې  $P_a$  د دیوال له قاعدې څخه د  $\frac{H}{3}$  په فاصله پورته عمل کوي (15.9 شکل).



15.9 شکل. د  $P_{ae}$  د تاثیر خط معلومول [467:15].

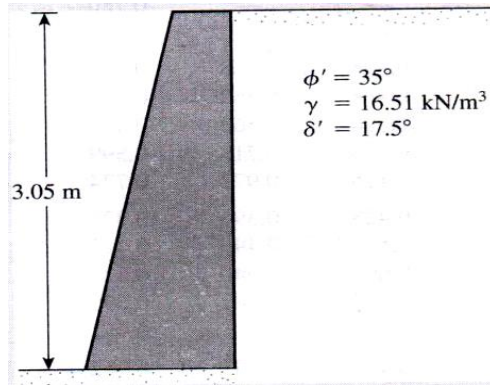
پنځمه مرحله: فرضوو چې  $\Delta P_{ae}$  د دیوال د قاعدې څخه په  $0.6H$  فاصله پورته عمل کوي (15.9 شکل).

شپږمه مرحله: د لاسته راغلي قوې د تاثیر خط موقیعت پلاندي ډول محاسبه کيږي:

$$\bar{z} = \frac{(0.6H) (\Delta P_{ae}) + \left(\frac{H}{3}\right) (P_a)}{P_{ae}} \dots\dots\dots(49.9)$$

### 10.9 مثال

د (16.9 شکل) په پام کې نیولو سره د  $K_v = 0$  او  $K_h = 0.3$  لپاره:  
 (a)  $P_{ae}$  (45.9 مساوات) او (b) د دیوال د قاعدې څخه پورته د تاثیر خط موقیعت  $\bar{z}$  پیدا کړئ؟



16.9 شکل. استنادي دیوال [467:15].

حل

(a) د (44.9 مساوات) څخه لرو چې:

$$\theta' = \tan^{-1} \left[ \frac{K_h}{(1-K_v)} \right] = \tan^{-1} \left[ \frac{0.3}{(1-0)} \right] = 16.7^\circ$$

د (46.9 او 47.9 مساوات) څخه لرو چې:

$$\beta' = \beta - \theta' = 90 - 16.7 = 73.3^\circ$$

$$\alpha' = \theta' - \alpha = 16.7 + 0 = 16.7^\circ$$

$$\frac{\delta'}{\phi'} = \frac{17.5}{35} = 0.5$$

د (5.9 جدول) ته په کتلو سره د  $\delta' = 35^\circ$ ،  $\frac{\delta'}{\phi} = 0.5$ ،  $\beta' = 73.3^\circ$  او  $\alpha' = 16.7^\circ$  لپاره  $K_a(\beta', \alpha') \approx 0.495$  سره دې. د (45.9 مساوات) څخه لرو چې:

$$P_{ae} = \frac{1}{2} \gamma H^2 (1 - K_v) [K_a(\beta', \alpha')] \left( \frac{\sin^2 \beta'}{\cos \theta' \sin^2 \beta} \right)$$

$$= \frac{1}{2} (16.51) (3.05)^2 (1 - 0) (0.495) \left( \frac{\sin^2 73.3}{\cos 16.7 \sin^2 90} \right) = 36.4 \text{ kN/m}$$

(b) د (25.9 مساوات) څخه لرو چې:

$P_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a$

د (26.9 مساوات) څخه د  $\delta' = 17.5^\circ$ ،  $\beta' = 90^\circ$  او  $\alpha' = 0^\circ$  لپاره  $K_a(\beta', \alpha') \approx 0.246$  سره دی (5.9 جدول).

$$P_a = \frac{1}{2} (16.51) (3.05)^2 (0.246) = 18.89 \text{ kN/m}$$

$$\Delta P_{ae} = P_{ae} - P_a = 36.32 - 18.89 = 17.43 \text{ kN/m}$$

د (49.9 مساوات) څخه لرو:

$$\bar{z} = \frac{(0.6H) (\Delta P_{ae}) + \left(\frac{H}{3}\right) (P_a)}{P_{ae}} = \frac{(0.6)(3.05) (17.43) + \left(\frac{3.05}{3}\right) (18.89)}{36.32} = 1.41 \text{ m}$$

8.9 د دانه یې خاوری شا ډکون سره استنادي دیوال د اړخې انتقال په خاطر د خاوری فعال فشار (Active earth pressure for translation of retaining wall – granular backfill)

لکه څنګه چې په (17.9 شکل) کې ښودل شوي دي، ممکن په ټاکلو شرایطو کې استنادي دیوال اړخې یا جانبي انتقال ولري. نوموړي حالت لپاره د فعال فشار د ویشني حل لاره د (Dubrova) پواسطه وړاندې شوه چې د (Harr) پواسطه هم تشریح شوي ده. د (Dubrova) د فرضیو په حل لاره کې د (Coulomb) حل لارې ته اعتبار ورکړل شوی دی (25.9 او 26.9 مساواتونه). د نوموړې کړنلارې پوهیدلو لپاره، یو عمودي دیوال د شا لورې دانه یې افقي ډکون سره په پام کې نیسو (18.9 شکل). د دیوال د پورتنۍ برخې د تقریبي دوران لپاره د عمودي او غوڅیدني قوو لاسته راغلي نتیجه R په چول (شلیدلې)



شوي ميلانداره خط AC باندې عمود سره د  $\phi'$  زاويه جوړوي. د (Dubrova) د حل لارې په اساس بې شميره چاودلي لينونه لکه  $A' C', \dots, A'' C''$ , شتون لري چې د هغوی د R لاسته راغلي نتيجه په چاودلو لينونو باندې له عمود سره د  $\psi$  زاويه جوړوي او مساوي ده له [333:5]:

$$\psi = \frac{\phi' z}{H} \dots \dots \dots (50.9)$$

اوس د کولمب فعال فشار (25.9 او 26.9) معادلې په پام کې نيسو. د  $\beta = 90^\circ$  او  $\alpha = 0$  لپاره د کولمب د فعالې قوې رابطه کولای شو چې په لاندې ډول بيا وليکو:

$$P_a = \frac{\gamma}{2 \cos \delta'} \left[ \frac{H}{\frac{1}{\cos \phi'} + (\tan^2 \phi' + \tan \phi' \tan \delta')^{0.5}} \right]^2 \dots \dots \dots (51.9)$$

په ديوال باندې د z په هر ژوروالي سره وارده قوه پلاندي ډول پيدا کيږي:

$$P_a = \frac{\gamma}{2 \cos \delta'} \left[ \frac{z}{\frac{1}{\cos \psi} + (\tan^2 \psi + \tan \psi \tan \delta')^{0.5}} \right]^2 \dots \dots \dots (52.9)$$

د z په هر ژوروالي سره فعال فشار د ديوال تقريباً پورتنی برخې دوران لپاره مساوي دی له:

$$\sigma'_a(z) = \frac{dP_a}{dz} \approx \frac{\gamma}{\cos \delta'} \left[ \frac{z \cos^2 \psi}{(1+m \sin \psi)^2} - \frac{z^2 \phi' \cos^2 \psi}{H(1+m \sin \psi)} (\sin \psi + m) \right] \dots \dots (53.9)$$

چېرې چې

$$m = \left(1 + \frac{\tan \delta'}{\tan \psi}\right)^{0.5} \dots \dots \dots (54.9)$$

په غير د اصطکاک ديوالونو ( $\phi' = 0$ ) لپاره (53.9 معادله) په لاندې ډول ساده کيږي:

$$\sigma'_a(z) = \gamma \tan^2 \left(45 - \frac{\psi}{2}\right) \left(z - \frac{\phi' z^2}{H \cos \psi}\right) \dots \dots \dots (55.9)$$

د ديوال د لاندیني برخې سره نږدې دوران لپاره کولای شو پورته ياده شوي معادله په لاندې مشابه ډول سره ساده کړو:

$$\sigma'_a(z) = \frac{\gamma z}{\cos \delta'} \left(\frac{\cos \phi'}{1+m \sin \phi'}\right)^2 \dots \dots \dots (56.9)$$

د دیوال د اړخې انتقال لپاره فعال فشار کولای شو په لاندې ډول په پام کې ونیسو:

$$57.9 \dots \left[ \sigma'_a(z) \text{ ته دوران} + \sigma'_a(z) \text{ نږدې پورته برخې ته دوران} \right] = \frac{1}{2} \sigma'_a(z) \text{ اړخې انتقال}$$

### 11.9 مثال

یو غیر اصطکاکی دیوال چې 5m جگوالی لري په پام کې ونیسئ. د دانه ټي خاورې شالوري ډکون لپاره  $\gamma = 17.3 \text{ kN/m}^3$  او  $\phi' = 36^\circ$  دي. د اړخې انتقال په خاطر د دیوال بیخایه کیدلو لپاره  $\sigma_a(z)$  محاسبه او رسم کړئ.

### حل

د غیر اصطکاکی دیوال لپاره  $\delta' = 0$ ، په دې اساس  $m = 1$  دي (54.9 مساوات). د دیوال د پورته برخې دوران لپاره د (55.3 مساوات) څخه لرو:

$$\sigma'_a(z) = \sigma'_{a(1)} = \gamma \tan^2 \left( 45 - \frac{\psi}{2} \right) \left( z - \frac{\phi' z^2}{H \cos \psi} \right)$$

د دیوال د لاندینۍ برخې دوران لپاره د (56.3 مساوات) څخه لرو:

$$\sigma'_a(z) = \sigma'_{a(2)} = \frac{\gamma z}{\cos \delta'} \left( \frac{\cos \phi'}{1 + m \sin \phi'} \right)^2$$

$$\sigma'_a(z)_{\text{translation}} = \sigma'_{a(2)} = \frac{\sigma'_{a(1)} + \sigma'_{a(2)}}{2}$$

اوس د  $\gamma = 17.3 \text{ kN/m}^3$  او  $\phi' = 36^\circ$  او  $H = 5\text{m}$  په پام کې نیولو سره لاندینی جدول

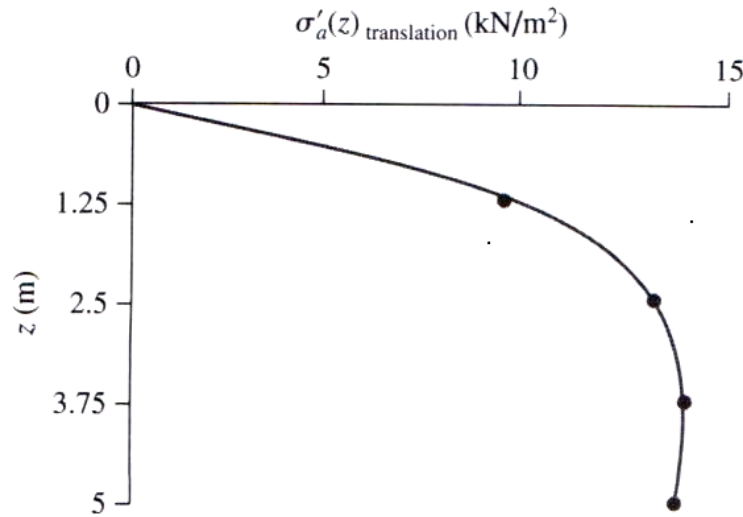
ترتیبوو:

Z (m)	$\sigma'_{a(1)}$ kN/m <sup>2</sup>	$\sigma'_{a(2)}$ kN/m <sup>2</sup>	$\sigma'_a(z)_{\text{translation}}$ kN/m <sup>2</sup>
0	0	0	0
1.25	13.26	5.62	9.44
2.5	15.26	11.24	13.25
3.75	11.48	16.86	14.17
5.0	5.02	22.48	13.75

6.9 جدول. د  $\beta = 90^\circ$  او  $K_v = 0$  لپاره د  $K_{ae}$  قیمتونه (د 26.9 مساوات) [468:15].

$k_h$	$\delta'$ (deg)	$\alpha$ (deg)	$\phi'$ (deg)				
			28	30	35	40	45
0.1	0	0	0.427	0.397	0.328	0.268	0.217
0.2			0.508	0.473	0.396	0.382	0.270
0.3			0.611	0.569	0.478	0.400	0.334
0.4			0.753	0.697	0.581	0.488	0.409
0.5			1.005	0.890	0.716	0.596	0.500
0.1	0	5	0.457	0.423	0.347	0.282	0.227
0.2			0.554	0.514	0.424	0.349	0.285
0.3			0.690	0.635	0.522	0.431	0.356
0.4			0.942	0.825	0.653	0.535	0.442
0.5			—	—	0.855	0.673	0.551
0.1	0	10	0.497	0.457	0.371	0.299	0.238
0.2			0.623	0.570	0.461	0.375	0.303
0.3			0.856	0.748	0.585	0.472	0.383
0.4			—	—	0.780	0.604	0.486
0.5			—	—	—	0.809	0.624
0.1	$\phi'/2$	0	0.396	0.368	0.306	0.253	0.207
0.2			0.485	0.452	0.380	0.319	0.267
0.3			0.604	0.563	0.474	0.402	0.340
0.4			0.778	0.718	0.599	0.508	0.433
0.5			1.115	0.972	0.774	0.648	0.522
0.1	$\phi'/2$	5	0.428	0.396	0.326	0.268	0.218
0.2			0.537	0.497	0.412	0.342	0.283
0.3			0.699	0.640	0.526	0.438	0.367
0.4			1.025	0.881	0.690	0.568	0.475
0.5			—	—	0.962	0.752	0.620
0.1	$\phi'/2$	10	0.472	0.433	0.352	0.285	0.230
0.2			0.616	0.562	0.454	0.371	0.303
0.3			0.908	0.780	0.602	0.487	0.400
0.4			—	—	0.857	0.656	0.531
0.5			—	—	—	0.944	0.722
0.1	$\frac{2}{3}\phi'$	0	0.393	0.366	0.306	0.256	0.212
0.2			0.486	0.454	0.384	0.326	0.276
0.3			0.612	0.572	0.486	0.416	0.357
0.4			0.801	0.740	0.622	0.533	0.462
0.5			1.177	1.023	0.819	0.693	0.600
0.1	$\frac{2}{3}\phi'$	5	0.427	0.395	0.327	0.271	0.224
0.2			0.541	0.501	0.418	0.350	0.294
0.3			0.714	0.655	0.541	0.455	0.386
0.4			1.073	0.921	0.722	0.600	0.509
0.5			—	—	1.034	0.812	0.679
0.1	$\frac{2}{3}\phi'$	10	0.472	0.434	0.354	0.290	0.237
0.2			0.625	0.570	0.463	0.381	0.317
0.3			0.942	0.807	0.624	0.509	0.423
0.4			—	—	0.909	0.699	0.573
0.5			—	—	—	1.037	0.800

د  $z$  په نسبت  $\sigma_a(z)$  رسم شوی گراف په (شکل 17.9) کې بنودل شوی.



شکل 17.9. محاسبوی گراف [349:6]

### غیر فعال فشار (Passive pressure)

#### 9.9 د خاوری رنکین غیر فعال فشار (Rankine passive earth pressure)

په (شکل 18a.9) کې یو عمودي غیر اصطکاکی استنادي دیوال له شالورې افقي ډکون سره بنودل شوی دی. د  $z$  په ژوروالي کې په خاوره باندې عمودي مؤثر فشار  $\sigma'_0 = \gamma z$  سره دی. په پیل کې که چیرې دیوال په هېڅ سره ډول تسلیم نه شي، په نوموړې ژوروالي کې افقي فشار  $\sigma'_h = K_0 \sigma'_0$  د فشار دغه حالت په (شکل 18b.9) کې د (Mohr) مشخص شوی  $a$  دایره کې بنودل شوی دی. اوس که چیرې دیوال د  $\Delta x$  په اندازه د خاورې دننه خواته کور شي لکه چې په (شکل 18a.9) کې بنودل شوی، د  $z$  په ژوروالي کې عمودي فشار ثابت پاتې کیږي مگر افقي فشار زیاتېږي. په دې اساس  $\sigma'_h$  د  $K_0 \sigma'_0$  څخه زیاتېږي. د فشار دغه حالت په (شکل 18b.9) کې د (Mohr) مشخص شوي  $b$  دایرې سره بنودل شوی. که چیرې دیوال نور هم دننه خواته لاړ شي (یعنې  $\Delta x$  نور هم زیات شي)، د  $z$  په ژوروالي کې فشار اتومات د (Mohr) د  $c$  دایرې حالت ته رسیږي. په یاد باید ولرو چې نوموړې دایره د (Mohr-Coulomb) تخریب شوي پوښنې سره مماس ده، دا ددې

خرگندونکې ده چې د دیوال تر شا خاوره تخریبیږي او پورته خواته پورې وهل کیږي. په دې نقطه کې د افقی فشار د Rinken غیر فعال فشار په نوم یادېږي یا  $\sigma'_h = \sigma'_p$ . په (18b.9 شکل) کې د c په توري سره مشخصه شوې د (Mohr) دایرې لپاره د اصلي فشار اکثریت حد د  $\sigma'_p$  سره مساوي دی او کمه اندازه یې د  $\sigma'_0$  سره مساوي ده [302:6].

$$\sigma'_p = \sigma'_0 \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi'}{2} \right) + 2c' \tan \left( 45 + \frac{\phi'}{2} \right) \quad \dots\dots\dots(58.9)$$

د Rinken د خاورې د غیر فعال فشار ضریب  $K_p$  مساوي دې له:

$$K_p = \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi'}{2} \right) \quad \dots\dots\dots(59.9)$$

د (58.3 معادلې) څخه لرو:

$$\sigma'_p = \sigma'_0 K_p + 2c' \sqrt{K_p} \quad \dots\dots\dots(60.9)$$

د (60.9 معادله) د (18c.9 شکل) جوړوي، د دیوال لپاره د غیر فعال فشار دیاگرام په (18a.9 شکل) کې ښودل شوی دی. په یاد ولرو چې د  $z = 0$  لپاره:

$$\sigma'_0 = 0 \quad \text{او} \quad \sigma'_p = 2c' \sqrt{K_p}$$

او د  $z = H$  ژوروالي لپاره:

$$\sigma'_0 = \gamma H \quad \text{او} \quad \sigma'_p = \gamma H K_p + 2c' \sqrt{K_p}$$

د دیوال په في واحد طول کې غیر فعاله قوه د فشار د دیاگرام مساحت څخه کولای شو په لاس راوړو یا:

$$P_p = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_p + 2c' H \sqrt{K_p} \quad \dots\dots\dots(61.9)$$

د دیوال د بیخایه کیدلو تقریبې اندازه ( $\Delta x$ ) د غیر فعال حالتونو لاندې چې تخریب رامنځته کوي په لاندې ډول ده:

د خاوري ډول	د غیر فعال حالت لپاره د دیوال بیخایه کیدنه ( $\Delta x$ )
متراکمه شگه	0.005H
سسسته شگه	0.01H
سخته کلی خاوره	0.01H
نرمه کلی خاوره	0.05H

که چیرې د دیوال شالوري ډکون له دانه یې خاورو څخه وي (یعني  $c' = 0$ )، نو د (61.9 معادلې) له مخې د دیوال په في واحد طول باندې غیر فعاله قوه مساوي کيږي په:

$$P_p = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_p \dots\dots\dots (62.3)$$

### 12.3 مثال

په (9a.19 شکل) کې د بنودل شوي دیوال جگوالی 3m دی. د دیوال په في واحد طول باندې د Rinken غیر فعاله قوه پیدا کړئ؟

حل

د خاوري د پورتنۍ طبقې لپاره:

$$K_{p(1)} = \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi_1'}{2} \right) = \tan^2 \left( 45 + \frac{30}{2} \right) = 3$$

د خاوري د لاندینۍ طبقې لپاره:

$$K_{p(2)} = \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi_2'}{2} \right) = \tan^2 \left( 45 + \frac{26}{2} \right) = 2.56$$

$$\sigma_p' = \sigma_0' K_p + 2c' \sqrt{K_p}$$

په پورته فورمول کې:

$\sigma_0'$  عمودي مؤثر فشار دی.

په  $z = 0$  کې:

$$\sigma_0' = 0 \quad \text{او} \quad \sigma_p' = 0, \quad c_1' = 0$$

په  $z = 2m$  کې:

$$\sigma'_0 = (15.72)(2) = \mathbf{31.44 \text{ kN/m}^2}, \quad c'_1 = 0$$

د خاوری د پورتنۍ طبقې لپاره:

$$\sigma'_p = \sigma'_0 K_{p(1)} + 2c'_1 \sqrt{K_{p(1)}} = 31.44 (3) + 2(0)\sqrt{3} = \mathbf{94.32 \text{ kN/m}^2}$$

په همدې ژوروالي ( $z = 2\text{m}$ ) کې د خاوری لاندینۍ طبقې لپاره لرو:

$$\begin{aligned} \sigma'_p &= \sigma'_0 K_{p(2)} + 2c'_2 \sqrt{K_{p(2)}} = 31.44 (2.56) + 2(10)\sqrt{2.56} \\ &= \mathbf{112.49 \text{ kN/m}^2} \end{aligned}$$

په  $z = 3\text{m}$  کې:

$$\begin{aligned} \sigma'_0 &= (15.72)(2) + (\gamma_{sat} - \gamma_w)(1) \\ &= 31.44 + (18.86 - 9.81)(1) = \mathbf{40.49 \text{ kN/m}^2} \end{aligned}$$

په دې اساس:

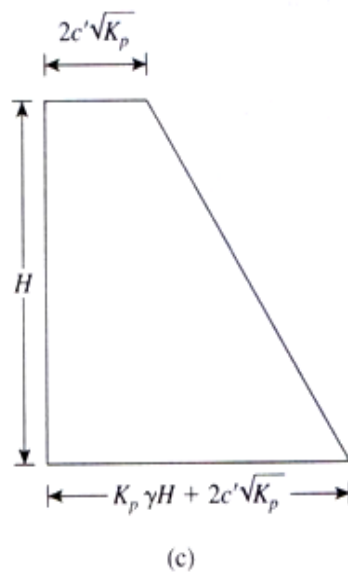
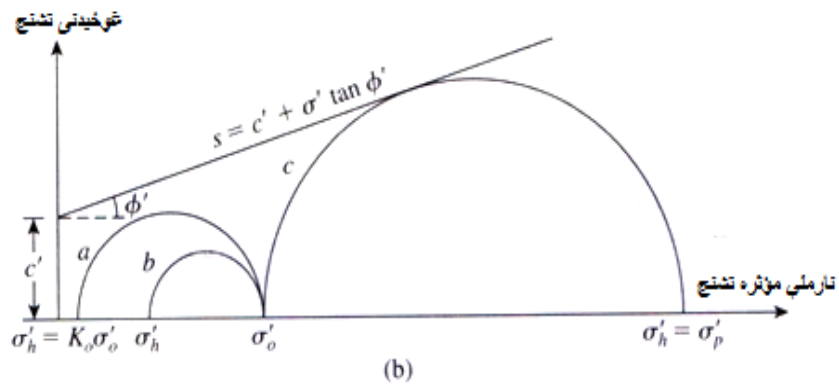
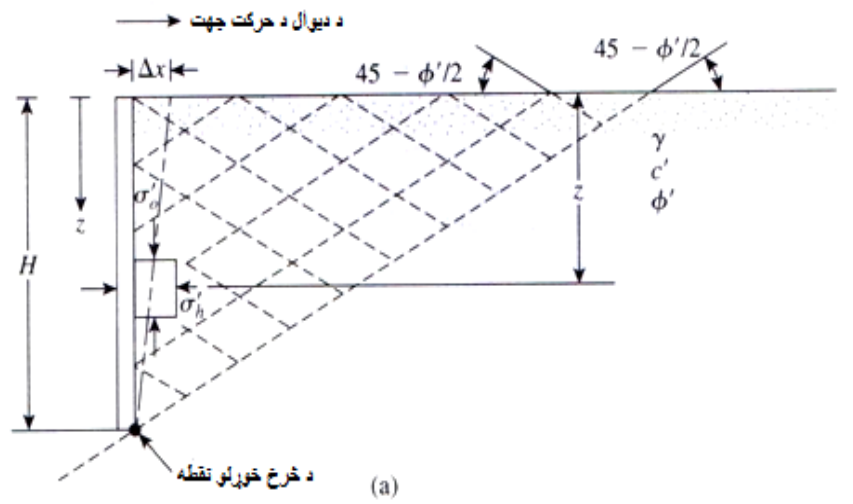
$$\begin{aligned} \sigma'_p &= \sigma'_0 K_{p(2)} + 2c'_2 \sqrt{K_{p(2)}} = 40.49 (2.56) + 2(10)\sqrt{2.56} \\ &= \mathbf{135.65 \text{ kN/m}^2} \end{aligned}$$

په یاد باید ولرو، دا چې د ځمکې لاندې اوبه شتون لري، نو د هایډروستاتیکي

فشار ( $u$ ) هم په پام کې نیول کیږي.

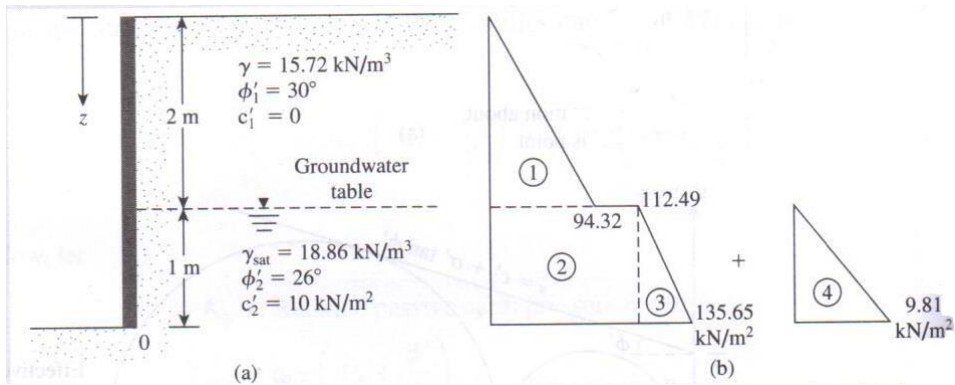
د  $z = 0 - 2\text{m}$  لپاره  $u = 0$  دې او د  $z = 3\text{m}$  لپاره  $u = (1)$  ،  $\gamma_w = 9.81 \text{ kN/m}^3$  د غیرفعال فشار دیاگرام په ( 19b.9 شکل) کې ترسیم شوی. د دیوال په فی واحد طول باندې غیرفعال قوه کولای شو چې د فشار له دیاگرام څخه په لاندې توګه په لاس روارو:

د مساحت شمیره	مساحت
1	$\frac{1}{2} (2)(94.32) = 94.32$
2	$(112.49)(1) = 112.49$
3	$\frac{1}{2} (1)(135.65 - 112.49) = 11.58$
4	$\frac{1}{2} (1)(9.81) = 4.905$
<b><math>P_p = 223.3 \text{ kN/m}</math></b>	



18.9 شکل. د Rinken غیر فعال فشار [341:4]





19.9 شکل. د رنکین غیر فعالې قوې پیدا کول [4:342].

**10.3 د خاوری رنکین غیر فعال فشار: د شاله خوا عمودي سطحه او میلان لرونکې ډکون**  
(Rankine Passive Earth Pressure: Vertical Backface and Inclined Backfill)

دانه یې خاوره (Granular Soil)

د دانه یې خاورې ډکون ( $c' = 0$ ) سره عمودي استنادیډیوال (9.9 شکل) لپاره په هر ژوروالي سره د رنکین غیر فعال فشار د فعال فشار حالت سره د مشابهه طریقې له مخې پیدا کیږي. فشار مساوي دی له:

$$\sigma'_p = \gamma z K_p \dots\dots\dots(63.9)$$

او غیر فعاله قوه مساوي ده له:

$$P_p = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_p \dots\dots\dots(64.9)$$

چیرې چې:

$$K_p = \left( \cos \alpha \frac{\cos \alpha + \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi'}}{\cos \alpha - \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi'}} \right) \dots\dots\dots(65.9)$$

د فعالې قوې حالت په خیر ،  $P_p$  له افق سره د  $\alpha$  زاویه جوړوي او دیوال د لاندینۍ برخې څخه د  $H/3$  په فاصلې سره قطع کوي. د  $K_p$  (د خاورې غیر فعال فشار ضریب) قیمت د  $\phi'$  او  $\alpha$  مختلفو قیمتونو لپاره په (7.9 جدول) کې ورکړل شوی دی.

7.9 جدول. د  $K_p$  خاوري غير فعال فشار ضريب (65.9 معادلې څخه) [344:6].

$\alpha$ (deg)	$\phi'$ (deg)						
	28	30	32	34	36	38	40
0	2.770	3.000	3.255	3.537	3.852	4.204	4.599
5	2.715	2.943	3.196	3.476	3.788	4.136	4.527
10	2.551	2.775	3.022	3.295	3.598	3.937	4.316
15	2.284	2.502	2.740	3.003	3.293	3.615	3.977
20	1.918	2.132	2.362	2.612	2.886	3.189	3.526
25	1.434	1.664	1.894	2.135	2.394	2.676	2.987

### د $c' - \phi'$ خاوره

که چيرې د غير اصطكاكي عمودي استنادي ديوال له شالوري ډکون د  $c' - \phi'$  خاوري څخه وي (9.9 شکل دې وکتل شي) په دې صورت کې Mazindrani او Ganjali څخه لرو چې:

$$\sigma'_a = \gamma z K_p = \gamma z K'_p \dots\dots\dots(66.9)$$

$$K'_p = \frac{1}{\cos^2 \phi'} \left\{ \frac{2 \cos^2 \alpha + 2 \left(\frac{c'}{\gamma z}\right) \cos \phi' \sin \phi'}{\sqrt{4 \cos^2 \alpha (\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi') + 4 \left(\frac{c'}{\gamma z}\right)^2 \cos^2 \phi' + 8 \left(\frac{c'}{\gamma z}\right) \cos^2 \alpha \sin \phi' \cos \phi'}} \right\} - 1 \dots\dots(67.9)$$

په (8.9 جدول) کې د  $\alpha$ ،  $\phi'$  او  $\frac{c'}{\gamma z}$  نسبت ته د  $K'_p$  تغیرات بنودل شوي دي.

### 11.9 د خاوري کولمب غیر فعال فشار (Colmb's passive earth pressure)

کولمب هم د اصطکاکی لرونکې ( $\delta'$  د ديوال د اصطکاکی زاویه) استنادي ديوال باندې د خاوري غير فعال فشار (يعنې کله چې ديوال خاوري کتلې داخل خواته بيخايه شي) د پيدا کولو لپاره يو تحليل وړاندې کړې چې نوموړی ديوال دانه يې خاورو څخه شا ډکون ته استناد ورکوي [345:6].

د کولمب فعالې قوې ( $P_p$ ) پيدا کولو باندې پوهيدلو لپاره په (20a.9 شکل) کې بنودل شوی ديوال په پام کې نيول کيږي. د فعال فشار حالت په څير، کولمب فرض کړ چې

په خاوره کې تخریب شوي سطحه یوې صفحې په شکل ده. د خاورې د  $ABC_1$  تخریب شوي سطحې لپاره د دیوال په فی واحد طول باندې واردې شوې قوې عبارت دي له:

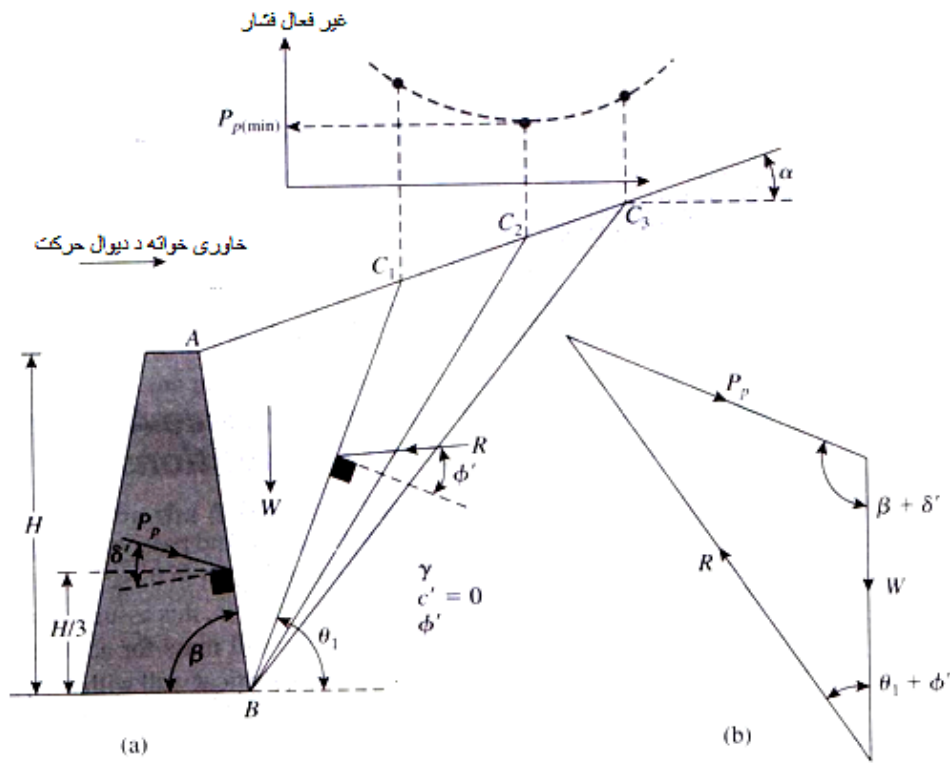
1. د تخریب شوي ( $ABC_1$ ) سطحې وزن  $W$ .
2. په  $BC_1$  سطحې باندې د عمودي او عرضي قوو لاسته راغلي مجموعه  $R$  او.
3. غیر فعاله قوه  $P_p$ .

8.9 جدول. د  $K'_p$  قیمتونه [344:6].

$\phi'$ (deg)	$\alpha$ (deg)	$\frac{c'}{\gamma z}$			
		0.025	0.050	0.100	0.500
15	0	1.764	1.829	1.959	3.002
	5	1.716	1.783	1.917	2.971
	10	1.564	1.641	1.788	2.880
	15	1.251	1.370	1.561	2.732
20	0	2.111	2.182	2.325	3.468
	5	2.067	2.140	2.285	3.435
	10	1.932	2.010	2.162	3.339
	15	1.696	1.786	1.956	3.183
25	0	2.542	2.621	2.778	4.034
	5	2.499	2.578	2.737	3.999
	10	2.368	2.450	2.614	3.895
	15	2.147	2.236	2.409	3.726
30	0	3.087	3.173	3.346	4.732
	5	3.042	3.129	3.303	4.674
	10	2.907	2.996	3.174	4.579
	15	2.684	2.777	2.961	4.394

(شکل 20b.9) د  $ABC_1$  تخریبېرځې لپاره د تعادل په حالت د قوو مثلث بنایې. د نوموړو قوو مثلث څخه د  $P_p$  قیمت پیدا کولی شو، ځکه چې د درې واړو قوو لوری او د یوې مشخصې قوې مقدار معلوم دی.

د قوو مشابه مثلثونه د څو تخریبې برخو لکه  $ABC_1, ABC_2, ABC_3 \dots$  لپاره ترسیم کړو او دهغوي متناظر  $P_p$  قیمتونه پیدا کړو. د (شکل 20a.9) پورتنۍ برخه د مختلفو تخریبې برخو لپاره د  $P_p$  قیمتونو د تغیر حالت بنایې. په نوموړې دیاگرام کې د  $P_p$  اصغري قیمت د کولمب د غیر فعاله قوې څخه عبارت ده، چې په ریاضیکي شکل په لاندې توګه واضح کیږي:



20.9 شکل. د کولمب غیر فعال فشار [345:6].

9.9 جدول. د  $\alpha = 0$  او  $\beta = 90^\circ$  لپاره د  $K_p$  قیمتونه (68.9 مساوات څخه) [346:6].

$\phi'$ (deg)	$\delta'$ (deg)				
	0	5	10	15	20
15	1.698	1.900	2.130	2.405	2.735
20	2.040	2.313	2.636	3.030	3.525
25	2.464	2.830	3.286	3.855	4.597
30	3.000	3.506	4.143	4.977	6.105
35	3.690	4.390	5.310	6.854	8.324
40	4.600	5.590	6.946	8.870	11.772

$$P_p = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_p \quad \dots\dots\dots (67.9)$$

$K_p$  د کولمب د غیر فعال فشار ضریب څخه عبارت دې چې مساوي کيږي په:

$$K_p = \frac{\sin^2(\beta - \phi')}{\sin^2 \beta \sin(\beta + \delta') \left[ 1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi' + \delta') \sin(\phi' + \alpha)}{\sin(\beta + \delta') \sin(\beta + \alpha)}} \right]^2} \quad \dots\dots\dots (68.9)$$

په (9.9 جدول) کې د  $\Phi'$  او  $\delta'$  مختلفو قیمتونو لپاره د  $K_p$  ضریب قیمت ورکړل شوی دی. ( $\alpha = 0$  او  $\beta = 90^\circ$ ).

په یاد باید ولرو چې د  $P_p$  لاسته راغلي غیر فعاله قوه د دیوال د لاندینۍ برخې څخه د  $H/3$  په فاصله عمل کوي او د دیوال د شاسطحي له عمود سره د  $\delta'$  زاویه جوړوي.

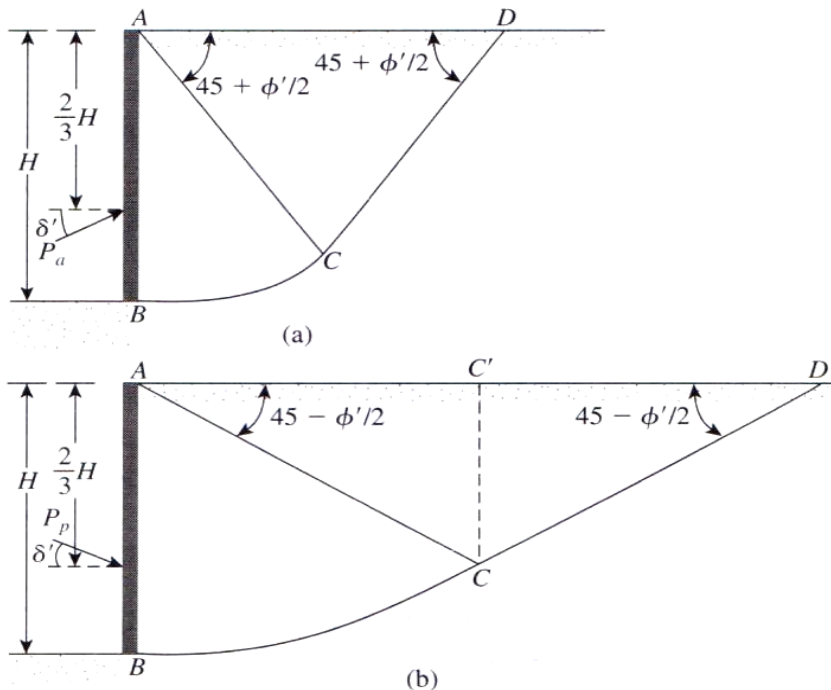
12.9 د کولمب د فشار محاسباتو لپاره د تخریبي سطحې فرضیې باندې تبصره  
په تیرو برخو کې د کولمب فعال او غیر فعال فشار د محاسبه کولو په طریقو باندې بحث وشو. په دې تحلیلونو کې اصلي فرضیه د صفحه بېتخریبي سطحې قبلولو څخه عبارت ده. که څه هم اصطکاک لرونکې دیوالونو لپاره دغه فرضیه په عمل کې د اعتبار وړ نه ده. د فعال او غیر فعال فشار لپاره د خاورې په کتله کې د اصلي تخریبي سطحې خاصیت په ترتیب سره (د عمودي دیوال له شا لورې افقی ډکون سره) په (21a.9) او (21b شکل) کې ښودل شوی دی. په یاد ولرو چې د BC تخریبي سطحه منحنی په شکل او د CD تخریبي سطحه د صفحې په شکل ده.

که څه هم د فعال فشار حالت لپاره په خاوره کې حقیقي تخریبي سطحه د کولمب فشار د محاسبې فرضیې څخه یو څه متفاوته ده، مگر نتیجه یې زیات توپیر نه لري. که څه هم په غیر فعال فشار حالت کې، دا چې د  $\delta'$  زاویې قیمت زیاتېږي د کولمب محاسبوې طریقې له مخې د  $P_p$  په قیمت کې زیاته غلطې رامنځته کېږي. د غلطۍ دغه فکتور یو غیر مصئون حالت ته زمينه مساعدوي ځکه چې د  $P_p$  قیمت د خاورې د مقاومت څخه لوړېږي [347:6].

د  $P_p$  غیر فعاله قوې پیدا کولو لپاره ډیرې څیړنې چې سرته رسیدلې دا فرض شوې ده چې په (21.9 شکل) کې د BC منحنی برخه د یوې دایرې، د یوې بیضوي یا یو لوگاریمي اویا مارپیچي شعاع ده.

(Shields او Tolunay) د شا لورې افقی دانه یې خاورې ( $c' = 0$ ) ډکون سره د یو عمودي دیوال لپاره د غیر فعال فشار مسئله تحلیل کړله. دغه تحلیل د  $ABCC_1$

(د 21b.9 شکل دې وکتل شي) برخې د استواری په پام کې نیولو سره د خیرولو طریقې په مرسته او BC د لوگاریتمي مارپیچ د شعاع په فرضولو سره سرته رسیدلې . د (21b.9 شکل) څخه د دیوال په فی واحد طول باندې غیرفعال قوه په لاندې ډول بیانېږي.



21.9 شکل. د اصطکاک لرونکي دیوال سره په خاوره کې د تخریب شوي سطحې خاصیت. (a) فعال فشار، (b) غیرفعال فشار [347:6].

$$P_p = \frac{1}{2} K_p \gamma H^2 \quad \dots\dots\dots(69.9)$$

د خاوري د غیرفعال فشار ضریب  $K_p$  د قیمت د (Tolunay او Shields) پواسطه لاسته راغلی او په (22.9 شکل) کې ښودل شوی دی.

**د مثلثي خیرولو طریقې پواسطه د مسنلي حل**

(Qian او Zhu) د  $K_p$  تغیراتو لاسته راوړلو لپاره د مثلثي خیرولو طریقې څخه استفاده کړې (لکه د 23.9 شکل د ABC په زون کې). ددې تحلیل په اساس لرو چې:

$$K_p = K_p(\delta' = 0) R \quad \dots\dots\dots(70.9)$$

په دې ځای کې:

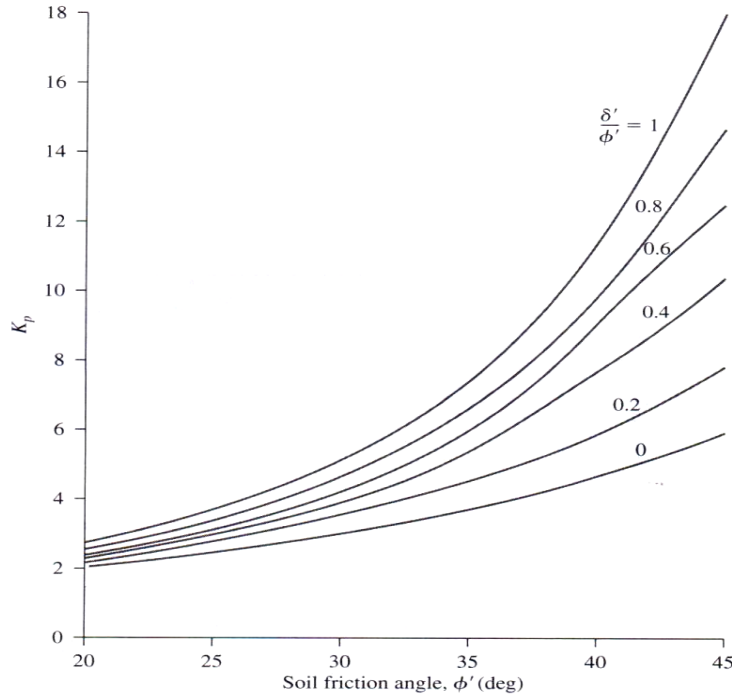
$K_p$  د ورکړل شوي  $\theta$ ،  $\delta'$  او  $\phi'$  لپاره د خاوري غیرفعال فشار ضریب دی.

$\delta' = 0$  د  $K_p(\delta' = 0)$  سره د ورکړل شوي  $\theta$  او  $\phi'$  لپاره د  $K_p$  ضريب دی.

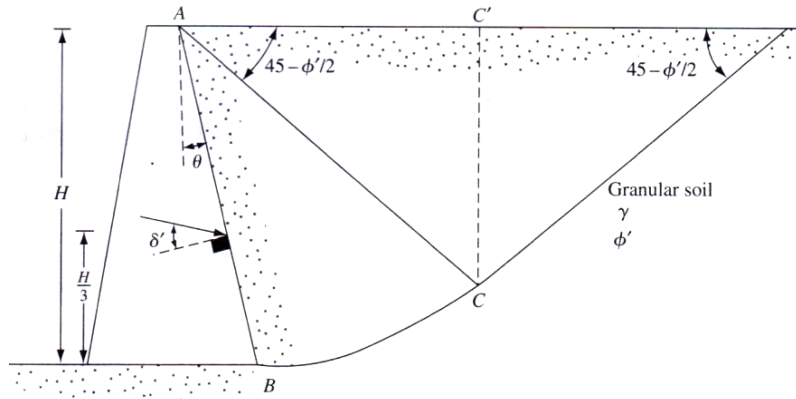
R د اصلاح فکتور دی چې د  $\theta$ ،  $\phi'$  او  $\delta'/\phi'$  تابع دی.

د  $K_p(\delta' = 0)$  تغيرات په (جدول 10.9) کې ورکړل شوي دي. د R قيمتونه په

(جدول 11.9) کې ورکړل شوي دي [348:6].



22.9 شکل. د Shields او Tolunay د خپرني په اساس  $K_p$  قيمتونه [348:6].



23.9 شکل. د مثلي خیرلو طریقي پواسطه د غیرفعال فشار مسئلي حل [348:6].

(نوټ: BC د یو لوگاریتمی مارپیچي شعاع ده.)

## 13.9 د زلزلي په شرايطو کې د خاوري غير فعال فشار

(Passive Earth Pressure for Earthquake Conditions)

د شالوري دانه P يې خاوري ډکون سره استنادي ديوال باندې د زلزلي په شرايطو کې د خاوري غير فعال فشار د (Subba Rao او Choudhury) پواسطه د حدې تعادل طريقي له مخې ارزول شوی دی. د (24.9 شکل) په خاوره کې د تخریب شوي سطحې بنودل شوی خاصیت په دې څيړنه کې په پام کې نيول شوی دی. غير فعال فشار کيدلی شي چې د لاندې افادې پواسطه بيان شي [470:15]:

$$P_{pe} = \left[ \frac{1}{2} \gamma H^2 K_{py(e)} \right] \frac{1}{\cos \delta'} \quad \dots\dots\dots (71.9)$$

په پورته فورمول کې  $K_{py(e)}$  په ديوال باندې په عمودي لوري د خاوري غير فعال فشار ضريب دی.

$K_{py(e)}$  د  $K_h$  او  $K_v$  تابع ده چې په ترتيب سره د زلزلي له کبله د افقي او عمودي گړنديتوب ضريب دی. د (1 او 0.5)  $\delta'/\phi' =$  لپاره د  $K_{py(e)}$  تغيرات په (25a.9 او 25b شکل) کې بنودل شوي دي. د  $P_{pe}$  غير فعال فشار د ديوال شا سطحې سره د  $\delta'$  زاويه جوړوي او د ديوال د لاندیني برخې څخه پورته د  $H/3$  په فاصله عمل کوي.



10.9 جدول د  $K_p(\delta' = 0)$  تغیرات [349:6].

$\phi'$ (deg)	$\theta$ (deg)						
	30	25	20	15	10	5	0
20	1.70	1.69	1.72	1.77	1.83	1.92	2.04
21	1.74	1.73	1.76	1.81	1.89	1.99	2.12
22	1.77	1.77	1.80	1.87	1.95	2.06	2.20
23	1.81	1.81	1.85	1.92	2.01	2.13	2.28
24	1.84	1.85	1.90	1.97	2.07	2.21	2.37
25	1.88	1.89	1.95	2.03	2.14	2.28	2.46
26	1.91	1.93	1.99	2.09	2.21	2.36	2.56
27	1.95	1.98	2.05	2.15	2.28	2.45	2.66
28	1.99	2.02	2.10	2.21	2.35	2.54	2.77
29	2.03	2.07	2.15	2.27	2.43	2.63	2.88
30	2.07	2.11	2.21	2.34	2.51	2.73	3.00
31	2.11	2.16	2.27	2.41	2.60	2.83	3.12
32	2.15	2.21	2.33	2.48	2.68	2.93	3.25
33	2.20	2.26	2.39	2.56	2.77	3.04	3.39
34	2.24	2.32	2.45	2.64	2.87	3.16	3.53
35	2.29	2.37	2.52	2.72	2.97	3.28	3.68
36	2.33	2.43	2.59	2.80	3.07	3.41	3.84
37	2.38	2.49	2.66	2.89	3.18	3.55	4.01
38	2.43	2.55	2.73	2.98	3.29	3.69	4.19
39	2.48	2.61	2.81	3.07	3.41	3.84	4.38
40	2.53	2.67	2.89	3.17	3.53	4.00	4.59
41	2.59	2.74	2.97	3.27	3.66	4.16	4.80
42	2.64	2.80	3.05	3.38	3.80	4.34	5.03
43	2.70	2.88	3.14	3.49	3.94	4.52	5.27
44	2.76	2.94	3.23	3.61	4.09	4.72	5.53
45	2.82	3.02	3.32	3.73	4.25	4.92	5.80

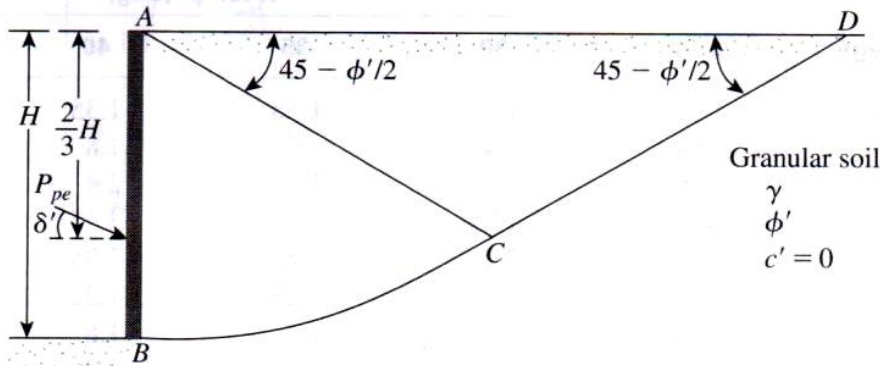
د Zhu او Qian په اساس

11.9 جدول. د R تغیرات [349:6].

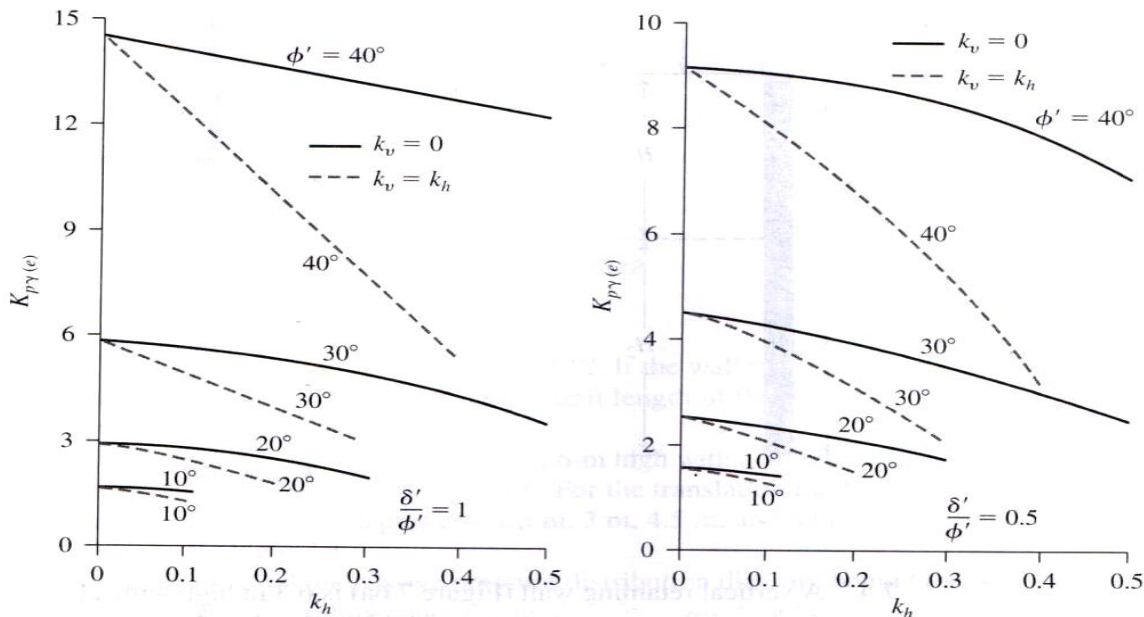
$\theta$ (deg)	$\delta'/\phi'$	R for $\phi'$ (deg)			
		30	35	40	45
0	0.2	1.2	1.28	1.35	1.45
	0.4	1.4	1.6	1.8	2.2
	0.6	1.65	1.95	2.4	3.2
	0.8	1.95	2.4	3.15	4.45
	1.0	2.2	2.85	3.95	6.1
5	0.2	1.2	1.25	1.32	1.4
	0.4	1.4	1.6	1.8	2.1
	0.6	1.6	1.9	2.35	3.0
	0.8	1.9	2.35	3.05	4.3
	1.0	2.15	2.8	3.8	5.7

11.9 جدول ادامه.

$\theta$ (deg)	$\delta'/\phi'$	R for $\phi'$ (deg)			
		30	35	40	45
10	0.2	1.15	1.2	1.3	1.4
	0.4	1.35	1.5	1.7	2.0
	0.6	1.6	1.85	2.25	2.9
	0.8	1.8	2.25	2.9	4.0
	1.0	2.05	2.65	3.6	5.3
15	0.2	1.15	1.2	1.3	1.35
	0.4	1.35	1.5	1.65	1.95
	0.6	1.55	1.8	2.2	2.7
	0.8	1.8	2.2	2.8	3.8
	1.0	2.0	2.6	3.4	4.95
20	0.2	1.15	1.2	1.3	1.35
	0.4	1.35	1.45	1.65	1.9
	0.6	1.5	1.8	2.1	2.6
	0.8	1.8	2.1	2.6	3.55
	1.0	1.9	2.4	3.2	4.8



شکل 24.9 د  $P_{pe}$  پیدا کولو لپاره په خپرڼه کې په پام کې نیول شوی د خاورې د تخریب شوې سطحې خاصیت [470:15].



شکل 25.9 د  $K_{py(e)}$  تغیرات: (a)  $\delta'/\phi' = 1$ , (b)  $\delta'/\phi' = 0.5$  [471:15].

لنډيز (Summary)

په دې فصل کې په استنادي ديوالونو او هغې ته مشابه نورو ساختمانونو باندې د خاورې افقي فشار تر بحث لاندې ونيول شو، چې په دې کې د خاورې د افقي فشار مختلف حالتونه لکه ساکن فشار، فعال فشار او غیر فعال فشار شامل دي.

د خاورې په ساکن فشار حالت کې د خاورې دغوځیدني مقاومت او عمودي فشار له مخې د  $Z$  په هر ژوروالي سره افقي فشار پیدا شوی او همدارنگه د دیوال په في واحد طول کې د مجموعي فشار قوه او د هغې د تأثیر خط فاصله پیدا شوې.

د خاورې فعال فشار چې د خاورې رنکین فعال فشار په نوم هم یادېږي د استنادي دیوالونو مختلفو ډولونو د خاورې د مختلفو ډولونو د موجودیت په صورت کې پیدا شوي او همدارنگه د دیوال په في واحد طول کې د رنکین فعالې قوې مجموعه او د دیوال په جگوالی کې د هغې تأثیر خط پیدا شوی.

د خاورې د رنکین غیرفعال فشار د خاورې د مختلفو ډولونو او حالتونو لپاره محاسبه شویاو همدارنگه د رنکین غیر فعاله قوه د قوو د دیاگرامونو په پام کې نیول سره پیدا شوی او په دیوال باندې د هغې د تأثیر خط موقیعت پیدا شوی.

### پوښتنې (Problems)

1. د (3a.9 شکل) په پام کې نیولو سره، د دیوال ارتفاع  $H = 3.5\text{m}$ ،  $\gamma = 18.2\text{kN/m}^3$ ،  $q = 20\text{kN/m}^2$ ،  $\phi' = 35^\circ$  او  $c' = 0$  دی. په ساکن حالت کې د خاورې افقي فشار د دیوال په في واحد طول کې پیدا کړئ. او همدارنگه لاسته راغلي فشاري قوې موقیعت په لاس راوړئ ( $\text{OCR} = 1.5$ ) په پام کې ونیسئ.

2. یو عمودي استنادي دیوال جگوالی  $6.3\text{m}$  دې (6a.9 شکل) چې افقي شا ډکون لري، فرض کړئ چې  $\gamma = 17.9\text{kN/m}^3$ ،  $\phi' = 26^\circ$  او  $c' = 15\text{kN/m}^2$  دی. د دیوال په في واحد طول کې د خاورې رنکین فعال فشار وروسته د کششي درز واقع کیدلو څخه په لاس راوړئ؟

3. د (10.3 شکل) په پام کې نیولو سره، د استنادي دیوال ارتفاع  $H = 6\text{m}$ ،  $\gamma = 17\text{kN/m}^3$ ،  $\phi' = 34^\circ$ ،  $\alpha = 10^\circ$  او  $c' = 0$  دی.

الف. د ( $z = 2\text{m}$ ،  $4\text{m}$  او  $6\text{m}$ ) په ژوروالي سره د رنکین فعال فشار شدت په لاس راوړئ.

ب. د دیوال په فی متر طول کې د رنکین فعاله قوه، د هغې موقیعت او لورې پیدا کړئ.

4. د (6.3 الف شکل) په پام کې نیولو سره، د استنادي دیوال ارتفاع  $H = 6.4 \text{ m}$ ،  
 $\phi' = 0^\circ$ ،  $\gamma_{sat} = 17.76 \text{ kN/m}^3$ ، او  $c = 30.2 \text{ kN/m}^2$  دی. یادونه باید وشي چې د دیوال  
 شاړ کون د مشبوع شویکلی خاورې څخه دی.

الف. تاسې د دیوال تر شا د رنکین دویشلې غیرفعال فشار دیاگرام ترسیم کړئ؟

ب. د دیوال په فی واحد طول کې د رنکین غیرفعال فشار قوه او همدارنگه د لاسته راغلي  
 قوې موقیعت محاسبه کړئ؟

## لسم فصل

### د ميلانونو ثبات (Stability of Slopes)

#### 1.10 پيژندنه (Introduction)

د ځمکې ميلانونه په دوه ډوله دي:

1. طبيعي ميلانونه.

2. د انسانانو پواسطه جوړ شوي ميلانونه.

طبيعي ميلانونه هغه دي چې په طبيعت کې شتون لري او د طبيعي عواملو پواسطه جوړ شوي وي. دارنگه ميلانونه په تپه زاره ساحو کې موجود وي. د ميلان په اړخونو کې سرکونه، د اورگاډي پټلۍ، کانالونه او داسې نور جوړېږي. د خاورين بندونو ميلانونه د اوبو د ذخيره کولو لپاره د انسانانو پواسطه جوړېږي. ميلانونه که طبيعي وي يا مصنوعي کيدای شي چې په نامحدودو (Infinite) او محدودو (Finite) ميلانونو باندې وویشل شي.

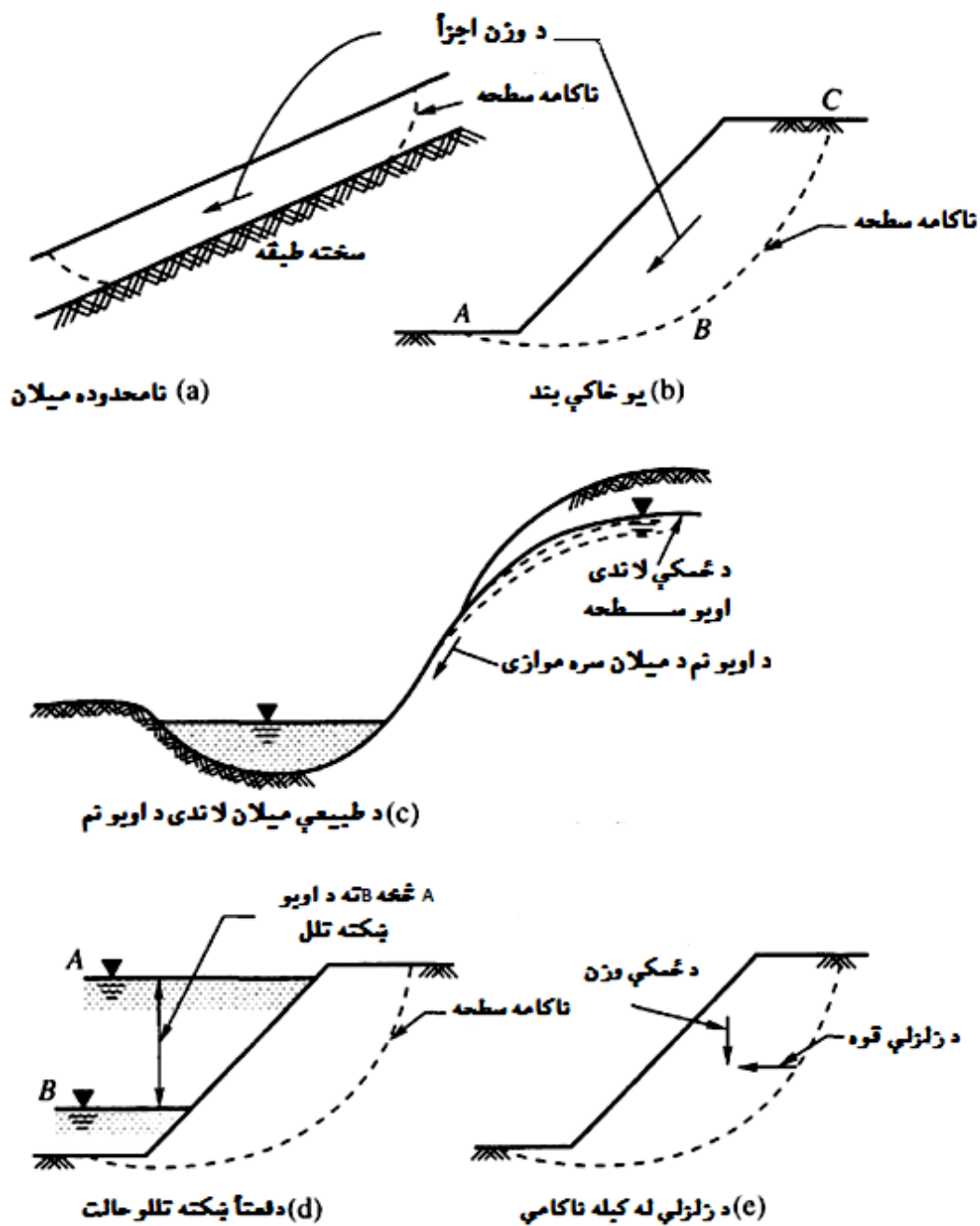
د نامحدود ميلان اصطلاح په نامحدوده ډول يو ثابت ميلان لرونکې ته استعمالېږي. د غرونو پر مخ اوږد ميلان ددې ډول يوه بڼه بيلگه ده، چېرې چې محدود ميلانونه په محدود شکل سره غزیدلې وي. د پشته او د خاورين بند ميلان د محدود ميلانونو بېلگې دي. د ميلان اوږدوالی د بند او د پشته جگوالي پورې اړه لري.

د ميلان ثبات (Slope stability): د خاکې بندونو په ډيزاين او جوړولو کې د ميلان ثبات ډېر زيات د پاملرنې وړ دی. د طبيعي ميلان ثبات هم ډېر مهم دی. د يو ميلان د ناکامۍ پايلې زياتره وخت فاجعه انگيز وي، چې په دې کې د ملکیتونو او د ژوند د لاسه ورکول شامل دي.

د ميلانونو د ناکامۍ سببونه (Causes of Failure of slopes): هغه مهم فکتورونه چې د غير ثباتۍ او ناکامۍ سبب کېږي عبارت دي له [365:18]:

1. ثقلي قوه

2. د اوبو د نم له کبله قوه.
3. د اوبو د بهيدنې له کبله د ميلان د سطحې تورېنه.
4. د زلزلې له کبله قوه.



1.10 شکل. د ځمکې په ميلانونو باندې د قوو عمل [366:18]

د پورته ياد شوو ټولو قوو اغېزې د پورته نقطو څخه بنسټه نقطو ته د خاورو د حرکت سبب کېږي. د داسې قوو مهم جز ئې ثقلي قوه ده چې د ممکنه حرکت په جهت عمل کوي. د ثبات په مهمو ستونزو کې د اوبو د بهيدنې او نم مختلفې اغېزې په عمومي توگه ياد شوي، مگر زياتره وخت دغه اغېزې بڼه نه مشخصېږي. دا يو حقيقت دی چې د اوبو نم د خاورې په کتله کې واقع کېږي چې دنم د قوې سبب کېږي، کوم چې زيات اغيزمن دی.

د ميلان پر مخ د خاورې تورېنه د خاورې د معينې اندازې وزن د لمنځه تللو سبب کېږي، او په دې اساس د کتلې د کميدلو له کبله د خاورې ثبات کمېږي. په بل عبارت، په پنجه کې يا په لاندینۍ برخه کې د خاورې د لاسه ورکولو په شکل تورېنه د ميلان جگوالې زياتېږي يا د ابتدايي مرحلې ناکامې سطحې اوږدوالی کمېږي، په دې اساس ثبات کمېږي.

کله چې د ځمکې اوبه بنسټه لارې شي يا د اوبو خالي سطحه ميلان سره تنظيمېږي، د بېلگې په ډول په ذخيره کې د اوبو د سطحې دفعتاً لاندې تلل د خاورې د لامبو وهلو قوه کمېږي کوم چې د وزن په زياتيدلو کې اغيزه کوي. په وزن کې دغه زياتوالی د عرضي تشنج د زياتيدلو سبب کېږي، چې کيدای شيد عرضي مقاومت يوه برخه شي او يا نه شي، دا په دې پورې اړه لري چې کله بار وارد شي ايا د خاورې متراکم کيدلو سبب کېږي او که نه. که چېرې د خاورې لويه کتله مشبوع شي او کم قابليت نفوذ ولري په عملي توگه د هغې په حجم کې ډېر کم تغير راځي او بار د زياتيدلو سره سره د مقاومت زياتيدنه د اټکل وړ نه ده [18:366].

## 2.10 په څيرنو کې عمومي کتنې او فرضيې

(General Considerations and Assumptions in the Analysis)

د يو ميلان د ثبات تحليل په لاندې دريو مشخصو برخو کې صورت نيسي:

1. د نمونو ازمويل د سرېبنناکي او د اصطکاک زاوئې پيدا کولو لپاره :  
که چېرې د طبيعي ميلان لپاره تحليل اړين وي، نو نمونه بايد غير مختل وي. دارنگه مهم کار بايد د هغې له مخې د خاورې عرضي مقاومت او لومړنۍ محکميدنې اندازې معلومېږي، ډېر دقت څخه کار واخستل.



2. د هغه اقلامو مطالعه كوم چې پيژندل شوي مگر نه محاسبه كيږي :  
ددغو اقلامو څخه ډېر مهم ئې تدريجي درز دی كوم چې د ميلان د پورتنۍ برخې  
څخه شروع كيږي او د اوبو په مرسته تر پاملرنې وړ ژوروالي پورې ادامه پيدا كوي .  
سربيره پر دې هلته د خاورو غير متجانس خاصيت او نورو توپيرونو اغېزې هم شتون  
لري ، كوم چې بايد فرض شي .

3. محاسبې:

كه چېرې يو ميلان د يوې سطحې په اوږدو كې ناكامه يا تخريب شي ، د غوځيدنې ټول  
مقاومت د هماغه سطحې په اوږدو كې غلبه كوي كوم چې وروسته سطحه چاود پيدا  
كوي لكه چې په (1b.10 شكل) كې ABC سطحه د ميلان تخريب يا ناكامي بنايي .  
دا فرض كيږي چې ستونزه دوه بعدي ده ، كوم چې په تيورتيكي شكل سره يو اوږد  
نورمال ميلان ته اړتيا ده . كه چېرې نوموړي طول لپاره دوه ځلې ياد هغې څخه زيات د  
چاود په سطحه كې د عرضي قطعې پلټنه صورت ونيسي ، دا به ممكنه وي چې دوه  
بعدي كيس د اړين دقت سره به وليدل شي .

د خاورې د غوځيدنې يا عرضي مقاومت د Coulomb د قانون په اساس فرض كيږي .

$$S = C' + \sigma' \tan \phi' \quad \dots \dots \dots (1.10)$$

په پورته فورمول كې :

$C'$  مؤثره سربینناکې .

$\sigma' = (C_r - u)$  مؤثره نارمل تشنج دې د چاود په سطحه باندي .

$u$  د منفذونو د اوبو فشار د چاود په سطحه باندي .

$\phi'$  د اصطكاك زاويه ده .

په دې ځای كې د عرضي مقاومت د لاسه وركول ډيره مهمه خبره ده ، كوم چې  
زياتره كلی خاورې كله چې د پراخه عرضي تغير شكل سره مخامخ شي دغه حالت له ځانه  
بنايي . د تشنج - تغير شكل د منحنې له مخې په داسې كلی خاورو كې د تغير شكل په  
اعظمي قيمت سره تشنج زياتيږي . كله چې چاودلې سطحه په تدريجي توگه رامنځته شي

په ټولو نقاطو کې په غير د عين تغير شکل حالت څخه، دا يو نهايي قيمت دی چې په غير د اعظمي قيمت څخه د غوڅيدني مقاومت لپاره استعمالیږي.

### 3.10 د ډاډمنتيا ضريبونه (Factors of Safety)

د ثبات په تحليل کې په نورماله توگه د ډاډمنتيا دوه ډوله فکتورونه استعمالیږي ، چې عبارت دي له [368:18]:

1. د غوڅيدني (عرضي) مقاومت د ډاډمنتيا فکتور.
  2. د سرينناکي د ډاډمنتيا فکتور. چې دا د جگوالي د ډاډمنتيا فکتور په نامه هم ياديږي.
- که چيرې:

$F_s$  د مقاومت د ډاډمنتيا فکتور وي.

$F_c$  د سرينناکي د ډاډمنتيا فکتور وي.

$F_H$  د جگوالي د ډاډمنتيا فکتور وي.

$F_\theta$  د اصطکاک د ډاډمنتيا فکتور وي.

$C'_m$  موجوده سرينناکي وي.

$\theta'_m$  موجوده د اصطکاک زاويه وي.

$\tau$  د غوڅيدني مقاومت موجوده منحنی قيمت وي او

$S$  د غوڅيدني اعظمي مقاومت وي.

د غوڅيدني مقاومت د ډاډمنتيا فکتور  $F_s$  په لاندې توگه ليکلای شو:

$$F_s = \frac{S}{\tau} = \frac{c' + \sigma' \tan \theta'}{\tau}$$

د غوڅيدني مقاومت د ناکامه سطحې په هره نقطه کې موجود وي او کولای شو په لاندې ډول وليکو:

$$\tau = \frac{c'}{F_s} + \frac{\sigma' \tan \theta'}{F_s}$$

$$\tau = c'_m + \sigma' \tan \phi' \quad \dots\dots\dots(2.10)$$

چېرې چې:

$$c'_m = \frac{c'}{F_s}, \quad \tan \phi'_m = \frac{\tan \phi'}{F_s}$$

په حقيقت کې عرضي مقاومت (د عرضي مقاومت موجوده قيمت) د ناکامه سطحې په ټولو نقطو کې په ابتدائي مرحله کې په يوه اندازه نه رامنځته کېږي. عرضي تغير شکل د پاملرنې وړ او عرضي تشنجات ثابت نه وي. که څه هم پورتنۍ اصطلاح د منځني حالتونو په بنا صحيح ده.

که چېرې د سرينناکۍ او اصطکاک د ډاډمنتيا فکتورونه مختلف وي، نو د موجوده عرضي مقاومت مساوات مونږ کولی شو چې په لاندې ډول وليکو:

$$\tau = \frac{c'}{F_c} + \sigma' \frac{\tan \phi'}{F_\phi} \quad \dots\dots\dots(3.10)$$

دا به وروسته وښودل شي چې  $F_c$  د ميلان جگوالي پورې اړه لري. له دې څخه دا نتيجه اخستل کېږي چې د جگوالي د ډاډمنتيا په څير د سرينناکۍ د ډاډمنتيا فکتور انتخاب شوی. دغه فکتور د  $F_H$  پواسطه مشخص شوی او دا د بحراني او اصلي جگوالي تر منځ نسبت څخه عبارت دي. بحراني جگوالي هغه اعظمي جگوالی دی چې د ميلان پايداری لپاره ممکن وي. مونږ د (3.10 مساوات) څخه ليکلای شو:

$$\tau = \frac{c'}{F_H} + \sigma' \tan \phi' \quad \dots\dots\dots(4.10)$$

په خپله خوښه  $F_\phi = 1$  نيولی شو.

### 1.10 مثال

د خاورې د عرضي مقاومت پاراميترونه عبارت دي له:

$$c' = 26.7 \text{ kN/m}^2, \quad \phi' = 15^\circ, \quad c'_m = 17.8 \text{ kN/m}^2, \quad \phi'_m = 12^\circ$$

د مقاومت د ډاډمنتيا فکتور، د سرينناکۍ د ډاډمنتيا فکتور او د اصطکاک د ډاډمنتيا فکتور محاسبه کړئ. په ناکامه سطحه کې د خاورې داخلي منځني فشار  $\sigma = 102.5 \text{ kN/m}^2$  دی.

حل

د پورتنیو ارقامو په اساس په ناکامه سطحه کې د عرضي يا غوڅيدني منځني مقاومت په لاندې توگه لاسته راوړو:

$$S = C' + \sigma' \tan \phi' = 26.7 + 102.5 \tan 15 = 54.2 \text{ kN/m}^2$$

د موجود عرضي منځني مقاومت قيمت عبارت دی له:

$$\tau = c'_m + \sigma' \tan \phi' = 17.8 + 102.5 \tan 12 = 39.6 \text{ kN/m}^2$$

$$F_s = \frac{54.2}{39.6} = 1.37, \quad F_c = \frac{26.70}{17.80} = 1.50, \quad F_\phi = \frac{0.268}{0.212} = 1.26$$

په پورتنی مثال کې د عرضي مقاومت د ډاډمنتيا فکتور  $F_s = 1.37$  دی، په داسې حال کې چې د سرینناکۍ او اصطکاک د ډاډمنتيا فکتورونه توپیر لري. دوه کیسونه په پام کې نیسو:

1. کله چې د سرینناکۍ د ډاډمنتيا فکتور د یو سره مساوي وي.

2. کله چې د اصطکاک د ډاډمنتيا فکتور د یو سره مساوي وي.

1. کیس:

$$\tau = 39.60 = 26.70 + \frac{102.50}{F_\phi} \tan 15^\circ = 26.7 + \frac{27.5}{F_\phi}$$

$$F_\phi = \frac{27.50}{12.90} = 2.13$$

2. کیس:

$$\tau = 39.60 = \frac{26.70}{F_c} + 102.5 \tan 15^\circ = \frac{26.7}{F_c} + 27.50$$

$$F_c = \frac{26.7}{12.1} = 2.20$$

مونږ د  $F_c$  او  $F_\phi$  په هر ترکیب کې د موجوده عرضي مقاومت قيمت 39.6  $\text{kN/m}^2$  لرو. د  $F_c$  او  $F_\phi$  ځینې ترکیب په لاندې ډول ورکړل شوي دي:

د  $F_c$  او  $F_\phi$  ترکیب

$F_c$	1.00	1.26	1.37	1.50	2.20
$F_\phi$	2.12	1.50	1.37	1.26	1.00

#### 4.10 د شگي په نامحدوده ميلانونو کي د ثبات تحليل

(Stability Analysis of Infinite Slopes in Sand)

د ميلان د تحليل د معلوماتو له مخي، په غير محدودو توگه د يو ميلان غزیدنې ستونزه يوه دلچسپه مسئله ده. يو غير محدود ميلان په فکر کي نيسو لکه چې په (2.4 شکل) کي بنودل شوی. چې د افق سره د  $\beta$  زاويه جوړوي. خاوره کاملاً غير متجانس او غير سرينناکه ده. وروسته تشنجات د خاورې په هره عمودي سطحه باندې داسې عمل کوي لکه چې په نورو عمودي سطحو کي عمل کوي. تشنج د EF د سطحې په هره نقطه کي د Z په ژوروالي د موازي سطحې سره يو شان دی [371:18].

اوس د موادو د (ABCD) يوه عمودي پارچه چې د پانې سره په نارمل ډول د يو ډول ابعادو لرونکې وي په پام کي نيسو. هغه قوه چې په دغه پارچه باندې عمل کوي د هغې وزن W دی، عمودي عکس العمل R د پارچې په قاعده باندې عمل کوي او دوه افقي قوې  $P_1$  په اړخونو باندې عمل کوي. څرنګه چې پارچه په تعادل کي ده، نو د وزن او عکس العمل اندازه سره مساوي ده او ممکن جهتونه ئې هم يو شان وي. دوی د عمل کولو عمومي مسير لري، کوم چې د AB قاعدې د مرکز څخه تيريږي. افقي قوې بايد مساوي او مخالف وي، او د هغوی د عمل کولو مسير بايد د ميلان سطحې سره موازي وي. د AB په سطحه کي نارمل او عرضي تشنجات عبارت دي له:

$$\sigma'_n = \gamma z \cos^2 \beta$$

$$\tau = \gamma z \cos \beta \sin \beta$$

چېرې چې:

$\sigma'_n$  مؤثره نارمل تشنج دی.

$\gamma$  د شگو واحد وزن دی.

که چېرې د AB په همواره سطحه کي مکمل مقاومت شتون ولري، نو د Coulmb

د قانون له مخي د خاورې عرضي مقاومت S مساوي دی له:

$$S = \sigma'_n \tan \phi'$$

کله چې د  $\tau = s$ ،  $s$  او  $\sigma'_n$  وضع کولو لپاره لرو چې:

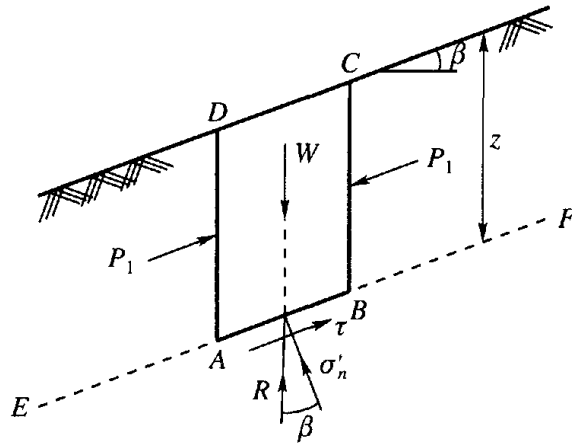
$$\tau z \cos \beta \sin \beta = \gamma z \cos^2 \beta \tan \phi'$$

$$\tan \beta = \tan \phi' \quad \dots\dots\dots(5a.10)$$

د (5a.10 مساوات) دا بنايي چېکه چېرې ميلان پايداره وي د  $\beta$  قيمت د  $\phi'$  پورې محدود دی. دغه حالت د غير سرينناکه خاورو لپاره که چېرې ميلان مکملاً وچ وي يا مکملاً مشبوع وي، صدق کوي.

په شگو کې د غير محدود ميلانونو د ډاډمنتيا فکتور په لاندې ډول دی:

$$F_s = \frac{\tan \phi'}{\tan \beta} \quad \dots\dots\dots(5b.10)$$



2.10 شکل. په شگو کې د نا پايداره ميلان د ثبات تحليل [371:18].

### 5.10 په کلی کې د نامحدوده ميلانونو د پايداری تحليل

(Stability Analysis of Infinite Slopes in Clay)

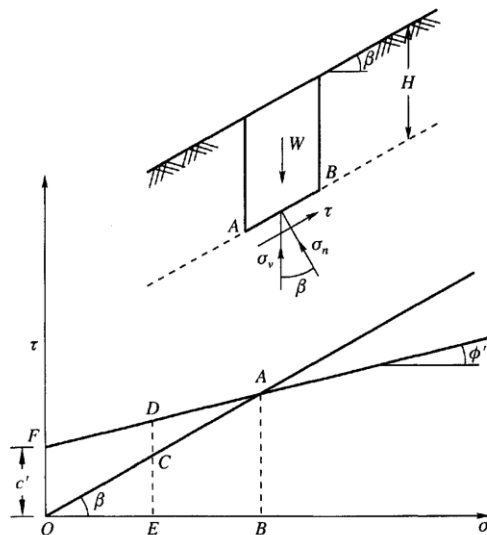
د AB په سطحه باندې عمودي تشنج  $\sigma_v$  عمل کوي (شکل 3.10) چېرې چې  $\sigma_v = \gamma z \cos \beta$  د تشنج په دياگرام (شکل 3.10) کې د OC پواسطه بنودل شوی دی. په دې سطحه کې نارمل تشنج OE دی او عرضي تشنج EC دی. د OC خط د  $\sigma$  محور سره د  $\beta$  زاويه جوړوي.

د Mohr د مقاومت پآکت د FA خط پواسطه بنودل شوی دی ، چې دا مساوات عبارت دی له :

$$s = c' + \sigma' \tan \phi'$$

نظر پآکت ته ، عرضي مقاومت ED خخه عبارت دی ، چېرې چې نارمل تشنج د OE خخه عبارت دی .

کله چې  $\beta$  د  $\phi'$  خخه زیات وي د OC او FD خطونه قطع کوي . په دې کیس کې دواړه خطونه د A په نقطه کې قطع کوي . په یوه سطحه کې عرضي تشنج د عرضي مقاومت خخه کم دی ، او هلته د ناکامی خطر هیڅ نه لیدل کیږي . په (3.10 شکل) کې دا بنودل شوې چې په ټول ژوروالي کې مستقیم تشنج د OB خخه کم دی ، هلته د ناکامی کوم امکانات نه لیدل کیږي . که څه هم په یو شکل کې چې د هغې مستقیم تشنج OB دی او د هغې عرضي مقاومت او عرضي تشنج قیمتونه سره مساوي دي چې د AB پواسطه بنودل شوي ، ناکامی یې قریب الوقوع ده . دغه ژوروالی چې هلته عرضي مقاومت او عرضي تشنج سره مساوي وي د بحراني ژوروالي په نوم یادېږي . د بحراني قیمت خخه زیات ژوروالی (3.10 شکل) دا بنایي چې عرضي تشنج د عرضي مقاومت خخه زیات دی ، مگر دا ممکنه نه ده . په دې اساس دې نتیجې ته رسیږو چې میلان کیدلی شي د 0 خخه ژور نشیب داره وي چې په دې صورت کې د میلان ژوروالی د بحراني ژوروالي خخه کم وي [18:372].



3.10 شکل . په کلی خاورو کې د غیر محدوده میلانونو پایداری [18:372].

د H په ژوروالي سره د کلی د نامحدوده میلان پایدرای:

د (2.10 مساوات) له مخې عرضي تشنج لاسته راځي لکه:

$$\tau = c'_m + \tan\phi'_m \quad \dots\dots\dots(6.10)$$

په غیر د خښدنې او په غیر د منفذونو د اوبو فشار څخه، حالت لاندې د H په ژوروالي او د میلان سطحې سره موازي په یوه سطحه باندې د تشنج اجزای عبارت دي له

$$\tau = \gamma H \sin\beta \cos\beta$$

$$\sigma' = \gamma H \cos^2\beta$$

د تشنج دغه اصطلاحات په پورته مساواتونو کې وضع کوو او ساده کوو، لرو چې:

$$c'_m = \gamma H \cos^2\beta (\tan\beta - \tan\phi'_m) \quad \dots\dots\dots(7.10)$$

په پورته فورمول کې H مجازي جگوالی دی او د  $Hc'_m/\gamma$  اصطلاح یوه غیر اندازې اصطلاح ده چې د ثبات نمبر په نوم یادېږي او د  $N_s$  سره بنودل کېږي. دغه په غیر د اندازې نمبر د اړین سرینناکۍ سره متناسب دی او غیر معکوس متناسب دی د مجازي ارتفاع سره. دا د هغه کیس لپاره حل دي چې خښدنه هیڅ واقع شوې نه وي. که چېرې په (7.10 مساوات) کې د اصطکاک د ډاډمنتیا فکتور د یو سره مساوي وي، نو د سرینناکۍ د ثبات نمبر کولای شو چې ولیکو:

$$N_s = \frac{c'}{F_c \gamma H} = \cos^2\beta (\tan\beta - \tan\phi') \quad \dots\dots\dots(8.10)$$

$$c'_m = \frac{c'}{F_c} \quad \text{چېرې چې}$$

په (8.10 مساوات) کې د ثبات نمبر کولای شو په لاندې توګه ولیکو:

$$N_s = \frac{c'}{F_c \gamma H} = \frac{c'}{\gamma H c} \quad \dots\dots\dots(9.10)$$

چېرې چې  $H_c$  بحراني ارتفاع ده. د (9.10 مساوات) څخه لرو چې:

$$F_c = \frac{H_c}{H} = F_H \quad \dots\dots\dots(10.10)$$

د (10.10 مساوات) دا بنایي چې د سرینناکۍ د ډاډمنتیا فکتور  $F_c$  د ارتفاع د ډاډمنتیا فکتور  $F_H$  سره یوشان دی.



که چېرې هلته د ځمکې سطحې سره موازي د خاورې په ټوله کتله کې څڅيدنه شتون ولري، نو د ازادو اوبو سطحه د ځمکې په سطحې باندې منطبق واقع کېږي. د H په ژوروالي سره د ميلان سطحې سره موازي د ځمکې په سطحه باندې د مؤثره تشنجاتو اجزا په (4a.10 شکل) کې ورکړل شوي دي [374:18].

نارمل تشنج مساوي دی په:

$$\sigma'_n = (\gamma_{sat} - \gamma_w)H \cos^2 \beta = \gamma_b H \cos^2 \beta \quad \dots\dots\dots(11a.10)$$

عرضي تشنج مساوي دی له:

$$\tau = \gamma_{ast} H \sin \beta \cos \beta \quad \dots\dots\dots(11b.10)$$

د (11a.10 مساوات) او (11b.10 مساوات) په لاندې مساوات کې وضع کوو:

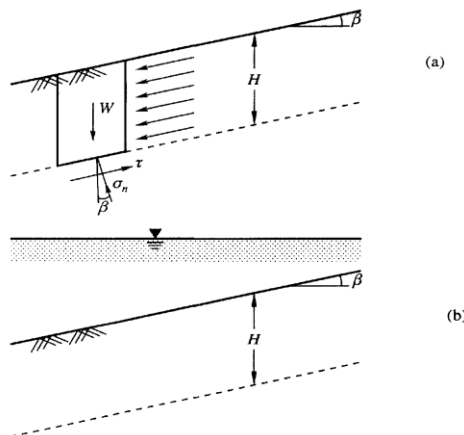
$$\tau = c'_m + \sigma'_m \tan \phi'_m$$

د پورتنی مساوات د ساده کولو وروسته د ثبات اصطلاح په لاندې ډول حاصلېږي:

$$\frac{c'_m}{\gamma_{sat}} = \cos^2 \beta \tan \beta - \frac{\gamma_b}{\gamma_{sat}} \tan \phi'_m \quad \dots\dots\dots(12.10)$$

که چېرې د اصطکاک د مصؤنيب فکتور يو وي ، نو د ثبات نمبر کوم چې سرينينا کې بنایي په لاندې ډول ليکلای شو:

$$N_s = \frac{c'}{F_c \gamma_{sat} H} = \frac{c'}{\gamma_{sat} H} = \cos^2 \beta \tan \beta - \frac{\gamma_b}{\gamma_{sat} \tan} \phi' \quad \dots\dots\dots(13.10)$$



4.10 شکل. د غير محدود ميلان تحليل (a) په ټوله کتله کې د څڅيدني بهير سره او (b) د کاملاً مشبوع ميلان سره [374:18].

که چېرې ميلان کاملاً مشبوع وي ، او هـيـڅ خـثـيدنه نه وي لکه (4b.10 شکل)  
کې نو (13.10 مساوات) په لاندې ډول ليکلای شو:

$$N_s = \frac{c'}{F_c \gamma_b H} = \frac{c'}{\gamma_b H_c} = \cos^2 \beta (\tan \beta - \tan \phi') \quad \dots\dots\dots (14.10)$$

چېرې چې  $\gamma_b$  د مشبوع شوې خاورې واحد وزن دی.

### 3.10 مثال

د يو نامحدوده غزیدلې ميلان چې د ميلان زاويه ئې  $25^\circ$  ده ، د ډاډمنتيا فکتور  
ئې پيدا کړئ. ميلان د غير سرينبناکه خاورې څخه جوړ شوی د  $\phi = 30^\circ$  سره.

حل

د ډاډمنتيا فکتور:

$$F_s = \frac{\tan \phi'}{\tan \beta} = \frac{\tan 30^\circ}{\tan 25^\circ} = \frac{0.5774}{0.4663} = 1.238$$

### 4.10 مثال

د (3.10 مثال) ميلان تحليل کړئ که چېرې هغه د کلی خاورې څخه جوړه شوی وي  
او  $c' = 30 \text{ kN/m}^2$  ،  $\phi' = 20^\circ$  ،  $e = 0.65$  او  $G_s = 2.7$  وي. لاندینی حالات په پام کې  
ونیسئ:

(i) کله چې خاوره وچه وي.

(ii) کله چې اوبه د ميلان سطحې سره موازي وڅڅيږي.

(iii) کله چې ميلان مشبوع وي.

حل

د  $e = 0.65$  او  $G_s = 2.7$  لپاره:

$$\gamma_d = \frac{27 \times 9.81}{1 + 0.65} = 16.05 \text{ kN/m}^3,$$

$$\gamma_{sat} = \frac{(27 + 0.65) \times 9.81}{1 + 0.65} = 19.9 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_b = 10.09 \text{ kN/m}^3$$

(i) د وچې خاورې لپاره د ثبات نمبر  $N_s$  مساوي دې له :

$$N_s = \frac{c'}{\gamma_b H_c} = \cos^2 \beta (\tan \beta - \tan \phi')$$

کله چې  $F_\phi = 1$  وي،  
په دې اساس بحراني ارتفاع مساوي ده له:

$$H_c = \frac{c'}{\gamma_d \times N_s} = \frac{30}{16.05 \times 0.084} = 22.25 \text{ m}$$

(ii) د خځيدنې لپاره چې د ميلان د سطحې سره موازي وي (13.10 مساوات).

$$N_s = \frac{c'}{\gamma_b H_c} = \cos^2 25^\circ \tan 25^\circ - \frac{10.09}{19.9} \tan 20^\circ = 0.2315$$

$$H_c = \frac{c'}{\gamma_t N_s} = \frac{30}{19.9 \times 0.2315} = 6.51 \text{ m}$$

(iii) د مشبوع شوی ميلان لپاره (14.10 مساوات).

$$N_s = (\cos 25^\circ)^2 (\tan 25^\circ - \tan 20^\circ) = 0.084.$$

$$H_c = \frac{c'}{\gamma_b N_s} = \frac{30}{10.09 \times 0.084} = 35.4 \text{ m}$$

### 6.10 د محدود ارتفاع ميلان د ثبات د تحليل طريقي

(Methods of Stability Analysis of Slopes of Finite Height)

د محدود غزیدلي ميلانونو ثبات څخه په مخکينۍ برخه کې يادونه شوې ده. يوه عمومي ستونزه ، په منحنی الشكله سطحو کې د تخریب يا ناکامۍ واقع کيدل دي. په پراخه پيمانه استعمال شوي ، متجانس ، عين خواصو لرونکې (Isotropic) ، محدود ميلانونو طريقه د سويدني طريقي څخه عبارت ده چې په دايريوي تخریب سطحه باندې صورت نيولی . (1955) Petterson لومړي ځل لپاره د سويدن په Goetberg کې د ديوال د څلورمې حصې د تخریب سره د خاورې د تخریب رابطې په تحليل کې د دايريوي طريقي څخه استفاده وکړله. د سويدن ملي ادارې ، د زيات شمير تخریباتو د څيړنو وروسته ، په

1922 کال کې ئې يو راپور ترتيب کړی او په هغه کې داسې څرگندونه شوې وه ، چې زياتره د تخريب مسير دايروي دی . د تخريب دايره په قاعده باندي ، د قاعدې څخه لاندي او يا دهغې لپاسه تيريري . د پلټنې له مخې زيات شمير دايروي تخريباتو د قوس په طول کې مقاومت زيات وي ، او دايره ممکن داسې موقيعت ونيسي چې هلته عرضي مقاومت کم وي . دغه طريقه په عمومي توگه قبوله شوې ده او دپشتې د ميلان او د هغې د تهداب د ډاډمنتا فکتور ونو په پيدا کولو کې درست حل راوباسي . د دغې تحليلي طريقې د انکشاف لپاره Fellenius ، Terzaghi ، Gilboy ، Taylor او نورو برخه اخيستي چې له امله يې د ميلانونو ، پشتو او تهدابونو د ثبات د تحليل بڼه نتايج لاسته راځي .

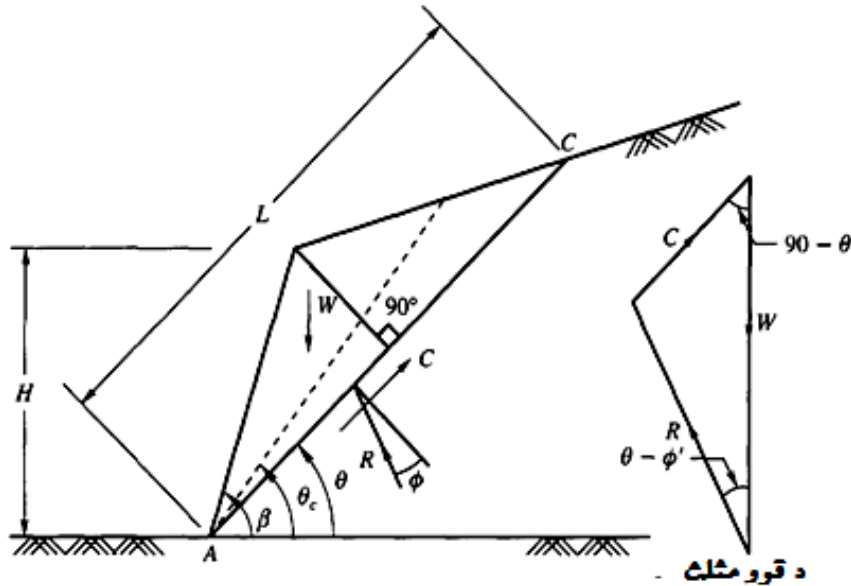
نورې طريقې لکه د Culmann طريقه او د لوگاريتمي مارپيچي طريقه هم شتون لري . د Culmann په طريقه کې داسې فرض کيږي چې چاودنه په همواره ساحه کې واقع کيږي . دا يواځې د کلاسيکي حل لپاره مناسبه ده ، په داسې حال کې چې ناکامه حقيقي سطحې ثابت منحنيايي دي . دغه طريقه تقريباً د زيات نشيب داره ميلانونو لپاره صحيح طريقه ده . لوگاريتمي مارپيچي (Logarithmic spiral) طريقه د Rendulic پواسطه تائيد شوې ، په کوم کې چې چاودلې سطحه د لوگاريتمي مارپيچ په شکل فرض کيږي . نو په دې طريقې سره ستاتيکي ستونزې محدود ويږي او ډېر صحيح پايلې لاسته راځي . د تخريب د دايروي قوسي سطحې په اساس نورې زياتې د ثبات د تحليل طريقې هم شتون لري [375:18].

### 7.10 د تخريب همواره سطحه (Plane surface of failure)

د ميلانونو د تحليل لپاره Culmann د تخريب همواره سطحه فرض کړی چې د هموارې سطحې د فرضيې اعتبار د يو ټسټ په توگه کار کوي . په ځينو کيسونو کې دغه فرضيه مناسبه ده او په نورو سوال انگيزه ده .

په پورتنۍ طريقه کې دا فرض کيږي چې د تخريب بحراني سطحه يوه همواره سطحه ده چې د بند د قاعدې له لارې تيريري لکه چې په (5.10 شکل) کې ښودل شوې ده .

هغه قوي چې په کتله باندې د امتحاني تخریبي سطحې AC نه پورته د  $\theta$  په زاوڼې سره په افقي شکل عمل کوي (په شکل کې ښودل شوي دي). وزن  $W$  او مجموعي سرینښاکي  $C$  په لاندې ډول لاسته راځي [377:18]:



5.10 شکل. د Culmann په طریقه د ميلانونو ثبات يا پايداري [377:18]

$$W = \frac{1}{2} \gamma L H \operatorname{cosec} \beta \sin(\beta - \theta)$$

$$C = c' L$$

د قوو په مثلث کې د ساين د قانون استعمال له مخې لکه چې په شکل کې ښودل

شوي، لرو چې:

$$\frac{C}{W} = \frac{\sin(\theta - \phi')}{\cos \phi'}$$

د  $C$  او  $W$  قيمتونو په وضع کولو سره ليکلی شو چې:

$$\frac{c'}{\gamma H \theta} = \frac{1}{2} \operatorname{cosec} \beta \sin(\beta - \theta) \sin(\theta - \phi') \sec \phi'$$

پورته د  $\theta$  ضريب د اښايي چې د ثبات نمبر د امتحاني هموارې سطحې لپاره دي

چې د  $\theta$  په اندازه ميلان لري.

ډيره خطرناکه سطحه په لومړي مساوات کې د  $\theta = 0$  پواسطه حاصلېږي. دغه عمليې څخه لرو چې:

$$\theta'_c = \frac{1}{2} (\beta - \phi')$$

په پورته فورمول کې  $\theta'_c$  د محدود معادل لپاره او د محدود معادل لپاره د ثبات نمبر دی او کیدلی شي په لاندې ډول ولیکل شي:

$$\frac{c'}{\gamma H_c} = \frac{1 - \cos(\beta - \phi')}{4 \sin \beta \cos \phi'} \dots \dots \dots (15.10)$$

په دې ځای کې  $H_c$  د ميلان د بحراني ارتفاع څخه عبارت دي. که چېرې مونږ وليکو چې:

$$F_c = \frac{c'}{c'_m} \quad , \quad F_\phi = \frac{\tan \phi'}{\tan \phi'_m}$$

په دې ځای کې  $F_c$  او  $F_\phi$  په ترتيب سره د سرينيناکی او اصطکاک د ډاډمنتيا فکتورونه دي، (15.10 مساوات) کېدلی شي چې د  $c'_m$  او  $\phi'_m$  د انتخاب لپاره په لاندې توگه تعديل شي:

$$\frac{c'_m}{\gamma H} = \frac{1 - \cos(\beta - \phi'_m)}{4 \sin \beta \cos \phi'_m} \dots \dots \dots (16.10)$$

د  $c'_m$  او  $\phi'_m$  د هر فرض شوي قيمتونو لپاره بحراني زاويه عبارت ده له:

$$\theta_c = \frac{1}{2} (\beta + \phi'_m) \dots \dots \dots (17.10)$$

د (16.10 مساوات) څخه د ميلان مجازي ارتفاع په لاندې توگه لاسته راځي:

$$H = \frac{4c'_m \sin \beta \cos \phi'_m}{\gamma [1 - \cos(\beta - \phi'_m)]} \dots \dots \dots (18.10)$$

### 5.10 مثال

د Culmann په طريقه د يوې پشته بحراني ارتفاع پيدا کړئ چې د هغې ميلان زاويه  $40^\circ$  دې او د خاورې سرينيناکی  $c' = 630 \text{ psf}$ ،  $\phi' = 20^\circ$  او واحد وزن  $\gamma = 114 \text{ Ib/ft}^3$  دی. د پشته مجازي ارتفاع پيدا کړئ که چېرې  $F_c = F_\phi = 1.25$  وي.

$$H_c = \frac{4c'_m \sin \beta \cos \phi'_m}{\gamma [1 - \cos(\beta - \phi'_m)]} = \frac{4 \times 630 \times \sin 40 \cos 20}{114(1 - \cos 20)} = 221 \text{ ft}$$

$$F_c = F_\phi = 1.25, \quad c'_m = \frac{c'}{F_c} = \frac{630}{1.25} = 504 \text{ lb/ft}^2$$

$$\tan \phi'_m = \frac{\tan \phi'}{F_\phi} = \frac{\tan 20}{1.25} = 0.291, \quad \phi'_m = 16.23^\circ$$

مجازي ارتفاع مساوي ده له:

$$H = \frac{4 \times 504 \times \sin 40 \cos 16.23}{114[1 - \cos(40 - 16.23)]} = 128.7 \text{ ft}$$

### 8.10 د تخریب دایروي سطحه (Circular surface of failure)

په دې پیړۍ کې د لومړي ځل لپاره دغه پلټنې په سویډن کې تر سره شوې او په واضحه توګه اطمینان ورکړل شوی چې د ځمکې د میلان تخریبي سطحه د یوې دایرې قوس سره مشابه ده. کله چې خاوره د دایرې سطحې په اوږدوالي کې بنویسه شي، دې ډول بنویدنې ته دورانې بنویدنه وایي. په دې کې د ځمکې د پارچې بنکته خواته او بیرون خواته حرکتونه شامل دي لکه چې په (6a.10 شکل) کې ښودل شوي او بنویدنه د ځمکې د پارچې او د هغې د قاعدې تر منځ ټولې سطحې په اوږدو کې واقع کیږي. د تخریب ډول چې په نورماله توګه واقع کیږي کیدلای شي په لاندې ډول صنف بندیشي [378:18]:

1. د میلان تخریب (Slope failure).

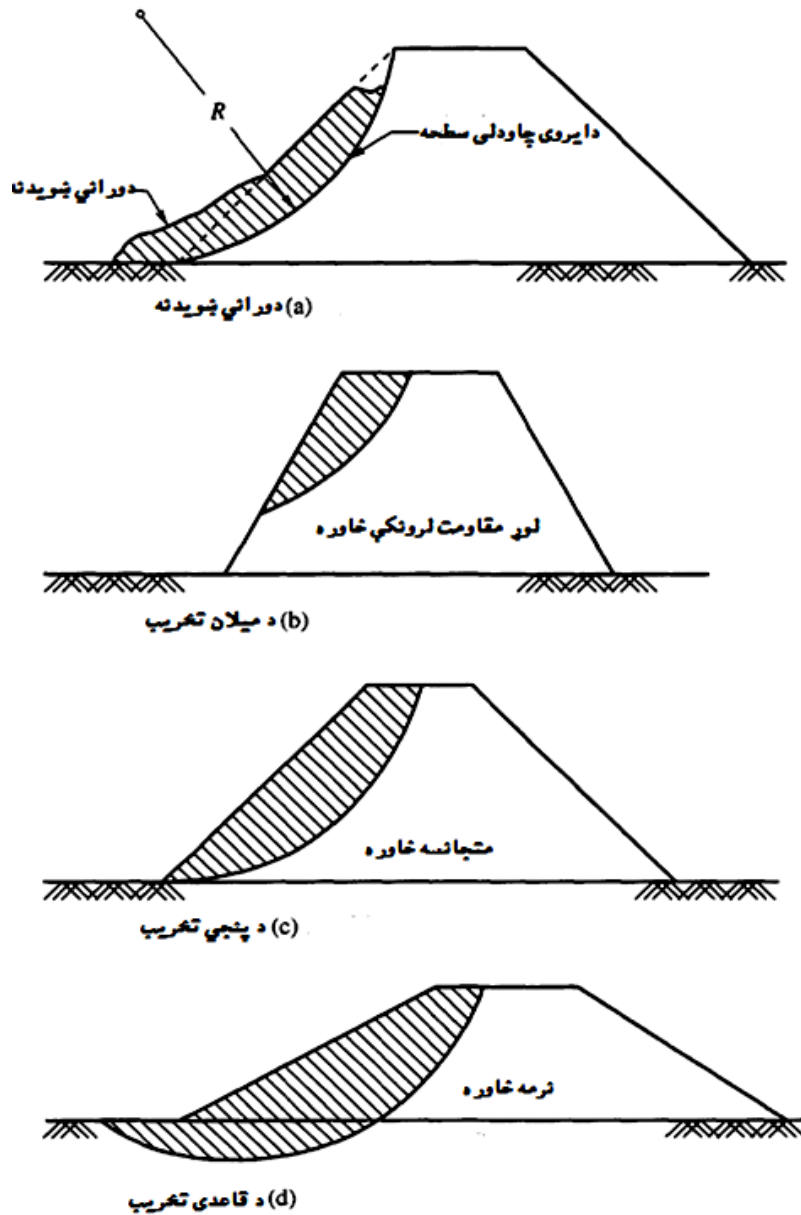
2. د پنډې یا لاندینې برخې تخریب (Toe failure).

3. د قاعدې تخریب (Base failure).

د میلان په تخریب کې، د چاودلې سطحې قوس د پنډې (Toe) څخه پورته واقع کیږي. دا په هغه صورت کې واقع کیږي کله چې د  $\beta$  د میلان زاویه زیاته وي او خاوره

کلهکه خاوره وي . د پنځې تخريب هغه وخت واقع کيږي کله چې د يند د خاورې کتله د قاعدې څخه پورته او د قاعدې څخه لاندې متجانس وي .

د قاعدې تخريب خصوصاً په هغه وخت واقع کيږي کله چې د قاعدې زاويه  $\beta$  کمه وي او د قاعدې لاندې خاوره د قاعدې د پورتنۍ خاورې په نسبت نرمه او زيات پلاستيکي خاصيت ولري . د تخريب مختلف ډولونه په (6.10 شکل) کې بنودل شوي دي [378:18]



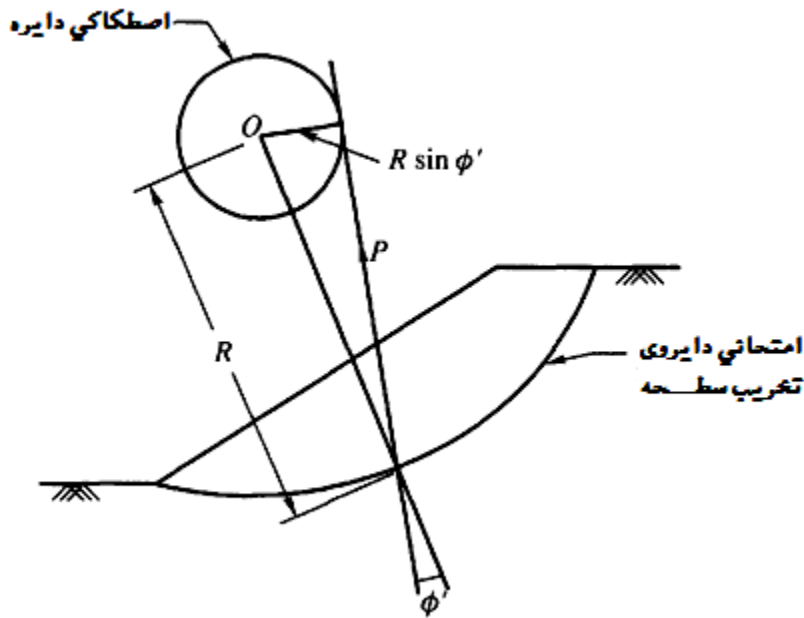
6.10 شکل. د خاکي بندونو د تخريب ډولونه [379:18].



### 9.10 د اصطکاک دایرې طریقې (Friction-circle method)

#### د طریقې فزیکي مفهوم

د نوموړې طریقې هدف د یو بند د قطع په بنودلو (7.10 شکل) سره واضح کیږي. یوه امتحاني دایره د  $O$  د دوراني مرکز سره په شکل کې بنودل شوې. د  $O$  مرکز او د  $\sin\phi'$  شعاع، چېرې چې  $R$  د امتحاني دایرې شعاع ده رسمه شوې ده. هر هغه خط چې داخلي دایرې سره مماس وي باید امتحاني دایره د  $R$  شعاع سره د  $\phi'$  په زاویه، قطع کړي. په دې اساس د خاورې داخلي فشار هر ویکتور د  $\phi'$  په انحراف سره د چاود قوس باید د داخلي دایرې سره مماس وي. دغه داخلي دایره د اصطکاک دایرې یا د  $\phi$  دایرې په نوم یادېږي [382:18].



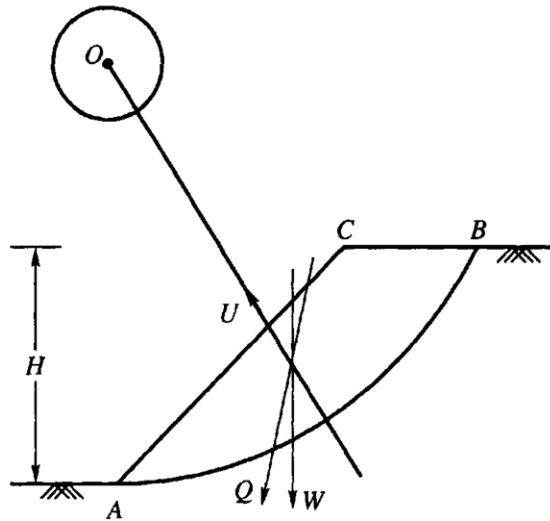
7.10 شکل. د اصطکاک دایرې طریقې اساسات [382:18].

د اصطکاک دایرې په طریقې د میلان تحلیل دواړو گرافیکي او ریاضیکي حل لپاره یوه مطمئننه لاسته راوړنه ده. دې ته دا نوم په دې خاطر ورکړل شوی دی چې د میتود د فرضیې خاصیت  $\phi$  دایرې ته راجع کیږي.

1. د امتحاني دايري لپاسه د کتلې ټول وزن  $W$  د کتلې په مرکز باندې عمل کوي. د کتلې مرکز د هرې پيژندل شوي طريقي په واسطه پيدا کيږي.
2. د څلورو خواو خنثي قوې  $U$  محصله (منتج) پيدا شوي، او د  $U$  ويکتور د گرافيکي طريقي په واسطه د ساختمان د شبکې څخه پيدا کيږي.
3. د خاورې داخلي قوو محصله  $P$  په څلورو خواو باندې عمل کوي.
4. سرينيناکه قوو محصله  $C$  پيدا شوي.

### محركي قوي (Actuating Forces)

محركي قوې د مجموعي وزن  $W$  او د سرحدي قوو محصلي  $U$  څخه عبارت دي لکه چې په (8.10 شکل) کې ښودل شوي دي. د څلورو خواو خاورو خنثي قوې هر وخت د  $O$  د مرکز څخه تيريږي. د  $W$  او  $U$  قوو محصله په  $Q$  سره مسمی کيږي چې په شکل کې ښودل شوي دي.



8.10 شکل. محركي قوې [383:18].

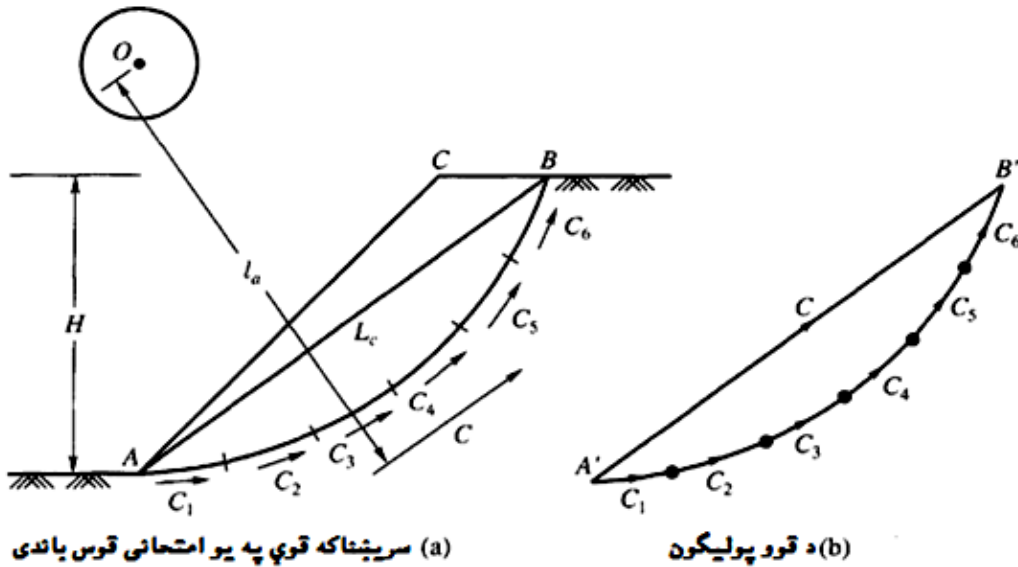
سرینبناکه قوی محصله (Resultant Cohesive Force)

که د AB قوس اوږدوالی په  $L_a$  سره او د هغې وتر په  $L_c$  سره وښایو ، د  $L_a$  طول په کوچنیو برخو وویشو او په هره برخه کې د سرینبناکه قوه پیدا کړو او په  $C_1, C_2, C_3, \dots, C_4$  باندې وښایو لکه چې په (9.10 شکل) کې ښودل شوي دي . د دغو ټولو قوو محصله په شکل کې د قوو د پولیگون پواسطه ښودل شوي دي .  $A'B'$  د قوو محصله ده چې د AB د قوس وتر سره موازي او مساوي دي . د قوس په طول کې د ټولو سرینبناکه قوو محصله عبارت ده له:

$$C = c'_m L_c$$

$$c'_m = \frac{c'}{F_c}$$

چېرې چې:



9.10 شکل . سرینبناکه مقاوم قوی [384:18] .

په پورته فورمول کې  $c'$  سرینبناکه قوه ده او  $F_c$  د سرینبناکۍ د ډاډمنتیا فکتور دی .  
د C د عمل مسیر د مومنټ په پام کې نیولو سره پیدا کېږي . د ټول سرینبناکۍ مومنټ په لاندې ډول پیدا کېږي:

$$c'_m L_a R = c'_m L_c l_a$$

چېرې چې  $l_a$  د مومنت بازو دی ، نو په دې اساس:

$$l_a = R \frac{L_a}{L_c} \dots\dots\dots(22.10)$$

دا څرگنده شوې ده چې د C د ویکتور د عمل جهت د  $c'_m f$  اندازې څخه مستقل دی.

### د څلورو خواو خاورو د داخلي قوو محصله

د دايرې امتحاني قوس په کوچنيو برخو ويشل شوی .  $P_1, P_2, P_3$  ، او نور ، د څلورو خواو خاورو داخلي قوې دي چې په دغو کوچنيو برخو باندې عمل کوي لکه چې په (10.10 شکل) کې بنودل شوي دي . اصطکاکي دايره د  $R \sin \phi'_m$  په شعاع سره رسمېږي .

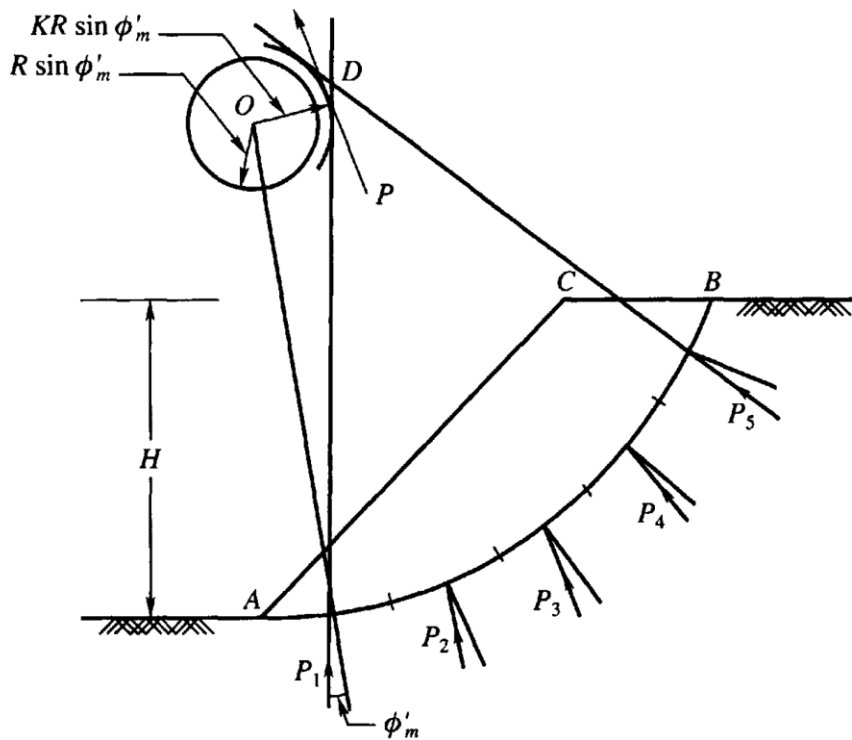
$$\tan \phi'_m = \frac{\tan \phi'}{F_\phi} \quad \text{چېرې چې}$$

د  $P_1, P_2, P_3$  او داسې نورو د انه ئې خاورو داخلي قوو د عمل خطونه د اصطکاک دايرې سره مماس وي او په محيط کې د  $\phi'_m$  زاويه جوړوي . که څه هم د هرو دوو کوچنيو قوو د ویکتورونو مجموعي ، د عمل مسير د D نقطې له لارې دی نو د  $\phi'_m$  دايرې سره په مماس کې يوه کمه اندازه توپير لري . د ټولو دانه ئې قوو محصله په همدې اساس د  $\phi'_m$  دايرې سره د مماس توپير لري کوم چې د پام وړ نه دي . که د دانه ئې قوو د محصلي P فاصله د دايرې د مرکز څخه په  $KR \sin \phi'_m$  سره وښايو (لکه چې 10.10 شکل کې بنودل شوې) . د K اندازه د قوس په اوږدو کې د داخلي دانه ئې فشار د ویش ډول پورې اړه لري . دغه ویش په ډېر احتمال سره د  $\sin$  په ډول ویش وي [385:18] .

د مرکزي زاوئې  $\alpha'$  سره د K توپير په (11.10 شکل) کې بنودل شوې ده . دغه شکل د تخريبي قوس په طول کې د مؤثره نارملي تشنج د مساوي ویش په صورت کې د  $\alpha'$  او K تر منځ رابطه هم په گوته کوي .

د موضوع په اړه چې پورته ئې توضيح صورت نيولې گرافیکي حل ساده دی . د (12.10 شکل) د Q ، C او P دريو قوو لپاره د P معادل د Q او C ویکتورونو د عمل مسير د تقاطع څخه بايد تير شي . د P د ویکتور عمل د  $KR \sin \phi'_m$  شعاع لرونکې دايرې

سره بايد مماس وي. د  $K$  قيمت د (شکل 11.10) د منحنیانو په استفاده اټکل کيږي، او د  $P$  قوې د عمل مسير کيدلی شي چې رسم شي لکه چې په (شکل 12.10) کې بنودل شوي دي. کله چې د ټولو دريو قوو د عمل مسير او د  $Q$  قوې معلوم مقدار، د  $P$  او  $C$  کيدلی شي د متوازي الاضلاع د جوړولو په واسطه حاصل شي، چې په شکل کې بنودل شوي دي. د  $KR \sin \phi'_m$  شعاع لرونکې دايره د تعديل شوی اصطکاک دايرې په نوم يادېږي.



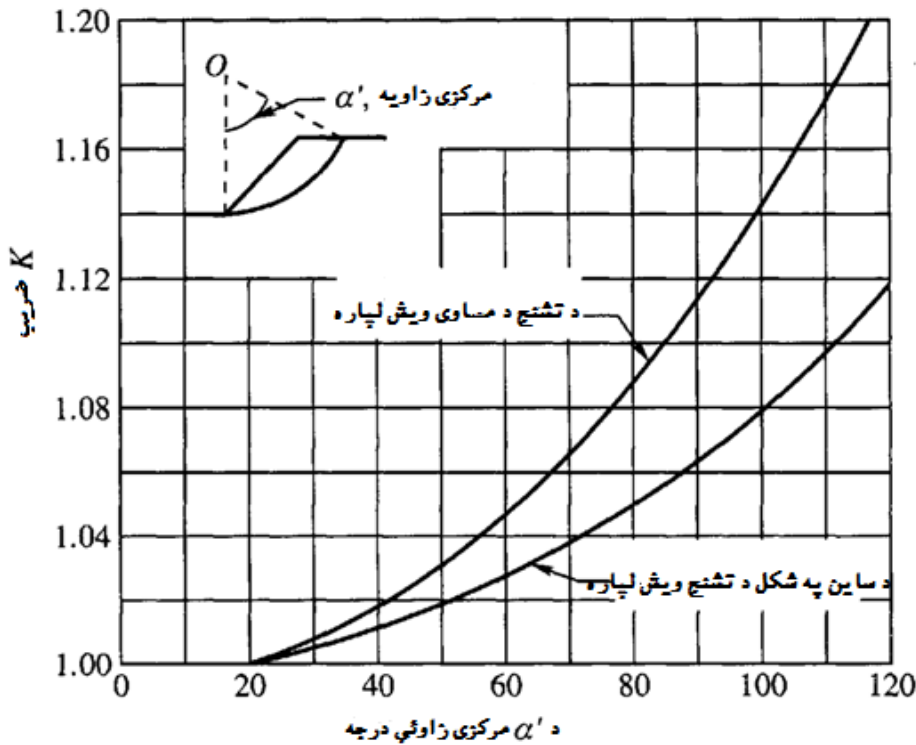
شکل 10.10. د داخلي دانه ټي قوو محصله [385:18].

### د مقاومت د ډاډمنتيا فکتور معلومول

د (شکل 13a.10) د يو بند مقطع ده.  $AB$  ازمايل شوې تخريبي قوس دی، د  $Q$  قوه، د  $W$  او  $U$  محصله ترسيم شوې لکه مخکې چې ورنه يادونه شوې ده. د  $C$  د عمل خط هم رسم شوې. که د  $Q$  او  $C$  قوې په  $D$  نقطه کې سره يو ځای شي. يو اختياري ازمينت د  $\phi'_m$  د هر مناسب قيمت په استعمال سره کوم چې د  $\phi'_{m1}$  پواسطه بنودل شوی د لومړي

دايرې يا د  $KR\sin\phi'_{m1}$  شعاع په استفاده صورت نيولې. د 1 شميره د لومړي ازمينت ټولو قيمتونو لپاره استعمالېږي. د  $P_1$  قوه د  $D$  نقطې څخه د لومړي دايرې سره مماس رسمېږي.  $C_1$  د وتر سره موازي او د 1 نقطه د  $C_1$  او  $P_1$  قوو د تقاطع نقطه ده. د خاورې موجوده سرينناکي  $L_c c'_{m1}$  سره مساوي ده. له دې ځايه موجوده سرينناکي  $c'_{m1}$  ارزول کېږي. د سرينناکي او اصطکاک ډاډمنتيا فکتورونه د لاندينيو فورمولونو پواسطه پيدا کېږي [386:18]:

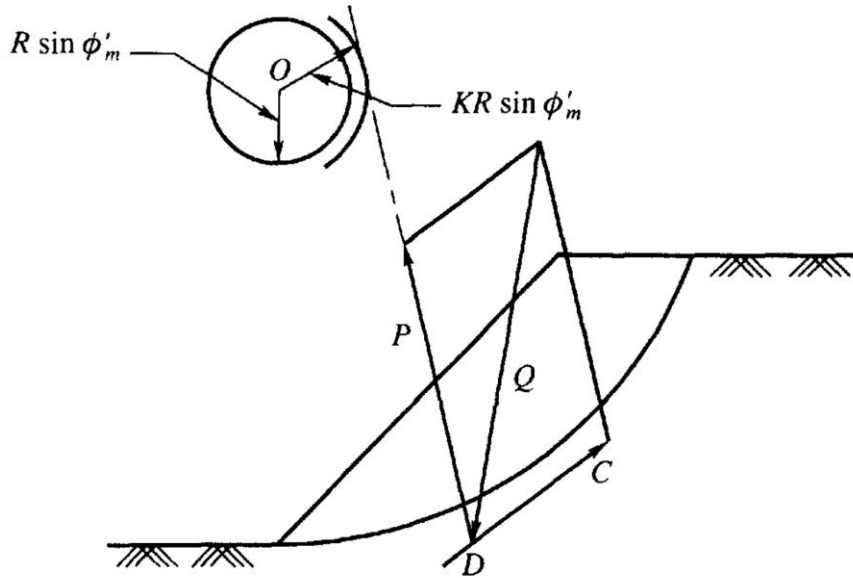
$$F_c' = \frac{c'}{c'_{m1}} \text{ او } F_{\phi_1} = \frac{\tan\phi'}{\tan\phi'_{m1}}$$



11.10 شکل. د  $\alpha'$  مرکزي زاوئي او  $K$  ترمنځ رابطه [385:18].

د دغه فکتورونو قيمتونه په (شکل 13b.10) په گراف کې د 1 نقطې رسمولو لپاره استعمالېږي. په مشابه توگه د  $KR\sin\phi'_{m2}$ ،  $KR\sin\phi'_{m3}$  او نور په شعاع سره اصطکاکي دايرې کيدلې شي رسم شي او پروسيجر تکرار شي. د 2، 3 او نورې نقطې لکه

چې په شکل کې بنودل شوي دي لاسته راځي. په  $45^\circ$  خطونه  $F_c = F_\theta$  څرگندوي، منحني قطع کوي او د دغه امتحاني دايرې لپاره د ډاډمنتيا فکتور  $F_s$  لاسته راځي. د بحراني دايرې د مرکز تعینولو په منظور، زيات امتحاني دايرې بايد وڅيړل شي، کوم چې يو ئې بايد د  $F_s$  اصغري قيمت لاسته راشي.



12.10 شکل. د اصطکاک دايرې د طريقې لپاره د قوو مثلث [386:18].

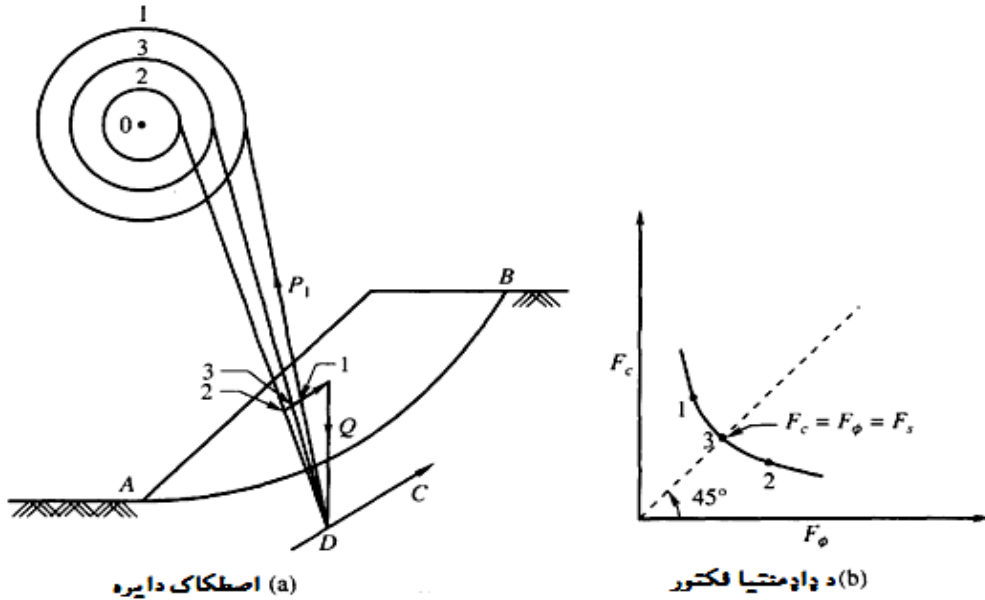
### 7.10 مثال

يو پشته د 2 (افقي) په 1 (عمودي) ميلان لرونکې ده، چې لوړوالی ئې 10m دی. دغه پشته خاورو څخه جوړه شوې چې سرينناکې ئې  $30 \text{ kN/m}^2$ ، د داخلي اصطکاک زاويه ئې  $5^\circ$  او واحد وزن ئې  $20 \text{ kN/m}^3$  دی. هر هغه خوئيدونکې دايره په پام کې ونيسئ چې د لاندینۍ برخې څخه تيرېږي. د سرينناکۍ د ډاډمنتيا فکتور پيدا کولو لپاره د اصطکاک دايرې طريقې څخه استفاده وکړئ.

### حل

د لاندیني شکل په کتلو سره، که EFB ميلان وي او AKB بنوئيدونکې دايره وي چې O ئې د دايرې مرکز او  $R = 20 \text{ m}$  شعاع وي نو:

$$AB = L_c = 27 \text{ m} \text{ طول}$$



13.10 شکل. د مقاومت د ډاډمنتيا فکتور پيدا کولو گرافيکي طريقه [386:18].

که د AB منحنی نقطې په توگه پام کې ونیول شي ، نو :

د ABEA مساحت + د AKBJA مساحت = د AKBFEA مساحت

$$= \frac{2}{3} AB \times JK + \frac{1}{2} AB \times EL$$

$$= \frac{2}{3} \times 27 \times 53 + \frac{1}{2} \times 27 \times 2.0 = 122.4 \text{ m}^2$$

$$\text{دغه وزن د G په نقطه کې عمل کوي ، د کتلې مرکزیت د FK په منحنی نقطه کې}$$

اڅستل کېږي. اوس  $\theta = 85^\circ$ .

$$\text{د AKB قوس طول} = L = R\theta = 20 \times 85 \times \frac{3.14}{180} = 29.7 \text{ m}$$

$$l_a = R \frac{L}{L_c} = 20 \times \frac{29.7}{27} = 22 \text{ m}$$

د O د مرکز څخه د  $l_a$  په یوه فاصله ، د سرینسناکۍ د قوې ویکتور C رسموو ، کوم

چې د AB وتر سره موازي وي. اوس د C او W د تقاطع نقطې څخه د اصطکاک په دایره





$$r_l = R \sin \phi'_m = 20 \times \sin 3.3^\circ = 1.16m$$

د F جهت تغير و خور او د قوو  $abd'$  تعديل شوی مثلث په اساس د  $ad' = 600 \text{ kN}$  طول  $c =$  سرينينا که قوه لاسته راغله.

$$c'_m = \frac{c}{L} = \frac{600}{29.7} = 20.2 \text{ kN/m}^2$$

موجوده سرينينا کي

په دې اساس

$$F_c = \frac{c'}{c'_m} = \frac{30}{20.2} \approx 1.5$$

10.10 د ټايلر د استواری نمبر (Taylor's stability number)

که چېرې د ميلان زاويه  $\beta$ ، د پشتې ارتفاع  $H$ ، مؤثره واحد وزن  $\gamma$ ، د داخلي اصطکاک زاويه  $\phi'$  او واحد سرينينا کي  $c'$  معلوم وي د ډاډمنتيا فکتور کيدلی شي په لاس راشي. Taylor په زيات حد سره د ميلان زاويو او داخلي اصطکاک زاويو په پام کې نيولو سره د زياتو ميلانونو تحليل تر سره کړ، او يوه لنډه پايله ئې تر لاسه کړه چې دغې پايلې ته د ثبات نمبر وايي. دغه نمبر په  $N_s$  سره بنودل کيږي [150:19].

$$N_s = \frac{c'}{F_c \gamma H} \dots \dots \dots (23.10)$$

د سرينينا کي د ډاډمنتيا فکتور په لاندې توگه لاسته راځي:

$$F_c = \frac{c'}{N_s \gamma H} \dots \dots \dots (24.10)$$

Taylor خپلې پايلې د منحنيا تو په شکل نشر کړل کوم چې د  $\phi'$  مختلفو قيمتونو لپاره د  $N_s$  او د ميلان زاويې  $\beta$  ترمنځ رابطه تامينوي لکه چې په (12.10 شکل) کې بنودل شوي دي. دغه منحنيا نې د هغه دايرو لپاره دي چې د لاندینی برخې څخه تيریږي، که څه هم د  $\beta$  د  $53^\circ$  څخه کم قيمت لپاره دا څرگنده شوي چې ډيره خطرناکه دايره د لاندینی برخې څخه تيره شوی ده. نوموړې منحنيا نې د  $\beta = 14^\circ$  څخه لاندې ميلانونو لپاره په غير د خطرناکه غلطی څخه کيدلی شي استعمال شي. د اصطکاک د ډاډمنتيا فکتور  $F_\phi = 1$  په پام کې نيولو سره د سرينينا کي د ډاډمنتيا فکتورونو لپاره د ثبات نمبرې لاسته راځي.

د هغه ميلانونو په ژوروالي کې چې په عملي توګه د ستونزو سره مخ کېږو، په هغوی کې د چاود ژوروالی کيدلی شي وغزيرې، مګر زياتره هغه د وتلې برخو يا په لاندینۍ برخو کې د نورو قوي موادو پواسطه محدودېږي لکه چې په (15.10 شکل) کې ښودل شوي دي. د ثبات نمبر  $N_s$  د  $\phi' = 0$  لپاره ډېر زيات د وتلې برخو د موقیعت پورې اړه لري. هغه ژوروالی چې په هغه کې وتلي برخې يا قوي مواد واقع شي کېدلی شي د ژوروالي فکتور  $n_d$  پواسطه څرګندېږي چې په لاندې توګه پيدا کېږي.

$$n_d = \frac{D}{H} \dots\dots\dots(25.10)$$

په پورته فورمول کې  $D$  د پشته د پورتنۍ سطحې څخه د وتلې برخې ژوروالی دی،  $H$  د پشته د لاندینۍ برخې څخه پورته د ميلان ارتفاع ده.

د  $n_d$  د مختلفو قيمتونو او د  $\phi = 0$  حالت لپاره په (15.10 چارټ) کې د ثبات نمبر  $N_s$  د ميلان زاوئې  $\beta$  د مختلفو قيمتونو په پام کې نيولو سره ورکړل شوي دي. په دې حالت کې د چاود دايره کيدلی شي د لاندینۍ برخې څخه لاندې تيره شي. د لاندینۍ برخې څخه ترد هغې سطحې پورې د چاود د دايرې  $x$  فاصله د فاصلې فکتور  $n_x$  پواسطه ښودل کېږي.

د مقاومت د ډاډمنتيا فکتور (Factor of safety with respect to strength) د ثبات نمبر په لاسته راوړلو کې د اصطکاک د ډاډمنتيا فکتور  $F_\phi = 1$  فرض شوي. د منحنیانو څخه يواځې د سرينناکۍ د ډاډمنتيا فکتور  $F_c$  لاسته راځي. که چېرې د مقاومت  $F_s$  صحيح فکتور ته اړتيا وي، نو نوموړی فکتور بايد د سرينناکۍ او اصطکاک فکتورونو سره مساوي په پام کې ونيول شي. موجوده عرضي مقاومت په لاندې ډول پيدا کېږي.

$$S_m = \frac{S}{F_s} = \frac{c'}{F_s} + \frac{\sigma' \tan \phi'}{F_s}$$

د پورتنۍ مساوات څخه مونږ کولای شو وليکو:

$$\frac{c'}{F_s} = c'_m, \tan \phi'_m = \frac{\tan \phi'}{F_s}, \text{ يا } \tan \phi'_m = \frac{\phi'}{F_s} \text{ (approx.)} \dots\dots\dots(27.10)$$

$c'_m$  او  $\phi'_m$  په ترتيب سره موجوده سرينناکي او اصطکاک دی.

### 8.10 مثال

لاندي ارقام د خاكي بند لپاره ورکړل شوي دي چې 39 ft ارتفاع لري. ميلان په اوبو کې ډوب دی او د ميلان زاويه  $\beta = 45^\circ$  ده.

$c' = 550 \text{ lb/ft}^2$ ،  $\gamma_b = 69 \text{ lb/ft}^3$  او  $\phi' = 20^\circ$  دی، د ډاډمنتيا فکتور  $F_s$  پيدا کړئ؟

حل

د لومړۍ ازموينې لپاره  $F_s = 2$  فرضوو.

$$\phi'_m = \frac{20}{2} = 10^\circ \text{ (approx.)}$$

د  $\phi'_m = 10^\circ$  او  $\beta = 45^\circ$  لپاره د  $N_s = 0.11$  قيمت د (14.10 شکل) څخه

اخستل کېږي، نو مونږ په (23.10 مساوات) کې د قيمتونو په وضع کولو سره ليکلای شو:

$$N_s = \frac{c'}{F_c \gamma H}, \quad 0.11 = \frac{550}{2 \times 69 \times H} \quad \text{يا} \quad H = \frac{550}{2 \times 69 \times 0.11} = 36.23 \text{ ft}$$

که چېرې  $F_s = 1.9$ ،  $\phi'_m = \frac{20}{1.9} = 10.53^\circ$  او  $N_s = 0.105$  وي.

$$H = \frac{550}{1.9 \times 69 \times 0.105} = 40 \text{ ft}$$

محاسبه شوې ارتفاع 40ft تقريباً د ورکړل شوې ارتفاع 39 ft سره مساوي ده. په

دې اساس د ډاډمنتيا محاسبه شوی فکتور 1.9 دی.

### 9.10 مثال

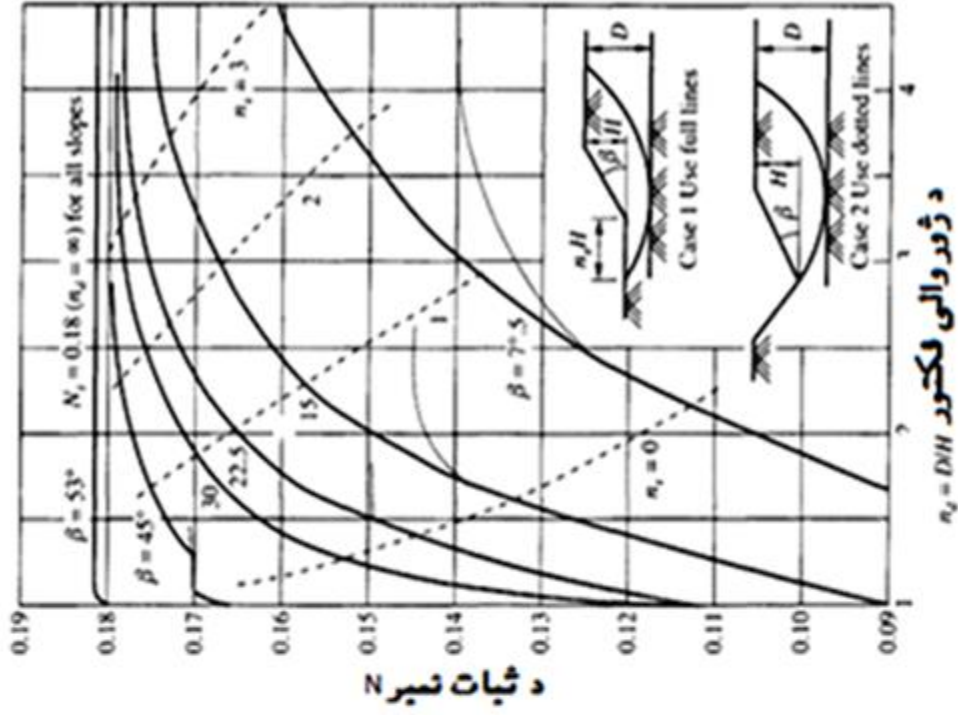
د خاورې په يو انبار کې د  $25^\circ$  په ميلان سره افقي او 25 m په ژوروالي سره بايد

يوه کندنکاري صورت ونيسي. خاوره د لاندينۍ خواص لرونکې ده:

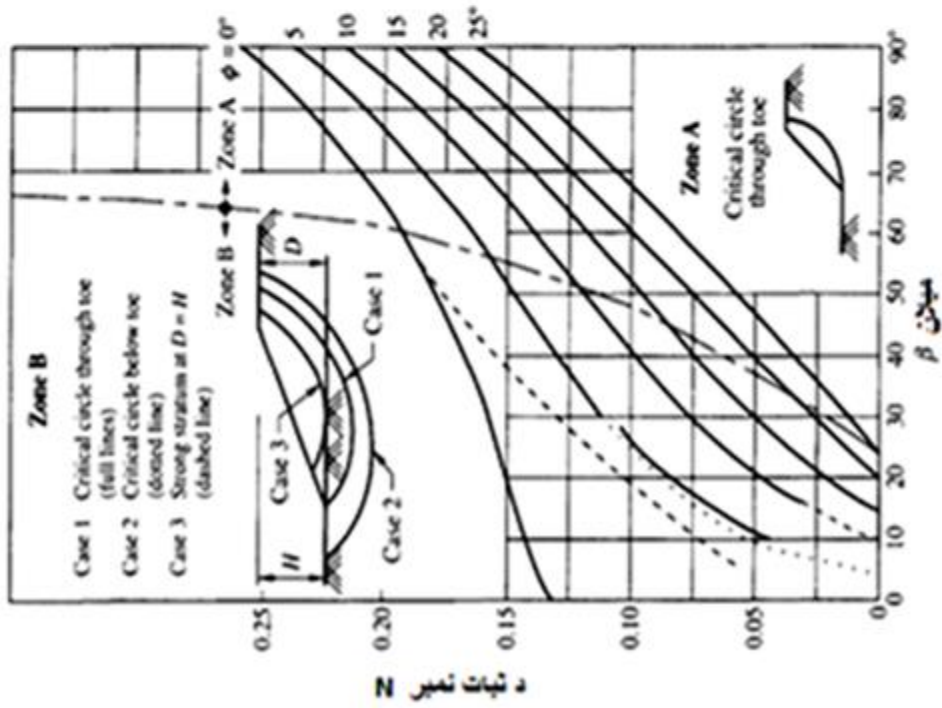
$$\gamma = 20 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \text{ او } c' = 35 \text{ kN/m}^2, \phi' = 15^\circ$$

1. د ميلان د ډاډمنتيا فکتور پيدا کړئ، فرض کړئ چې کاملاً اصطکاک شتون لري.

2. که چېرې د سربیناکی د ډاډمنتيا فکتور 1.5 وي، د اصطکاک د ډاډمنتيا فکتور به څومره وي.



**15.10 شکل.** د  $\phi' = 0$  لپاره د Taylor ثبات نسيرون [390:18]



**14.10 شکل.** د هغه دايرون لپاره د Taylor ثبات نسيرون چې د ميلان لاندې برخې د هغې لاندې يا لاندې لپاره لپاره لپاره لپاره [390:18]

1. د  $\beta = 25^\circ$  او  $\phi' = 15^\circ$  لپاره د Taylor د ثبات نمبر چارت څخه  $N_s = 0.03$  اخستل کيږي.

$$F_c = \frac{c'}{N_s \times \gamma \times H} = \frac{35}{1.5 \times 20 \times 25} = 2.33$$

$$N_s = \frac{c'}{F_c \times \gamma \times H} = \frac{35}{1.5 \times 20 \times 25} = 0.04 \quad \text{د } F_c = 1.5 \text{ لپاره}$$

د  $N_s = 0.047$  او  $\beta = 25^\circ$  لپاره د (16.4 شکل) څخه  $\phi'_m = 13^\circ$  اخستل کيږي.

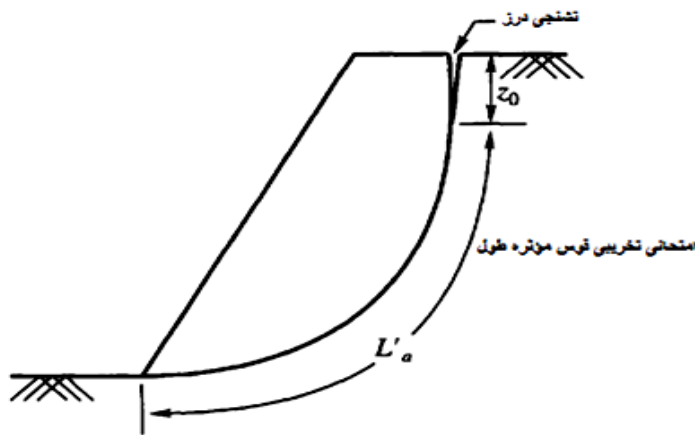
په دې اساس:

$$F_\phi = \frac{\tan \phi'}{\tan \phi'_m} = \frac{\tan 15^\circ}{\tan 13^\circ} = 1.16$$

### 11.10 د تشنج درزونه (Tension cracks)

که چېرې يو بند د سرينيناکه خاورو څخه جوړ شوی وي، نو د تشنج درزونه زياتره په رأس کې ليدل کيږي. د دا ډول درزونو ژوروالی د لاندې مساوات په مرسته محاسبه کيږي [193:19]:

$$z_0 = \frac{2c'}{\gamma} \quad \dots\dots\dots(28.10)$$



16.10 شکل. د سرينيناکه خاورو څخه جوړ شوي بند کې تشنجي درز [193:19].

په پورته فورمول کې  $z_0$  د درز ژوروالی دی،  $c'$  واحد سرینسناکې ده او  $\gamma$  د خاورې واحد وزن دی.

د تخریبي امتحاني قوس مؤثره طول د قوس د مجموعي ژوروالی او د درز د ژوروالي تر منځ توپیر څخه عبارت دی، لکه چې په (16.10 شکل) کې بنودل شوي دي.

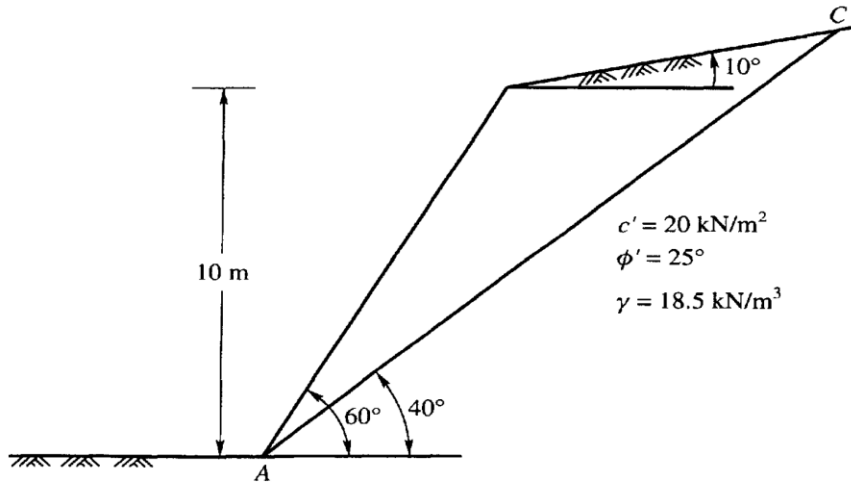
### لنډيز (Summary)

په دې فصل کې طبیعي او مصنوعي ميلانونه چې د انسانانو پواسطه جوړ شوي دي او په محدود او غیر محدود شکل سره دي، د هغوی تحلیل او ثبات، د ميلانونو د ناکامۍ سببونه، د ميلانونو په څیړنو کې عمومي کتنې او فرضيې، د ډاډمنتيا فکتورونه، په شگو کې د نامحدوده ميلانونو تحلیل، د محدود ميلان د ارتفاع د ثبات تحلیل، طریقې، د تخریب همواره سطحه، د تخریب دایروي سطحو تحلیل او محاسبات، د مقاومت د ډاډمنتيا فکتورونو محاسبات او تحلیل شامل دي. چې يادو موضوعاتو د بڼه وضاحت لپاره عملي مثالونه هم حل شوي دي.

### پوښتنې (Problems)

1. د يو غیر محدود ميلان بحراني ارتفاع پيدا کړئ چې د ميلان زاويه ئې  $30^\circ$  ده. دغه ميلان د نرم کلی خاورې څخه جوړه شوی چې د هغې سرینسناکې  $20 \text{ kN/m}^2$ ، داخلي اصطکاک زاويه ئې  $20^\circ$ ، د خالیگاو اندازه ئې 0.7 او مخصوصه وزن ئې 2.7 دی. د تحلیل لپاره لاندې حالتونه په پام کې ونیسئ:
  - a. خاوره وچه ده.
  - b. اوبه د ميلان د سطحې سره موازي خڅیري.
  - c. ميلان په اوبو کې ډوب دی.
2. يو غیر محدود ميلان د افق سره  $26^\circ$  زاويه جوړوي. نوموړی ميلان د سخت سرینسناکه خاورې پواسطه پوښل شوی، چې  $G_s = 2.72$  او  $e = 0.52$  ده. هلته 20 ft لاندې يوه نازکه ضعیفه طبقه د ميلان سره موازي شتون لري ( $c' = 525 \text{ Ib/ft}^2$ ) او

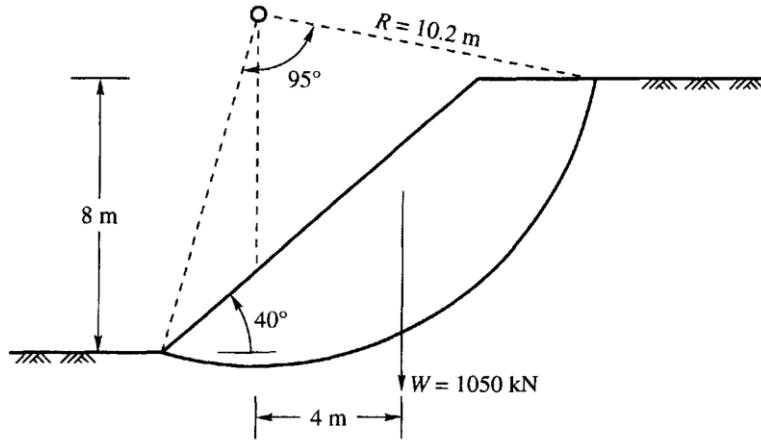
- د  $(\phi' = 16^\circ)$  د ډاډمنتيا فکتور محاسبه کړئ کله چې (a) خاوره وچه وي. (b) د  $c'$  ځمکې لاندې اوبه د ميلان سره موازي د ميلان په سطحه کې جريان لري.
3. يو غير محدود ميلان د زيات کلک شويکليخاورې لاندې موقیعت لري چې  $c' = 210 \text{ lb/ft}^2$  ،  $\phi' = 8^\circ$  او  $\gamma_{sat} = 120 \text{ lb/ft}^3$  دي. ميلان د افق سره  $10^\circ$  زاويه جوړوي. د اوبو خښدنه د ميلان د سطحې سره موازي ده او د ځمکې لاندې اوبه د سطحې سره انطباق لري. که چېرې ميلان د سطحې څخه 12ft لاندې د سطحې سره موازي تخریب شي د ډاډمنتيا فکتور محاسبه کړئ.
4. د 10m په ژوروالي يوه ژوره قطع په شگلنه کلی خاوره کې د يو سرک لپاره جوړه شوې ده. د قطعي اړخونه د افق سره  $60^\circ$  زاويه جوړوي. د خاورې د غوښدنې مقاومت پاراميترونه عبارت دي له:  $c' = 20 \text{ kN/m}^2$  ،  $\phi' = 25^\circ$  او  $\gamma = 18.5 \text{ kN/m}^3$  که چېرې AC تخریبي سطحه وي (لاندې شکل دې وکتل شي) د ميلان د ډاډمنتيا فکتور محاسبه کړئ.



5. يو  $40^\circ$  ميلان د 8m په ژوروالي په مشبوع شوې کلی خاوره کې کيندل شوي دي چې د هغې د مقاومت پاراميترونه عبارت دي له:  $c' = 60 \text{ kN/m}^2$  ،  $\phi' = 0$  او



د امتحاني تخريبي سطحې لپاره د ډاډمنتيا فکتور پيدا کړئ (په لاندې شکل کې بنودل شوي دي).



## يوولسم فصل

### استنادي ديوالونه (Retaining Walls)

#### 1.11 پيژندنه (Introduction)

په نهم فصل کې د خاورې د جانبي فشار مختلفې نظريې ور وپيژندل شوي، چې د همدغو نظريو په استفاده په دې فصل کې د استنادي ديوالونو مختلفو ډولونو ډيزاين تر سره کېږي. په عمومي توگه استنادي ديوالونه په دوه عمده برخو ويشل کېږي:

(a) متداول يا معمولي استنادي ديوالونه.

(b) په ميخانيکي يا مصنوعي ډول تقويه شوي خاورين ديوالونه.

معمولي استنادي ديوالونه په لاندې څلورو ډولونو ويشل کېږي:

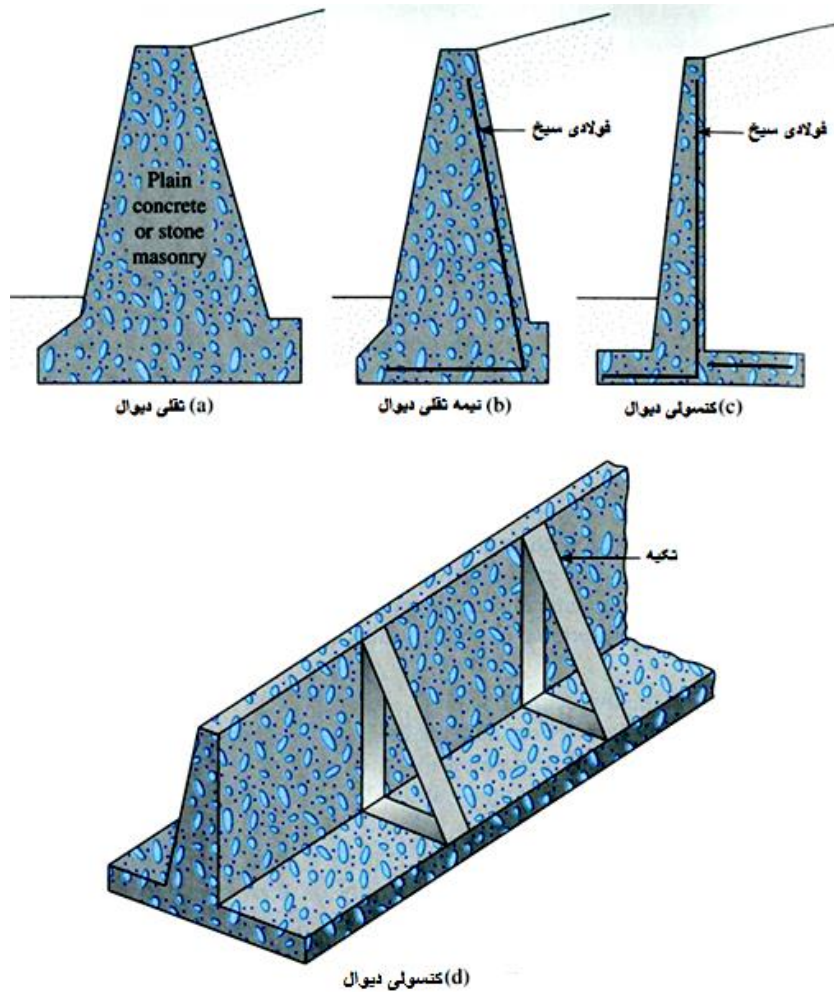
1. ثقلي استنادي ديوالونه (Gravity retaining walls).
2. نيمه ثقلي استنادي ديوالونه (Semi gravity retaining walls).
3. کنسولي استنادي ديوالونه (Cantilever retaining walls).
4. تکیه لرونکي استنادي ديوالونه (Counterfort retaining walls).

ثقلي استنادي ديوالونه (1a.11 شکل) د ساده کانکریتو يا ډبرو څخه جوړېږي، او ددوی استواري د ديوال خپل وزن او هغه خاورې پورې اړه لري چې په ديوال باندې قرار لري. دا ډول ساختمانونه د لوړو ديوالونو ( $H \geq 4.5m$ ) لپاره غیر اقتصادي شمیرل کېږي.

ددې لپاره چې د ثقلي ديوالونو د مقطع سايز کوچنی تعين شي زیاتره وخت د ثقلي ديوالونو په جوړښت کې به کمه اندازه د فولادي سيخانو څخه استفاده کېږي چې نوموړي ډول ديوالونو ته نيمه ثقلي استنادي ديوالونه ويل کېږي (1b.11 شکل).

کنسولي استنادي ديوالونه چې په (1c.11 شکل) کې ښودل شوي دي د اوسپنيز کانکریتو څخه جوړېږي چې د نرۍ بدنې (stem) او د لاندیني سلب (Base slab) لرونکي وي. د ديوالونو نوموړی ډول نسبتاً لوړ ارتفاع ( $H \leq 8m$ ) پورې اقتصادي شمیرل کېږي [120:12].

تکيه لرونکي ديوالونه د کنسولي ديوالونو پشان دي مگر په معينو فاصلو کې د عمودي کانکريتي سلبونو (Counterfort) چې د ديوال بدنه (stem) او لانديني سلب يو د بل سره نښلوي چې په دې ترتيب د بدني لپاره يو عمودي تکيه (Support) تشکيلوي او په ديوال باندې د خاورې له اثره وارده جانبي فشارونه په دوه جھتونو (عمودي او افقي) ويشي. (شکل 1d.11). د اتکاو (Counterforts) اساسي وظيفه د ديوال په بدنه کې د انحيايي مومنت او عرضي قوو د مقدار کمول دي [120:12].



1.11 شکل. د استنادي ديوالونو ډولونه [121:12].

ددې لپاره چې د استنادي ديوالونو ډيزاين بڼه تر سره شي نو يو انجنير بايد د هغه خاورو مهم پاراميترونه لکه واحد وزن ، د اصطکاک زاويه او د چسپش ضريب، چې د ديوال شاته او د سلب لاندې قرار لري وپيژني. د خاورې د خصوصياتو پيژندل انجنير په دې توانيږي چې د خاورې افقي فشار وپيژني او د هغه په اساس ډيزاين تر سره کيږي.

د معمولي استنادي ديوالونو په ډيزاين کې دوه مرحلې وجود لري. لومړۍ دا چې د خاورې افقي فشار د معلومولو څخه وروسته د ديوال ساختمان په ټوله کې د استوارۍ په مقابل کې ازمايل کېږي لکه د چپه کيدلو، بنويدنې او د خاورې د زغم په مقابل ازمايل. دوهم د ديوال د هرې برخې د مقاومت پيدا کول او د تقويه کوونکو فولادي سيخانو د مقدار تعينول دي.

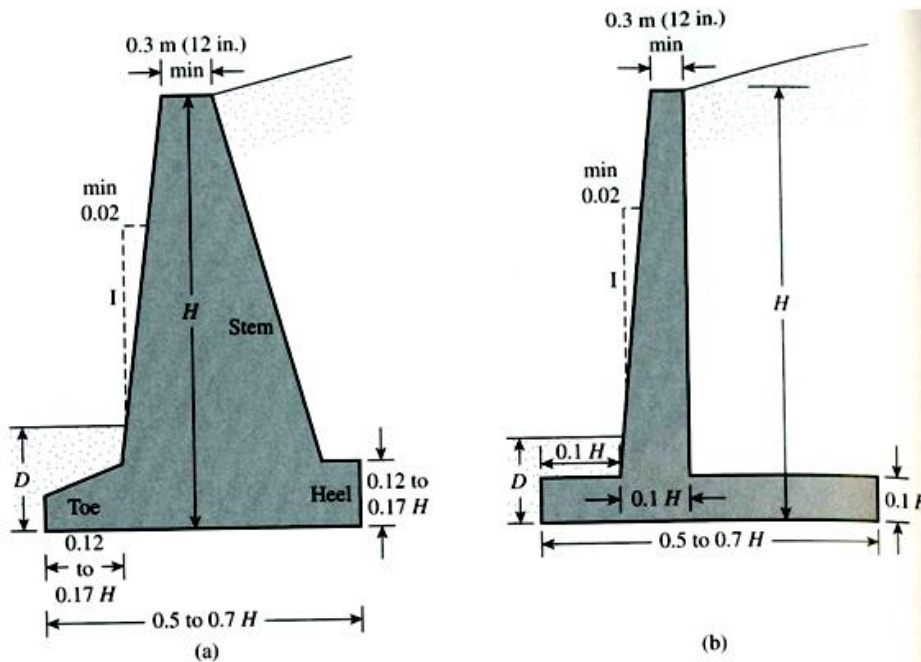
په دې فصل کې يواځې د استنادي ديوالونو د استوارۍ د تعينولو لپاره کرنلاري په اړه يادونه کېږي. د مقاومت ازمايلو لپاره د اوسپنيز کانکريټو د هر کتاب څخه استفاده وشي.

### ثقلې او کنسولي ديوالونه (Gravity and Cantilever Walls)

2.11 استنادي ديوالونو متناسبوالی (Proportioning Retaining Walls)  
د استنادي ديوالونو په ډيزاين کې يو انجنير بايد د هغې ځينې ابعاد فرض کړي. چې دغه عمل د تناسبوالي په نوم ياديږي، دارنگه فرضيې انجنير ته اجازه ورکوي چې د استوارۍ لپاره د ديوال وړاندې شوي مقطعي وازمايي. که چېرې د استوارۍ د ازمايلو نتيجې مثبت تر لاسه نه شي نو د مقطعو سايز تغيريږي او بيا ځلې چک صورت نيسي. په (2.11 شکل) کې د مختلفو استنادي ديوالونو عمومي متناسبوالی ښودل شوی دی چې کيدلی شي د لومړني چک لپاره ورنه استفاده وشي.

دا بايد په ياد ولرو چې د ديوال د بدنې پورتنۍ برخې عرض بايد د 0.3m څخه کم نه وي، ترڅو کانکريټ په درسته توگه ځای په ځای شي. د تهداب ژوروالی D چې د لاندیني

سلب ترلاندې برخې پورې دی باید حد اقل تر 0.6m پورې ونيول شي، په داسې حال کې چې د سلب لاندینۍ برخه د یخ نیولو د ژوروالي نه لاندې قرار ورکړل شي. تکیه لرونکي استنادي ديوالونو لپاره د بدنې او لاندینۍ برخې سلب ترمنځ تناسب په عمومي صورت د کنسولي ديوال پشان دی. که څه هم تکیه لرونکي سلبونه کیدلی شي چې د 0.3m په اندازه ضخیم وي او د هغوی ترمنځ فاصلې د مرکز څخه تر مرکز پورې د 0.3H څخه تر 0.7H پورې وي [122:12].



3.11 شکل. د مختلفو استنادي ديوالونو د استواری لومړني چک لپاره تقریبي ابعاد.

a. ثقلي استنادي ديوال ، b. کنسولي استنادي ديوال [122:12].

### 3.11 د ډیزاین لپاره د خاورې د افقي فشار د عمل تیوري

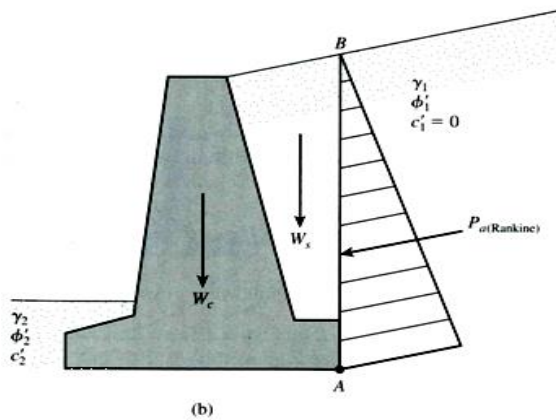
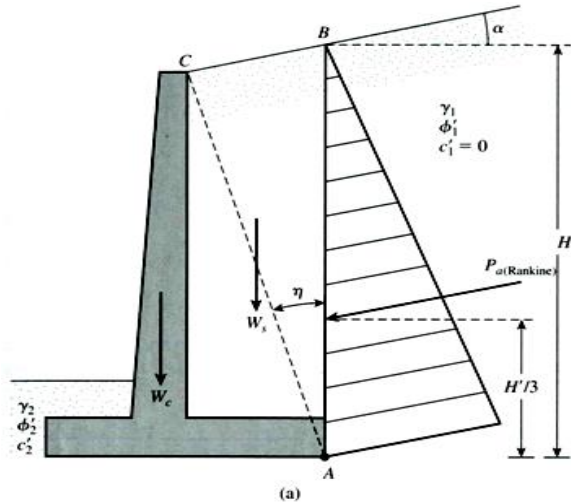
(Application of Lateral Earth Pressure Theories to Design)

ددې لپاره چې په ډیزاین کې د خاور د افقي فشار تیوري څخه استفاده وشي، نو یو انجنیر باید ځینې ساده فرضیې په پام کې ونیسي. د کنسولي استنادي ديوالونو په صورت کې د رنکین نظریه (3a.11 شکل) مطابق د استواری چک لپاره یو عمودي خط (AB) د A نقطې څخه چې د لاندیني سلب لاندې په څنډه کې موقیعت لري ترسیمېږي. داسې فرضیې چې د رنکین فعال فشار حالت د عمودي سطحې (AB) په امتداد قرار لري

او په دې ترتيب د رنکين د فعال فشار حالت د مساوات څخه په استفاده د خاورې افقي فشار د ديوال د AB په سطحه باندې محاسبه کېږي.

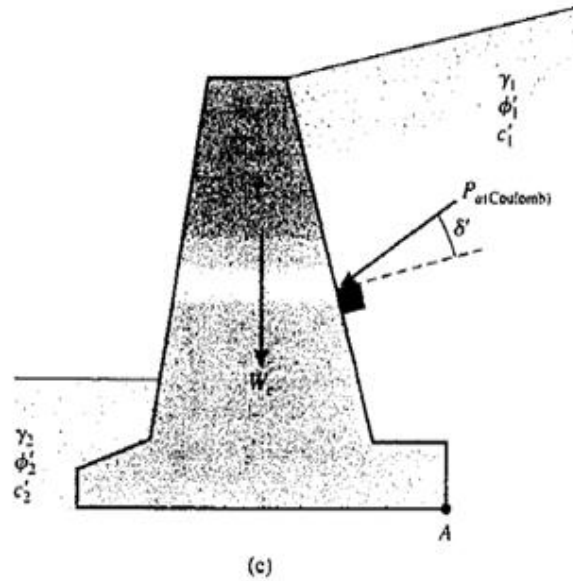
د ديوال د استواری په محاسبه کې د رنکين فعاله قوه  $P_{a(Rankine)}$ ، د خاورې دهغه برخې وزن چې په لاندیني سلب باندې قرار لري او د ديوال خپل وزن بايد په پام کې ونيول شي. د خاورې د AB سطحې په امتداد د رنکين د فعال فشار انکشاف لپاره فرضيې په تيورتیکي ډول په هغه صورت کې صدق کوي کله چې احاطه شوې برشي ناحيې (Shear zone) د AC خط پواسطه د ديوال د بدنې لپاره مانع واقع نه شي. د AC خط عمود سره د  $\eta$  تشکیل شوې زاويه په لاندې ډول لاسته راځي:

$$\eta = 45 + \frac{\alpha}{2} - \frac{\phi'}{2} - \frac{1}{2} \sin^{-1} \left( \frac{\sin \alpha}{\sin \phi'} \right) \dots \dots \dots (1.11)$$



3.11 شکل. د خاورې د افقي فشار تعینولو لپاره فرضیه:

a. کنسولي ديوال، b او c. ثقلي ديوال [123:12].



3.11 شکل. (ادامه) [123:12].

د ثقلی دیوالونو لپاره هم دې ته ورته تحلیل تر سره کېږي چې په (3b.11 شکل) کې ښودل شوی دی. په داسې حال کې چې د کولمب د فعال فشار نظریه هم کیدلی شي چې استعمال شي، لکه چې په (3c.11 شکل) کې ښودل شوی ده. که چېرې نوموړې نظریه استعمال شي نو یواځینی قوې چې باید په پام کې ونیول شي عبارت دي له: د کولمب فعال فشار  $P_{a(coulomb)}$  او د دیوال خپل وزن څخه.

که چېرې د کولمب نظریې څخه استفاده وشي نو اړینه ده چې د دیوال د اصطکاک د زاویې  $\delta'$  حدود د خاورې د ډکون د مختلفو موادو لپاره وپېژنو. په لاندې جدول کې د ډبرین او کانکریټي دیوالونو د اصطکاک زاویو ځینې حدود یا انټروال ښودل شوي دي.

د اصطکاک زاوئي $\delta'$ حد (درجه)	د ډکون مواد
27 - 30	جغل
20 - 28	زیره شگه
15 - 25	میده دانه شگه
15 - 20	کلکه کلی خاوره
12 - 16	نرمة کلی خاوره

د معمولي استنادي ديوالونو په صورت کې د ځمکې لاندې اوبو ستونزې او هايډروستاتيکي فشار په پام کې نه نيول کېږي. د ډکون خاورو لپاره چې د ديوال تر شا پاتې کېږي د اوبو د وتلو لپاره تل بايد تدابير په پام کې ونيول شي [124:12].

#### 4.11 د استنادي ديوالونو ثبات (Stability of Retaining Walls)

يو استنادي ديوال کيدلی شي په لاندې حالتونو کې د تخریب سره مخ شي:

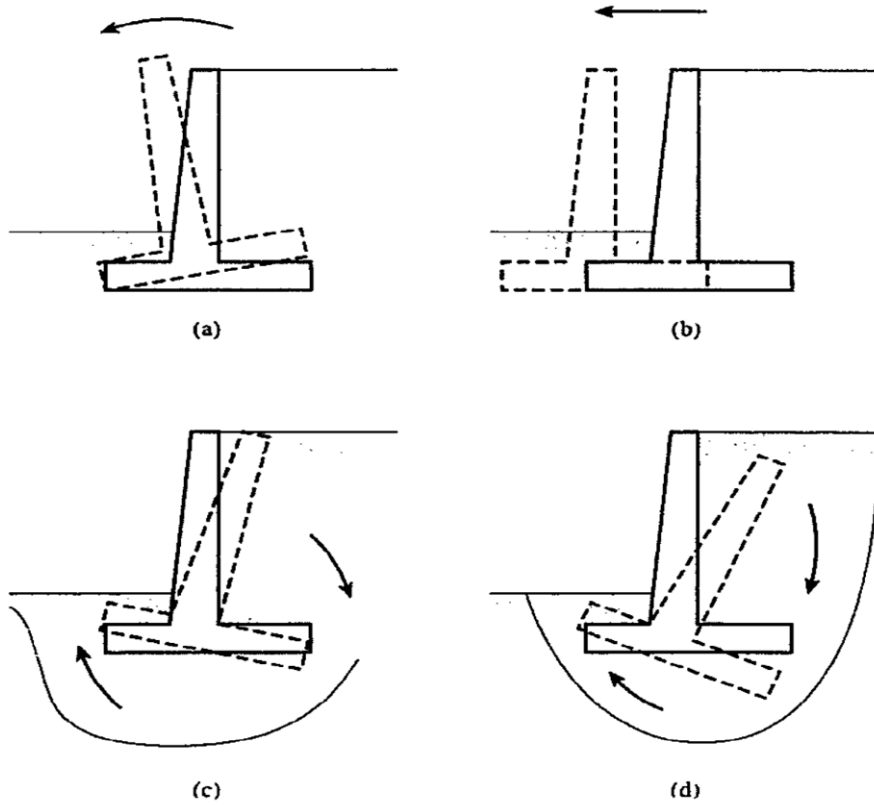
- کيدلی شي چې نظر خپل قاعدې څنډې ته چپه شي (4a.11 شکل).
- کيدلی شي د قاعدې په اوږدو کې بنويه شي (4b.11 شکل).
- کيدلی شي د خاورې د زغم د وړتيا له لاسه ورکولو له کبله چې ديوال ورباندې قرار لري تخریب شي (4c.11 شکل دې وکتل شي).
- کيدلی شي ديوال د خاورې د غوڅيدنې له کبله د ژور ناستې سره مخ شي (4d.11 شکل).
- کيدلی شي ديوال د زياتې ناستې له کبله تخریب شي.

د ديوالونو د استواری ازمایل د چپه کيدلو، بنويدلو او د خاورې د زغم د وړتيا د لاسه ورکولو له کبله به په مفصله توگه توضیح شي. د ناستې محاسبې څخه په مفصله توگه په تير فصل کې يادونه شوې ده او هغې څخه زيات بحث ورباندې نه کېږي. که چېرې د خاورې يو ضعيفه طبقه په نسبتاً کم ژوروالي سره (تقريباً د لاندیني سلب 1.5 چنده) د ديوال لاندې قرار ولري د ناستې د زياتيدلو احتمال زيات وي او بايد په پام کې ونيول شي. په ځينو حالتونو کې د دغه ستونزې د حل لپاره د کم وزن لرونکي ډکون موادو څخه استفاده کېږي.

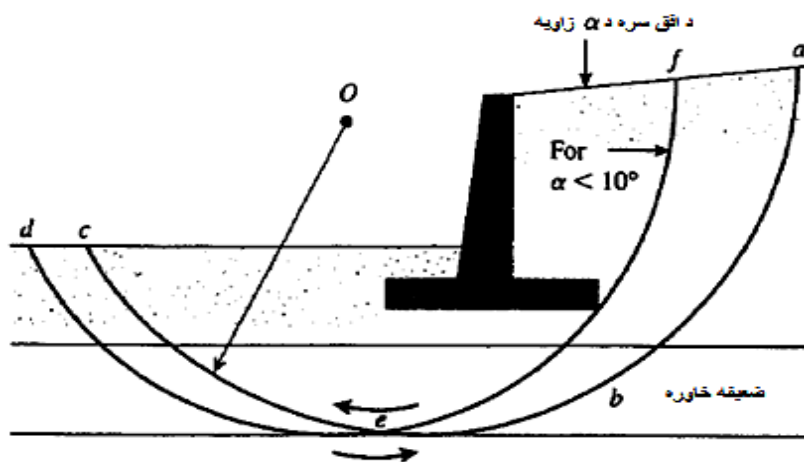
د ژور غوڅيدنې د تخریب حالت د يو استوانه يي سطحې په اوږدو کې کيدلی شي رامنځته شي لکه abc خط چې د (5.8 شکل) مطابق چې د ديوال د تهداب لاندې د ضعيفې طبقې د موجودیت له اثره رامنځته شوی دی. په داسې حالتونو کې د بحراني تخریب سطحه (abc) بايد د ازمایلو پواسطه د مختلفو مرکزونو لکه O په استفاده، تعين شي. د تخریب هغه سطحه چې د هغې په اوږدو کې د ډاډمنتيا تر ټولو کوچنی ضريب لاسته



راځي د بنويدني بحراني سطحه ده. د ډکون مواد چې ميلان يې د  $10^\circ$  څخه کم وي د تخریب بحراني دايره په واضحه توگه د لاندیني سلب د څنډې څخه تیریري (لکه په شکل کې def)



4.11 شکل. د استنادي ديوال تخریب: a. د چپه کيدلو پواسطه، b. د بنويدلو پواسطه، c. د زغم د وړتيا د لاسه ورکولو پواسطه، d. د ژور غوڅيدني تخریب پواسطه [125:12].



5.11 شکل. ژور غوڅيدني تخریب [125:12].

## 5.11 د چپه کيدني پر وړاندې ازمېښت (Check For Overturning)

په (6.11 شکل) کې د وارده قوو عمل په کنسولي او ثقلي استنادي ديوالونو باندې د رنکين د فعال فشار د فرضيې مطابق بنودل شوی دی چې د AB عمودي سطحې په اوږدو کې د ساختمان د لاندینۍ برخې څنډې پورې ترسيم شوی دی.  $P_p$  د رنکين غير فعال فشار دی چې د لاندې فورمول پواسطه پيدا کېږي:

$$P_p = \frac{1}{2} K_p \gamma_2 D^2 + 2c'_2 \sqrt{K_p} D$$

په پورته فورمول کې:

$\gamma_2$  د لاندیني سلب لاندې او په مقابل کې د موجوده خاورې واحد وزن دی.

$K_p$  د رنکين د غير فعال فشار ضريب دی چې:  $K_p = \tan^2(45 + \phi'/2)$

$c'_2$  او  $\phi'$  په ترتيب سره د خاورې د چسپش او اصطکاک ضريونه دي.

د ديوال د ډاډمنتيا ضريب د چپه کيدلو په وړاندې نظر ديوال يوې

څنډې ته (C نقطه په 6.11 شکل) کې، د لاندې رابطې په واسطه پيدا کېږي:

$$FS_{(overturning)} = \frac{\sum M_R}{\sum M_O} \dots\dots\dots(2.11)$$

چېرې چې:

$\sum M_O$  نظر C نقطې ته د قوو د مومنتونو مجموعه ده چې د ديوال د چپه کيدلو

باعث کېږي.

$\sum M_R$  نظر C نقطې ته د قوو د مومنتونو مجموعه ده چې د ديوال د چپه

کيدلو مخه نيسي.

چپه کيدونکي مومنت عبارت دی له:

$$\sum M_O = P_h \left( \frac{H'}{3} \right) \dots\dots\dots(3.11)$$

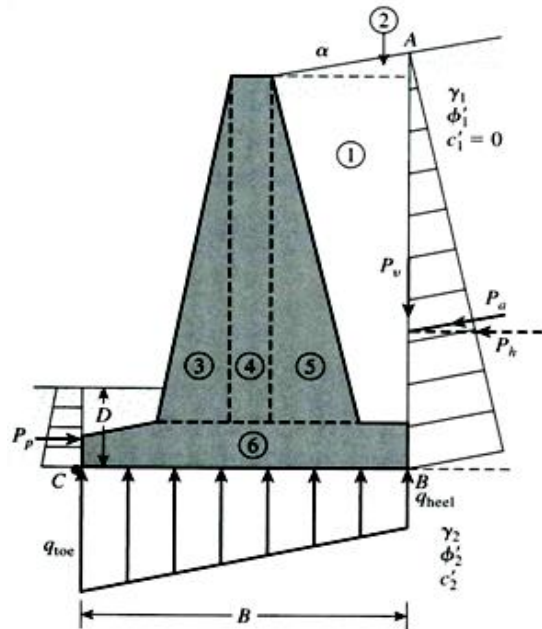
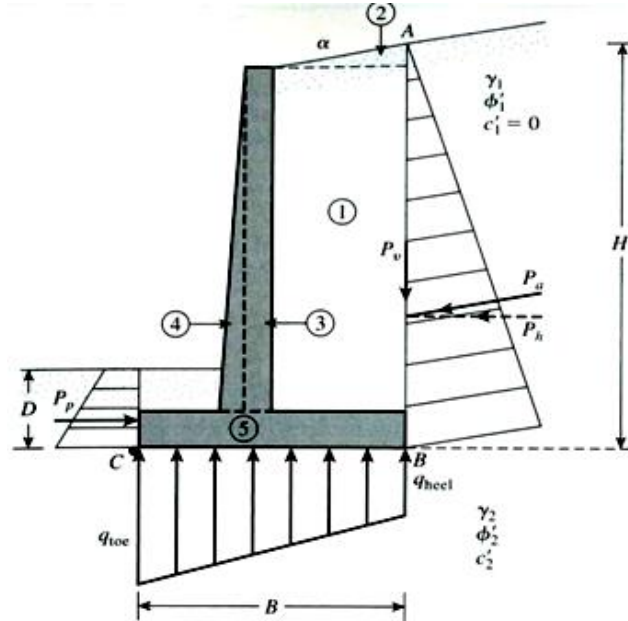
چېرې چې:  $P_h = P_a \cos \alpha$

د مقاومت مومنت  $\sum M_R$  د محاسبې لپاره په داسې حال کې چې د  $P_p$  څخه صرف

نظرو شي د (1.11 جدول) په شکل ترتيب کيدلی شي [126:12].

د خاورې وزن چې په لاندیني سلب باندي قرار لري او د ديوال خپل وزن د مقاومت د مومنت عمده برخه تشکیلوي. د خاورې د فشار عمودي مرکبه ( $P_v$ ) هم د مقاومت په مومنت کې عمده برخه لري چې  $P_v = P_a \sin \alpha$ ، او د همدې قوې له اثره مومنت د تهـداب په څنډه (C نقطې) کې عبارت دی له:

$$M_v = P_v B = P_a \sin B \dots\dots\dots(4.11)$$



6.11 شکل. د چپه کیدلو لپاره ازمینست، فرضوو چې د رنکین فشار د اعتبار وړ دی [126:12].

په پورته فورمول کې B د لاندیني سلب عرض دی. د مقاومت مومنت  $\sum M_R$  د پیژندلو په صورت کې د ډاډمنتیا ضریب په لاندې ډول محاسبه کیدلی شي:

$$FS_{(overturning)} = \frac{M_1+M_2+M_3+M_4+M_5+M_6+M_v}{P_a \cos \alpha (H'/3)} \dots\dots\dots (5.11)$$

زیاتره د چپه کیدلو په حالت کې د ډاډمنتیا اصغري ضریب (2 څخه تر 3 پورې) مناسب قیمت دی.

1.11 جدول. د مقاومت مومنت  $\sum M_R$  د محاسبه کولو پروسیجر [127:12].

برخې	مساحت	د دیوال في واحد طول وزن	نظر C نقطې ته د مومنت بازو	نظر C نقطې ته د مومنت
(1)	(2)	(3)	(4)	(4)
$M_1$	$A_1$	$W_1 = \gamma_1 \times A_1$	$X_1$	
$M_2$	$A_2$	$W_2 = \gamma_1 \times A_2$	$X_2$	
$M_3$	$A_3$	$W_3 = \gamma_c \times A_3$	$X_3$	
$M_4$	$A_4$	$W_4 = \gamma_c \times A_4$	$X_4$	
$M_5$	$A_5$	$W_5 = \gamma_c \times A_5$	$X_5$	
$M_6$	$A_6$	$W_6 = \gamma_c \times A_6$	$X_6$	
$\sum M_R$		$P_v$	B	
		$\sum V$		

6.11 د قاعدې په اوږدو کې د بنویدني چک (Check for sliding along the base)

د بنویدني په مقابل کې د ډاډمنتیا ضریب د لاندې رابطې پواسطه محاسبه کېږي:

$$FS_{(sliding)} = \frac{\sum F_R}{\sum F_d} \dots\dots\dots (7.11)$$

چېرې چې:

$\sum F_R$  د افقي قوو د مقاومت مجموعه ده.

$\sum F_d$  د وارده افقي قوو مجموعه ده.

د (7.11 شکل) څخه دا څرگندیږي چې د خاورې عرضي قوې مقاومت د قاعدې

سلب څخه لاندې په لاندې توگه بنودل کېږي:

$$S = \sigma' \tan \delta' + c'_a$$

په دې ځای کې  $\delta'$  د قاعدې سلب او د خاورې ترمنځ د اصطکاک زاویه ده، او  $C'_a$  د قاعدې د سلب او خاورې ترمنځ چسپش دی.

په دې ترتیب د قاعدې سلب په اوږدو کې د دیوال د فی واحد طول د وزن د زغم قوه چې خاوره یې له ځانه بڼایي په لاندې ډول لاسته راځي:

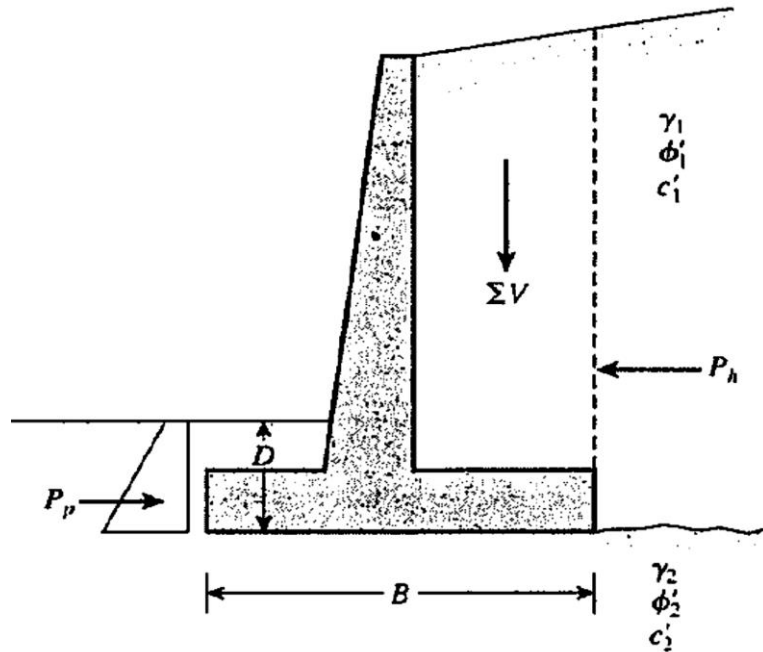
$$R' = s (\text{د مقطع مساحت}) = s(B \times 1) = B\sigma' + BC'_a$$

په پورته فورمول کې:

$B\sigma'$  د عمودي قوو د مجموعي څخه عبارت دی چې په لاندې ډول پیدا کېږي:

$$B\sigma' = \sum V \text{ (جدول وکتل شي) (1.11)}$$

$$R' = (\sum V) \tan \delta' + BC'_a$$



7.11 شکل. د قاعدې په اوږدو کې د بنوئیدني چک [60:13].

(7.11 شکل) دا بڼایي چې غیر فعال فشار  $P_p$  هم یوه افقي مقاومه قوه ده، نو په

دې اساس:

$$\sum F_R = (\sum V) \tan \delta' + BC'_a + P_p \dots \dots \dots (8.11)$$

یواځینی هغه افقي قوه چې د دیوال د بنوئیدني سبب کېږي عبارت ده له فعال فشار

افقي مرکبې څخه.

$$\sum F_d = P_p \cos \alpha \quad \dots\dots\dots(9.11)$$

د (7.11، 8.11 او 9.11 مساواتونو) د يو ځای کولو څخه لاسته راځي چې:

$$FS_{(sliding)} = \frac{(\sum V)\tan\delta' + BC'_a + P_p}{P_a \cos \alpha} \quad \dots\dots\dots(10.11)$$

د بنويدنې په مقابل کې د ډاډمنتيا اصغري ضريب زياتره 1.5 په پام کې نيول کېږي. په زياتره حالتونو کې د غير فعال فشار  $P_p$  څخه د بنويدنې په وړاندې د ډاډمنتيا ضريب د محاسبې څخه صرف نظر کېږي. په عمومي توگه ليکلی شو چې  $\delta' = k_1 \phi'_2$  او  $C'_a = k_2 C'_2$ . په زياتره حالتونو کې د  $k_1$  او  $k_2$  قيمت د 1/2 څخه تر 2/3 پورې وي. چې په دې ترتيب [61:13]:

$$FS_{(sliding)} = \frac{(\sum V)\tan(k_1\phi'_2) + Bk_2C'_2 + P_p}{P_a \cos \alpha} \quad \dots\dots\dots(11.11)$$

که چېرې د ډاډمنتيا ضريب ( $FS_{(sliding)}$ ) مطلوب قيمت تر لاسه نه شي نو مختلفې متبادلي لارې بايد ولټول شي (8.11 شکل ته دې وکتل شي).

- د قاعدې سلب عرض بايد زيات کړای شي.
- د قاعدې سلب لپاره کلی استعمال شي. چې د کلی درلودلو په صورت کې غير فعاله قوه د ديوال په في واحد طول کې عبارت ده له:

$$P_p = \frac{1}{2} \gamma_2 D_1^2 K_p + 2C'_2 D_1 \sqrt{K_p}$$

$$K_p = \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi'_2}{2} \right) \quad \text{چېرې چې:}$$

- د ديوال په بدنه کې د چنگک څخه استفاده کول.
- نورې متبادلي لارې چې د ډاډمنتيا ضريب لوړ کړي عبارت دي له فعال فشار د مقدار کمولو څخه (11.11 مساوات دې وکتل شي). يوه د حل ممکنه لاره د (Elman او Terry) د طريقې د استعمال څخه عبارت ده. په دې ځای کې بحث يواځې د هغه ديوالونو په اړه دی چې په ډکون کې د غټ دانه لرونکو موادو څخه استفاده شوې وي (9.11 شکل). په (9.11 شکل) کې فعاله قوه  $P_a$  په افقي شکل سره ده او  $\alpha = 0$  دی نو:

$$P_a \cos \alpha = P_h = P_a$$

او

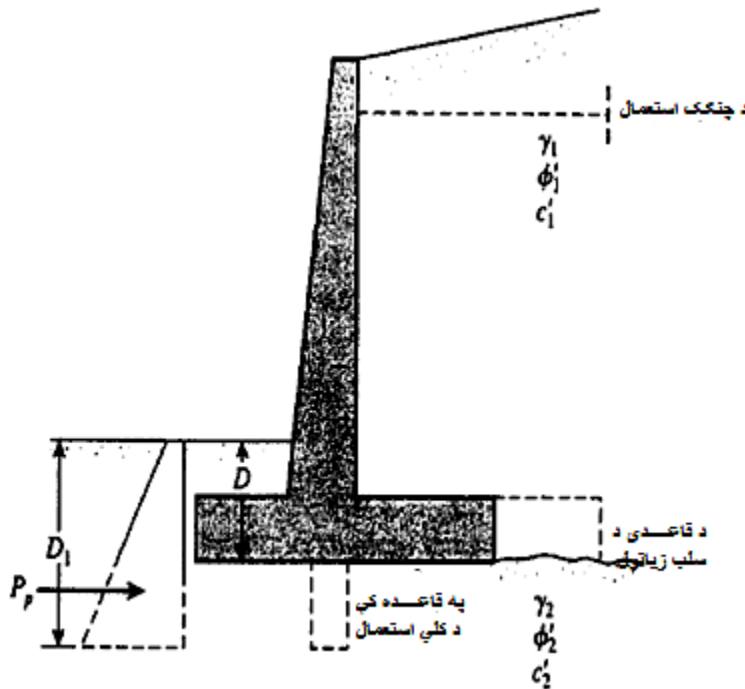
$$P_a \sin \alpha = P_v = 0$$

که خه هم

$$P_a = P_{a(1)} + P_{a(2)} \quad \dots\dots\dots(12.11)$$

د  $P_{a(2)}$  مقدار کیدلی شي چې کم شي که چېرې د استنادي ديوال د قاعدې سلب میلان ولري لکه چې په (9.11 شکل) کې بنودل شوی دی. چې دې حالت لپاره:

$$P_a = P_{a(1)} + AP_{a(2)} \quad \dots\dots\dots(13.11)$$



8.11 شکل. په بنویدنه کې د د اډمنتیا ضریب زیاتولو لپاره متبادلي لارې [62:13].

د A مقدار چې په (2.11 جدول) کې بنودل شوی دی د  $\alpha = 45^\circ$  لپاره د اعتبار وړ دی. که خه هم دا باید په یاد ولرو چې د (9a.11 شکل) خه لرو چې:

$$P_{a(1)} = \frac{1}{2} \gamma_1 K_a (H' - D')^2$$

او

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma_1 K_a H'^2$$

## نو په دې اساس

$$P_{a(2)} = \frac{1}{2} \gamma_1 K_a [H'^2 - (H' - D')^2]$$

بنا د فعال فشار د ياگرام لپاره چې په (9b.11 شکل) کې بنودل شوی دی لرو چې:

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma_1 K_a (H' - D')^2 + \frac{A}{2} \gamma_1 K_a [H'^2 - (H' - D')^2] \dots\dots(14.11)$$

په ځينو حالتونو کې د استنادي ديوال د قاعدې ميلان ډېر زيات اغيزناک واقع

کيدلی شي.

2.11 جدول. د اصطکاک زاويې او مساحت ترمنځ اړيکه (د  $\alpha' = 45^\circ$  لپاره). [63:13]

د خاورې د اصطکاک زاويه $\theta'_1$ (درجه)	مساحت A
20	0.28
25	0.14
30	0.06
35	0.03
40	0.018

## 7.11 د زغم د وړتيا د نه تايمينيدلو لپاره چک

(Check for bearing capacity failure)

د استنادي ديوال د قاعدې سلب پواسطه د عمودي فشار انتقال اساس خاورې ته بايد د خاورې د زغم نهايي وړتيا په مقابل کې چک شي. د فشار د تغير حالت چې د ديوال د قاعدې سلب پواسطه خاورې انتقالېږي په (10.11 شکل) کې بنودل شوی دی. بايد په ياد ولرو چې  $q_{toe}$  او  $q_{heel}$  په ترتيب سره اعظمي او اصغري فشارونه دي، چې د قاعدې په دواړو څنډو (پنجه او پونده) کې واقع کېږي. په دواړو څنډو کې د فشار اندازه ( $q_{heel}$  او  $q_{toe}$ ) په لاندې طريقې سره پيدا کېږي:



د عمودي قوو مجموعه ( $\Sigma V$ ) چې د قاعدې په سلب باندې عمل کوي (د 1.11 جدول دريم قطار ته مراجعه وشي) او افقي قوه ( $P_h$ ) مساوي کېږي په  $P_a \cos \alpha$  سره په دې ترتيب د قوو محصله عبارت ده له [65:13]:

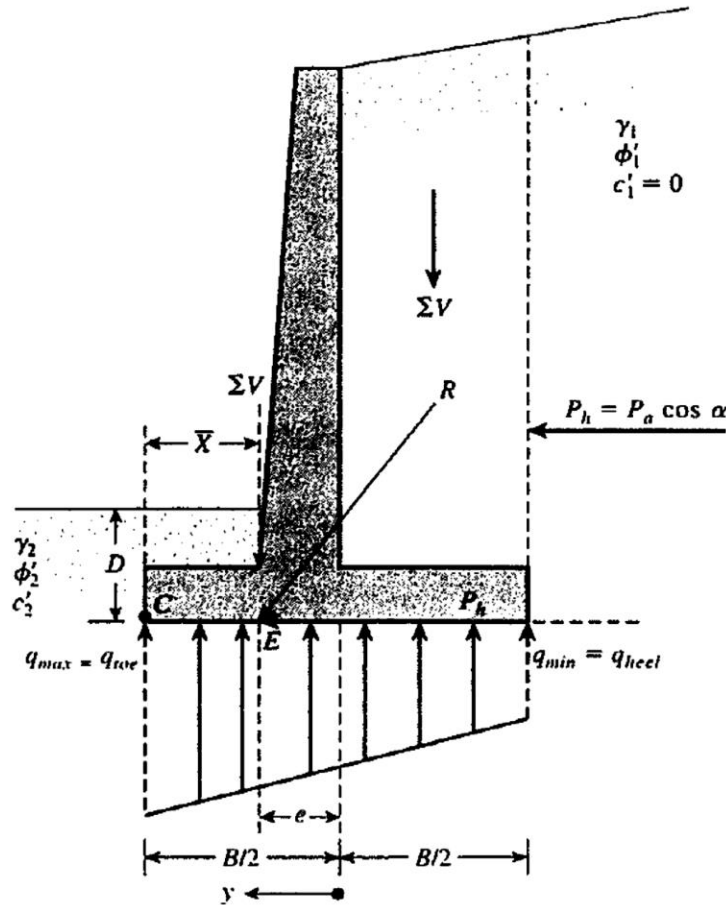
$$R = \Sigma V + P_h \quad \dots\dots\dots(15.11)$$

د نوموړو قوو مومنت نظر C نقطې ته د (10.11 شکل) مطابق مساوي کېږي له:

$$M_{net} = \Sigma M_R + \Sigma M_O \quad \dots\dots\dots(16.11)$$

په (16.11 مساوات) کې د  $\Sigma M_O$  او  $\Sigma M_R$  قيمتونه مخکې تعين شوي دي (د 1.11 جدول 5 قطار او 3.11 مساوات ته مراجعه وشي). که د قوو محصلې د عمل مسير د قاعدې سلب په E نقطه کې قطع کړي. نو فاصله مساوي کېږي په:

$$\overline{CE} = \bar{X} = \frac{M_{net}}{\Sigma V} \quad \dots\dots\dots(17.11)$$



10.11 شکل. د زغم د وړتيا د ناکامۍ چک [66:13].

په دی اساس د قوو د محصلې عن المرکزیت عبارت دی له:

$$e = \frac{B}{2} - \overline{CE} \quad \dots\dots\dots(18.11)$$

د قاعدې سلب لاندې د فشار ویشنه د موادو میخانیک د ساده اصولو په استفاده

کیدلی شي پیدا شي. لومړی مونږ لرو چې

$$q = \frac{\sum V}{A} \pm \frac{M_{net}y}{I} \quad \dots\dots\dots(19.11)$$

چېرې چې:

$$M_{net} = (\sum V)e$$

I د قاعدې د مقطع په في واحد طول کې د انرشیا مومنت دی.

$$I = \frac{1}{12}(1)(B^3)$$

د اعظمي او اصغري فشار لپاره په (19.11 مساوات) کې د  $y$  قیمت مساوي دی له

B/2 سره نو:

$$q_{max} = q_{toe} = \frac{\sum V}{(B)(1)} + \frac{e(\sum V)\frac{B}{2}}{(\frac{1}{12})(B^3)} = \frac{\sum V}{B} (1 + \frac{6e}{B}) \quad \dots\dots\dots(20.11)$$

همدارنگه

$$q_{min} = q_{heel} = \frac{\sum V}{(B)} (1 - \frac{6e}{B}) \quad \dots\dots\dots(21.11)$$

باید په یاد ولرو چې د  $\sum V$  په قیمت کې د خاورې وزن شامل دی، لکه څنګه چې په

(1.11 جدول) کې ښودل شوی دی. او کله چې د عن المرکزیت  $e$  قیمت د B/6 څخه زیات

شي نو د اصغري فشار  $q_{min}$  قیمت منفي کېږي چې د تهداب په برخه کې د کششي

تشنجاتو څرګندونه کوي. چې نوموړی تشنج مطلوب نه دی ځکه چې د خاورې مقاومت په

کشش کې ډېر کم دی. که چېرې د ډیزاین په مرحله کې  $e > \frac{B}{6}$  لاسته راشي نو ډیزاین باید

بیا ځلې ترسره شي او ابعاد تغیر و خوري [65:13].

د سطحې تهداب پورې اړوند د زغم د نهایی وړتیا رابطې په مخکې درسو نو کې تر

بحث لاندې نیول شوي دي:

$$q_u = c'_2 N_c F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma_2 B' N_\gamma F_{\gamma d} F_{\gamma i} \quad \dots\dots\dots(22.11)$$

چېرې چې:

$$q = \gamma_2 D$$

$$B' = B - 2e$$

$$F_{cd} = F_{qd} - \frac{1-F_{qd}}{N_c \tan \phi'_2}$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi'_2 (1 - \sin \phi'_2)^2 \frac{D}{B'}$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

$$F_{ci} = F_{qi} = \left(1 - \frac{\psi^o}{90^o}\right)^2$$

$$F_{\gamma d} = \left(1 - \frac{\psi^o}{\phi'_2}\right)^2$$

$$\psi^o = \tan^{-1} \left( \frac{P_a \cos \alpha}{\Sigma V} \right)$$

دا بايد په ياد ولرو چې د ډول فکتورونه ( $F_{cs}$ ،  $F_{qs}$  او  $F_{\gamma s}$ ) په تيرو درسونو کې ورکړل شوي دي چې ټول مساوي يو سره دي. ځکه چې هغوی د فېته يي يا مسلسل تهدابونو لپاره دي، نو په همدې دليل دا ډول فکتورونه په (22.11 مساوات) کې نه دي بنودل شوي.

کله چې د خاورې د زغم نهايي وړتيا (22.11 مساوات) مطابق محاسبه شي نو د زغم د وړتيا د ضايع کيدلو په مقابل کې د ډاډمنتيا فکتور کيدلی شي په لاندې توگه پيدا شي:

$$FS(\text{bearing capacity}) = \frac{q_u}{q_{max}} \dots\dots\dots(23.11)$$

په عمومي توگه د ډاډمنتيا فکتور 3 اړين دی. لکه څنگه چې په تير فصل کې يادونه شوې چې د منځني تهدابونو ناسته د تهداب عرض د 10% په اندازه واقع کېږي چې د استنادي ديوالونو په صورت کې د لاندینۍ برخې (تهداب) عرض هم ډېرزيات وي. نو په دې اساس نهايي وارده قوه  $q_u$  به د ډېرزيات ناستې سبب شي او 3 د ډاډمنتيا فکتور اندازه نشي کولی چې د ديوال د ناستې اندازه په مجازي حد کې تضمين کړي نو بيا دارنگه حالت زياتو پلټنو ته اړتيا لري [66:13].

## 1.11 مثال

د يو کنسولي ډوله استنادي ديوال عرضي مقطع په (شکل 11.11) کې بنودل شوی ده. تاسې د ديوال د ډاډمنتيا ضريب د چپه کيدلو، بنويدلو او د زغم د وړتيا په مقابل کې محاسبه کړئ؟

حل

د شکل له مخې لرو:

$$H' = H_1 + H_2 + H_3 = 0.458 + 6 + 0.7 = 7.158m$$

د ديوال په في واحد طول کې د رنکين فعاله قوه مساوي ده له:

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma_1 H'^2 K_a$$

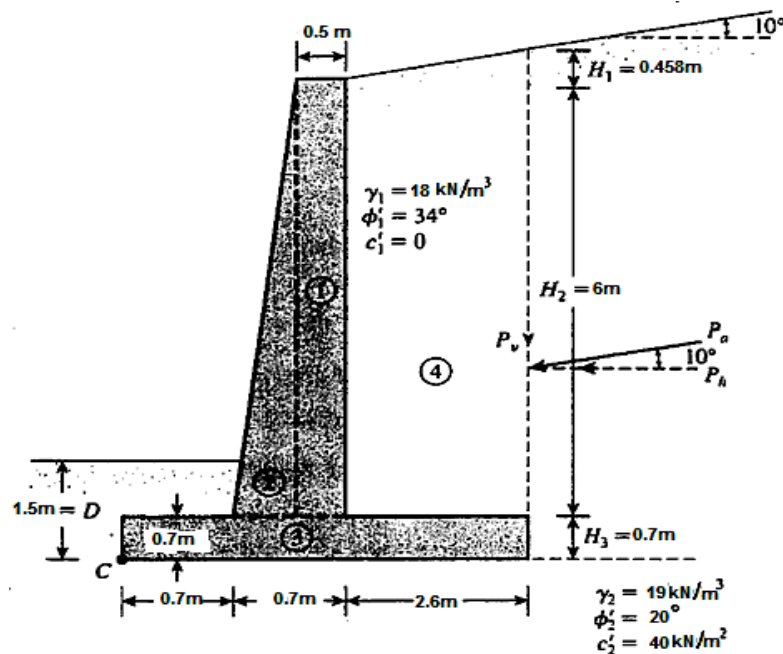
د  $\phi_1' = 30^\circ$  او  $\alpha = 10^\circ$  لپاره  $K_a = 0.3532$  (جدول دی وکتل شي).

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma_1 H'^2 K_a = \frac{1}{2} (18)(7.158)^2 (0.3532) = 162.9 \text{ kN/m}$$

$$P_v = P_a \sin \alpha = 162.9 (\sin 10^\circ) = 28.29 \text{ kN/m}$$

او

$$P_h = P_a \cos \alpha = 162.9 (\cos 10^\circ) = 160.43 \text{ kN/m}$$



11.11 شکل. د استنادي ديوال د استواری محاسبه [66:13].

د چپه کيدلو په مقابل کې د ډاډمنتيا فکتور

د مقاومت مومنت د پيدا کولو لپاره لاندې جدول ترتيبوو [66:13]:

برخي	مساحت $m^2$	د ديوال في واحد طول وزن $kN/m$	نظر C نقطې ته د مومنت بازو m	نظر C نقطې ته مومنت $kN.m/m$
(1)	(2)	(3)	(4)	(4)
1	$6 \times 0.5 = 3$	70.74	1.15	81.35
2	$0.5 \times 0.2 \times 6 = 0.6$	14.15	0.833	11.79
3	$4 \times 0.7 = 2.8$	66.02	2.0	132.04
4	$6 \times 2.6 = 15.6$	280.80	2.7	758.16
5	$\frac{1}{2}(2.6)(0.458) = 0.595$	10.71	3.13	33.52
		$P_v = 28.29$	4.0	113.16
		$\sum V = 470.71$		$\sum M_R = 1130.02$

د مقطعو د شمير لپاره (11.11 شکل) ته مراجعه وکړئ.

$$(\gamma_{concrete} = 23.58 kN/m^3)$$

د چپه کيدلو په مقابل کې د ډاډمنتيا فکتور محاسبه:

د چپه کيدلو مومنت مساوي دی له:

$$M_o = P_h \left( \frac{H'}{3} \right) = 160.43 \left( \frac{7.158}{3} \right) = 382.79 kN.m/m$$

او

$$FS_{(overturning)} = \frac{\sum M_R}{M_o} = \frac{1130.02}{382.79} = 2.95 > 2 OK$$

د بنويدنې په مقابل کې د ډاډمنتيا فکتور

د (11.11 مساوات) څخه لرو چې:

$$FS_{(sliding)} = \frac{(\sum V) \tan(K_1 \phi'_2) + BK_2 C'_2 + P_p}{P_a \cos \alpha}$$

فرضو چې  $K_1 = K_2 = \frac{2}{3}$  همدارنگه

$$P_p = \frac{1}{2} K_p \gamma_2 D^2 + 2C'_2 \sqrt{K_p} D$$

$$K_p = \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi'_2}{2} \right) = \tan^2(45 + 10) = 2.04$$

او

$$D = 1.5 \text{ m}$$

په دي اساس

$$P_p = \frac{1}{2}(2.04)(19)(1.5)^2 + 2(40)(\sqrt{2.04})(1.5) = 215 \text{ kN/m}$$

$$FS_{(sliding)} = \frac{(470.17) \tan\left(\frac{2 \times 20}{3}\right) + (4)\left(\frac{2}{3}\right)(40) + (215)}{160.43} = 2.7 > 1.5, OK$$

د زغم د ورتيا د لاسه وركولو په مقابل كي د بادمونيا فكتور  
عن المركزيت مساوي كېږي له:

$$e = \frac{B}{2} - \frac{\sum M_R - \sum M_o}{\sum V} = \frac{4}{2} - \frac{1130.02 - 382.79}{470.71} = 0.411 \text{ m} < \frac{B}{6} = 0.666 \text{ m}$$

د (20.11 او 21.11 مساواتونو) څخه لرو چې:

$$q_{heel}^{toe} = \frac{\sum V}{B} \left(1 \pm \frac{6e}{B}\right) = \frac{470.71}{4} \left(1 \pm \frac{6 \times 0.411}{4}\right) = 190.2 \text{ kN/m}^2 (\text{toe})$$

$$= 45.13 \text{ kN/m}^2 (\text{heel})$$

د خاورې د زغم نهايي ورتيا كيدلى شي د (22.11 مساوات) څخه پيدا شي:

$$q_u = c'_2 N_c F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma_2 B' N_\gamma F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

د  $\phi'_2 = 20^\circ$  قيمت په پام كې نيولو سره د خاورې د زغم د ورتيا فكتورونه د

$$N_c = 14.83, N_\gamma = 5.39, N_q = 6.4 \quad (1.6 \text{ جدول}) \text{ څخه اخستل كېږي.}$$

$$q = \gamma_2 D = (19)(1.5) = 28.5 \text{ kN/m}^2$$

$$B' = B - 2e = 4 - 2(0.411) = 3.178 \text{ m}$$

$$F_{cd} = F_{qd} - \frac{1 - F_{qd}}{N_c \tan \phi'_2} = 1.148 - \frac{1 - 1.148}{(14.83)(\tan 20)} = 1.175$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi'_2 (1 - \sin \phi'_2)^2 \frac{D}{B'} = 1 + 0.315 \left(\frac{1.5}{3.178}\right) = 1.148$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

$$\psi^o = \tan^{-1} \left( \frac{P_a \cos \alpha}{\Sigma V} \right) = \tan^{-1} \left( \frac{160.43}{470.71} \right) = 18.82$$

$$F_{ci} = F_{qi} = \left( 1 - \frac{\psi^o}{90^o} \right)^2 = \left( 1 - \frac{18.82}{90^o} \right)^2 = 0.626$$

$$F_{\gamma i} = \left( 1 - \frac{\psi^o}{\phi_2^o} \right)^2 = \left( 1 - \frac{18.82}{20} \right)^2 \approx 0$$

$$q_u = (40)(14.83)(1.175)(0.626) + (28.5)(6.4)(1.148)(0.626) \\ + \frac{1}{2}(19)(5.93)(3.178)(1)(0) = 567.41 \text{ kN/m}^2$$

$$FS_{(\text{bearing capacity})} = \frac{q_u}{q_{max}} = \frac{567.41}{190.2} = 2.98 < 3$$

خرنگه چې د خاورې د زغم د وړتيا په وړاندې د ډاډمنتيا ضريب د 3 څخه کم په لاس راغی نو ابعاد بايد تغير شي.

### 8.11 ساختماني غوتې او د شاخوا ډکون څخه د اوبو ويستل

(Construction Joint and Drainage from Backfill)

#### ساختماني غوتې (Construction Joints)

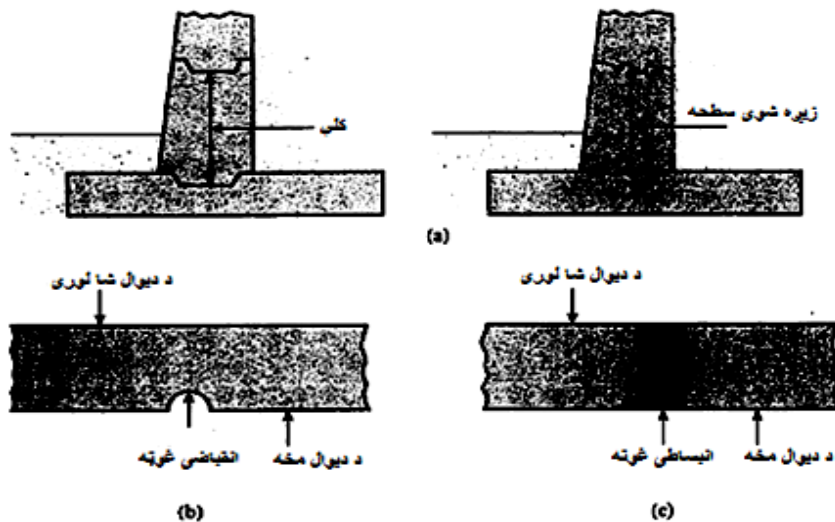
- يو استنادي ديوال کيدلی شي چې د يو يا څو لاندنيو غوتو په لرلو جوړ شي:
1. ساختماني غوتې چې په (12a.11 شکل) کې بنودل شوي دي، د عمودي او افقي غوتو څخه عبارت دي کوم چې په دوه پرله پسې کانکريتي برخو کې واقع کېږي. ددې لپاره چې د غوتې د غوڅيدنې مقاومت زيات شي د وتلې برخې يا کلی څخه استفاده کېږي. که چېرې د کلی څخه استفاده ونشي نو د کانکريتو لومړنۍ سطحه پاک او تراشل کېږي او بيا دوهمه طبقه اچول کېږي.
  2. انقباضي غوتې (Contraction Joint) چې په (12b.11 شکل) کې بنودل شوي دي د عمودي غوتو څخه عبارت دي چې د ديوال په سطحه کې رامنځته کېږي، کوم چې کانکريتو ته اجازه ورکوي چې په غير د کوم نښې نښانې څخه راټول

(منقبض) شي . د غوتې ننوتلې برخې (غاړې) عرض معمولاً د 6-8mm پورې او ژوروالی يې 12-16mm پورې وي .

3. انبساطي يا حرارتي غوتې (Expansion Joints) په (12c.11 شکل) کې ښودل شوي دي، کوم چې د حرارت د درجې د تغیر په صورت کې د کانکريټو د انبساط باعث گرځي . عمودي حرارتي غوتې د ديوال لاندینۍ برخې څخه تر پورتنۍ برخې پورې امکان لري چې رامنځته شي . نوموړې غوتې کیدلی شي چې د ارتجاعي ډکونکو موادو پواسطه ډک شي . په زیاتره مواردو کې افقي فولادي سیخان د بدنې څخه تیریري او ټولو غوتو ته ادامه پیدا کوي . د فولادي سیخانو سطحه غورپړي ترڅو کانکريټو ته د انبساط اجازه ورکړلی شي [68:13].

#### د ډکون د موادو څخه د اوبو ویستل (Drainage from the backfill)

د اورښت او یا هم نورو لمدو حالتونو له امله د ديوال شاته د ډکون مواد مشبوع کېږي چې په دې صورت کې په ديوال باندې فشار زیاتیري او بې ثباته حالت رامنځته کوي . په همدې اساس د اوبو ویستلو مناسب سیستم لکه په ديوال کې د سوړیو پریښودل (Weep holes) ، او د سوړی لرونکو پایپونو استعمال باید تر سره شي (13.11 شکل دې وکتل شي) .

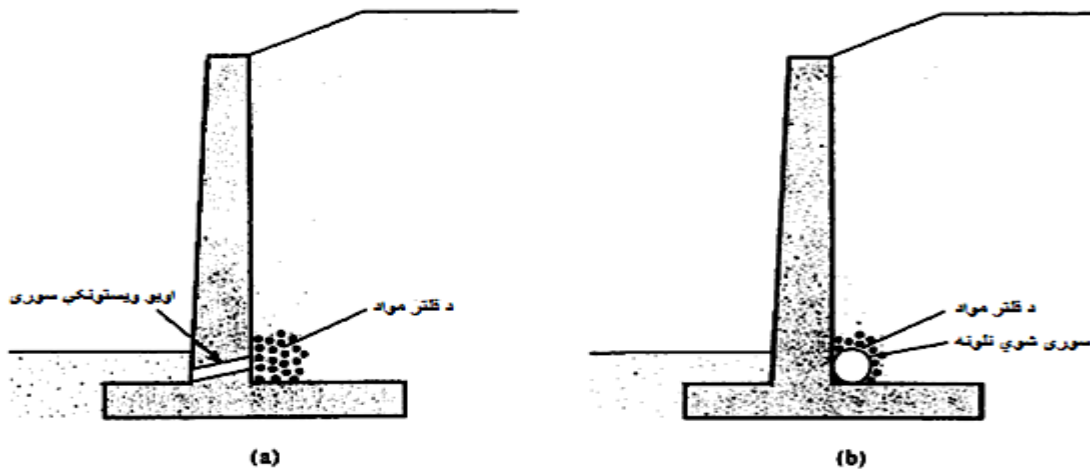


12.11 شکل . a. ساختماني غوتې ، b. انقباضي غوتې ، c. انبساطي غوتې [68:13].



په ديوال کې د سوريو څخه د استفادې په صورت کې د سوريو اصغري قطر 100mm او د مناسبو فاصلو لرونکی وي.

بايد په پام کې و لرو چې د ډکون مواد د پريمينځلو احتمال لري ، چې ځينې وخت د سوريو يا پايپونو د بنديدلو سبب گرځي . په همدې اساس د سوريو شاته او همدارنگه د نلونو شاوخوا د فلتر مواد ځای په ځای کيدل اړين دي .



13.11 شکل. د استنادي ديوال تر شا د اوبو ويستونکي جوړول. (a) د اوبو ويستونکي سوري پواسطه ، (b) د سوري شوي نلونو پواسطه [13:69].

د فلتر موادو په انتخاب کې دوه عمده فکتورونه وجود لري: د موادو د ذراتو سايز ویش بايد داسې تر سره شي چې (a) ساتل شوي خاوره بايد په فلتر کې پريمينځل شي او (b) په خاوره کې زيات هايډروستاتيکي فشار رامنځته نه شي . د ياد حالتونو لپاره بايد لاندینی اړتياوې پوره کړئ.

$$\frac{D_{15(F)}}{D_{85(B)}} < 5$$

د (a) شرط صدق کولو لپاره

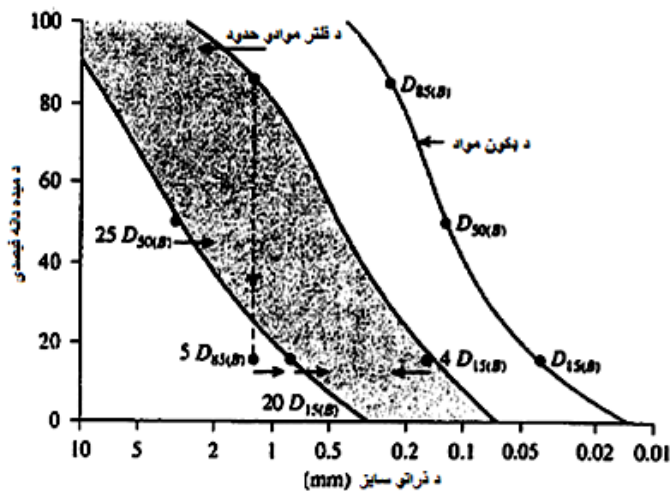
$$\frac{D_{15(F)}}{D_{15(B)}} > 4$$

د (b) شرط صدق کولو لپاره

په پورتنیو رابطو کې F او B اندکسونه د فلتر او قاعدې موادو څخه عبارت دي. همدارنگه  $D_{85}$  او  $D_{15}$  د ذراتو قطر کوم چې 15% او 85% خاوره تیريږي. په (2.11 مثال) کې د ډیزاین پروسیجر تشریح شوی دی.

### 2.11 مثال

په (14.11 شکل) د ډکون د موادو د ذراتو د سایز ویشنه بنایي. د (8.11 عنوان) د حالتونو په استفاده د فلتر موادو لپاره د ذراتو د سایز حدود پیدا کړئ؟



14.11 شکل. د فلتر د موادو د ذراتو د سایز ویشنه پیدا کول [13:69].

حل

د ذراتو د سایز ویشنه د منحنی څخه په استفاده (14.11 شکل) لاندیني قیمتونه ترلاسه کولی شو:

$$D_{15(B)} = 0.04 \text{ mm}$$

$$D_{85(B)} = 0.25 \text{ mm}$$

$$D_{50(B)} = 0.13 \text{ mm}$$

د فلتر حالتونه:

1.  $D_{15(F)}$  باید د  $5D_{85(B)}$  څخه کم وي: چې  $5 \times 0.25 = 1.25 \text{ mm}$

2.  $D_{15(F)}$  باید د  $4D_{15(B)}$  څخه لوی وي: چې  $4 \times 0.04 = 0.16 \text{ mm}$

3.  $D_{50(F)}$  بايد د  $25D_{50(B)}$  څخه کم وي: چې  $25 \times 0.13 = 3.25 \text{ mm}$

4.  $D_{15(F)}$  بايد د  $20D_{15(B)}$  څخه کم وي: چې  $20 \times 0.04 = 0.8 \text{ mm}$

د دغو نقاطو حدود په (14.11 شکل) کې ترسیم شوي دي. په دې اساس د نوموړو نقاطو څخه دوه منحنی گانې ترسیم کیدلی شي چې په خپل ذات کې دواړه د ډکون موادو د ذراتو د سایز ویشني منحنی پشان دي چې نوموړې منحنی گانې د فلتر موادو د اندازې حدود بنایي کوم چې باید استفاده وشي.

### 9.11 د زلزلي حالتونو لپاره د ثقلی استنادي ديوالونو ډیزاین

(Gravity Retaining- Wall Design for Earthquake Condition)

حتی په منحنی اندازه زلزلو کې زیاتره استنادي ديوالونه په محدوده توگه افقي بیخایه کېږي. (Richards او Elms) د استنادي ديوالونو د ډیزاین په اړه د زلزلي حالتونو لپاره یو پروسیجر پیشنهاد کړ، چې یو محدود بیخایه کیدنه مجاز ده. په نوموړي پروسیجر کې د دیوال د انرشیا تاثیر په پام کې نیول کېږي. په (15.11 شکل) کې په استنادي دیوال باندې د مختلفو بارونو عمل بنایي، کوم چې په لاندې ډول دي (د دیوال په واحد طول کې).

(a)  $W_w$  د دیوال وزن.

(b)  $P_{ae}$  د زلزلي قوې په پام کې نیولو سره فعاله قوه ده.

د دیوال د ډکون موادو او هغه خاوره چې دیوال ورباندې قرار لري، غیر چسپناکه فرض شوې ده. د دیوال د تعادل حالت په پام کې نیولو سره لیکلی شو چې:

$$W_w = \left[ \frac{1}{2} \gamma_1 H^2 (1 - K_v) K_{ae} \right] C_{IE} \quad \dots\dots\dots (27.11)$$

$$C_{IE} = \frac{\sin(\beta - \delta') - \cos(\beta - \delta') \tan \phi'_2}{(1 - K_v)(\tan \phi'_2 - \tan \theta')} \quad \dots\dots\dots (28.11)$$

او

$$\theta' = \tan^{-1} \left( \frac{K_k}{1 - K_v} \right)$$

د (28.11 مساوات) مفصل ثبوت لپاره د (Das, 1983) کتاب ته مراجعه وشي.

د (27.11 او 28.11 مساواتونو) په پام کې نیولو سره د استنادي ديوال د وزن،  
 $W_w$  د مجازي بیخایه کیدنې تعینولو لپاره کوم چې د زلزلې په وخت کې صورت نیسي  
 لاندینی پروسیجر باید تر سره شي [476:15].

1. د دیوال مجازي بیخایه کیدنه  $\Delta$  تعین شي.

2. د  $K_k$  د ډیزاین قیمت د لاندې رابطې له مخې حاصلول.

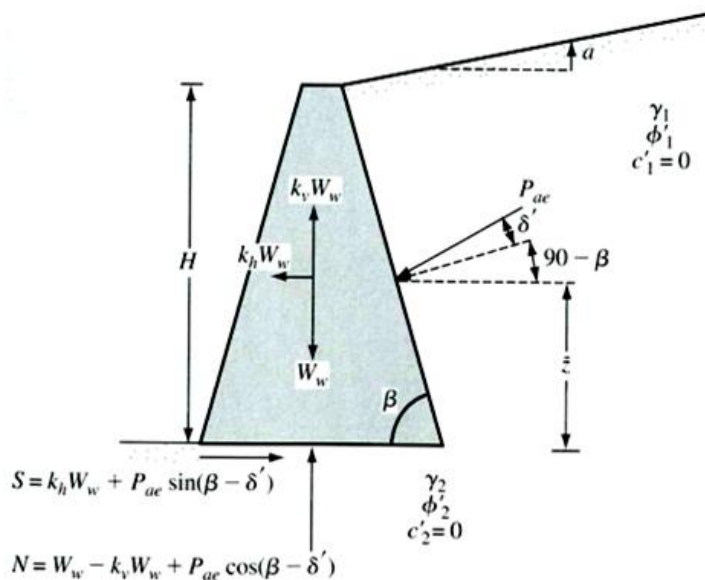
$$K_k = A_a \left( \frac{0.2A_v^2}{A_a \Delta} \right)^{0.25} \dots\dots\dots(29.11)$$

په پورته مساوات کې  $A_v$  او  $A_a$  د تعجیل مؤثر ضریبونه دي او  $\Delta$  بیخایه کیدنه ده  
 په انچ سره. د  $A_v$  او  $A_a$  مقدار د متحده ایالاتو په مختلفو زونونو کې د تکنالوژی د  
 عملي کولو شورا (Applied technology council) پواسطه اخستل شوی.

3. د  $A_v = 0$  په فرضولو سره د  $K_k$  قیمت په پام کې نیولو سره د  $K_{ae}$  قیمت لاسته  
 راوړل.

4. د 3 مرحلې مطابق د  $K_v$  قیمت په استفاده د دیوال وزن ترلاسه کول.

5. د  $W_w$  قیمت لپاره د ډاډمنتیا ضریب څخه استفاده کول.



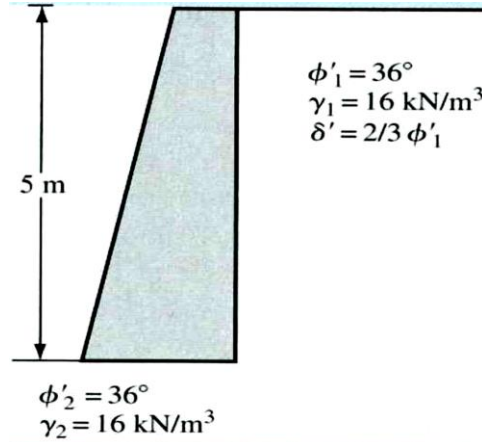
15.11 شکل. د زلزلې قوې په مقابل کې د استنادي ديوالونو استواری [476:15].

مثال 3.11

د (شکل 16.11) ته په کتلو سره د  $K_v = 0$  او  $K_k = 0.3$  په پام کې نیولو سره

لاندي قيمتونه تعين کړئ؟

- a. د ديوال وزن ستاتيکي حالت (تعادل په حالت کې) لپاره.  
 b. د ديوال وزن د زلزلي په وخت کې د صفر بيخايه کيدني لپاره.  
 c. د ديوال وزن د زلزلي په وخت کې د  $38\text{mm}$  ( $1.5\text{in}$ ) بيخايه کيدني لپاره.



16.11 شکل. استنادي ديوال [477:15].

فرضو چې  $A_a = 0.20$  او  $A_v = 0.20$  او همدارنگه  $FS = 1.5$  دی.

حل

a. د ستاتيکي حالت لپاره  $\theta' = 0$  او د (28.11 رابطي) څخه لرو چې:

$$C_{IE} = \frac{\sin(\beta - \delta') - \cos(\beta - \delta') \tan \phi'_2}{\tan \phi'_2}$$

په  $\beta = 90^\circ$  لپاره  $\delta' = 24^\circ$  او  $\phi'_2 = 36^\circ$  نولو چې:

$$C_{IE} = \frac{\sin(90 - 24) - \cos(90 - 24) \tan 36}{\tan 36} = 0.85$$

د ستاتيکي حالت لپاره  $K_{ae} = K_a = 0.2349$  د (4.3 جدول) نولو چې:

$$W_w = \frac{1}{2} (16) (5)^2 (0.2349) (0.85) = 39.9 \text{ kN/m}$$

د 1.5 ډاډمنتيا ضريب په پام کې نیولو سره:

$$W_w = (39.9) (1.5) = 59.9 \text{ kN/m}$$

b. د بيخايه کيدني د صفر قيمت لپاره  $K_v = 0$ .

$$C_{IE} = \frac{\sin(\beta - \delta') - \cos(\beta - \delta') \tan \phi'_2}{(1 - K_v)(\tan \phi'_2 - \tan \theta')}$$

$$\tan \theta' = \left( \frac{K_k}{1 - K_v} \right) = \frac{0.3}{1 - 0} = 0.3$$

$$C_{IE} = \frac{\sin(90 - 24) - \cos(90 - 24) \tan 36}{(1 - 0)(\tan 36 - 0.3)} = 1.45$$

د  $\delta' = 2/3 \phi'_1$  ، او  $\phi'_1 = 36$  ،  $K_h = 0.3$  د قيمتونو په پام کې نيولو سره

د (6.3 جدول) څخه لرو چې  $K_{ac} \approx 0.48$ .

$$W_w = \frac{1}{2} \gamma_1 H^2 (1 - K_v) K_{ae} C_{IE} = \frac{1}{2} (16)(5)^2 (1 - 0)(0.48)(1.45) \\ = 139.2 \text{ kN/m}$$

د 1.5 ډاډمنتيا ضريب په پام کې نيولو سره لرو چې:

$$W_w = (139.2)(1.5) = 208.8 \text{ kN/m}$$

c. د افقي بيخايه كيدني ( $\Delta = 38 \text{ mm}$ ) لپاره:

$$K_k = A_a \left( \frac{0.2A_v^2}{A_a \Delta} \right)^{0.25} = (0.2) \left( \frac{0.2(0.2)^2}{(0.2)(\frac{38}{25.4})} \right)^{0.25} = 0.081$$

$$\tan \theta' = \left( \frac{K_k}{1 - K_v} \right) = \frac{0.081}{1 - 0} = 0.081$$

$$C_{IE} = \frac{\sin(90 - 24) - \cos(90 - 24) \tan 36}{(\tan 36 - 0.081)} = 0.957$$

د (6.3 جدول) څخه  $K_{ac} = 0.29$ .

$$W_w = \frac{1}{2} (16)(5)^2 (0.29)(0.957) = 55.5 \text{ kN/m}$$

د 1.5 ډاډمنتيا ضريب په پام کې نيولو سره لرو چې:

$$W_w = (55.5)(1.5) = 83.3 \text{ kN/m}$$

ميخانيكي تقويه شوي استنادي ديوالونه

(Mechanically stabilized retaining walls)

په اوسني عصر کې د خاورو تقويه کول په تهدا بونو، استنادي ديوالونو، پرکاري

او داسې نورو ساختمانونو په جوړولو کې په کار وړل کېږي. د ساختمان د ډول په پام کې

نيولو سره ځواکمنول کيدلی شي چې د فلزي تسمې ، جيوټکستایل، جيو گريد او يا جيو کمپوزيت په شکل وي.

د ځواکمنولو مواد لکه فلزي تسمې (Metalic strips) ، جيوټکستایل (Geotextiles) او جيو گريد (Geogrids) په اوسني وخت کې د استنادي ديوالونو د ډکون لپاره استعمالیږي چې د ميخانيکي تقويه شوي استنادي ديوالونو په نوم ياديږي. د دې ډول ديوالونو ډيزاين عمومي مراحل په لاندې برخو کې ارايه کېږي [16:87]:

### 10.11 د خاورې ځواکمنول (Soil reinforcement)

د خاورې يا ځمکې ځواکمنول د تهدابونو او استنادي ساختمانونو د جوړولو او ډيزاين په تکنالوژۍ کې يو نوی انکشاف دی. ځواکمن شوي خاورې د هغه ساختماني موادو څخه عبارت دي کوم چې د کششي اجزاو لکه فلزي تسمې ، جيوټکسایل او جيو گريد پواسطه مقاوم شوي وي. د خاورې د ځواکمنولو نظريه کومه نوې خبره نه ده بلکه د څو پيړيو مخکې قدامت لري. په هر حال د موجوده سيستماتيک تحليل او ډيزاين نظريه د يو فرانسوي انجنير H. Vidal پواسطه په 1966 کال کې انکشاف ورکړل شوې ده. د فرانسې د سرک جوړولو تحقيقاتي لابراتوار د ځواکمن شوي خاورې د استعمال او مؤثره گټې اخیستنې لپاره ډېر زياتې څېړنې تر سره کړي دي تر څو د ځواکمن شوي ساختماني موادو په حيث گټه واخستل شي. نوموړې څېړنې په تفصيلي ډول سره د Darbin ، Schlosser او Vidal او Schlosser پواسطه په چاپي ډول ارايه شوي دي او کوم ازمېښتونه چې تر سره شوي په هغوی کې د فلزي تسمو څخه د تقويه شوي موادو په حيث استفاده شوې ده.

استنادي ديوالونه د تقويه شوي خاورو په شکل د Vidal د ابتکار څخه وروسته تر اوسه پورې د نړۍ په گوټ گوټ کې جوړیږي. د ځواکمن شوي خاورو د گټې اخیستنې اغېزې د لاندې مواردو څخه دي:

(a) د خاورې د کششي مقاومت زياتيدنه.

(b) د تقويه شوې خاورې د تماس له كبله اصطكاك څخه د غوڅيدني مقاومت رامنځته كيدنه .

دا ډول ځواكمنيدل د اوسپنيز كانكريټي ساختمانونو سره د پرتله كيدلو وړ دي . په اوسني وخت كې زياتره د ځواكمن شوې خاورې ډيزاين يوازې د غټو دانو لرونكې خاورې چې د اوبو ويستلو قابليت ولري استعمال شوي چې په دې ترتيب په چسپناكه خاورو كې د اوبو د نفوذ قابليت په وجه كوم چې د غوڅيدني قوې د كميدلو باعث كېږي ، استعمال يې منع دی [88:16].

### 11.11 د خاورې په تقويه كولو كې كتنې (Considerations in soil reinforcement)

#### فلزي تسمې (Metal strips)

په زياتره مواردو كې ملمع شوې فلزي تسمو څخه د تقويه كوونكو موادو په حيث په خاورو كې استعمالېږي . په داسې حال كې چې ملمع شوې فلزي تسمې د زنگ وهلو د مشكل سره مخ وي او د زنگ وهلو اندازه د مختلفو محيطي فكتورونو پورې اړه لري . په 1975 كال كې Lee او Biquet وړانديز كړی وو چې د فلزي تسمو د زنگ وهلو منځنۍ اندازه په يو كال كې  $0.025\text{mm} - 0.05\text{mm/year}$  ده ، چې د حقيقي ډيزاين لپاره بايد د زنگ وهلو اندازه په پام كې ونيول شي ، نو له دې ځايه لرو چې :

$$t_c = t_{design} + r \quad \dots\dots\dots(30.11) \quad \text{(د ساختمان عمر)}$$

په پورته فورمول كې :

$t_c$  - د فلزي تسمې حقيقي ضخامت كوم چې استعمالېږي .

$t_{design}$  - د فلزي تسمې ضخامت چې ډيزاين د محاسباتو څخه لاسته راځي .

$r$  - د زنگ وهلو اندازه يا مقدار .

#### غير قابل تجزيه فايبرونه (Nonbiodegradable Fabrics)

د 1970 كال راهيسې د جيوتكستايل استعمال په ساختماني چارو كې په چټكۍ سره په ټوله نړۍ كې روانه ده . فايبرونه معمولاً د نفتي محصولاتو څخه ترلاسه كېږي لكه



پولي ايستر ، پولي ايتلين او پولي پروپالين . همدارنگه كيدلى شي چې د شيشې پشم (Fiberglass) څخه هم جوړ شي . جيوټكستايل كيدلى شي چې ماشيني يا لاسي اوبدل شوى وي او يا هم نااوبدل شوى وي .

جيوټكستايل په تهدابونو كې لاندني څلورد استعمال موارد لري :

1. د اوبو ويستل (Drainage) : نوموړى فايبر په چټكۍ سره كولى شي چې د خاورې څخه اوبه مختلفو مجراگانو ته وباسي ، چې په دې ترتيب د خاورې غوڅيدنې مقاومت او استواري تايمينوي .
2. فلټريشن (Filtration) : كله چې د خاورې دوه طبقې يو د بل له پاسه قرار ولري ، چې يو يې غټ دانه يې ذراتو لرونكې وي او بل يې كوچنې ذراتو لرونكې وي ، نوموړى فايبر په اسانۍ سره د يوې طبقې څخه بلې طبقې ته د اوبو تيريدنه تايمينوي . په داسې حال كې چې د كوچنې ذراتو لرونكې خاورې پريمينځل لاندني طبقې ته مخنيوى كېږي .
3. جلاوالى (Separation) : جيوټكستايل فايبر د مختلفو طبقاتو جوړونې څخه وروسته او د كار په جريان كې يو د بل سره د جلاوالي په تامينولو كې مرسته كوي . د بيلگې په ډول د سرک جوړولو په وخت كې د بستر د طبقې خاوره د اساس خاورې څخه كيدلى شي چې جلا وساتل شي .
4. تقويه كول (Reinforcement) : د جيوټكستايل كشي مقاومت د خاورې د زغم وړتيا زياتوي [90:16] .

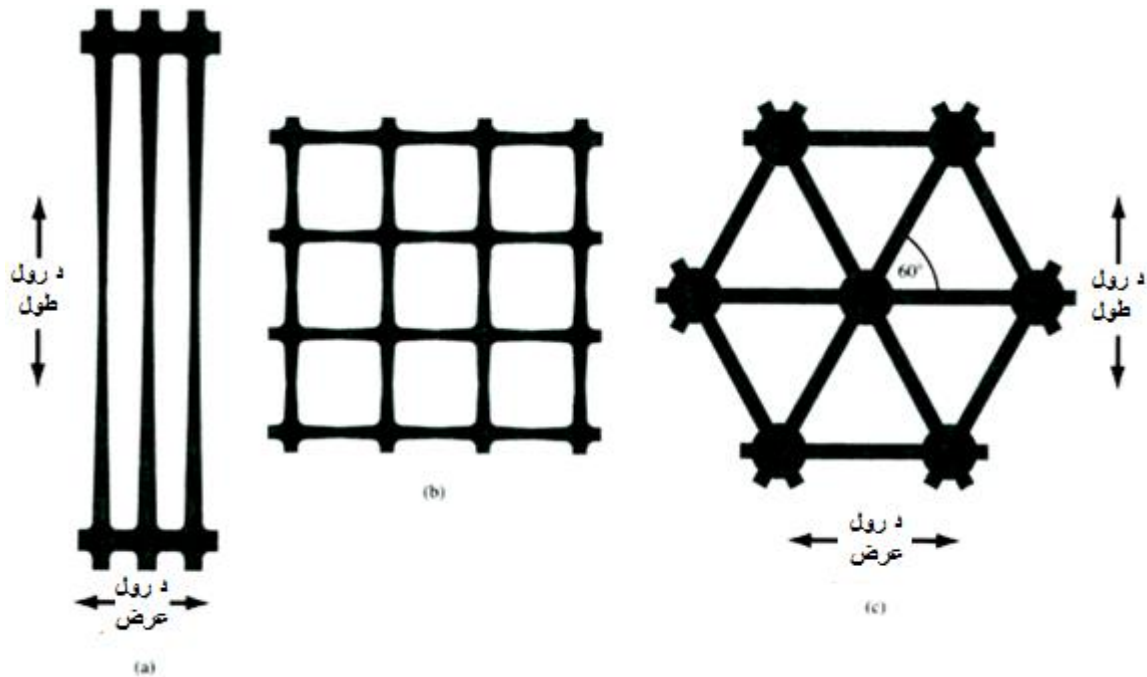
### جيوگرید (Geogrids)

جيوگرید د يو قوي پوليميري موادو لکه پولي ايتلين او پولي پروپالين له جملې څخه دى چې په كشي شكل سره تهيه كېږي . د Netlon انگليسي کمپنۍ د جيوگرید د توليد لومړنۍ کمپنۍ ده . په 1982 کال کې د Tensar شرکت د امریکې په متحده ایالاتو کې جيوگرید يې معرفي کړ . په مارکيټ کې جيوگرید نظر توليدي پروسې ته په لاندې صنفونو ويشل كېږي :

قالب شوی (شکل ورکړل شوی) ، اوبدل شوی او ولډنگ شوی . شکل ورکړل شوی جيوگريد د پولي ايتلين يا پولي پروپالين د ضخيم صفحو څخه جوړېږي چې نوموړې صفحو ته وتلی او راننوتلی شکل ورکړل شوی وي چې سوري لرونکي يا شبکه يي شکل اختياري ترخو د تسمې او غوتو ، انجنيرۍ خاصيت (مقاومت) زيات کړي .

اوبدل شوی جيوگريد د پوليميري موادو څخه چې معمولاً د پولي ايستر او پولي پروپالين د يو ځای کيدو څخه جوړېږي او د جالی پشان اوبدل کېږي او بيا د پوليميري موادو څخه ځلا لرونکی پوښ ورکول کېږي . ولډنگ ډوله جيوگريد د پوليميري تسمو د تقاطع نقطې د ويلې کيدلو څخه جوړېږي .

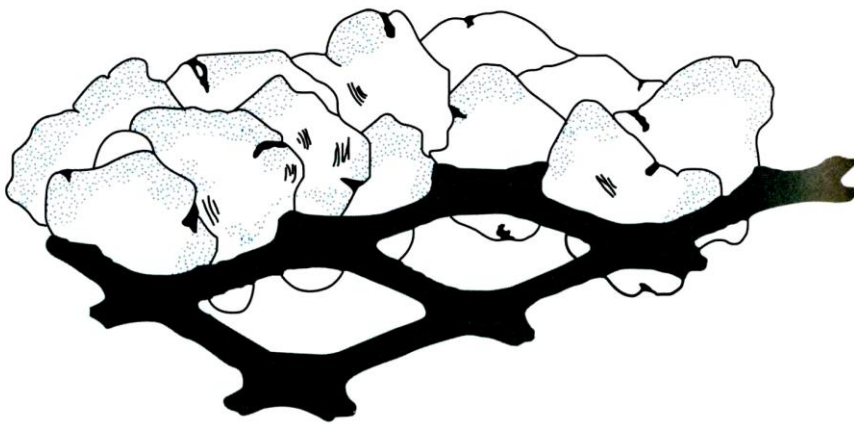
د شکل ورکړل شوي جيوگريد (Extruded geogrid) کارول نظر نورو ډولونو ته د سرکونو د تقويې په خاطر ډېر مناسب او ښه دی . جيوگريد معمولاً په دوه ډوله دي . (a) يو محوره او (b) دوه محوره چې په (17a,b.11 شکلونو) کې ښودل شوي دي .



17.11 شکل . جيوگريد: (a) يو محوره ، (b) دوه محوره ، (c) د مثلي سوريو لرونکې [91:16].

د جيوگريد وظيفه تقويه كول دي چې نسبتاً زيات مقاومت لري. همدارنگه د شبکو خاليگاوې (سوري) په كافي اندازه لوی دي چې د شا او خوا خاورو او تيرو سره بڼه نښلې (18.11 شكل وگورئ). چې په دې ترتيب د تقويه كولو او يا جلا كولو او يا هم د دواړو وظيفه اجرا كوي.

په دې وروستيو كې كنج لرونكي (زاويه داره) سوري لرونكې (17c.11 شكل) جيوگريد د ساختماني چارو لپاره معرفي شوي دي.

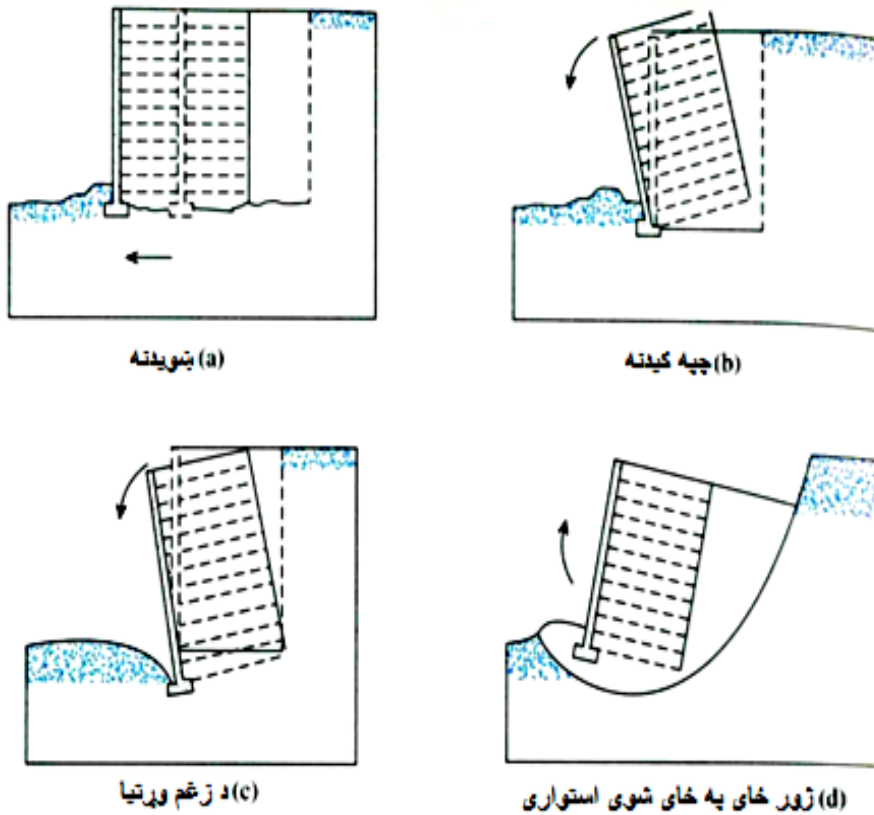


18.11 شكل. د جيوگريد سوري د شا او خوا خاورو سره نښتې [91:16].

## 12.11 د ډيزاين عمومي كتنې (General design considerations)

په ميخانيكي ډول د ځواكمن شوي استنادي ديوالونو د ډيزاين عمومي پروسه په دوه برخو ويشل شوې ده:

1. د داخلي ثبات د اړتياو پوره كيدل.
  2. د ديوال د خارجي ثبات يا استوارۍ چك.
- د داخلي ثبات اړتياو چك كول په كششي عناصرو كې د كششي مقاومت تعينولو او يا د مخ عناصرو د ارتباط تامينولو پورې اړه لري. د خارجي ثبات چك كې بنويده، چپه كيدل او د خاورې وړتيا شامل دي (19.11 شكل وگورئ).



19.11 شکل: خارجي ثبات چک [92:16].

## لنډيز (Summary)

په عمومي صورت سره په دې فصل کې استنادي ديوالونه په دوو عمده برخو يعني متداول يا معمولي استنادي ديوالونه او په ميخانيکي يا مصنوعي ډول تقويه شوي خاورين ديوالونو باندې تقسيم شوي چې په لاندې برخو کې معلومات ورکړل شوي دي:

په معمولي استنادي ديوالونو کې ثقلي، نيمه ثقلي، کنسولي او تکيه لرونکو استنادي ديوالونو ډيزاين، د ډيزاين لپاره د خاورو افقي فشارونو پيدا کول او د ساختماني غوتو او د ديوالو د شاخه د اوبو ويستلو په اړه معلومات ورکړل شوي دي او همدارنگه د زلزلې د حالتونو لپاره د ثقلي استنادي ديوالونو ډيزاين په اړه هم کافي معلومات ارايه شوي دي او د استنادي ديوالونو مختلفو ډولونو د ډيزاين مختلفې طريقې او د ډاډمنتيا فکتورونو پيدا کول په عملي مثالونو کې ښودل شوي دي.

په ميخانيکي تقويه شوي استنادي ديوالونو په اړه د خاورې خواکمنول، د خاورې په تقويه کولو کې د فايبرونو (جيو تکستایل او جيو گريد) استعمالولو په اړه بحث صورت نيولي دي.

پوښتنې (Problems)

1. د کنسولي استنادي ديوال لپاره چې په لاندې شکل کې ښودل شوی دی فرضو چې لاندیني ارقام راکړل شوي دي:  
د ديوال اندازې:

$$H = 8 \text{ m}, x_1 = 0.4 \text{ m}, x_2 = 0.6 \text{ m}, x_3 = 1.5 \text{ m}, x_4 = 3.5 \text{ m}$$

$$x_5 = 0.96 \text{ m}, D = 1.75 \text{ m}, \alpha = 10^\circ$$

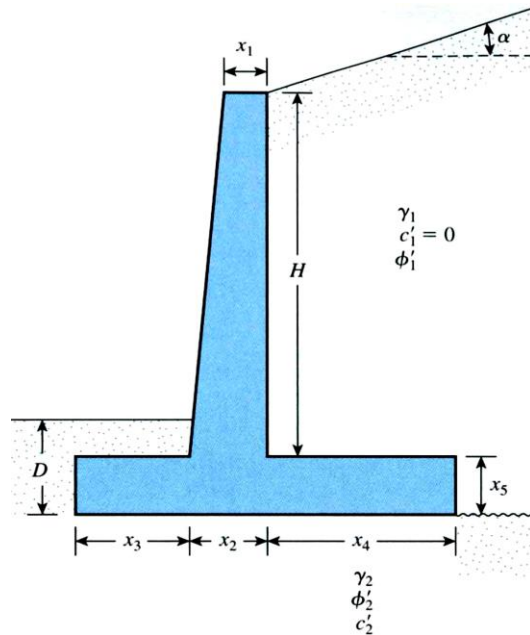
د خاورې خواص:

$$\gamma_1 = 16.8 \text{ kN/m}^3, \phi'_1 = 32^\circ, \gamma_2 = 17.6 \text{ kN/m}^3, \phi'_2 = 28^\circ$$

$$c'_2 = 16.8 \text{ kN/m}^2, \gamma_{\text{Concrete}} = 23.58 \text{ kN/m}^3, k_1 = k_2 = 2/3,$$

$$P_p = 0$$

د چپه کیدلو، ښویدلو او د زغم د وړتیا د ډاډمنتیا فکتورونه محاسبه کړئ؟



2. د لاندیني ارقامو په تغیر سره لومړۍ پوښتنه تکرار کړئ.  
د دیوال اندازې:

$$H = 6.5 \text{ m}, x_1 = 0.3 \text{ m}, x_2 = 0.6 \text{ m}, x_3 = 0.8 \text{ m}, x_4 = 2 \text{ m}$$

$$x_5 = 0.8 \text{ m}, D = 1.5 \text{ m}, \alpha = 0^\circ$$

خاورې خواص:

$$\gamma_1 = 18.08 \text{ kN/m}^3, \phi'_1 = 36^\circ, \gamma_2 = 19.65 \text{ kN/m}^3, \phi'_2 = 15^\circ$$

$$c'_2 = 30 \text{ kN/m}^2$$

3. یو ثقلی دیوال چې په لاندې شکل کې بنودل شوی دی، د هغې د خپه کیدلو او بنویدلو د ډاډمنتیا فکتور محاسبه کړئ. لاندې ارقام ورکړل شوي دي:

د دیوال اندازې:

$$H = 6 \text{ m}, x_1 = 0.6 \text{ m}, x_2 = 2 \text{ m}, x_3 = 2 \text{ m}, x_4 = 0.5 \text{ m}$$

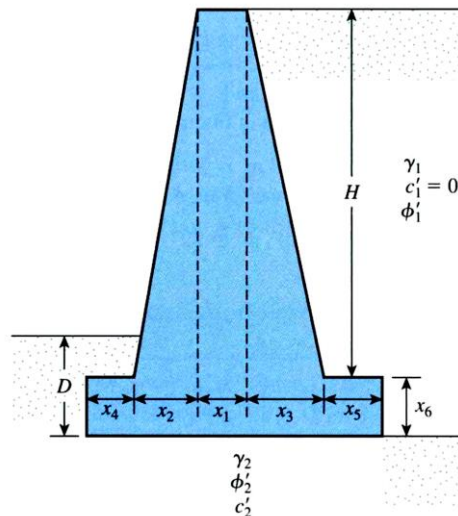
$$x_5 = 0.75 \text{ m}, x_6 = 0.8 \text{ m}, D = 1.5 \text{ m},$$

خاورې خواص:

$$\gamma_1 = 16.5 \text{ kN/m}^3, \phi'_1 = 32^\circ, \gamma_2 = 18 \text{ kN/m}^3, \phi'_2 = 22^\circ$$

$$c'_2 = 40 \text{ kN/m}^2$$

په خپله محاسبه کې د رنکین د خاورې فشار څخه استفاده وکړئ.



4. دریمه پوښتنه تکرار کړئ او په خپله محاسبه کې د کولمب د خاورې فعال فشار څخه استفاده وکړئ او هم  $\delta' = 2/3\phi'_1$  فرض کړئ.

## اخذليكونه (References)

1. Bowles, J. E. (1996). Foundation analysis and design. McGraw- Hill, New York. Pp. 205 -211.
2. Cheng, Liu and Jack, B. Evett. (2001). Soil and foundations. 5<sup>th</sup> Ed. New Jersey. Prentice Hall. Pp. 86 – 88.
3. Coduto, P. Donald. (2001). Foundation design, Principles and practices. 2<sup>nd</sup> Ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey 07458. Pp. 10- 170.
4. Das, M. Braja. (2013). Principles of Foundation Engineering. Seventh Ed. Nelson, 1120 Birchmount Road, Toronto, Ontario, Canada, M1K 5G4. Pp.291 – 345.
5. Das, M. Braja. (2007). Principles of Foundation Engineering. 6<sup>th</sup> Ed. Nelson, 1120 Birchmount Road, Toronto, Ontario, Canada, M1K 5G4. Pp. 308 – 340.
6. Das, M. B. (1983). Fundamentals of soil dynamics. Elsevier. Nelson, 1120 Birchmount Road, Toronto. Pp. 300-356.
7. Day and Robert, W. (2006). Foundation Engineering Handbook. 3<sup>rd</sup> Ed. New York. McGraw Hill Co. Pp. 75.
8. De Beer, E. E. (1970). “Experimental Determination of the Shape Factors and Bearing Capacity Factors of Sand”, Geotechnique, Vol. 20, No. 4. Nelson, 1120 Birchmount Road, Toronto. Pp. 387 – 397.
9. Dong, Wei, Guo. (2013). Theory and Practice of Pile Foundation. CRC Press, Taylor and Frances Group. Boca Raton London, New York. Pp:179 – 190.
10. Gunartne, Manjriker. (2006). Foundation Engineering Hand Book. Taylor and Francis Group, 6000 Broken Sound Parkway New York. Pp: 275-312.
11. Gupta, S. C. (1997). Raft Foundations: Design and analysis with a practical approach. New Age International, New Delhi. Pp. 112 – 115.
12. Hansbo and Saven. (1994). Foundation Engineering. 2<sup>nd</sup> Ed. New York. McGraw Hill. Pp. 107 -128.
13. Joseph, E. Bowles. (1997). Foundation Analysis and Design. 5<sup>th</sup> Ed. New York, McGraw Hill. Pp. 56 – 68.
14. Karl, Terzaghi and Ralph, B. Peck. (1967). Soil Mechanics in Engineering Practice. 2<sup>nd</sup> Ed. New York. John Willy and Sons Inc. Pp. 55- 65.

15. Kramer, L. Steven. (1996). Geotechnical Earthquake Engineering. Prentice Hall Upper Saddle River New Jersey 07458. Pp: 466 – 468.
16. Koerner, R. B. (2005). Design with geosynthetics, 5<sup>th</sup> Ed. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ. Pp. 87- 92.
17. Kulhawy, F. H., and Jackson, C. S. (1989). Some observations on Undrained Side Resistance of Drilled Shafts “Proceedings, Foundation Engineering”: Current Principles and Practices. American Society of Civil Engineering. Vol. 2, Paris. Pp. 1011 – 1025.
18. Murthy, V. N. S. (2001). Geotechnical engineering, Principles and practices of soil mechanics and Foundation engineering. Marcel Dekker, Inc. 270 Madison Avenue. New York 10016. Pp: 318 - 580.
19. Murthy, V. N. S. (2007) . Advance Foundation Engineering. CBS Publishers and Distributors. New Delhi. Pp: 111 – 244.
20. Poulos, H. G. and Davis, E. H. (1990). Pile Foundation Analysis and Design. John Wiley and Sons, New York. Pp- 304 -306.
21. Punmia, B. C., Jain, Ashok, Kumar., Jain, Arun, Kumar. (2005). Soil Mechanics and Foundations. Laxmi Publications Pvt. Ltd. New Delhi. Pp. 703 – 846.
22. Reese, L. C. and O’Neill, M. W. (1989). Drilled Shafts: Construction and Design. FHWA. Publication No. HI- 88-042. Pp. 532- 550.
23. Richard, Sazinski. (2004). Practical Foundation Engineering Handbook. New York. McGraw Hill. Pp.1052 – 1055.
24. Tomlinson, M. J. (1995). Foundation Design and Construction. Longman with ELBS, Singapore. Pp. 106 – 110.
25. Varghese, P. C. (2007). Foundation Engineering. Prentice – Hall of India Private Limited. New Delhi – 110 001. Pp. 260 – 290.
26. Viggiani, Carlo., Alessandro., Mandolini., and Gianpiero, Russo. (2012). Pile and Piles Foundations. Spon Press, an imprint of Taylor and Francis, London and New York. Pp: 21 – 105.



## ضمیمہ

### اولہ ضمیمہ :

د SI واحدونو خخہ انگلیسی واحدونو تہ د تبدیلولو فکتورونہ:

$1\text{mm}^4 = 2.402 \times 10^{-6} \text{in}^4$	انرشیائی مومنت	$1\text{m} = 3.281 \text{ft}$	طول
$1\text{m}^4 = 2.402 \times 10^6 \text{in}^4$		$1\text{cm} = 3.281 \times 10^{-2} \text{ft}$	
	مودول مقطع	$1\text{mm} = 3.281 \times 10^{-3} \text{ft}$	
$1\text{mm}^3 = 6.102 \times 10^{-5} \text{in}^3$		$1\text{m} = 39.37 \text{in}$	
$1\text{m}^3 = 6.102 \times 10^5 \text{in}^3$		$1\text{cm} = 0.3937 \text{in}$	
	ہایدرولیکی	$1\text{mm} = 0.03937 \text{in}$	
$1\text{m}/\text{min} = 3.281\text{ft}/\text{min}$	رسوونکی	$1\text{m}^2 = 10.764 \text{ft}^2$	مساحت
$1\text{cm}/\text{min} = 0.0328\text{ft}/\text{min}$		$1\text{cm}^2 = 10.764 \times 10^{-4} \text{ft}^2$	
$1\text{mm}/\text{mi} = 0.00328\text{ft}/\text{min}$		$1\text{mm}^2 = 10.764 \times 10^{-6} \text{ft}^2$	
$1\text{m}/\text{sec} = 3.281\text{ft}/\text{sec}$		$1\text{m}^2 = 1550 \text{in}^2$	
$1\text{cm}/\text{sec} = 0.3937 \text{in}/\text{sec}$		$1\text{cm}^2 = 0.155 \text{in}^2$	
$1\text{mm}/\text{sec} = 0.03937 \text{in}/\text{sec}$		$1\text{mm}^2 = 0.155 \times 10^{-2} \text{in}^2$	
$1\text{cm}^2/\text{sec} = 0.155 \text{in}^2/\text{sec}$	تحکیماتی ضریب	$1\text{m}^3 = 35.32 \text{ft}^3$	حجم
$1\text{m}^2/\text{yr} = 4.915 \times 10^{-5} \text{in}^2/\text{s}$		$1\text{cm}^3 = 35.32 \times 10^{-4} \text{ft}^3$	
$1\text{cm}^2/\text{sec} = 1.074 \times 10^{-3} \text{ft}^2/\text{s}$		$1\text{m}^2 = 61023.4 \text{in}^3$	
		$1\text{cm}^2 = 0.061023 \text{in}^3$	
		$1\text{N} = 0.2248 \text{Ib}$	قوہ
		$1\text{kN} = 224.8 \text{Ib}$	
		$1\text{kgf} = 2.2046 \text{Ib}$	
		$1\text{kN} = 0.2248 \text{kip}$	
		$1\text{kN} = 0.1124 \text{U.S. ton}$	
		$1 \text{metric ton} = 2204.6 \text{Ib}$	
		$1\text{N}/\text{m} = 0.0685 \text{Ib}/\text{ft}$	
		$1\text{N}/\text{m}^2 = 20.885 \times 10^{-3} \text{Ib}/\text{ft}^2$	فشار (تشنج)
		$1\text{kN}/\text{m}^2 = 20.885 \text{Ib}/\text{ft}^2$	
		$1\text{kN}/\text{m}^2 = 0.01044 \text{U.S. ton}/\text{ft}^2$	
		$1\text{kN}/\text{m}^2 = 20.885 \times 10^{-3} \text{kip}/\text{ft}^2$	
		$1\text{kN}/\text{m}^2 = 0.145 \text{Ib}/\text{in}^2$	
		$1\text{kN}/\text{m}^3 = 6.361 \text{Ib}/\text{ft}^3$	واحد وزن
		$1\text{kN}/\text{m}^3 = 0.003682 \text{Ib}/\text{in}^3$	
		$1\text{N}\cdot\text{m} = 0.7375 \text{ft}\cdot\text{Ib}$	مومنت
		$1\text{N}\cdot\text{m} = 8.851 \text{Ib}\cdot\text{in}$	
		$1 \text{J} = 0.7375 \text{ft}\cdot\text{Ib}$	انرژی

دوهمه ضمیمه: د تهداب انجیري مضمون اصطلاحات او مخففات

انگلیسی اصطلاحات	مخففات	اصطلاحات
Allowable Load	$Q_{all}$	مجازي بار
Allowable Bearing pressure	$q_{all}$	د زغم مجازی فشار
Active Earth pressure	$P_a$	د خاوری فعال فشار
Allowable stress	$\sigma_a$	مجازی تشنجات
Apparent cohesive	$C_u$	خرگند چسپناکې
Allowable bearing capacity	$q_a$	د زغم مجازی وړتیا
Actuating force	-	محرکه قوه
Area	$A$	مساحت
Base	-	قاعده یا اساس
Base resistance	-	د قاعدی مقاومت
Bearing capacity factors	$N_q, N_i, \dots$	د زغم د وړتیا فکتورونه
Bearing capacity	$q$	د زغم وړتیا
Boring depth	-	د بور ژوروالي
Base Failure	-	د قاعدی تخریب
Bed rock	-	د بستر تیږه
Blow number	$N$	د ضربی شمیر
Cantilever	-	کنسول
Concrete mix design	-	د کانکریتو مخلوط ډیزاین
Casing	-	د څاه کیندلو قالب (کیسینګ)
Coefficient of Compressibility	$C_c$	د تخته کیدلو ضریب
Coefficient of consolidation	$C_v$	د تحکیم ضریب
Coefficient of earth pressure	$K_o$	د خاوری د فشار ضریب
Combined footing	-	یو ځایي تهداب
Cone penetration test	CPT	د مخروط نفوذ ازمینیت
Counterfort	-	کانترفورت
Depth of Footing	$D$	د تهداب ژوروالي
Deflection	-	خمیده گې
Differential settlement	$\delta_D$	توپیري ناسته
Drainage	-	د اوبو ویستنه
Drilled piers	-	برمه شوي ستنې
Drilled-Shaft Foundation	-	برمه یې څاه تهداب
Dynamic Force	-	دینامیکې قوه
Earth Dam	-	خاورین بند

د دوهمې ضميمې ادامه:

Elasticity module of soil	$E_s$	د خاورې الاستکیت مودول
Earth pressure	-	د خاورې فشار
Finite element method	-	د محدود عناصرو کړنلاره
Friction effective angle	$\phi'$	د خاورې د اصطکاک مؤثره زاویه
Frictional resistance	$Q_s$	اصطکاک مقاومت
Foundation	-	تهداب
Gravity acceleration	g	د ثقل تعجیل
Gravity force	Fg	ثقلې قوه
General share failure	G.S.F	د غوڅیدنې عمومي تخریب
Group efficiency	-	گروپي اغیزمنتیا
Geograde	-	قوی پولیمیری مواد
Head	-	خولۍ یا ارتفاعي فشار
Hammer	-	ختک
Infinite	-	نامحدود
Influence value	-	د تاثیر قیمت
Insitu- Tests	-	ساحوي ازمیښتونه
Lateral earth pressure at rest	$K_o$	د خاورې ساکن فشار
Local Share Failure	L.S.F	د غوڅیدنې موضعي تخریب
Mat Foundation	-	فرشي تهداب
Metal strips	-	فلزي تسمی
Modulus of elasticity of soil	$E_s$	د خاورې الاستکیت مودول
Negative Skin friction	-	د پوستکې منفي اصطکاک
Normal effective stress	$\sigma'_n$	مؤثره نارمل تشنج
Nongiodegradable Fabrics	-	په غیر د تجزیې وړ فایبرونه
Number of Blows	N	د ضربو شمیر
Overturning	-	چپه کیدنه
Passive earth pressure	$P_p$	د خاورې غیر فعال فشار
Pore water pressure	-	د منفذونو اوبو فشار
Punching share failure	P.S.F	د غوڅیدنې سوري کوونکې تخریب
Point bearing capacity of pile	$Q_p$	د میخ د څوکې د زغم وړتیا
Pile foundation	-	میخی تهداب
Piles Cap	-	د میخ خولۍ یا سرپوښ
Pile Load Test	P.L.T	د میخ د بارونې ازمیښت
Poisson's Ratio	-	د پاسون نسبت

د دوهمې ضميمې ادامه:

Raft foundation	-	فرشي تهډاب
Retaining walls	-	استنادي ديوالونه
Safety Factors	SF	د ډاډمنتيا فکتور
Sampling	-	نمونه اخيستنه
Settlement	S	ناسته
Slope Failure	-	د ميلان تخریب
Sheet Pile	-	صفحه يې يا سپري ميخ
Shear strength	-	غوڅيدنې مقاومت
Sliding	-	خويدنه
Slurry	-	د برمه کارۍ محلول
Spread Footing	-	ځانگړې تهډاب
Standard Penetration Test	SPT	ستندرډ نفوډ از ميبنت
Strap Footing	-	فيته يې تهډاب
Stress	-	تشنج
Soil reinforcement	-	د خاورې ځواکمنول
Toe	-	پنجه
Tension Cracks	$Z_o$	د تشنج درزونه
Ultimate bearing capacity	$q_{ul}$	د زغم نهايې وړتيا
Ultimate Consolidation settlement	$\delta_c$	نهايې تحکيمي ناسته
Void Ratio	e	د منفذدارۍ نسبت
Vibroflotion	-	اهتزازي داخلوونکې
Vibrator	-	اهتزاز ورکوونکې

## د محترم استاد پوهاند انجنیر زلمی خالقي لنډه پيژندنه



پوهاند انجنیر زلمی خالقي د حاجی خالقداد خوی په ۲۴۳۱ کال کې د ننگرهار ولایت د کوزکنړ د ولسوالۍ د قلعه تک په کلي کې زیږیدلی دی. نوموړي خپلې ابتدايي او ثانوي زده کړې د افغان سید جمال الدین په عالی لیسې کې ترسره کړي چې په ۲۴۱۴ کال کې د نوموړي لیسې څخه په اعلی درجه فارغ شوی او بیا په

۲۴۱۳ کال کې د ننگرهار پوهنتون د انجنیري په پوهنځي کې شامل شو. نوموړی د تحصیل په دوره کې د یو ممتاز محصل په توګه وځلیده او په ۲۴۱۸ کال کې د انجنیري پوهنځي څخه په اعلی درجه فارغ شوی.

محترم استاد د لوړو زده کړو وزارت د لویو اېڅو مطابق د کادر د شرایطو د پوره کولو په اساس په ۲۴۱۱ کال کې د ننگرهار پوهنتون د انجنیري پوهنځي د اوبو رسولو او کانالیزاسیون په څانګه کې د نامزد پوهیالی استاد په توګه مقرر شو او د استادۍ په جريان کې د لوړو زده کړو د وزارت د لویو اېڅو او قوانینو مطابق علمي ترفیعاتو د ټولو شرایطو د پوره کولو او د مختلفو انجنیري علمي اثارو د لیکلو په اساس په ترتیب او تدریج سره د پوهاندی علمي رتبی ته رسیدلی. همدارنګه نوموړی د استادۍ دندې د اجرا کولو تر څنګ د سیول څانګې امر او د پوهنځي د مختلفو کمیټو غړی په توګه دنده اجرا کړې چې د علمي او مسلکي تجربو څخه پرته د اداري کارونو تجربه هم لري، نوموړی د انجنیري پوهنځي استادانو تر منځ د یو ښه استاد په حیث ځلیدلی او د ښه نوم او شهرت خاوند دی.

## **Publishing Textbooks**

Honorable lecturers and dear students!

The lack of quality textbooks in the universities of Afghanistan is a serious issue, which is repeatedly challenging students and teachers alike. To tackle this issue, we have initiated the process of providing textbooks to the students of medicine. For this reason, we have published 278 different textbooks of Medicine, Engineering, Science, Economics, Journalism and Agriculture (96 medical textbooks funded by German Academic Exchange Service, 160 medical and non-medical textbooks funded by German Aid for Afghan Children, 6 textbooks funded by German-Afghan University Society, 2 textbooks funded by Consulate General of the Federal Republic of Germany, Mazar-e Sharif, 2 textbooks funded by Afghanistan-Schulen, 1 textbook funded by SlovakAid, 1 textbook funded by SAFI Foundation and 8 textbooks funded by Konrad Adenauer Stiftung) from Nangarhar, Khost, Kandahar, Herat, Balkh, Al-Beroni, Kabul, Kabul Polytechnic and Kabul Medical universities. The book you are holding in your hands is a sample of a printed textbook. It should be mentioned that all these books have been distributed among all Afghan universities and many other institutions and organizations for free. All the published textbooks can be downloaded from [www.ecampus-afghanistan.org](http://www.ecampus-afghanistan.org).

The Afghan National Higher Education Strategy (2010-2014) states:

*"Funds will be made available to encourage the writing and publication of textbooks in Dari and Pashto. Especially in priority areas, to improve the quality of teaching and learning and give students access to state-of-the-art information. In the meantime, translation of English language textbooks and journals into Dari and Pashto is a major challenge for curriculum reform. Without this facility it would not be possible for university students and faculty to access modern developments as knowledge in all disciplines accumulates at a rapid and exponential pace, in particular this is a huge obstacle for establishing a research culture. The Ministry of Higher Education together with the universities will examine strategies to overcome this deficit."*

We would like to continue this project and to end the method of manual notes and papers. Based on the request of higher education institutions, there is the need to publish about 100 different textbooks each year.

**I would like to ask all the lecturers to write new textbooks, translate or revise their lecture notes or written books and share them with us to be published. We will ensure quality composition, printing and distribution to Afghan universities free of charge. I would like the students to encourage and assist their lecturers in this regard. We welcome any recommendations and suggestions for improvement.**

It is worth mentioning that the authors and publishers tried to prepare the books according to the international standards, but if there is any problem in the book, we kindly request the readers to send their comments to us or the authors in order to be corrected for future revised editions.

We are very thankful to Kinderhilfe-Afghanistan (German Aid for Afghan Children) and its director Dr. Eroes, who has provided fund for this book. We would also like to mention that he has provided funds for 160 medical and non-medical textbooks so far.

I am especially grateful to **GIZ** (German Society for International Cooperation) and **CIM** (Centre for International Migration & Development) for providing working opportunities for me from 2010 to 2016 in Afghanistan.

In our ministry, I would like to cordially thank Minister of Higher Education Dr. Najibullah K. Omary (PhD), Academic Deputy Minister Prof Abdul Tawab Balakarzai, Administrative & Financial Deputy Minister Prof Dr. Ahmad Seyer Mahjoor (PhD), Administrative & Financial Director Ahmad Tariq Sediqi, Advisor at Ministry of Higher Education Dr. Gul Rahim Safi, Chancellor of Universities, Deans of faculties, and lecturers for their continuous cooperation and support for this project.

I am also thankful to all those lecturers who encouraged us and gave us all these books to be published and distributed all over Afghanistan. Finally I would like to express my appreciation for the efforts of my colleagues Hekmatullah Aziz and Fahim Habibi in the office for publishing books.

Dr. Yahya Wardak

Advisor at the Ministry of Higher Education

Kabul, Afghanistan, July, 2018

Office: 0756014640

Email: [textbooks@afghanic.de](mailto:textbooks@afghanic.de)

## Message from the Ministry of Higher Education

In history, books have played a very important role in gaining, keeping and spreading knowledge and science, and they are the fundamental units of educational curriculum which can also play an effective role in improving the quality of higher education. Therefore, keeping in mind the needs of the society and today's requirements and based on educational standards, new learning materials and textbooks should be provided and published for the students.



I appreciate the efforts of the lecturers and authors, and I am very thankful to those who have worked for many years and have written or translated textbooks in their fields. They have offered their national duty, and they have motivated the motor of improvement.

I also warmly welcome more lecturers to prepare and publish textbooks in their respective fields so that, after publication, they should be distributed among the students to take full advantage of them. This will be a good step in the improvement of the quality of higher education and educational process.

The Ministry of Higher Education has the responsibility to make available new and standard learning materials in different fields in order to better educate our students.

Finally I am very grateful to German Aid for Afghan Children and our colleague Dr. Yahya Wardak that have provided opportunities for publishing textbooks of our lecturers and authors.

I am hopeful that this project should be continued and increased in order to have at least one standard textbook for each subject, in the near future.

Sincerely,

Dr. Najibullah K. Omary (PhD)

Minister of Higher Education

Kabul, 2018



Book Name      Foundation Engineering  
Author          Prof Eng Zalmay Khaliqi  
Publisher        Nangarhar University, Engineering Faculty  
Website         www.nu.edu.af  
Published       2018, First Edition  
Copies          1000  
Serial No        275  
Download        www.ecampus-afghanistan.org



This publication was financed by German Aid for Afghan Children, a private initiative of the Eroes family in Germany.

Administrative and technical support by Afghanic.

The contents and textual structure of this book have been developed by concerning author and relevant faculty and being responsible for it. Funding and supporting agencies are not holding any responsibilities.

If you want to publish your textbooks, please contact us:

Dr. Yahya Wardak, Ministry of Higher Education, Kabul

Office      0756014640

Email      textbooks@afghanic.de

All rights reserved with the author.

Printed in Afghanistan 2018

Afghanistan Times Printing Press

ISBN    978-9936-633-20-9