



پوهنځی طب بلخ

# فزیک طبی

(بخش میخانیک)

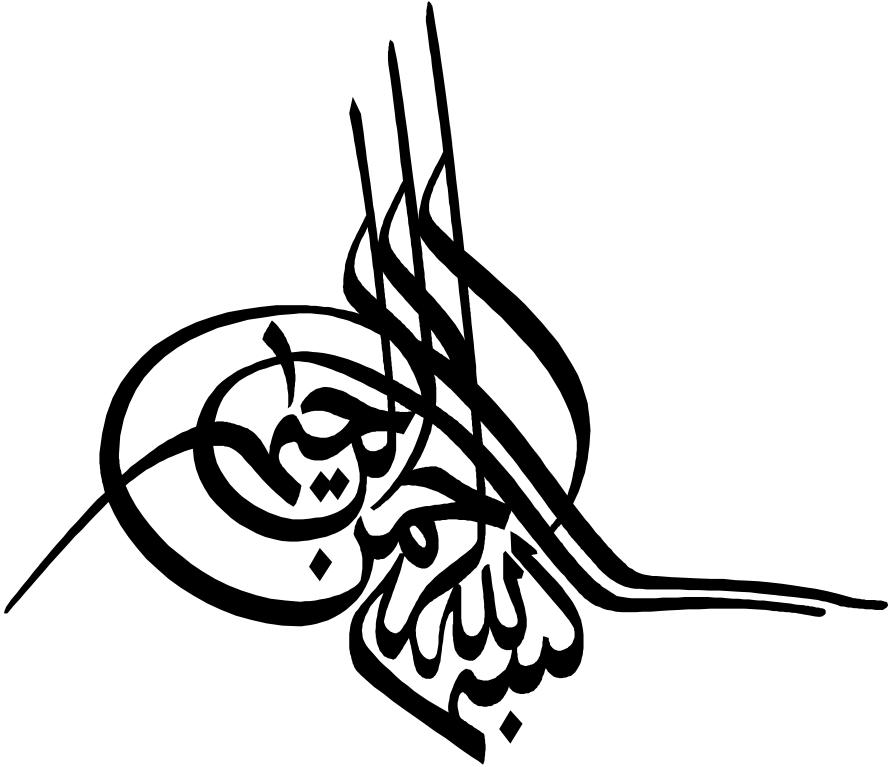


۱۳۹۱

پوهاند میر محمد ظاهر حیدری

# Ketabton.com

[www.ketabton.com](http://www.ketabton.com)



# فزیک طبی

(بخش میخانیک)

مولف:

پوهاند میر محمد ظاهر میدری

سال - 1391

اسم کتاب	فزیک طبی (بخش میخانیک)
مؤلف	پوهاند میر محمد ظاهر حیدری
ناشر	پوهنځی طب بلخ
ویب سایت	<a href="http://www.ba.edu.af">www.ba.edu.af</a>
تاریخ نشر	1391
چاپ	مطبعه افغانستان تایمز، کابل
داونلود	<a href="http://www.ecampus-afghanistan.org">www.ecampus-afghanistan.org</a>
تیراژ	1000

کتاب هذا توسط موسسه همکاری های اکادمیک آلمان (DAAD) از بودیجه وزارت خارجه فدرالی آلمان تمویل شده است. امور اداری و تخنیکي کتاب توسط موسسه افغانیک انجام یافته است. مسؤلیت محتوا و نوشتن کتاب مربوط نویسنده و پوهنځی مربوطه میباشد. ارگان های کمک کننده و تطبیق کننده مسؤل نمی باشند.

اگر میخواهید که کتابهای تدریسی شما چاپ گردد، با ما به تماس شوید:  
داکتر یحیی وردک، وزارت تحصیلات عالی، کابل  
تلفون دفتر 0756014640  
ایمیل wardak@afghanic.org

آی اس بی ان 978- 1234567897

تمام حقوق نشر و چاپ همراي نویسنده محفوظ است





## پیام وزارت تحصیلات عالی

در جریان تاریخ بشریت کتاب برای کسب علم و دانش نقش عمده را بازی کرده و جز اساسی پروسه درسی بوده که در ارتقای کیفیت تحصیلات دارای ارزش خاص میباشد. از اینرو باید با در نظر داشت ستندردها و معیارهای شناخته شده جهانی و ضروریات جوامع کتب و مواد درسی جدید برای محصلین آماده و چاپ گردد.

از اساتید محترم موسسات تحصیلات عالی کشور قلبا اظهار سپاس و قدردانی مینمایم که با تقبل زحمات در جریان سالهای متمادی با تالیف و ترجمه کتب ممد درسی دین ملی خود را ادا نموده اند و از سایر اساتید و دانشمندان گرانقدر نیز صمیمانه تقاضا مینمایم که در رشته های مربوطه خود کتب و سایر مواد درسی را تهیه نمایند تا بعد از چاپ در دسترس محصلین گرامی قرار داده شوند.

وزارت تحصیلات عالی وظیفه خود میداند تا جهت ارتقای سطح دانش محصلین عزیز کتب و مواد درسی جدید و معیاری را آماده نماید.

در اخیر از وزارت خارجه کشور آلمان، موسسه DAAD، سایر ادارات و اشخاصیکه زمینه چاپ کتب طبی اساتید محترم پوهنخی های طب کشور را مهیا ساخته اند صمیمانه تشکر مینمایم و امیدوارم که این کار سودمند ادامه یافته و به سایر بخش ها نیز گسترش یابد.

بااحترام

پوهاند دوکتور عبیدالله عبید

وزیر تحصیلات عالی

کابل ۱۳۹۱

## چاپ کتب درسی برای پروگرام بهبود پوهنخی های طب

### استادان گرامی و محصلین عزیز!

کمبود و نبود کتب درسی در پوهنتون های افغانستان از مشکلات عمده به شمار میرود. محصلین و استادان با مشکلات زیاد روبرو میباشند، آنها اکثرا به معلومات جدید دسترسی نداشته و از کتاب ها و چپتر های استفاده مینمایند که کهنه بوده و در بازار به کیفیت پایین فوتوکاپی میگردد.

برای رفع این مشکلات در دو سال گذشته ما چاپ کتب درسی پوهنخی های طب پوهنتون های کشور را آغاز نمودیم و تا اکنون ۶۰ عنوان کتب درسی را چاپ نموده و به تمام پوهنخی های طب افغانستان ارسال نموده ایم. این در حالی است که پلان ستراتیژیک وزارت تحصیلات عالی (۲۰۱۰ - ۲۰۱۴) کشور بیان می دارد:

« برای ارتقای سطح تدریس، آموزش و آماده سازی معلومات جدید، دقیق و علمی برای محصلان، باید برای نوشتن و نشر کتب علمی به زبان های دری و پشتو زمینه مساعد گردد. برای ریفورم در نصاب تعلیمی ترجمه از کتب و مجلات انگلیسی به دری و پشتو حتمی و لازمی میباشد. بدون امکانات فوق ناممکن است تا محصلان و استادان در تمامی بخش ها به پیشرفت های مدرن و معلومات جدید زود تر دسترسی بیابند.»

استادان و محصلین پوهنخی های طب با مشکلات زیاد مواجه اند. تدریس به میتود کهنه، عدم دسترسی به معلومات و مواد جدید درسی و استفاده از کتب و چپتر های که به کیفیت بسیار پایین در بازار دریافت میگردد از جمله مشکلات عمده در این راستا میباشد. باید آن عده از کتاب هاییکه توسط استادان تحریر گردیده اند جمع آوری و چاپ گردند. با در نظر داشت حالت بحرانی کشور جنگ زده ما به دوکتوران ماهر و ورزیده نیاز داریم تا بتوانند در بهبود و ارتقای تحصیلات طبی و صحت عامه در کشور سهم فعال بگیرند. از اینرو باید توجه زیادتر برای پوهنخی های طب جلب گردد.

تا به حال ما به تعداد 60 عنوان کتب مختلف طبی برای پوهنخی های طب ننگرهار، خوست، هرات، کندهار، بلخ هرات و کابل را چاپ نموده ایم و پروسه چاپ 50 عنوان دیگر جریان دارد که یک نمونه آن همین کتابی است که فعلا در دسترس شما قرار دارد. قابل یاد آوری است که تمام کتب چاپ شده مذکور بصورت مجانی برای پوهنخی های طب کشور توزیع گردیده اند.

به اثر درخواست وزارت محترم تحصیلات عالی، پوهنتون ها، اسنادن محترم ومحصلین عزیز در آینده می خواهیم این پروگرام را به بخش های غیر طبی ( ساینس ، انجیری ، زراعت و سایر بخش ها ) و پوهنخی های دیگر هم توسعه دهیم و کتب مورد نیاز پوهنتون ها و پوهنخی های مختلف را چاپ نماییم.

از آنجاییکه چاپ نمودن کتب درسی یک پروژه پروگرام ما بوده، بخش های کاری دیگر ما بطور خلاصه قرار ذیل اند :

### 1. چاپ کتب درسی طبی

کتابی که در اختیار شما است، نمونه از فعالیت های ما میباشد. ما میخواهیم که این روند را ادامه دهیم تا بتوانیم در زمینه تهیه کتب درسی با پوهنتون های کشور همکاری نماییم و دوران چپتر و لکچرنوت را خاتمه دهیم و نیاز است تا برای موسسات تحصیلات عالی کشور سالانه به تعداد 100 عنوان کتاب درسی چاپ گردد.

### 2. تدریس با میتود جدید و وسایل پیشرفته

در جریان سال ۲۰۱۰ توانستیم در تمام صنوف درسی پوهنخی های طب بلخ، هرات، ننگرهار، خوست و کندهار پروجیکتورها را نصب نماییم. برای ایجاد محیط مناسب درسی باید تلاش گردد که اطاق های درسی و کنفرانس و لابراتوارها مجهز به مولتی میدیا، پروجکتور و سایر وسایل سمعی و بصری گردند.

### 3. ارزیابی ضروریات

وضعیت فعلی (مشکلات موجوده و چالش های آینده) پوهنخی های طب باید بررسی گردد و به اساس آن به شکل منظم پروژه های اداری، اکادمیک و انگشافی به راه انداخته شود.

### 4. کتابخانه های مسلکی

باید در تمام مضامین مهم و مسلکی کتب به معیارهای بین المللی به زبان انگلیسی خریداری و به دسترس کتابخانه های پوهنخی های طب قرار داده شود.

## ۵. لابراتوارها

در پوهنځی های طب کشور باید در بخش های مختلف لابراتوارهای فعال وجود داشته باشد.

## ۶. شفاخانه های کدری

هر پوهنځی طب کشور باید دارای شفاخانه کدری باشد و یا در یک شفاخانه شرایط برای تریننگ عملی محصلین طب آماده گردد.

## ۷. پلان ستراتیژیک

بسیار مفید خواهد بود که هر پوهنځی طب در چوکات پلان ستراتیژیک پوهنتون مربوطه خود دارای یک پلان ستراتیژیک پوهنځی باشد.

از تمام استادان محترم خواهشمندیم که در بخش های مسلکی خویش کتب جدید تحریر، ترجمه و یا هم لکچرنوت ها و چپتر های خود را ایدیت و آماده چاپ نمایند. بعدا در اختیار ما قرار دهند، تا به کیفیت عالی چاپ و به شکل مجانی به دسترس پوهنځی های مربوطه، استادان و محصلین قرار داده شود.

همچنان در مورد نکات ذکر شده پیشنهادات و نظریات خود را به آدرس ما شریک ساخته تا بتوانیم مشترکاً در این راستا قدم های مؤثرتر را برداریم. از محصلین عزیز نیز خواهشمندیم که در امور ذکر شده با ما و استادان محترم همکاری نمایند.

از وزارت محترم خارجه آلمان و مؤسسه DAAD (همکاری های اکادمیک آلمان) اظهار سپاس و امتنان مینماییم که تاکنون چاپ 90 عنوان کتب طبی درسی را به عهده گرفته که از آن جمله پروسه چاپ 50 عنوان آن جریان دارد. از پوهنځی طب پوهنتون ماینز آلمان (Mainz/Germany) و استاد پوهنځی مذکور دوکتور زلمی توریال، Dieter Hampel و مؤسسه افغانیک نیز تشکر میکنیم که در امور اداری و تخنیکی چاپ کتب با ما همکاری نمودند.

بطور خاص از دفاتر جی آی زیت (GIZ) و CIM (Center for International Migration and Development) یا مرکز برای پناهنده گی بین المللی و انکشاف که برای من امکانات کاری در طی دو سال گذشته در افغانستان را مهیا ساخته است نیز اظهار سپاس و امتنان مینمایم.

از دانشمند محترم پوهاند دوکتور عبیدالله عبید وزیر تحصیلات عالی، محترم پوهنوال محمد عثمان بابری معین علمی وزارت، محترم پوهندوی دوکتور گل حسن ولیزی معین اداری و مالی، روسای محترم پوهنتون ها، پوهنخی های طب و استادان گرامی تشکر مینماییم که پروسه چاپ کتب درسی را تشویق و حمایت نمودند.

همچنان از همکاران محترم دفتر هرکدام دوکتور محمد یوسف مبارک، عبدالمنیر رحمانزی، احمد فهیم حبیبی، سبحان الله و همت الله نیز تشکر مینمایم که در قسمت چاپ نمودن کتب همکاری نمودند.

داکتر یحیی وردک، وزارت تحصیلات عالی  
کابل، نومبر سال ۲۰۱۲ م

نمبر تیلیفون دفتر: ۰۷۵۶۰۱۴۶۴۰

ایمیل آدرس: wardak@afghanic.org  
textbooks@afghanic.org

## پیشگفتار

هر فرد بزرگ یا کوچک ، درس خوانده یا بی سواد ، شاغل یا بیکار خواه ناخواه با فیزیک زندگی می کند. عمل دیدن و شنیدن، عکس العمل در برابر اتفاقات ، حفظ تعادل در راه رفتن و ... نمونه هایی از امور عادی ولی در عین حال وابسته به فیزیک می باشند.

پیشرفت های شگرف فیزیک نظری در اوایل قرن بیستم منجر به دست آوردهای عملی فیزیک در تمام عرصه های صنعتی، کشاورزی و طبی گردیده است. توسعه و کاربرد علم فیزیک در زمینه ساخت و عملکرد سیستم های تشخیصی و درمانی در طب به حدی چشم گیر است که به منظور آشنایی دانشجویان طب با اصول و مبانی فیزیک و کاربردهای آن شامل برنامه های درسی گردیده است.

ضرورت تالیف کتاب درسی مرجع طبق یک برنامه معین جوابگوی اهداف معین آموزشی برای محصلان طب و رشته های وابسته بر آن میباشد . تا به نیاز مندی شان پاسخگو باشد.

آموزش فزیک طبی در عصر حاضر در طب ورشته های وابسته به آن روزتارو زیبشتر احساس میشود. زیرا که تخنیک امروزی درراه فراهم ساختن تسهیلات درتمام عرصه ها درخدمت جامعه مدنی قرارگرفته است. که به اساس قوانین فزیک استواربوده ودر حال توسعه و گسترش است.

درین کتاب اساسات علم فزیک و کار برد های طبی ان انعکاس یافته، مطابق کریکولوم درسی در یک سمستر برای (16)ساعت درسی در سیستم

کریدت که یک سیستم معیاری در جهان است عیار میباشد. تجدید نظر کتاب هم بر اساس تغییر کریکولوم درسی پوهنچی طب صورت گرفته و به ساعت درسی به سیستم کریدت عیار گردیده است. امید وارم که استفاده کننده گان ازین کتاب باکسب فیض مرا افتخار بخشند.

با احترام

پوهاند میر محمد ظاهر حیدری

استاد فزیک پوهنچی طب

## مراحل دیداکتیکی در تالیف کتاب

اجرای تمام فعالیتها بویژه تالیف کتاب، کارهای علمی و تحقیقی برای رسیدن به یک هدف معین با یک انگیزه آغاز و مراحل مختلف را به شیوه های مختلف طی میکند. تالیف این کتاب نیز به آنگونه است. انگیزه تالیف کتاب همانا ضرورت به مواد درسی مضمون فزیک طبی بخش میخانیک که جز پروگرام درسی پوهنچی های طب و ستوماتولوژی بوده و در سیستم کریدت در 16 ساعت لکچرو و 16 ساعت کار عملی که جمعاً 2 کریدت میشود تدریس میگردد. تجدید نمودن مواد درسی و شمولیت مواد جدید از زمره مسوولیت های کادر های علمی شمرده میشود تا در ساحه امکانات در تحقق این هدف مصمم و هدف مند تلاش بعمل آید.

هدف:

- در تالیف کتاب فزیک طبی بخش میخانیک این اهداف شامل میباشد:
  - شمولیت پیشرفتهای مهم در شناخت پدیده ها و پژوهش های جدید فزیک طبی در برنامه درسی.
  - عیار ساختن کریکولوم و مفردات درسی به سیستم معیاری کریدت.
  - ضرورت دیپارتمنت فزیک به کتاب درسی.
  - آشنا ساختن محصلان به دست آورد های علمی و تحقیقی در ابعاد مختلف.
  - آشنایی محصلان به کار برد سامان و وسایل.
  - تطبیق قوانین فزیک در بخش طب.
  - کسب استقلالیت
  - آمادگی برای جلوگیری از بروز حوادث و میکانیزم های تدابیر آن.
- ویژه گی ها:



- ارتباط و پیوستگی فزیک طبی بخش میخانیک با سایر علوم.
- قابل فهم و ساده بودن بر نامه درسی و پاسخگو نیازمندی در محدوده زمان.
- بیان مفاهیم و قوانین در مثال ها غرض کسب مهارت جدید در استفاده مستقلانه از آنها.
- داشتن تمرینات بمنظور تحکیم دانش و کسب مهارت.
- توضیح مفاهیم و پدیده ها در بدن به اساس نیاز و کار برد آن در طب.

#### مواد درسی:

مواد درسی در تهیه کتاب درسی، کتابها، انترنت و نتایج تحقیقات دانشمندان.

مواد درسی که برای آموزش و تحکیم آموزش در توضیح پدیده ها شامل است از قبیل سامان لابراتواری و وسایل تشخیصه.  
روش تدریس:

در تدریس موضوعات درسی نظر به خصوص صیات موضوع و دسترسی به امکانات نیاز به روشهای مختلف را در زمینه دارد، که باید استفاده شود، از قبیل میتود لکچر، مناقشه، کار عملی و توضیح. بیشتر به روش فعال بودن محصل تاکید میشود.

#### مدت تدریس:

محتوای کتاب به اساس ضرورت وبا سلامت کریکولوم درسی برای یک سمستر در 16 ساعت درسی 50 دقیقه ای آماده گردیده است تا استادان با رعایت زمان تدریس دریک سمستر عملی کنند.

توصیه:

کتاب درسی فزیک طبی بخش میخانیک مطابق کریکولوم و مفردات تهیه شده و برای یک سمستر عیار گردیده است.

در محتوای آن تسلسل موضوعات در نظر گرفته شده و طرز استفاده از آن شامل بوده مطالعه آن را برای محصلان عزیز قابل فهم و خیلی مفید میدانم.

برای تطبیق مواد درسی در چوکات اوقات تعیین شده در یک سمستر، موضوعات زمان بندی شده است تا از ضیاع وقت در تدریس جلو گیری بعمل آید. اما کافی نمیشد، امید وارم بمراجع معرفی شده و انترنت در تکمیل و غنامندی آن معلومات شان توسعه وتازه گی بخشند.

## فهرست مطالب

الف

1

پیشگفتار

مقدمه

## فصل اول

## اندازه گیری کمیات فزیک

- 3 1-1 کمیت فزیک و روش اندازه گیری
- 6 2-1 کمیات اصلی و فرعی
- 6 3-1 کمیات اساسی طول و واحد های آن
- 8 4-1 کمیات اساسی کتله و واحداث آن
- 10 5-1 کمیات اساسی زمان و واحداث آن
- 11 6-1 سیستم های اندازه گیری
- 13 7-1 بعد
- 14 8-1 استفاده از اندازه گیری در طبابت
- 17 مسایل

## فصل دوم : عملیات بالای وکتورها

- 18 1-2 مفهوم وکتور و سکالر
- 19 2-2 نمایش کمیات وکتوری
- 20 3-2 جمع وکتورها
- 21 4-2 تفریق وکتورها
- 22 5-2 ضرب یک وکتور در سکالر
- 22 6-2 قوانین جبر وکتوری
- 23 7-2 وکتور واحد
- 23 8-2 مرتسم وکتور
- 24 9-2 ضرب وکتورها

27	مسائل
	فصل سوم: حرکت
28	1-3 مفهوم حرکت
29	2-3 انواع حرکت
30	3-3 حرکت مستقیم الخط منظم
31	4-3 سرعت متوسط
32	5-3 حرکت مستقیم خط متغیر
32	6-3 مفهوم تعجیل
33	7-3 تعجیل متوسط
34	8-3 سرعت لحظه‌یی
35	9-3 تعجیل لحظه‌یی
38	10-3 سقوط آزاد
39	11-3 پرتاب شاقولی به طرف پائین
40	12-3 پرتاب قائم به طرف بالا
41	13-3 پرتاب افقی
41	14-3 پرتاب مایل
46	15-3 کاربرد حرکت و سرعت در طبابت
48	تمرینات

### فصل چهارم: قوه و انواع آن

50	1-4 قانون اول نیوتن
51	2-4 قانون دوم نیوتن
53	3-4 وزن
54	4-4 قانون سوم نیوتن
55	5-4 استفاده عملی از محصله قوه ها در بدن
58	6-4 کار برد قوانین نیوتن
59	7-4 انواع قوه ها
60	8-4 توضیح قوه ها بالا و داخل وجود
61	9-4 اثرات قوه بالای وجود
61	10-4 قوه اصطکاک
65	11-4 میکانیزم اصطکاک
65	11-4 قوه اصطکاک در مایعات و گازات
66	12-4 کار برد اصطکاک
68	13-4 تراکم و کشش
71	مسائل

### فصل پنجم : استاتیک

74	1-5 مرکز کتله
76	2-5 مفهوم استاتیک

- 79 2-5 شرایط تعادل
- 79 3-5 استاتیک عضلات و استخوان ها
- 80 4-5 تطبیق استاتیک بالای سیستم عضلات و استخوان
- 85 5-5 کاربرد استاتیک
- 89 مسایل

### فصل ششم: دینامیک حرکت دورانی

- 92 1-6 حرکت دورانی
- 93 2-6 معادلات حرکت دورانی
- 95 3-6 قوه جذب به مرکز و فرار از مرکز
- 97 4-6 کاربرد قوه دورانی
- 98 5-6 ستتری فیوژ
- 98 6-6 تعیین سرعت رسوب ذرات در مایع
- 99 7-6 استفاده از ستتری فیوژ در طبابت
- 101 8-6 تاثیرات تعجیل بر جسم
- 102 9-6 اثرات فیزیولوژیکی تعجیل
- 103 10-6 بی وزنی
- 104 مسایل

### فصل هفتم: جاذبه، مرکز ثقل و وزن مخصوص

- 106 1-7 جاذبه
- 107 2-7 ساحه جاذبه

107	3-7 تعجیل جاذبه
108	4-7 کاربرد جاذبه در طبابت
110	6-7 کاربرد مرکز ثقل در بدن انسان
111	7-7 وزن مخصوص
112	8-7 اصل ارشمیدس
113	9-7 مورد استعمال قانون ارشمیدس در طب
114	مسائل

#### فصل هشتم: کاروانرژی

116	1-8 مفهوم کار
118	2-8 توان
118	3-8 انرژی
119	4-8 مصرف انرژی در فعالیت های وجود
120	5-8 واحدهات انرژی
121	6-8 میزان میتابولزم در بدن
121	7-8 تبدیل انرژی در وجود
127	مسائل

#### فصل نهم: فشار

129	1-9 تعریف فشار
-----	----------------

- 130 2-9 فشار هیدورستاتیک
- 131 3-9 توزیع فشار در مایع ساکن
- 132 4-9 کاربرد قانون پاسکال در طبابت
- 134 5-9 فشار در داخل جمجمه
- 135 6-9 فشار در چشم
- 136 7-9 فشار در سیستم هاضمه
- 138 8-9 فشار در سیستم اسکلت
- 139 9-9 فشار در ممانه
- 140 10-9 فشار در هنگام آبیازی
- 142 مسایل

فصل دهم: جریان متداوم مایع در تیوپ و قانون پایزولی

- 143 1-10 جریان و سرعت مایع
- 145 2-10 قانون برنولی
- 147 3-10 کاربرد قانون برنولی
- 151 4-10 جریان متلاطم
- 153 5-10 کشش جداری و قانون لاپلاس
- 154 6-10 لزوجیت
- 155 7-10 کشش سطحی
- 157 8-10 کاربرد کشش سطحی
- 158 9-10 جریان مایع در تیوپ و قانون پایزولی



162	10-10 کاربرد قانون پایزولی و لزوجیت
167	مسایل
169	جدول های ضمیمه
178	مأخذ

## مقدمه

قوانین علوم در مقایسه با مشاهدات و آزمایشات علمی بر وفق تصورات عینی شان به این باور اند که طبیعت دارای نظم است که به اساس قوانین استوار می‌باشد. پیوستگی علوم سبب تکامل و پیشرفت گردیده است و درین پیوستگی رمزها و شگفتی نهفته است.

هر علم دارای یک هدف خاص است، علم فزیک هم ازین اصل پیروی میکند و هدف آن مطالعه ماده است که طبیعت را میسازد و در شناخت جهانی که در آن زندگی میکنیم ما را کمک و یاری میکند. این یک واقعیت است که علم فزیک در جهان معاصر در ابعاد مختلف پیشرفت نموده و در رفاه و سعادت بشر سبقت داشته و در تصمیم گیری های انسان متمدن را کمک میرساند.

علاوه براینکه دانش فزیک در بخش فنی و کارهای تخنیکی مثمیری ثمری است در صحت و سلامتی انسانها نقش اساسی و تعیین کننده دارد. که طیب بدون دسترسی و دانش از قوانین فزیک قادر به تصمیم گیری درست و علمی نخواهد بود. بر مبنای این اصل از طیف گسترده ای از موضوعات فزیک میخانیک طبی در محدوده زمان تعیین شده در کریکولوم درسی پوهنحی طب، اساسات فزیک میخانیک طبی در ابواب زیر شامل این کتاب گردیده است که هر یک اهداف معین راتعقیب و در خود دارد.

همانطوریکه در یک ساختمان تهداب مهم است و بدون آن بنیاد شده نمیتواند، اندازه گیری در فزیک هم بهمان پیمانانه مهم بوده اساس فزیک را

میسازد. و طیب بدون دانش در مورد هیچگونه تصمیم در تشخیص و تداوی گرفته نمیتواند بحث نخست است.

با در نظر داشت تسلسل موضوعات در تعقیب اهداف، موضوعات بعدی شامل وکتورها، حرکت، قوه، تعادل، حرکت دورانی، جاذبه، کار و فشار و جریان مایع در تیوب میباشد. در هر فصل بر علاوه توضیح اساسات فزیک و بیان قوانین کار برد طبی معرفی و با حل مثال های غرض تحکیم مطالب تمرینات بمنظور کار مستقلانه محصلان شامل گردیده است.

در اخیر کتاب جدول ثابت های اساسی که در مباحث کتاب شامل است تهیه گردیده است.

قابل تذکر این است که فزیک میخانیک یک بخش وسیع و جامع بوده نمیتوان در چند فصل محدود اساسات آنرا معرفی نموده از آن نام برد. با گذشت هر روز ما شاهد پیشرفت های زیادی از کار برد قوانین فزیک در طب هستیم و خواهیم بود. متمنی ام تا از مطالعه این کتاب که مقید بزمان تدریس آماده شده کسب فیض نمایند. در غنا مندی دانش شان بمطالعه کتاب های مرجع و انترنت توصیه میگردد.

## فصل اول

### اندازه گیری کمیات فزیک

#### معلومات عمومی

مشخصه همه علوم از جمله علوم طبیعی ، این است که به تشریح و توضیح احکامی می پردازد که مورد قبول همه گان باشد. برای حصول این اعتماد در ساحة تشبثات خویش و هم آهنگ نمودن اندازه گیری کمیات در همه فعالیت های علمی که اساس شناخت تمام پدیده های مجهول را تشکیل میدهد ، مبادرت نمودند تا نتایجی که توسط اشخاص مختلف در نقاط مختلف بدست میآید تفاوت دیده نشود ، بدین منظور درک کامل در مورد اندازه گیری وزن بدن ، تجویز ادویه بمقادیر معین، شمارش ضربان قلب، و همچنان بوسایل اندازه گیری توجه جدی بعمل آمد که برای حفظ و اعاده سلامتی انسان اساسی هستند .

#### 1 - 1 کمیت فزیک و روش اندازه گیری

اساس فزیک را کمیات فزیک تشکیل میدهد که برای بیان قوانین از آن استفاده به عمل میآید . یک کمیت فزیک زمانی تعریف شده میتواند که روش و دستور العملها برای اندازه گیری آن تعیین و بیان گردد . برای اندازه گیری هر کمیتی ، مقدار از همان کمیت را انتخاب میکنند و اندازه ها را با آن می سنجند. این مقدار را که وسیله اندازه گیری است، واحد آن کمیت میگویند . مقدار عددی کمیت عبارت است از تعداد دفعاتی که آن کمیت در

بر گیرنده واحد خود باشد. بناءً برای اینکه یک اندازه گیری به معنی باشد باید دو مشخصه آن واضح گردد.

1 - انتخاب مقداری از آن کمیت به عنوان واحد .

2 - مقایسه کمیتی که اندازه آن مطلوب است با واحد انتخابی آن .

طور مثال برای تعیین طول قطعه خط  $\overline{AB}$  اگر مقدار کمیت را به  $M$ ،

اندازه کمیت را به  $N$  و واحد آن را  $U$  بنامیم میتوانیم بنویسیم :

$$A \text{ ————— } B$$

$$N = \frac{[M]}{[U]} \dots 1 - 1$$

نتیجه هر اندازه گیری یک عدد خالص حقیقی است که نشان میدهد در

کمیت اندازه شده چند واحد انتخاب شده وجود دارد .

یعنی :

$$[M] = [N] \cdot [U] .$$

اندازه گیری به دو نوع است ؛

1 - اندازه گیری ستندرد :

که بدین منظور لابرآتوار هایی بمنظور ستندرد نمودن واحداث اندازه

گیری موجود است.

2 - اندازه گیری غیر ستندرد

که از این اندازه گیری در طبابت بیشتر استفاده میشود . مثلاً فشار خون به عوض اینکه به  $N/m^2$  یا  $Lb/m^2$  تعیین گردد به mmHg اندازه میشود .

معمولاً اندازه گیری ها زمان و جسم را در بر دارد که این اندازه گیری به دو بخش تقسیم میشود

1- اندازه گیری تناوبی

2- اندازه گیری غیر تناوبی

اندازه گیری های تناوبی اکثراً به تعداد دور فی ثانیه محاسبه میگردد . مثلاً تعیین ضربان قلب در فی دقیقه که در حدود  $70/min$  و تعداد تنفس در حدود  $15/min$  یک اندازه گیری تناوبی است .

اندازه گیری غیر تناوبی مثلاً چقدر وقت بکار است تا گرده ها مواد اضافی را از خون جدا سازند .

در ساحة طبابت اندازه گیری از اهمیت خاص برخوردار میباشد که از گذاشتن ستاتسکوپ به صدر مریض و تجویز ادویه آغاز میگردد .

روشهای اندازه گیری در طبابت با پیشرفت ساینس و تکنولوژی شکل یافته و سهولت های زیادی را ایجاد نموده است که امروز عملاً دیده می شود . ( 10.9.6 ) .

## 2-1- کمیات اصلی و فرعی

کمیات فزیکتی به هم ارتباط دارند و همین ارتباط سبب میشود که با در نظر داشت واحد اندازه گیری کمیات را به دو دسته تقسیم نماییم.

### 1- کمیات اصلی :

کمیاتی اند که واحداث شان مستقل تعریف شده و به کمیت های دیگر وابسته نمیشد مانند: کتله ، زمان و طول.

### 2- کمیات فرعی :

کمیاتی اند که واحد های آنها از روی واحداث کمیات اصلی تعریف میشوند . یک یا چند کمیت اصلی میداشته باشد مثلاً سطح، حجم، سرعت، شتاب و غیره. [4.2]

### 1-3 کمیات اساسی طول و واحد های آن

اولین واحد بین المللی طول میله بود از الیاژ 1 90 % پلاتین ( Pt ) ، 10 % ایریدیم ( Ir ) که اکنون در اداره بین المللی اوزان و مقیاس ها نگهداری میشود و بنام متر اصلی یاد میگردد . از نظر تاریخی ، متر برابر یک ده میلیونم (  $10^{-7}$  ) فاصله قطب شمال تا استوا در امتداد نصف النهاری که از پاریس میگذرد در نظر گرفته شده بود . نمونه متر اصلی که در دفتر بین المللی اوزان و مقیاسها در شهر پاریس محافظت میشود دارای نمونه آن در شکل ( 1-1 ) نشان داده شده است .

در ماه اکتوبر 1339 / 1960 در یازدهمین کنفرانس بین المللی اوزان و مقیاس ها به استندرد اتمی متر موافقت بعمل آمد . در این مجمع طول موج

---

<sup>1</sup> - الیاژ پلاتین و ایریدیم دارای مقاومت زیاد و کمتر تحت تأثیرات کیمیای محیط ماحول قرار میگیرد .

شعاع نارنجی (طیف  $2P_{10} - 5d_5$ ) که از یک ایزوتوپ مشخص در تخلیه برقی تشکیل میشود انتخاب شد که یک متر دقیقاً  $1650763.73$  برابر این طول موج است .

$$1\text{m} = 1650763.73$$

در سال  $1973/1352$  در کنفرانس بین المللی اوزان و مقیاس ها که در شهر پاریس بر گزار گردید تعریف جدیدی برای متر تصویب گردید؛ یک متر برابر به مسافتی است که نور در خلا در مدت  $1/299792458$  ثانیه می پیماید.

واحدها کوچکتر از متر عبارت از دیسی متر ( dm )، سانتی متر ( cm )، میلی متر ( mm ) است .

$$1\text{m} = 10\text{ dm} = 100\text{ cm} = 1000\text{ mm}$$

واحدها بزرگتر از متر دیکا متر ( Dm ) هکتومتر ( Hm ) و کیلو متر ( Km ) اند .

$$1\text{m} = 10^{-1}\text{ Dm} = 10^{-2}\text{ Hm} = 10^{-3}\text{ Km}$$

در فزیک واحدها کوچکتر از ملی متر نیز رایج اند که عبارت از میکرون ( $\mu$ )، ملی میکرون ( $m \mu$ )، انگسترون (A)، فمتو (F)، نانو (n) و پیکو (P)

$$1\mu = 10^{-6}\text{ m}$$

$$1m\mu = 10^{-3}\mu$$

$$1A^0 = 10^{-10}\text{ m}$$

$$1n = 10^{-9}\text{ m}$$

$$1f = 10^{-15}\text{ m}$$

$$1p = 10^{-12}\text{ m} \quad 28$$



در نجوم برای اندازه گیری فواصل بین کواکب واحد بزرگتری انتخاب نموده اند که سال نوری است . یک سال نوری ( 1Ly ) طول همان فاصله ایست که نور آنرا با سرعت  $3.10^8 \text{m/s}$  در طی یک سال می پیماید .

$$1\text{Ly} = 9,4608 \cdot 10^{12} \text{ Km}$$

#### 1-4 کمیات اساسی کتله و واحد آن

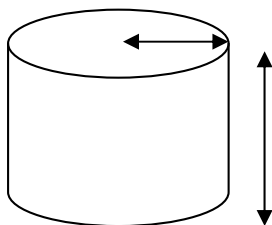
تمام اجسام عاقل اند ، یعنی اجسام خود بخود سرعت خویش را تغییر نمیدهند. برای این خاصیت اجسام خاصیت عطالت (inertia) در فزیک یک قیمت عددی را قایل شده اند، این عدد را کتله مینامند . پس کتله جسم اندازه عطالت جسم و یا عبارت دیگر اندازه مقدار عطالت جسم در مقابل تغییر حرکت است. عطالت مقاومتی است که جسم در برابر تغییر سرعت از خود نشان میدهد. پس هر قدر کتله جسم بیشتر باشد مقاومت آن جسم در برابر تغییر سرعت بیشتر میباشد. کتله خاصیتی است که باعث ایجاد وزن میشود . بناءً کتله جسم مشخصه همان جسم است . البرت انشتین نشان داد که کتله جسم نظر به سرعت طبق معادله ذیل تغییر میکند

$$m = m_0 \frac{1}{\sqrt{1 - v^2 / c^2}} \quad \dots\dots 1.3$$

$m_0$  کتله سکون جسم،  $v$  سرعت جسم و  $c$  سرعت نور است.

واحد کتله کیلو گرام است . یک کیلو گرام استوانه ای است از الیاژ 90% پلاتین و 10% ایریدیم که در دفتر بین المللی اوزان و مقادیر حفظ است .

کتله  $1\text{kg}$  نورمال در  $4^{\circ}\text{C}$  مساوی به  $1\text{dm}^3$  آب خالص میباشد .



شکل (1.2) شیمای کیلوگرام

$$1\text{Kg} = 10^3 \text{ g} = 10^6 \text{ mg}$$

مقیاس ستندرد دیگری برای کتله وجود دارد . این ستندرد کتله اتم  $^{12}\text{C}$  است .

بیک اتم ایزوتوپ  $^{12}\text{C}$  کتله دقیقاً مساوی به 12 واحد اتمی داده شده است . به این صورت

$$1\text{amu} = 1.66093 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

A( atomic ) , m (mass) , U ( unit )

## 1.5 کمیات اساسی زمان و واحد آن

با تغییراتی که در طبیعت صورت میگیرد . مفهوم زمان ارتباط میگیرد . تغییراتی را که در آن عین حالت ، دوباره تکرار میشود ، تغییرات متناوب است . که مثال آن حرکت رقاصه بسیط و دوران زمین بحول محورش و غیره میباشد . برای اینکه در یک تغییر متناوب دو حالت کاملاً مشابه را از هم جدا

نموده بتوانیم به کمیت فزیک‌ی که زمان نامیده میشود نیاز است. هر پدیده تکرار شونده را میتوان بعنوان معیار زمان بکار برد. زمان توسط آله بنام Metronome اندازه میگردد.

آلات مختلف برای اندازه گیری زمان موجود است که در شرایط و حالات خاص از آن استفاده بعمل میآید. از جمله میتوان رقصه ساده را که توسط هیوگنس در سال 1973 ساخته شده نام برد. زمان یک رفت و آمد آن یک ثانیه است که معادل به  $1/86400$  مدت زمان یک شبانه روز میباشد.

ساعت کوارتز که به اساس فریکونسی اهتزاز بلور کوارتز بطریق الکترونیکی کار میکند، ستندرد ثانوی زمان بشمار میرود. که خطای حد اکثر این ساعت در یک سال  $0.02 \text{ sec}$  میباشد. رایج ترین مورد استفاده زمان ستندرد، زمان اندازه گیری فریکونسی است. در ساحة امواج رادیوئی تعیین فریکونس با ساعت کوارتس الکترونیک که وقت آن در حدود  $10^{-10} \text{ sec}$  است، انجام میشود. نوع دیگر ساعت اتمی است، که به اساس فریکونسی مشخصه ایزوتوپ سیزیوم  $^{133}\text{Cs}$  کار میکند. در سال 1967 در سیزدهمین مجمع بین المللی مقیاس و اوزان، ثانیه به اساس ساعت  $^{133}\text{Cs}$  تعریف و بعنوان ستندرد بین المللی پذیرفته شد و بصورت 9192631770 برابر دوره تناوب خاص از  $^{133}\text{Cs}$  تعریف شد. با انتخاب این ستندرد وقت اندازه گیری زمان به  $10^{-12} \text{ sec}$  افزایش یافت. (1.3.4)

بنابر هدف اندازه گیری زمان توسط آلات مختلف تعیین میگردد که در ذیل از آن نام برده میشود.

1 Sec	Normal Watch
$10^{-1}$ Sec	Stop Watch
$10^{-4}$ Sec	Pendulium
$10^{-6}$ Sec	Electronic Clock
$10^{-8}$ Sec – $10^{-10}$ Sec	Quartz Clock
$10^{-10}$ Sec – $10^{-12}$ Sec	Cesium Laser

## 1 - 6 سیستم های اندازه گیری

هر مجموعه از واحد های اصلی که به کمک آنها میتوان همه واحد های فرعی را شناخت ، یک سیستم اندازه گیری است . در سیستم بین المللی<sup>1</sup> [SI] واحد هفت کمیت به عنوان واحد اصلی انتخاب شده و واحد های کمیات دیگر به اساس آن تعریف میشود . این هفت کمیت اصلی عبارت اند از:

کمیت طول	واحد آن متر	سمبول (m)
کمیت کتله	واحد آن گیلو گرام	(Kg) سمبول
کمیت زمان	واحد آن ثانیه	(Sec) سمبول
کمیت حرارت	واحد آن کالوین	(°K) سمبول
کمیت شدت جریان	واحد آن امپیر	(A) سمبول
کمیت مقدار ماده	واحد آن مول	(Mole) مول
کمیت نور	واحد آن کندل	(Cd) سمبول

<sup>1</sup> - در سال 1971 در چهاردهمین مجمع عمومی اوزان و مقیاس به اساس کار مجمع و کمیته های بین المللی قبلی هفت کمیت اصلی انتخاب و تصویب گردید .

اکثراً غرض سهولت در محاسبات سیستم متریک مورد استفاده قرار میگیرد که به دو گروه تقسیم شده اند:

- سیستم CGS که کمیت اصلی طول به cm کتله به g و زمان به ثانیه اندازه میگردد .
- سیستم MKS که کمیت طول به m، کتله به Kg و زمان به ثانیه اندازه میگردد . علاوه بر آن سیستم FPS که طول به فت ، کتله به پوند و زمان به ثانیه اندازه گیری میشود . [ 3 ، 9 ]

## 7-1 بُعد یا Dimension

کمیات اساسی را میتوان به دو دسته تقسیم نمود .

1- کمیات که اندازه آنها مربوط به مقادیر واحدهات اساسی اند . کمیاتی که مقادیر آن در سیستم های واحدهات مختلف ، مختلف اند کمیات بُعد دار نامیده میشوند .

2- کمیات که اندازه آنها تابع سیستم واحدهات مستعمله نمیشد، بنام کمیات بدون بُعد یاد میشود .

کمیات بعد دار اراییه بُعد یک کمیت فزیکتی با در نظر داشت واحدهات کمیات فزیکتی و روابط موجود بین واحدهات که توسط فورمولهای مربوط بیان میشود ، ارائه میگردد . اگر بُعد فاصله به L بُعد کتله به M و بُعد زمان به T نشان داده شود . یک ارتباط بین T , M , L وجود دارد که بنام معادله بُعد همان کمیت فزیکتی یاد میشود . این ارتباط به شکل ذیل نوشته میشود :

$$[L^\alpha . M^\beta . T^\gamma]$$

[ کمیات فزیک ] =

(  $\beta$  ,  $\alpha$  ) اعداد مثبت ، منفی و صفر میباشند، مثلاً :

$$[\text{فاصله}] = [L \cdot M^0 \cdot T^0] = [L]$$

$$[\text{بُعد کتله}] = [L^0 \cdot M \cdot T^0] = [M]$$

$$[\text{بُعد زمان}] = [L^0 \cdot M^0 \cdot T] = [T]$$

$$[\text{بُعد سرعت}] = [L \cdot M^0 \cdot T^{-1}] = [L \cdot T^{-1}]$$

$$[13, 7, 1] [\text{قوه}] = [L \cdot M \cdot T^{-2}]$$

### 1-8 استفاده از اندازه گیری در طبابت

اندازه گیری در طب ساحه وسیع داشته ، دقت در اندازه گیری در تشخیص و تداوی نقش اساسی و تعیین کننده دارد . بدون رعایت دقیق در اندازه گیری کمیات، طبیب تصمیم با اطمینان در تشخیص و تداوی امراض گرفته نمیتواند. در ذیل چند مورد آن به گونه مثال معرفی میگردد .

اندازه نمودن طول قد ، وزن نمودن بدن ، وزن آیدال تعیین میگردد . یک میتود ساده آن ، با انتخاب وزن بدن روی محور X و طول قد روی محور Y وزن ایدال تعیین میشود ، که مختصه آن را میتوان  $p(x, y)$  نامید . دانستن وزن ایدال طبیب را در زمینه کالوری رژیم غذایی ، تعیین مقدار ادویه کمک کرده میتواند . بر علاوه دانستن وزن بدن در تجویز مقدار ادویه نیز مهم است. مثلاً در توصیه امپی سیلین جهت تداوی محرقه معمولاً ( 100 - 400 ) ملی گرام فی کیلو گرام وزن بدن در 24 ساعت . کلورام فنیکول نیز به عین منظور در نزد اطفال در حدود 50 - 70 ملی گرام فی کیلو گرام وزن

بدن محاسبه می‌گردد . عمر هم از نظر تصادفات امراض و هم چنان توصیه مقدار ادویه جات و تشخیص کالوری مواد مورد ضرورت حایز اهمیت است ، مثلاً سرخکان اکثراً در اطفال ، فرط فشار شریان اساسی معمولاً در سنین بلند تر از 70 سالگی و غیره .

مقدار ادویه به اساس مساحت سطحی بدن نیز سنجش شده میتواند ، طور مثال توصیه ونکریستین که یک ادویه ضد سرطانی است در اکثر واقعات 1mg فی متر مربع مساحت عضویت محاسبه میشود .

زمان در تشخیص و تداوی ارزش خاص خود را داشته با اهمیت است . چنانچه در سنجش تقلصات قلبی یک شخص و مقایسه آن به تقلصات ستندرد که 60 - 90 فی دقیقه است .

نتیجه گیری از کار ECG که در مطالعه آن ، زمان و طول تقلصات شامل میباشد. چنانچه بالای نوار که از کاغذ بوده و ECG ثبت میگردد به مربعات کوچک که به صورت افقی هر خط آن 0,04 ثانیه را نشان میدهد تقسیم بندی گردیده و موج های تشکیل یافته و مسافه های مربوط از نظر زمانی ارقام نارمل و مشخص به خود را دارد . علاوه برین تطبیق مایعات و ادویه جات بعد از سنجش مقدار 24 ساعت آن در واحد زمان مانند چند قطره فی دقیقه چند ملی گرام فی ساعت و به چه مقدار در ظرف چند ساعت و به کدام فواصل زمانی مثلاً یک ساعت بعد ، دو ساعت بعد ، 4 ساعت بعد ، 6 ساعت بعد ، غیره تطبیق میگردد .

ضمناً مطالعه اجرای وظایف نارمل توسط ارگانهای مختلف عضویت یا تعیین اجرای وظیفه آن در واحد زمان مطالعه میگردد. مثلاً اطراح مقدار ادرار در صورتیکه کاهش یابد و علایم دیهایدریشن ( کمبود مایع عضویت ) موجود نباشد دلالت به عدم کفایه کلیه ها مینماید .

به همین ترتیب توصیه ایزوتوپ<sup>1</sup>ها ، تراکم ، ترسب و اطراح مواد در عضویت با در نظر داشت واحد زمان مطالعه گردیده و در امراض مختلف ممکن است وسیله تشخیص مرض باشد .

در نتیجه باید خاطر نشان ساخت که بدون رعایت دقیق در اندازه گیری و بدون اندازه گیری شناخت جهان ممکن نبوده و نمیشد .

---

1- Lsotope از دو کلمه Iso به معنی برابر و tope بمعنی جای گرفته شده است. ایزوتوپها اتم هایی اند که نمر اتمی آنها یکی ولی تعداد نیوترون های ایشان متفاوت اند .



## مسائل

- 1: کمیت چیست و چند نوع است؟
  - 2: مشخصه های اندازه گیری را نام بگیرید؟
  - 3: چند نوع واحدها را می شناسید؟
  - 4: واحدها ستندرد و غیر ستندرد از هم چی فرق دارند؟
  - 5: اندازه گیری در طبابت چه اهمیت دارد؟
  - 6: واحدها ذیل را در سیستم C.G.S تبدیل نماید؟  
الف -  $3 \cdot 10^6 \mu$  ب -  $60 \cdot 10^4 n$  ج -  $0.2m$  د -  $3 \cdot 10^{-2} dm$
  - 7 - به انگسترون تبدیل نماید؟  
الف -  $2 \cdot 10^{-3} m$  ب -  $0.2 \cdot 10^5 \mu$  ج -  $0.25mm$  د -  $7 \cdot 10^2 n$
  - 8 -  $1amu$  چند گرام می شود؟
  - 9 - زمان ثانیه  $10^2$  توسط کدام نوع ساعت اندازه کرده می توانیم؟
  - 10 - یک گرام را تعریف کنید؟
  - 11 - یک دیسی متر مکعب آب خالص در  $4c0$  چقدر وزن دارد؟
  - 12 - به  $\mu$  تبدیل نماید.
- $0.6 \cdot 10^{-3} cm + 2 \cdot 10^{-1} mm + 5 \cdot 10^3 A^0 = ?$
- 13 - کمیات بدون بعد را معرفی کنید؟
  - 14 - بعد کمیات ذیل را بنویسید؟  
قوه ، تعجیل ، فشار ، کار ، حجم ، سطح

## فصل دوم

### عملیات بالای وکتورها

#### معلومات عمومی

در مطالعه کمیات فزیک و بیان قوانین میان آن ها کمیات چون کمیات وکتوری و کمیات سکالری از هم تفکیک می شوند. ذکر دو مشخصه مهم یعنی وکتور و سکالر در حقیقت معرف دقیق کمیات در فضا در یک زمان میباشد. تمام کمیات وکتور اند و یا سکالر، که هر کدام از خود تعریف مشخص دارد.

#### 2 - 1 مفهوم وکتور و سکالر

وکتورها کمیاتی اند که توسط قیمت عددی جهت و علاوه بر آن طبق قوانین معین با هم جمع میشوند. طور مثال جسم  $m$  از نقطه  $A$  به اندازه  $4\text{cm}$  تغییر مکان مینماید. تازمانیکه جهت تغییر مکان جسم مشخص نگردد ما گفته نمیتوانیم که جسم  $m$  در اثر تغییر مکان از نقطه  $A$  به اندازه  $4\text{cm}$  در فضا در کجا قرار دارد. چنین کمیات مانند انتقال، سرعت، تعجیل، قوه، ساحت برقی و غیره را کمیات وکتوری مینامند.

کمیاتی که در فضا دارای جهت نیستند و فقط توسط قیمت عددی مشخص و معین میشوند بنام کمیات سکالری یاد میگردد. مانند طول، زمان، کثافت، انرژی، حرارت، حجم و غیره کمیات سکالری اند.

#### 2 - 2 نمایش کمیات وکتوری

یک کمیت وکتوری را همیشه توسط حرف انگلیسی و یا یک سمبول  
طوری که بالای آن یک تیر گذاشته میشود. مثلاً وکتور  $\vec{a}$  را چنین  
نمایش میدهیم:  $\rightarrow$



شکل (1-2)

طول وکتور:

طول و وکتور مساوی به قیمت عددی و وکتور است. قیمت عددی و وکتور  
عبارت از مودل یا قیمت مطلقه آن و وکتور بوده که بطور ذیل نشان داده میشود

$$|\vec{a}| = a$$

لذا یک کمیت وکتوری به اساس جهت، مقدار یا طول بیان میگردد و  
بر علاوه هر وکتور دارای مبداء و انجام میباشد.

و وکتورهای متساوی دو وکتور وقتی متساوی میباشد که طول های شان مساوی  
موازی و هم جهت باشند.

و وکتورهای کولیناری (هم مستقیم)

و وکتورهایی را گویند که به عین جهت و یا مخالف جهت به مستقیم  
های موازی واقع باشند.

و وکتور کویلاناری (هم مستوی) آن و وکتورهای اند که به مستوی های موازی  
واقع باشند.

و وکتورهای متقابل و وکتورهایی که موازی و مختلف الجهت بوده دارای مقدار  
مساوی باشند.

## 2-3 جمع و وکتورها

جمع دو وکتور  $\vec{a}$  و  $\vec{b}$  یک وکتور  $\vec{R}$  است که به طریقه های ذیل بدست می آید:

الف: محصله دو وکتور هم جهت  $\vec{a}$  و  $\vec{b}$  که روی محور  $X'X$  قرار دارند مساویست به

$$\vec{R} = \vec{a} + \vec{b} \dots\dots\dots 1-2$$

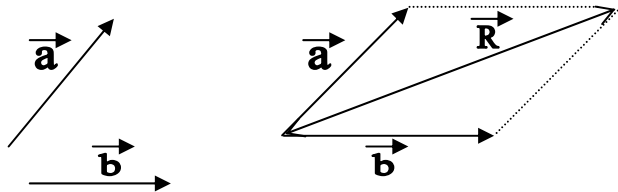
ب: جمع دو وکتور مختلف جهت

$$\vec{R} = \vec{a} + (-\vec{b})$$

طریقه 1: طریقه متوازی الاضلاع

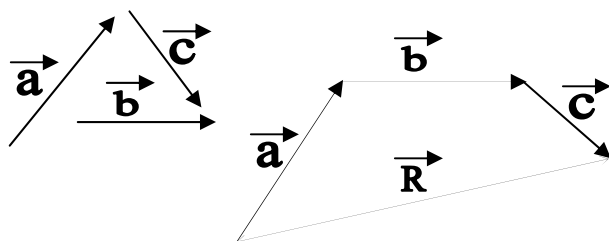
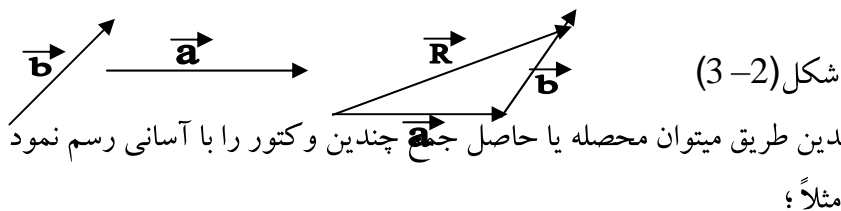
در این طریقه دو وکتور  $\vec{a}$  و  $\vec{b}$  داده شده را بیک نقطه انتقال داده و از انجامهای شان بیکدیگر موازی رسم مینمایم، متوازی الاضلاع که بدست میآید، قطر آن محصله دو وکتور  $\vec{a}$  و  $\vec{b}$  است که یک وکتور جدید  $\vec{R}$  میباشد که مبدا آن مبدا وکتور های  $\vec{a}$  و  $\vec{b}$  یعنی نقطه 0 است. طبق شکل (2.2)

شکل 2-2



طریقه 2: انتقال

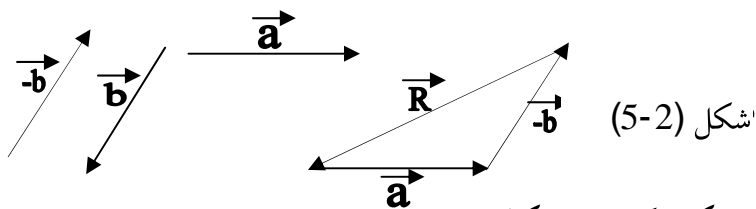
برای دریافت محصله دو وکتور  $\vec{a}$  و  $\vec{b}$ ، در انجام وکتور  $\vec{a}$  وکتور  $\vec{b}$  را انتقال داده مبدا وکتور  $\vec{a}$  را به انجام وکتور  $\vec{b}$  وصل میکنیم. وکتور محصله  $\vec{R}$  بدست میآید. طبق شکل (2-3)



شکل (2-4)

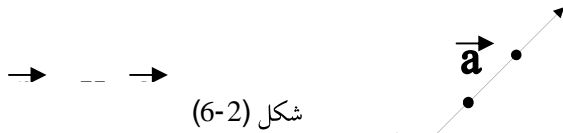
### 2-4 تفریق وکتورها

تفریق وکتور  $\vec{a}$  و عبارت از وکتور  $\vec{R}$  است، طوری که اگر با وکتور  $\vec{b}$  جمع شود وکتور  $\vec{a}$  بدست آید:



### 2-5 ضرب یک وکتور در اسکالر

هر گاه وکتور  $\vec{a}$  را به اسکالر  $k$  ضرب بدهیم وکتور جدید  $\vec{p}$  بدست میآید طوری که



اگر  $K > 0$  باشد،  $\vec{p}$  هم جهت و کتور  $\vec{a}$  است .  
 اگر  $K < 0$  باشد،  $\vec{p}$  مختلف الجهت و کتور  $\vec{a}$  است  
 اگر  $K = 0$  باشد،  $\vec{p}$  یک و کتور صفری است .

## 2-6 قوانین جبر وکتوری


هر گاه  $\vec{a}$ ؛  $\vec{b}$  و  $\vec{c}$  و کتور،  $m$  و  $n$  سکالر باشند، پس قوانین ذیل را

نوشته می‌توانیم:

$\vec{b} + \vec{a}$	$\vec{a} + \vec{b} = \vec{b} + \vec{a}$	قانون تبدیلی در جمع
	$(\vec{a} + \vec{b}) + \vec{c} = \vec{a} + (\vec{b} + \vec{c})$	قانون اتحادی
$m$	$m.\vec{a} = \vec{a}.m$	قانون تبدیلی در ضرب
	$m.(n.\vec{a}) = m.n.(\vec{a})$	قانون اتحادی در ضرب
	$(m + n).\vec{a} = m.\vec{a} + n.\vec{a}$	قانون توزیعی در ضرب
	$m.(\vec{a} + \vec{b}) = m.\vec{a} + m.\vec{b}$	قانون توزیعی

## 2-7 وکتور واحد

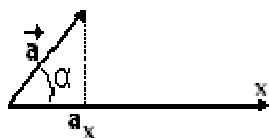
از افاده ضرب یک سکالر در وکتور بدست میآید که هر دو وکتور را میتوان به شکل  $\vec{a} = |\vec{a}| \vec{e}_x$  نوشت. درینجا  $\vec{e}_x$  عبارت از وکتور واحد میباشد که هم جهت وکتور  $\vec{a}$  است



شکل (2-7)

## 2-8 مرتسم وکتور

یک جهت کیفی را در فضا انتخاب کرده و آن را بواسطه I نشان میدهیم. تصویر  $\vec{a}$  وکتور بالای این محور را با در نظر داشت شکل (2-8) میتوان نوشت.



شکل (2-8)

$$a_x = a \cdot \cos \alpha \quad \dots\dots\dots$$

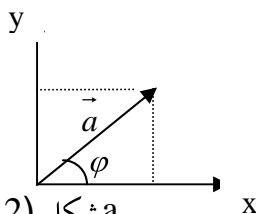
معادله (2-4)

فارمول (2-4) مرتسم وکتور  $\vec{a}$  بالای محور X نامیده میشود. مرتسم یک وکتور قیمت الجبری است؛ اگر وکتور  $\vec{a}$  با جهت مورد مطالعه زاویه حاده را بسازد یعنی  $\cos \alpha > 0$  باشد در این صورت  $a_x > 0$  همچنان اگر  $\cos \alpha < 0$  باشد یعنی  $\alpha$  منفرجه باشد درینصورت  $a_x < 0$ ، هرگاه وکتور  $\vec{a}$  بالای محور X عمود باشد یعنی  $\alpha = 0$  درینصورت  $a_x = 0$  خواهد بود. [ 1 ، 9 ،

[ 22

ارائه وکتورها از جنس مرتسم آن بالای محورات کمیات وضعیه: وکتور را که مبدأ آن مبدأ کمیات وضعیه میباشد در نظر میگیریم.

اگر مرتسم وکتور  $a$  بالای محور  $x$  را به  $a_x$  و مرتسم وکتور  $a$  را بروی محور  $y$  به  $a_y$  نشان بدهیم، نوشته میتوانیم:



شکل (9-2)  $a_x$

$$a_x = a \cos \varphi$$

$$a_y = a \sin \varphi$$

$$|\vec{a}| = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = \sqrt{a^2 \cos^2 \varphi + a^2 \sin^2 \varphi}$$

## 9-2 ضرب وکتورها

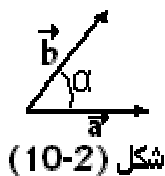
دو وکتور را میتوان بدو طریق ذیل باهم ضرب نمود:

### 1- ضرب سکالری دو وکتور

حاصل ضرب سکالری دو وکتور  $\vec{a}$ ،  $\vec{b}$  مساوی است به حاصل ضرب قیمت مطلقه وکتور های  $\vec{a}$  و  $\vec{b}$  ضرب  $\cos$  زاویه بین وکتور  $\vec{a}$  و  $\vec{b}$ ، اگر زاویه بین دو وکتور  $\vec{a}$  و  $\vec{b}$  را به  $\alpha$  نشان بدهیم نوشته میتوانیم:

معادله فوق حاصل ضرب سکالری دو وکتور  $\vec{a}$  و  $\vec{b}$  است  $\vec{a} \cdot \vec{b} = |\vec{a}| |\vec{b}| \cos \alpha$  (شکل 10-2) نشان داده شده، حاصل ضرب سکالری دو وکتور  $\vec{a}$  و  $\vec{b}$  یک سکالر

است اگر:



شکل (10-2)

$$\vec{a} \cdot \vec{b} > 0 \quad \alpha \text{ زاویه حاده باشد}$$

$$\vec{a} \cdot \vec{b} < 0 \quad \alpha \text{ زاویه منفرجه باشد}$$

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = 0 \quad \alpha \text{ زاویه قائمه باشد}$$



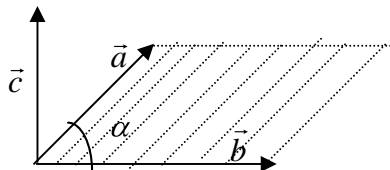
2- ضرب وکتوری دو وکتور

حاصل ضرب وکتوری دو وکتور  $\vec{a}$  و  $\vec{b}$  مساویست به

$$\vec{c} = \vec{a} \times \vec{b} = |\vec{a}| \cdot |\vec{b}| \cdot \sin \alpha \dots \dots (6-2)$$

حاصل ضرب وکتوری دو وکتور  $\vec{a}$  و  $\vec{b}$  یک وکتور است که بالای وکتورهای  $\vec{a}$  و  $\vec{b}$  عمود میباشند. طبق شکل چنین نمایش داده میشود .

[ 17 ، 11 ، 9



شکل (2-11)

مثال :

هر گاه  $\vec{a} = 10\text{cm}$  و  $\vec{b} = 4\text{cm}$  باشد و وکتور  $\vec{a}$  و  $\vec{b}$  باهم زاویه  $60^\circ$  را بسازد محصله دو وکتور  $\vec{a}$  و  $\vec{b}$  را دریابید .

حل :

$$a = 10\text{cm}, b = 4\text{cm}, \hat{\alpha} = 60^\circ, R = |\vec{a} \cdot \vec{b}| = ?$$

$$R = |\vec{a} + \vec{b}| = \sqrt{a^2 + b^2 + 2ab \cos \alpha} = \sqrt{10^2 + 4^2 + 2 \cdot 10 \cdot 4 \cos 60^\circ}$$

$$\sqrt{116 + 80 \cdot \frac{1}{2}} = \sqrt{176} = 13.266 \text{ cm}$$

مثال :

مرتسم وکتور  $\vec{a}$  را بدست آرید، هر گاه زاویه بین وکتور  $\vec{a}$  و محور X

$30^\circ$  باشد و  $|\vec{a}| = 3\text{cm}$  باشد ؟

$$\vec{a}_x = |\vec{a}| \cdot \cos \alpha = 3 \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{3\sqrt{3}}{2}$$

مسائل

- 1- یک وکتور چطور معرفی می گردد ؟
- 2- چند نوع کمیت سکالری را می شناسید معرفی کنید ؟
- 3- دو وکتور چه وقت باهم مساوی اند ؟
- 4- طول وکتور چند است ؟

- 5 -  $K=2$  و  $K=3$  وکتور  $K$  را ترسیم کنید؟
- 6 - اگر  $|\vec{A}|$  باشد با محور  $\vec{A}$  زاویه را  $60^\circ$  روی محور  $X$  چند است؟
- 7 - اگر  $|\vec{a}| = 2\text{cm}$  ،  $|\vec{b}| = 5\text{cm}$  و  $60^\circ$  باشد  $\vec{a} \cdot \vec{b} = ?$  مطلوب است.
- 8 - زاویه بین دو وکتور ، است . اگر  $|\vec{a}| = 3\text{cm}$  و  $|\vec{b}| = 4\text{cm}$  باشد  $\vec{a} \cdot \vec{b} = ?$  مطلوب است.
- 9 - حاصل ضرب سکالری و وکتور چه وقت منفی است؟
- 10 - ضرب وکتوری دو وکتور را در شکل چطور نشان میدهند؟
- 11 - هرگاه  $|\vec{a}| = 1\text{cm}$  و  $|\vec{b}| = 2\text{cm}$  زاویه بین وکتور یعنی  $45^\circ$  باشد  $\vec{a} \cdot \vec{b}$  محصله وکتورهای  $a \times b$  چند است؟
- 12 - مرتسم وکتور را روی محور  $X$  و  $Y$  ترسیم نموده ، محصله آن را بدست آورید؟

## فصل سوم

### حرکت

#### معلومات عمومی

میگویند که تاریخ علم فزیک ، تاریخ حرکت است . انسانها عملاً به این پدیده فیزیکی و مفهوم آن سروکار داشتند . اما امروز افکار دانشمندان بیشتر متوجه حرکت ذرات بسیار کوچک ماده شده است . یکی از مفاهیم حرکت که باید بررسی شود سرعت و تیزی است . اخیراً با اختراع روش های

مناسب انسان ها توانسته اند با سرعت و تیزی که قبلاً غیر قابل حصول بود به روی زمین و در فضا حرکت کنند . این بخش نیز از توجه علوم طبی بدور نمانده با مطالعه و کسب معلومات توانسته اند تا با کنترل سرعت، تیزی و تعجیل در حفظ سلامتی مریضان بکوشند و با احتیاط در حمل و انتقال مریضان و جلوگیری از بروز حوادث ناشی از سرعت زیاد و با رعایت قوانین حرکت تدابیری داشته باشند .

### 3 - 1 مفهوم حرکت

حرکت عبارت از تغییر مکان یک جسم نظر بزمان است . بطور کلی باید گفت که در دنیا هیچ مادهٔ بدون حرکت وجود ندارد و سکون مطلق هم چنان. زیرا اجسامیکه به نظر ما ساکن دیده میشوند، سکون شان یک امر ظاهری میباشد . بناءً گفته میتوانیم که حرکت یک امر نسبی است . برای مطالعهٔ حرکت یک جسم و دانستن اینکه جسم در حال حرکت است و یا سکون ، باید جسم دیگری را به عنوان مبدأ مقایسه در نظر بگیریم . اجسام در حال حرکت بر علاوهٔ اینکه مختصات مبدأ آن نظر به زمان تغییر میکند ، دوران هم مینماید . لذا برای مطالعهٔ حرکت ، جسم نقطه وی فرض میگردد . اجسام نقطه وی یا ایدال اجسامی اند که فواصل طی شده توسط آنها نظر به ابعاد شان خیلی بزرگ باشد ، یعنی جسم بدون بعد در نظر گرفته میشود . بطور مثال اگر جسم نقطه وی بر علاوه حرکت انتقالی دوران هم نماید ، دوران نقطه کدام مفهوم ندارد . درین مبحث حرکت اجسام و یا ذرات را در فضای دو بعدی و سرعت کمتر از سرعت نور در خلا مطالعه مینمائیم . (7.16)

اگر یک جسم در یک لحظه زمان در یک موقعیت و در لحظه دیگر موقعیت دیگر را اشغال کند ، گفته می‌توانیم که جسم حرکت کرده است . از نقطه نظر ریاضی بین تغییر مکان جسم نظر بزمان این رابطه موجود است :

$$X = f(t) \dots (1-3)$$

معادله ( 1-3 ) معادله حرکت نامیده میشود .

### 3-2 انواع حرکت

حرکت نظر به شکل مسیر دو نوع اند :

1- حرکت مستقیم الخط .

2- حرکت منحنی الخط .

حرکت مستقیم الخط حرکتی را گویند که مسیر جسم یک خط مستقیم و یا اینکه جسم بروی خط مستقیم حرکت نماید و معادله حرکت ، معادله خط مستقیم میباشد . هرگاه مسیر حرکت جسم یک دایره و یا یک منحنی باشد ، حرکت منحنی الخط نامیده میشود .

حرکت مستقیم الخط دونوع است :

1- حرکت مستقیم الخط منظم ( یکنواخت )

2- حرکت مستقیم الخط نامنظم ( تعجیلی )

### 3-3 حرکت مستقیم الخط منظم و مفهوم سرعت

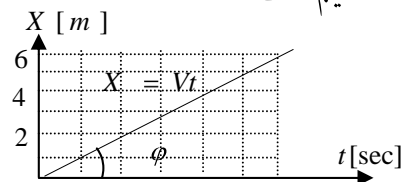
حرکت مستقیم الخط منظم ، حرکتی را گویند که جسم متحرک فواصل مساوی را در اوقات مساوی طی کند . فاصله طی شده را در واحد زمان تیزی حرکت میگویند که یک کمیت سکالری است . انتقال یا تغییر مکان جسم ، یعنی فاصله بین موقعیت اولی و نهائی جسم که یک کمیت

وکتوریست در واحد زمان را سرعت مینامند. اگر سرعت جسم را به  $v$  و تغییر مکان را  $x$  و زمان را  $t$  بنامیم طبق تعریف نوشته می‌توانیم:

$$\vec{v} = \frac{\vec{x}}{t} \dots\dots\dots (2-3)$$

$$\vec{x} = \vec{v}.t \dots\dots\dots (3-3)$$

هر گاه بر طبق معادله (3-3) گراف تغییر مکان بتابع زمان را رسم کنیم شکل (1-3) بدست می‌آید که یک خط مستقیم است:



شکل (1-3) گراف تغییر مکان بتابع زمان

در حرکت مستقیم الخط منظم سرعت ثابت است ( $v = \text{const}$ ). واحد سرعت در سیستم C. G. S،  $\text{cm} / \text{s}$  و در سیستم M. K. S،  $\text{m} / \text{s}$  است.

هرگاه در لحظه  $t_0=0$  مبدأ حرکت جسم  $X_0$  باشد درینصورت معادله حرکت جسم عبارت از:

$$X = X_0 + v.t \dots\dots (4-3)$$

$X_0$  را فاصله اولیه جسم مینامند. (10، 3، 1)

### 3-4 سرعت متوسط

چون اثرات خارجی بر حرکت جسم غیر قابل کنترل است، لذا حرکت جسم نمیتواند طور دلخواه یکنواخت باقی بماند. بناءً سرعت جسم در یک لحظه زمان تا لحظه دیگر ثابت باقی نمانده کم و یا زیاد میگردد. در چنین شرایط برای مطالعه حرکت اصطلاح سرعت متوسط بکار برده میشود که

عبارت از مجموع تغییر مکان های جسم بر مجموع زمان طی این تغییر مکان می باشد. اگر سرعت متوسط را به  $v_m$  نشان بدهیم نوشته می توانیم:

$$v_m = \frac{\sum xi}{\sum ti} \dots\dots(5-3)$$

$$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} \dots(6-3)$$

$$\Delta x = x_2 - x_1$$

$$\Delta t = t_2 - t_1$$

$$v_m = \frac{1}{2} (v_1 + v_2) \dots(7-3)$$

### 3-5 حرکت مستقیم الخط متغیر (تعمیلی)

هرگاه متحرک فواصل مساوی را در زمان های مساوی طی نکند، چنین حرکت را حرکت مستقیم الخط متغیر یا تعجیلی می نامند. در این نوع حرکت سرعت ثابت نمی باشد.

هرگاه جهت سرعت ثابت اما مقدار آن نظر بزمان تغییر کند، اگر این تغییر در حال افزایش باشد ( $\frac{\Delta v}{\Delta t} > 0$ ) حرکت مستقیم الخط متشابه تعجیل تند شونده

است و اگر تغییرات سرعت نظر بزمان در حال کاهش باشد ( $\frac{\Delta v}{\Delta t} < 0$ ) حرکت تأخیری نامیده می شود.

### 3-6 مفهوم تعجیل

هر گاه حرکت جسم طوری باشد که متحرک فاصله  $X_1$  را در زمان

$t_1$  و فاصله  $X_2$  را در زمان  $t_2$  طی نماید . درینصورت  $v_1 = \frac{x_1}{t_1}$  و

$v_2 = \frac{x_2}{t_2}$  است ، اگر  $v_1 = v_2$  نباشد

چنین حرکت را تعجیلی می نامند . پس تعجیل عبارت از تغییرات سرعت در فی واحد زمان است. اگر تعجیل را به  $a$  نشان بدهیم بر طبق تعریف نوشته میتوانیم :

$$a = \Delta v / \Delta t = \dots (8-3)$$

هر گاه  $V_0 = 0$

$$\Delta V = V - V_0 = V$$

هر گاه  $t_0 = 0$  باشد

$$\Delta t = t - t_0 = t$$

$$a = V/t$$

$$V = a t \dots\dots\dots (9-3) \quad \text{و یا}$$

هر گاه در لحظه  $t_0 = 0$  ، جسم دارای سرعت اولیه  $v_0$  باشد دراین

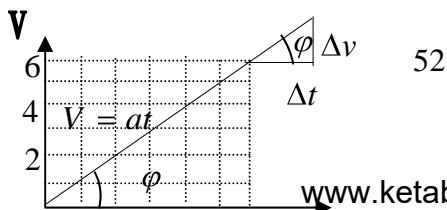
صورت معادله سرعت مساویست به :

$$v = v_0 + at \dots\dots\dots (10-3)$$

واحد تعجیل در سیستم C.G.S ،  $cm/s^2$  میباشد و در سیستم

M.K.S ،  $m/s^2$  هر گاه گراف سرعت را بتابع زمان رسم کنیم خط مستقیم

بدست میآید طبق شکل (3-2)





شکل (2-3) گراف سرعت تابع زمان

### تعجیل متوسط

اگر سرعت جسم در لحظه  $t_1$  را  $v_1$  و در لحظه  $t_2$  را  $v_2$  بنامیم نسبت

را تعجیل متوسط میگویند. طبق تعریف نوشته می‌توانیم:

$$\frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

$$a_m = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} \dots (11-3)$$

تعجیل متوسط از لحاظ عددی بین دو لحظه معین زمان برابر به میل خط

واصل آن دو لحظه روی گراف سرعت نظر بزمان حرکت میباشد. (3.9)

طبق شکل (2-3) نوشته می‌توانیم:

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \operatorname{tg} \varphi$$

$$a_m = \operatorname{tg} \varphi \dots (12-3)$$

### 7-3 سرعت لحظه ای

هرگاه حرکت نقطه مادی طوری باشد که سرعت متوسط آن در زمان

های مختلفه یکسان نباشد در اینصورت میگوییم که جسم با سرعت متغیر

حرکت میکند در نتیجه باید سرعت را در هر لحظه زمان تعیین کنیم. این

سرعت را سرعت لحظه ای مینامند.

سرعت می‌تواند در اثر تغییر در بزرگی، تغییر در جهت یا تغییر هردوی آن، تغییر کند. در چنین حالت سرعت متوسط در برابر تغییرات کوچک زمانی از لحاظ بزرگی با سرعت متوسط در کوچکترین زمان بعدی فرق می‌کند. با نزدیک نمودن تدریجی نقطه انجام بطرف آغاز با تقرب تغییرات زمان به کمترین تغییرات، سرعت متوسط کمتر شده می‌رود. در اینجا مقدار سرعت جسم را سرعت لحظه ای مینامند که بطریق ذیل ارائه می‌گردد:

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

یا

$$v = \frac{dx}{dt} \dots (13-3)$$

### 3-8 تعجیل لحظه ای

در حرکت مستقیم الخط، تعجیل لحظه ای مساوی به لمت سرعت متوسط است. از نظر عددی برابر است به تعجیل در هر لحظه ای زمان، یعنی:

$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt}$$
$$a = \frac{dv}{dt} \dots (14-3)$$

### 3-9 قوانین عمومی حرکت مستقیم الخطه

برای حصول قوانین عمومی حرکت مستقیم الخطه و با در نظر داشت شرایط آن معادلات ذیل تطبیق می‌گردد.

الف - حرکت مستقیم الخطه منظم

$$V = \text{cont}$$

$$X = X_0 + vt$$

-  $X = vt$  ب

$$a = \text{cont}$$

$$v = v_0 + at$$

$$x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

$$v^2 = v_0^2 + 2ax$$

$$x = \frac{1}{2}(v + v_0)t$$

اگر  $X_0 = 0$  باشد

حرکت مستقیم الحظه متغیر تند شونده .

$$v = at$$

$$x = \frac{1}{2} at^2$$

$$v^2 = 2ax$$

$$x = \frac{1}{2} vt$$

اگر  $v_0 = 0$  باشد .

$$v = v_0 - at$$

$$x = v_0 t - \frac{1}{2} at^2$$

$$v^2 = v_0^2 - 2ax$$

ج - حرکت تأخیر

$$t = \frac{V_0}{a}$$

$$x = \frac{v_0^2}{2a}$$

زمان رسیدن بحالت سکون

فاصله طی شده برای رسیدن بحالت سکون (1,9,10)

مثالهای توضیحی

1- موتری با سرعت ثابت  $10\text{m/s}$  در حرکت است . بعد از  $0.5\text{h}$  چقدر فاصله را می پیماید ؟

SI

$$V = 10\text{m/s}$$

$$x = v.t$$

$$t = 0,5\text{h} = 1800\text{s}$$

$$x = ?$$

$$x = 10 \cdot 1800 = 18 \cdot 10^3 \text{ m}$$

2- موتری با سرعت ثابت  $15\text{m/s}$  در حرکت بوده ، درپور دفعتاً برک را فشار میدهد . موتر بعد از  $4\text{sec}$  توقف میکند . در این مدت چقدر فاصله را پیموده است؟

ST

در هنگام برگ نمودن سرعت نهائی صفر میشود .

$$v_0 = 15 \text{ m/s}$$

$$t = \text{sec}$$

$$x = ?$$

$$v = v_0 + at$$

$$v_0 = - at$$

$$a = - \frac{v_0}{t}$$

$$x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

$$x = v_0 t - \frac{1}{2} \frac{v_0}{t} \cdot t^2$$

$$x = v_0 t - \frac{1}{2} v_0 t$$

$$x = 1.5 \cdot 4 - \frac{1}{2} 1.5 \cdot 4$$

$$x = 6 - 3 = 3\text{m}$$

3- موتری در مسیر افقی مدت 10min با سرعت 72Km/h و قسمت مایل سرک مدت 20min با سرعت 36Km/h حرکت نموده سرعت متوسط موتری در طول مسیر مساویست؟

SI

$$v_1 = 72 \text{ Km} / \text{h} = 20 \text{ m} / \text{s}$$

$$v_2 = 36 \text{ Km} / \text{h} = 10 \text{ m} / \text{s}$$

$$t_1 = 10 \text{ min} = 600 \text{ sec}$$

$$V_m = ?$$

$$v_m = \frac{\sum v_i}{\sum t_i} = \frac{x_1 + x_2}{t_1 + t_2}$$

$$v_m = \frac{20 \cdot 600 + 10 \cdot 1200}{600 + 1200}$$

$$v_m = 13.3 \text{ m} / \text{s}$$

4- معادله حرکت جسم متحرک در سیستم MKS طور ذیل داده شده است

$$X = 2t^3 + 3t^2 - 6t - 1$$

مطلوب است:

a- سرعت لحظه ای متحرک در مدت 2sec

b- تعجیل لحظه ای جسم در مدت 3sec

c- فاصله طی شده متحرک بعد از 2sec

a) 
$$v = \frac{dx}{dt} = 6t^2 + 6t - 6$$

$$t = 2 \text{ sec}, v = 6(2^2) + 6 \cdot 2 - 6 = 36 \text{ m} / \text{s}$$

b) 
$$a = \frac{dv}{dt} = 12t + 6$$

$$t = 3 \text{ sec}, a = 12 \cdot 3 + 6 = 42 \text{ m} / \text{s}^2$$

c) 
$$x = 2(2^3) + 3(2)^2 - 6(2) - 1$$

$$x = 2 \cdot 8 + 3 \cdot 4 - 12 - 1$$

$$x = 16 + 12 - 13 = 15 \text{ m}$$

3-10 سقوط آزاد

گاليله اختر شناس ايتاليائي مشاهده كرد كه اگر از مقاومت هوا صرف نظر شود همه اجسام در اثر جاذبه زمين بطور آزاد سقوط ميكنند . مسير حرکت قايم و تعجيل آن تعجيل جاذبه است .

سقوط آزاد يك حرکت تعجيلي تند شونده بوده در تحت شرايط فوق سقوط اجسام به كتله و جنسيت وابسته نميباشد .

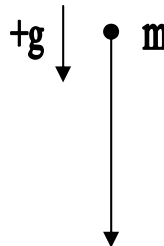
اگر تعجيل سقوط آزاد ( تعجيل جاذبه ) را  $g$  بناميم معادلات حرکت سقوط آزاد عبارتند از :

$$h = \frac{1}{2}gt^2 \dots (15-3)$$

$$h = \frac{1}{2}vt \dots (16-3)$$

$$v = gt \dots (17-3)$$

$$v^2 = 2gh \dots (18-3)$$



قيمت عددي تعجيل جاذبه  $g$  نظر به ارتفاع از سطح زمين فرق ميکند بطور اوسط مساويست به

$$g = 9,81m/s^2 = 981cm/s^2 = 32ft/s^2$$

### 3-11 پرتاب شاقولي بطرف پائين

هر گاه جسمي با سرعت اوليه عموداً بطرف پائين پرتاب گردد ، بعد از زمان  $t$  با سرعت اوليه جسم ، سرعت سقوط آزاد افزود ميگردد . حرکت جسم يك حرکت تعجيلي تند شونده است . معادلات حرکت و سرعت مساويست به :

$$v = v_0 + gh \dots \quad (3-19)$$

$$h = \frac{1}{2}gt^2 + v_0t \dots \quad (3-20)$$

$$v^2 = v_0^2 + 2gh^2 \dots \quad (3-21)$$

$$v_m = \frac{1}{2}(v_0 + v) \dots \quad (3-22)$$

### 3-12 پرتاب قائم بطرف بالا

هرگاه یک جسم با سرعت اولیه عموداً بطرف بالا پرتاب گردد . در این حالت قوه جاذبه زمین در هر لحظه بالای جسم اثر نموده جسم را بطرف پائین کش میکند . یعنی در هر لحظه از سرعت اولیه جسم ، سرعت سقوط آزاد کم میشود . این نوع حرکت پرتابی قائم بطرف بالا یک حرکت مستقیم الخط متشابه التأخیر میباشد . معادلات حرکت و سرعت عبارتند از :

$$v = v_0 - gt \dots (23-3)$$

$$v_m = \frac{1}{2}(v + v_0) = v_0 - \frac{1}{2}gt \dots (24-3)$$

$$h = v_0t - \frac{1}{2}gt^2 \dots (25-3)$$

هنگامیکه جسم در نقطه اعظمی میرسد در این حالت  $v_0 = 0$  گردیده ارتفاع جسم مساویست به :

$$h = \frac{v_0^2}{2g} \dots (27-3)$$

زمانی را که جسم در نقطه اعظمی میرسد مساویست به :

$$t = \frac{v_0}{g}$$

زمانی را که جسم در نقطه اوج میرسد و دوباره بزمین میرسد با هم

مساوی اند. (1،9،،20)

### 3-13 پرتاب افقی

منظور از حرکت پرتابی ، حرکتی است دو بعدی . فرضاً جسم M با

سرعت  $v_0$  از مبدأ مختصات بطور افقی پرتاب میشود ، جسم مذکور بعد از

گذشت زمان t در نقطه B میرسد ، طبق شکل (3-3) طبق قانون حرکت

نوشته میتوانیم :

$$v_x = v_0$$

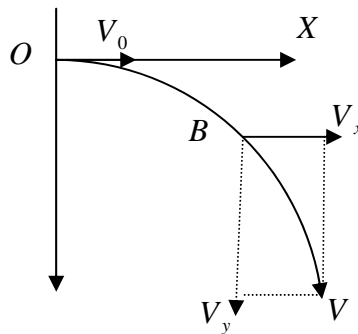
$$v_y = gt$$

$$x = v_0 t \Rightarrow t = \frac{x}{v_0}$$

$$y = \frac{1}{2} g t^2$$

$$y = \frac{g}{2v_0^2} x^2$$

$$C = \frac{g}{2v_0^2}$$



شکل (3-3) مسیر حرکت پرتاب افقی

از معادله (3-28) فهمیده میشود که مسیر حرکت در پرتاب افقی یک

پارابول است .

### 3-14 پرتاب مایل

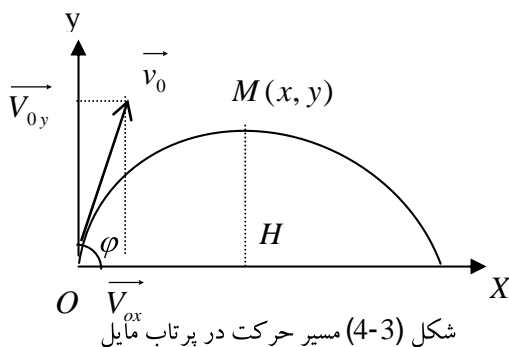


هر گاه جسمی از مبدأ مختصات یعنی نقطه  $O$  با سرعت  $v_0$  تحت زاویه  $\varphi$  به هوا پرتاب گردد، در اینصورت جسم بعد از مدتی در فضا دوباره به زمین می رسد.

سرعت جسم در اینحالت بدو مركبه تقسیم می شود، طبق شکل (4-3).

$$V_{0x} = V_0 \cos \varphi$$

$$V_{0y} = V_0 \sin \varphi$$



معادلات پارامتری حرکت بتابع زمان عبارتند از:

$$x = v_0 \cos \varphi t \Rightarrow t = \frac{x}{v_0 \cos \varphi}$$

$$y = -\frac{1}{2} g t^2 + v_{0y} t$$

$$y = -\frac{1}{2} g t^2 + v_0 \sin \varphi t$$

$$y = -\frac{1}{2} g \left( \frac{x}{v_0 \cos \varphi} \right)^2 + v_0 \sin \varphi \frac{x}{v_0 \cos \varphi}$$

$$y = x t g \varphi - \frac{g}{2 v_0^2 \cos^2 \varphi} x^2 \dots (29-3)$$

معادله (29-3) معادله مسیر حرکت در پرتاب مایل است.

وقتی جسم به نقطه  $X$  می رسد در این صورت بود  $h = 200m$  برد پرتاب چنین بدست می آید .

برای دریافت نقطه اوج (نقطه اعظمی) مشتق تابع مساوی به صفر می باشد، مختصات  $M_y, M_x$  طور ذیل بدست می آید .

$$X = R = \frac{v_0^2 \sin 2\varphi}{g} \dots (30 - 3)$$

$$M_x = \frac{v_0^2 \sin 2\varphi}{2g} \dots (31 - 3)$$

$$M_y = \frac{v_0^2 \sin^2 \varphi}{2g} \dots (32 - 3)$$

زمانی که جسم در نقطه اوج (اعظمی) میرسد مساویست به :

$$t_{\max} = \frac{v_0 \sin \varphi}{g} \dots (33 - 3)$$

$$T = 2t_{\max} = \frac{2v_0 \sin \varphi}{g} \dots (34 - 3)$$

$T$  زمانی است که جسم دو باره بزمین میرسد (1,3,9).

### مثال های توضیحی

1 - گلوله ای از ارتفاع 200m بصورت آزاد سقوط می نماید . بعد از چه مدت به زمین می رسد ؟

$$SI \quad h = \frac{1}{2} gt^2$$

$$h = 200m \quad t = 6, 38 \text{ sec}$$

$$g = 9,8 \frac{m}{s^2} \quad t = \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad 62$$

$$t = ? \quad t = \sqrt{\frac{2 \cdot 200}{9,8}} = \sqrt{\frac{400}{9,8}} = 6,38 \text{ sec}$$

2- جسمی با سرعت اولیه  $8\text{m/s}$  تحت زاویه  $30^\circ$  بطرف بالا پرتاب می گردد .  
اگر از مقاومت هوا صرف نظر شود مطلوب است .

a- برد پرتاب

$$\left. \begin{array}{l} SI \\ v_0 = 8\text{m/s} \\ \varphi = 30^\circ \\ g = 9,8\text{m/s}^2 \end{array} \right\}$$

b- ارتفاع نقطه اوج

c- زمان رسیدن به نقطه اوج

d- سرعت آن در نقطه اوج

e- سرعت آن در لحظه برگشت .

$$R = \frac{v_0^2 \sin 2\varphi}{g}$$

**a**

$$R = \frac{8^2 \sin 2 \cdot 30^\circ}{9,8} = \frac{64 \cdot \sin 60^\circ}{9,8}$$

$$R = \frac{64 \cdot \sqrt{3}/2}{9,8} = 5,65\text{m}$$

**b**

$$H_x = \frac{v_0^2 \sin^2 \varphi}{2g}$$

$$H_x = \frac{8^2 \cdot \sin^2 30^\circ}{2 \cdot 9,8} = \frac{64 \cdot (1/2)}{19,6} = 0,8\text{m}$$

$$H_x = 0,8\text{m}$$

$$H_x = \frac{v_0^2 \sin 2\varphi}{2g}$$

$$H_x = \frac{64 \cdot \sin 60}{2 \cdot 9,8} = \frac{64 \cdot \sqrt{1}/2}{19,6} = 2,8\text{m}$$

$$H_x = 2,8\text{m}$$

$$\mathbf{c} \quad t_{\max} = \frac{v_0 \sin \varphi}{g}$$

$$t_{\max} = \frac{8 \cdot \sin 30}{9,8} = \frac{8 \cdot \frac{1}{2}}{9,8} = 0,4 \text{ sec}$$

$$t_{\max} = 0,4 \text{ sec}$$

$$T = 2t_{\max} = 2 \cdot 0,4 = 0,8 \text{ sec}$$

$$\mathbf{d} \quad V = \sqrt{v_0^2 - 2gHy}$$

$$V = \sqrt{64 - 2 \cdot 9,8 \cdot 0,8} = 3,4 \text{ m/s}$$

$$\mathbf{e} \quad V = \sqrt{v_0^2 - 2g \cdot Hy} = \sqrt{64 - 2 \cdot 9,8 \cdot 0} = 8 \text{ m/s}$$

$$V = 8 \text{ m/s}$$

3- گلوله کوچکی از کنار میزی به ارتفاع 1,225m با سرعت اولیه 4m/s بطور افقی پرتاب شده و بر زمین اصابت میکند مطلوب است.

A- فاصله افقی که گلوله در هوا طی می کند

SI

B- زمان حرکت

$$v_0 = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

C- مرکب های افقی و عمودی سرعت

$$h = y = 1,225 \text{ m}$$

$$g = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$y = h = \frac{gx^2}{2v_0^2} \Rightarrow X^2 = \frac{2v_0^2 \cdot h}{g} = \frac{2 \cdot 4^2 \cdot 1,225}{9,8} \quad \mathbf{a-}$$

$$X = 2 \text{ m}$$

$$y = h = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,225}{9,8}}$$

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,225}{9,8}} = 0,5 \text{ sec}$$

b -

c -

$$V_x = V_0 = 4 \frac{m}{s}$$

$$V_y = gt$$

$$V_y = 9,8.0,5 = 4,9 \frac{m}{s}$$

### 3-15 کار برد حرکت و سرعت در طبابت

چون سرعت جریان خون در دستگاه دوران خون تغییرات زیادی را متحمل می شود ، لذا با تعجیل تند شونده و کند شونده در بدن حرکت می نماید . یعنی دارای حرکت تعجیلی و تأخیری می باشد .

برای اینکه مبادله مواد در مویرگها صورت بگیرد باید خون به آرامی جریان نماید ، در حالیکه در رگهای بزرگ باید نسبتاً سریع تر حرکت کند تا به همه قسمت های بدن برسد . تعجیل حرکت خون از شریان به مویرگها کند شونده ولی این تعجیل از مویرگها به قلب تند شونده است .

مطالعه سقوط آزاد کریوات سرخ خون که بنام Erythrocyte یاد می شود در محیط پلازما (Plasma) سبب تشخیص بعضی امراض می گردد . در خون انسان ها معمولاً در مرد ها  $5.10^6 / mm^3$  و در زن ها  $4.6.10^6 / mm^3$  کریوات سرخ ( در هر ملی متر مکعب ) وجود دارد . بر علاوه کریوات سرخ طور اوسط  $7.10^3$  کریوات سفید (Lucite) در هر ملی

متر مکعب  $7,6.10^5$  Thrombocyte<sup>2</sup> در مرد ها و  $6,8.10^5$  در زن ها وجود دارد.

هرگاه در یک تیوب امتحانی یک مقدار خون مورد مطالعه قرار گیرد در اثر سقوط آزاد چون کثافت کریوات سرخ  $1,100\text{g/cm}^3$  و از پلازما  $1,027\text{g/cm}^3$  است ، کریوات مذکور به آهستگی به طرف سطح پائین تیوب تجربی سقوط میکند . اندازه پلازما که در اثر سقوط کریوات سرخ باقی می ماند بعد از 12 ساعت و 24 ساعت تعیین شده و این یک معیار برای سرعت نزولی کریوات سرخ خون می باشد . این مقدار در نزد مرد ها بعد از سپری شدن یک ساعت 2mm تا 5mm (قیمت نورمال اعظمی آن 10mm) و بعد از دو ساعت 12mm می باشد در حالیکه در نزد زن ها بعد از یک ساعت تا 7mm (قیمت نورمال اعظمی آن 13mm) و بعد از دو ساعت تقریباً 15mm می باشد . قیمت وسطی این سقوط کریوات بعد از 24 ساعت نزد زن ها و مرد ها 100 تا 120 mm می باشد . این قیمت در صورت عملی کردن یک کار جسمی ثقیل و یا داشتن تب و بالاخره در زن ها در موقع حامله بودن تغییر می نماید . در هیمن موقع به اثر تغییرات ترکیب پروتیین چندین Erythrocyte با هم یکجا شده و سقوط سریع تر می شود .

---

<sup>1</sup> Thrombocyte یا صفحات دمویه وظیفه محافظوی را در خون بعهده دارد

## تمرینات

1 - هنگام اندازه گیری سرعت خون در ورید بزرگ یک سنگ مشاهده شده که این سرعت در نقطه A نزدیک به قلب برابر به  $120\text{cm/s}$  و در نقطه B دور تر از قلب برابر به  $80\text{cm/s}$  است. اگر فاصله بین دو نقطه A و B،  $50\text{cm}$  باشد در چه مدت زمان خون از نقطه A به B میرسد؟

2 - اگر غذا در دهانهء مرئی با سرعت  $6\text{cm/s}$  به جلو رانده شود و  $6\text{sec}$  بعد در انتهای مرئی با سرعت  $4\text{cm/s}$  حرکت کند، اندازه تعجیل کند شونده را در این عملیه محاسبه کنید؟

3 - سرعت ابتدائی یک موتر  $16,5\text{m/s}$  است. در یور برک را فشار میدهد بعد از طی  $6\text{m}$  توقف می نماید. مدت زمانی را که موتر متوقف می شود چند است؟

4 - مرمی با سرعت  $865\text{m/s}$  از دهن تفنگ که طول آن  $67,5\text{cm}$  است خارج می شود. تعجیل و زمان حرکت مرمی را در داخل تفنگ محاسبه کنید؟

5 - در اثر تصادم قسمتی از یک شریان شخص پاره و خون با سرعت  $5\text{cm/s}$  از آن خارج می گردد. اگر به اثر بسته نمودن محل جرح سرعت آن بعد از  $10\text{sec}$  به  $0,5\text{cm/s}$  برسد، تعجیل حرکت خون چند است؟

6 - سیروم در ورید یک شخص با سرعت  $0,1\text{cm/s}$  جریان دارد. هرگاه با فشردن پمپ سیروم مسافه  $20\text{cm}$  را در طی مدت  $4\text{sec}$  بپیماید سرعت نهایی آن در طی این مسافه چند است؟

7 - معادله حرکت جریان خون در سیستم SI یک شریان توسط معادله

$$X = 3t^2 + 2t - 1$$

داده شده سرعت متوسط آن را در بین لحظات  $t_1 = 2\text{sec}$  و  $t_2 = 3\text{sec}$  محاسبه کنید؟

8 - گلوله فلزی در بین یک سلندر مملو از ادرار بصورت آزاد سقوط میکند و با سرعت  $2\text{m/s}$  به سطح تحتانی سلندر میرسد. اگر از مقاومت ادرار در برابر

حرکت گلوله صرف نظر شود. زمان رسیدن آن در نهایت سلندر چند است؟

9 - گلوله ای در خلا با سرعت  $5\text{m/s}$  به امتداد قایم بطرف بالا پرتاب میگردد

. گلوله در ثانیه چهارم چقدر فاصله بلند می رود؟

10- سنگی از ارتفاع  $20\text{m}$  طور آزاد سقوط می کند. بعد از چه مدت سنگ

بر زمین می رسد؟

11- خون از شریان با سرعت  $30\text{cm/s}$  تحت زاویه  $30^\circ$  خارج می گردد .

اگر از مقاومت هوا صرف نظر شود مطلوب است .

الف - برد

ب - ارتفاع اوج

ج - زمان رسیدن به نقطه اوج

د - سرعت آن در نقطه اوج

ه - سرعت هنگام رسیدن بر زمین



## فصل چهارم قوه و انواع آن

### معلومات عمومی

مطالعه این بخش کار برد وسیعی داشته و دارای معنی خاص می باشد که با معنی آن در زندگی روزمره متفاوت است . مفهوم قوه از لحاظ تاریخی احتمالاً از احساس بشر هنگام به حرکت آوردن اجسام تحت اثر قوه تشریح و تشخیص میگردد که اساس همه را قوانین تشکیل میدهد .

نیوتن<sup>3</sup> در سال 1686 قوانین حرکت را در رساله علمی خویش تدوین کرد . این دانشمند با اثبات عقاید گالیله سه قانون خود را به صورت سه اصل ریاضی فزیک بیان داشت ، قانون اثر قوه بر ماده و نسبت میان قوه و تعجیل و رابطه عمل و عکس العمل ..

### 4-1 قانون اول نیوتن

نیوتن میگوید هر جسمی در سکون خود باقی می ماند و یا به حرکت مستقیم الخط یکنواخت خود ادامه میدهد تا زمانیکه تحت اثر یک قوه نامتوازن خارجی قرار نگیرد . این قانون خاصیت عام ماده بوده بنام عطالت تعریف می شود . بناءً قانون اول نیوتن را می توان توسط معادله زیر تعریف نمود .

$$\sum F_i = 0$$

---

1 - اسحاق نیوتن ریاضیدان انگلیسی (1622-1627)

در حالت دو بعدی قانون اول نیوتن به صورت زیر نوشته می شود .

$$\sum F_x = 0 \quad \sum F_y = 0$$

اجسامی مختلفی که بالای آن قوه یکسان وارد میشود، حرکت های مختلفی پیدا میکنند . گفته میشود این اجسام دارای عطالت های مختلف هستند . هر قدر حرکت ابتدائی کند تر باشد بهمان نسبت عطالت جسم مورد نظر بزرگتر خواهد بود . در حقیقت عطالت مقاومتی است که با هر گونه تغییر سرعت جسم مخالفت میکند . عطالت برای یک جسم هم جنس متناسب به حجم آن بوده یک کمیت سکالری مشخص کننده جسم میباشد . این کمیت سکالری اندازه ذرات موجود در جسم مورد نظر را معین میسازد که کتله نا میده میشود . کتله یک کمیت نسبی بوده با تغییر سرعت جسم تغییر میکند . در فزیک کلاسیک ، نیوتن که سرعت جسم در برابر سرعت نور نهایت کوچک میباشد ، کتله ثابت فرض میشود .

#### 4-2 قانون دوم نیوتن

این قانون نسبت میان قوه ، کتله و تعجیل را بیان می کند . نیوتن در یافت که اگر قوه نا متوازن به جسمی اثر کند جسم در جهت اثر قوه تعجیل می گیرد . یا بعبارت دیگر قوه مشخص ، تعجیل متفاوتی را روی اجسام مختلف به وجود می آورد . این تعجیل با قوه نسبت مستقیم و با کتله نسبت معکوس دارد .

اگر قوه را به  $F$ ، کتله به  $m$  و تعجیل به  $a$  نشان داده شود نوشته می توانیم:

$$F = ma \dots (1-4)$$

این قانون گاهی بر حسب اندازه حرکت (مقدار حرکت) نیز بیان می گردد. اندازه حرکت عبارت از حاصل ضرب کتله در سرعت جسم تعریف می شود که جهت سرعت را دارد. به اساس این تعریف قوه عبارت از تغییرات مقدار حرکت بر تغییرات زمان یعنی:

$$F = \frac{\Delta(mv)}{\Delta t} \dots$$

$$F = m \frac{\Delta v}{\Delta t} = ma$$

قانون اول نیوتن حالت خاص از قانون دوم است. زیرا اگر

باشد پس  $F = 0$  است. یعنی  $\neq 0$  مجموع قوه های عامل بر جسم صفر باشد

بوده جسم با سرعت ثابت  $a = 0$  حرکت می کند. ( $v = cont$ )

قوه میتواند شکل جسم را تغییر دهد، آنرا به حرکت آورد و یا آن را وادار به سکون سازد. مورد بحث ما اینجا دو نوع اثر آن است.

- قوه های تماسی: مانند قوه ضربه ای، تراکمی که برای وارد شدن آن تماس لازم است.
- قوه های فاصله ای: که تاثیر شعاعی آن زیاد است و این قوه با افزایش فاصله کاهش می یابد. مانند قوه جاذبه، قوه برقی.

- واحد قوه در سیستم C.G.S داین (Dyne) و در سیستم M.K.S نیوتن (Newton) و قوه یک کمیت وکتوری است بناءً تمام قوانین و عملیه های وکتوری بالای آن تطبیق میگردد.

### 3-4 وزن

وزن هم مانند قوه یک کمیت وکتوری بوده، مقدار قوه ایست که از طرف زمین بطور قایم بر جسم به سمت پائین وارد می شود. یا برابر به مقدار قوه ایست که جسم بر تکیه گاه وارد می سازد.

$$W = mg \dots (2-4)$$

معادله (3-4) را با در نظر داشت معادله (1-4) میتوان نوشت.

$$W = ma/g$$

باید دانست که بین وزن و کتله فرق موجود است و این فرق عبارت

است از:

- وزن جسم قوه بوده ویک کمیت وکتوری است ، در حالی که کتله از جنس ماده بوده یک کمیت سکالری میباشد .

- وزن جسم عامل متغییر بوده ولی کتله مقدار یست ثابت .

- وزن با دیناموتر اندازه می گردد . کتله با ترازو . (9,13,21)

### مثالها

تعیین کنید که از اثر عمل قوه  $18.12 \text{ N}$  بر جسمی به وزن  $72.48 \text{ N}$  حاصل می گردد ؟

$$F = 18,12 \text{ N}$$

$$W = 72,48 \text{ N}$$

$$g = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\text{حل: } F = \frac{W a}{g} \Rightarrow a = \frac{F \cdot g}{W}$$

$$a = \frac{18,12 \times 9,8}{72,48} = 2,45 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

2- شخصی با کتله 60kg که با سرعت 1m/s در حرکت است با دیواری تصادم می کند و بعد از طی زمان 0.05sec با طی مسافه 2.5cm متوقف می شود. قوه وارده هنگام تصادم مساویست به ؟

$$t_0 = 0,05 \text{ sec}, v_0 = 0, m = 60 \text{ kg}, v = 1 \text{ m/s}, s = 2,5 \text{ cm}, F = ?$$

$$\Delta(mv) = m(v - v_0)$$

$$\Delta(mv) = 60 \text{ kg m/s}$$

$$F = \frac{\Delta(mv)}{\Delta t} = \frac{60 \text{ kg m/s}}{0,05 \text{ sec}} = 1200 \text{ N}$$

#### 4-4 قانون سوم نیوتن

قوه ایکه بر یک جسم وارد میشود از جسم دیگری که محیط را میسازد سر چشمه میگیرد، یعنی هر قوه تنها جنبه ای از عمل متقابل بین دو جسم است. مطابق این قانون برای هر قوه عمل یک قوه عکس العمل وجود دارد که مساوی و مختلف الجهت به قوه عمل است. قوه عمل قوه ایست که جسم اول به جسم دوم وارد می کند. قوه عکس العمل قوه ایست که جسم دوم بر جسم اول وارد میکند. مثال های زیادی از این قانون در طبیعت ملاحظه می گردد. مثلاً حرکت کشتی در آب و پس لگد تفنگ هنگام فیر وغیره.

$$m_1 \otimes \rightarrow f_{1,2} \cdot m \leftarrow f_{2,1} \otimes m_2 \dots (1-4) \text{ شکل}$$

$$\left| \vec{f}_{1,2} \right| = - \left| \vec{f}_{2,1} \right| \dots (3-4)$$

بدر نظر داشت قانون عمل و عکس العمل در شکل (4-1) می توانیم

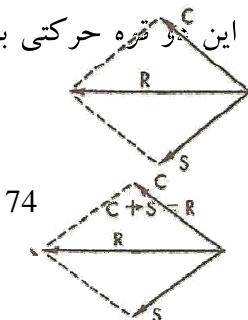
بنویسیم :

از قانون سوم نتیجه می شود که قوه ها جوهره ای عمل می کنند و یا به عبارت دیگر قوه ها جفت جفت بروز می نمایند (6,7).

#### 4-5 استفاده عملی از محصله قوه هادر بدن

از دو دسته قوه های که سرو کار داریم ، یک دسته آن قوه های هستند که غالباً در یک صفحه یکدیگر را قطع میکنند. که بنام قوه ای عطالتی یاد میشود. اما بیشتر قوه ها در بدن وجود دارد که یکدیگر را قطع نمیکنند که این قوه باعث دوران در یک نقطه مشخص میشوند که بنام قوه غیر عطالتی یاد میشود.

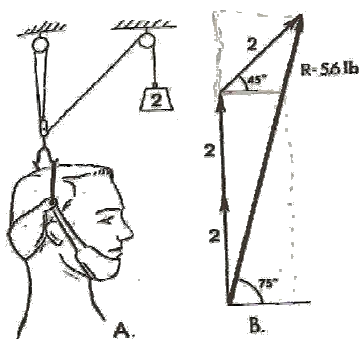
ماهیچه ها موتورهای حرکتی بدن هستند. درین موتور ها انرژی کیمیاوی با عملیه های پیچیده میکانوشیمی به انرژی میخانیکی تبدیل میشود که نتیجه آن انقباض ماهیچه است. قوه ای حاصل از انقباض که کششی است، محصله قوه های کوچک حاصل از تار های ماهیچه ای است که بصورت موازی قرار گرفته اند و از انتقال این قوه ها به استخوان حرکت بوجود میآید. در شکل (4-2) که. محصله در چه جهت و راستا است؟ به کششی که ماهیچه سینه بزرگ (pectoralis major) بوسیله وکتور C قوه به سوی ترقوه (clavicula) ، وکتور S به سوی خناق (Sternum) انجام میدهد، نگاه کنید. محصله این قوه حرکتی بصورت افقی در سمت سینه بوجود میآورد.



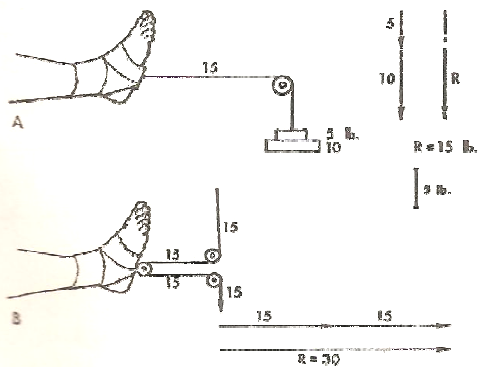
74

شکل (2-4) محصله قوه های ماهیچه

یک کار برد مهم محصله قوه ها را در گردن در شکل (3-4) مشاهده نمائید.

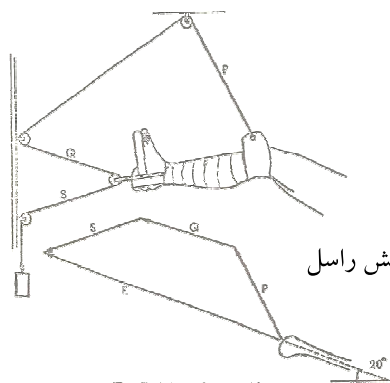


شکل (3-4) کشش مهره های گردن و محصله قوه



شکل (4-4) قوه کشش پای مریض

نوعی کششی که در اورتوپیدی کار برد قابل توجه دارد کشش راسل (Russell) است که در شکل (4-5) نشان داده شده . این کشش برای در راستا قرار دادن استخوان ران بکار میرود. مشاهده میشود که محصله قوه (R) کشیدگی دلخواه را در جهت دلخواه بوجود می آورد که توسط محصله قوه های دیگری که از اثر وزن بیمار و کشش ران بوجود می آید خنثی میشود . طبیعی است که هر گونه تغییر در ترکیب قوه ها و زاویه شان میتواند با تغییر جهت دلخواه نتیجه را تغییر دهد . تنظیم قوه ها باید با دقت زیاد پیش از انجام کشش با زوایای مشخص طراحی شود .



#### 6-4 کاربرد قوانین نیوتن



برای جلوگیری از حوادث ناشی از عطالت در وسایل نقلیه کمر بند برای مسافران و راننده گان نصب می گردد . هکذا در ست چوکی ها با گذاشتن اسفنج و فنر های لازم از مقدار زیاد ضربه در حالات توقف ناگهانی و تصادم کاسته می شود . همین قسم در شفاخانه ها در وسایل انتقال مریضان این دستور العمل طور جدی رعایت می گردد . در بدن انسان مثلاً در باره مایع اندولمف موجود مجرای نیم دایره گوش داخلی نیز کار برد دارد . انتهای اعصاب موجود در این مجرا با تغییر مکان اندولمف تحریک می شوند . هنگامیکه سر بطور ناگهانی بطرفی حرکت کند انتهای عصب مربوط خود را تحریک میکند و ضربه حاصل در مغز تعبیر میشود . بدین ترتیب انسان از تغییرات موضعی بدن آگاه می شود . برای جلوگیری از حوادث عطالتی زمان اثر قوه را افزایش میدهند . هنگامیکه مریض در شفاخانه بستر است وزن بدن او قوه ای بر دوشک وارد میکند و دوشک نیز به نوبه خود قوه بر مریض وارد مینماید . اگر مریض طولانی بستر بماند و مراقبت نگردد زخم بستر میشود ، زیرا قسمت های سنگین بدن به قسمت های سبکتر فشار بیشتر به دوشک وارد میسازد و در نتیجه قوه عکس العمل بیشتر بر آنها وارد میشود و این قوه بر گردش طبیعی خون در رگها اثر میگذارد . به عبارت دیگر مریضی که بستر است به وسیله زمین جذب میشود و در عین حال مریض نیز زمین را جذب میکند . بنابراین اگر میان دوشک و فنر ها میان شان فاصله ایجاد نگردد به سمت همدیگر تعجیل خواهند گرفت .

### بالیستو کاردیوگراف (Balistocardiograph)

دستگاهی است که به اساس قانون دوم و سوم نیوتن بنا یافته است. این دستگاه برای اندازه گیری قوه انقباض قلب و چگونگی کار آن بکار میرود طوریکه مریض بالای تخت هموار بسته شده و با هر حرکت قلب، تخت مریض

حرکتی انجام می‌دهد که این تغییرات حرکت به تغییرات برقی تبدیل و گراف در بالیستو کار دیو گرام رسم میشود (10,14,18)

#### 4-7 انواع قوه‌ها

در طبیعت قوه‌ها به انواع مختلف موجود است. از قبیل قوه برقی / قوه جاذبه / قوه هستوی / قوه اصطکاک / قوه ارتجاعی و غیره. اما دو قوه اساسی است که تمام قوه‌ها شامل این دو قوه اساسی می‌باشند:

1- قوه جاذبه

2- قوه برقی

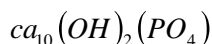
قوه برقی نسبت به قوه جاذبه مغلق تر بوده در حدود  $10^{40}$  مرتبه نسبت به قوه جاذبه بیشتر است (2,6).

#### 4-8 توضیح قوه‌ها بالا و داخل وجود

قوه که در مرحله اول از عضلات انسان اشتقاق گردیده و توسط عضلات عکس العمل‌های آن را میتوانیم بدانیم، دارای دو خواص اند: شکل ظاهری جسم را تغییر میدهد.

جسم ساکن را متحرک و متحرک را ساکن می‌سازد.

تمام انواع حرکت انسان‌ها در جهان توسط قوه کنترل می‌گردد که یک مفهوم شناخته شده است. مثلاً قوه عضلات سبب دوران خون و یا گرفتن هوا در شش‌ها می‌شود. قوه‌ای که یک ذره اتمی یا مالیکولی را در یک موقعیت جسم معین می‌سازد. مثلاً در استخوان تعداد کرستل‌های منرال کلسیم هایدروکسی اپی تاید



کلسیم را به وجود می آورند . اتم های کلسیم در بین کرسطل ها زمانی در یک موقعیت قرار گرفته میتوانند که قوه برقی موجود با شد تا آنرا محسور نماید .

هر کدام از بیلون ها حجره زنده در جسم دارای یک فرق پوتنشیل برقی در امتداد غشای حجره از سبب تفاوت چارچههای مختلف در داخل و خارج حجره می باشد. این مقدار کمتر از  $0,5V$  است. لاکن به نسبت فوق العاده نازک بودن غشا این مقدار کوچک یک ساحه برقی بزرگ  $10^5 \text{ v/cm}$  تولید می کند و بعضی حیوانات مانند مار ماهی قادر اند تا پوتنشیل را از بسیاری حجرات جمع و یک پوتنشیل چندین صد ولت غرض دفاع و حمله به حیوانات دیگر بکار برند. (6,19)

#### 4-9 اثرات قوه بالای وجود

یک اثر قوه جاذبه در طب، تشکیل Varicose ورید ها در پاها است . طوریکه قوه جاذبه بالای خون وریدی در مسیر حرکت آن بطرف قلب تاثیر می نمایند . مخصوصاً این اثر برای اشخاصیکه زیاد تر استاده می باشند به وجود می آید . فشارکه در ورید ها در پاها وجود دارد سبب تشکیل Varicose میگردد . تاثیر دیگر قوه جاذبه بالای استخوان ها است که در بعضی حالات در صحتمند بودن استخوان سهم می گیرد . هرگاه شخص در اقمار مصنوعی در زمان طولانی سفر نماید کم وزن شده یک مقدار منرال استخوان های خویش را از دست می دهد که این مشکل جدی در سفر های طولیل فضائی محسوب می شود . اثر محسوس دیگر قوه جاذبه سبب ضعیفی

استخوان ها می شود که عموماً در حالت استراحت طولانی در بستر این اثر  
ملاحظه می گردد . (4،6،10)

#### 4-10 قوه اصطکاک

هر زمان که دو جسم با هم تماس پیدا میکنند، یا دو سطح در تماس با  
هم حرکت رخ میدهد ، مقاومتی بوجود می آید که با حرکت نسبی دو  
جسم مخالفت مینماید . این قوه اصطکاک نامیده میشود . عامل اصلی برای  
تولید قوه اصطکاک قوه جاذبه مالیکولی بین دو جسم هم جنس و مختلف  
الجنس است . این عامل از یک جنس به جنس دیگر و از یک سطح به سطح  
دیگر متفاوت است .

اصطکاک سه قسم است :

1- اصطکاک چسپیده (ستاتیک )

2- اصطکاک لغزنده (دینامیک )

3- اصطکاک لولان

در جامدات مقدار قوه اصطکاک در شروع حرکت بواسطه فرو رفتن  
نا همواری های دو جسم که در یکدیگر وجود دارد بین نقاط مختلف سطح  
تماس زیاد است ، که آن را اصطکاک چسپنده مینامند که تابع قوانین ذیل  
است :

1- قوه اصطکاک با قوه فشار دهنده بروی سطح نسبت مستقیم دارد .

2- قوه اصطکاک با نا همواری های سطوح تماس دو جسم و جنسیت سطح  
آنها نسبت مستقیم دارد .

3- به مساحت تماس دو جسم بستگی ندارد .

اگر یک کنده چوب را با سرعت بروی میز کش نموده رها نمائیم، حرکت آن بتدریج کم شده متوقف میگردد. قوه ای که به حرکت جسم مخالفت میکند و سبب توقف آن میشود ، قوه اصطکاک لغزنده نامیده میشود که مربوط است به :

- عمل متقابل سطح تماس دو جسم
- اصطکاک خارجی (جسم جامد) و یا اصطکاک داخلی (طبقات داخلی مایع)

اصطکاک داخلی از عمل متقابل میان قشر یا لایه های مایع و یا گاز که نسبت بهم در حرکت هستند بوجود میآید. قوه اصطکاک که بین دو سطح در حال سکون بوجود می آید بنام اصطکاک ساکن یا ایستاتیکی<sup>4</sup> یاد میشود. در صورتیکه جسمی روی جسمی دیگر بلغزد ، نوع دیگری از قوه اصطکاک وجود خواهد داشت که بنام قوه اصطکاک لغزنده یاد میشود . اگر قوه اصطکاک را به  $\vec{f}_R$  و قوه فشار را به  $\vec{N}$  نشان بدهیم نوشته میتوانیم که

$$f_R = \mu \cdot N \dots (6-4)$$

در معادله (6-4)  $\mu$  ضریب اصطکاک است که به سطح تماس و جنس آنها بستگی دارد.

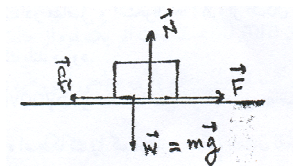
$$\mu = \frac{f_R}{N} \dots (7-4)$$

<sup>4</sup> - static friction

در حرکت بروی سطح افقی قوه فشار (نارمل) برابر به وزن جسم است بناءً:

$$f_x = \mu \cdot mg \dots\dots (8-4)$$

و در حرکت بروی سطح مایل مطابق شکل (4-4) مساویست به:



(3-4)

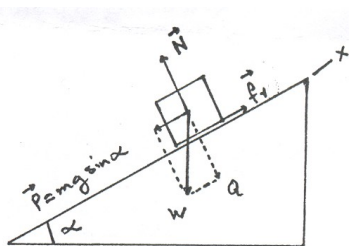
$$N = Q = mg \cos \alpha \dots\dots (9-4)$$

$$p = f_r = mg \sin \alpha \dots\dots (10-4)$$

$$\mu = \tan \alpha \dots\dots (12-4)$$

$$f_r = p$$

$$f_r = \mu N \Rightarrow \mu = \frac{f_r}{N} = \frac{mg \sin \varphi}{mg \cos \varphi} = \tan \varphi \dots\dots (11-4)$$

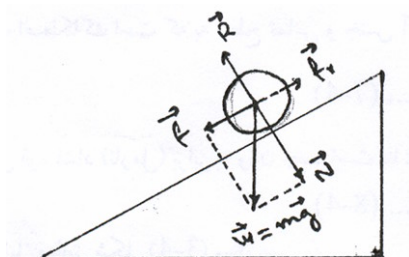


شکل (4-4)

در صورتیکه جسم بروی سطح که با افق زاویه  $\alpha$  را تشکیل میدهد بلغزد در اینصورت اصطکاک دوار وقتی وجود دارد که جسم کروی بروی سطح قاعده لول بخورد. هر گاه یک استوانه روی سطح مایل قرار داده شود و زاویه میل آن را زیاد ساخته برویم تا زمانی که استوانه به حرکت آید. یا اضافه ساختن میل سطح و وزن استوانه به این نتیجه میرسیم که ضریب اصطکاک تابع میل و شعاع استوانه میباشد. طبق شکل (4-6). اصطکاک دوار دارای واحد طول میباشد. [17, 9, 11]

$$\mu = r \cdot \tan \varphi \dots\dots(12-4)$$

$$f_r = \frac{\mu}{r} N \dots\dots(13-4)$$



شکل (6-4)

#### 11-4 میکانیزم اصطکاک

سطح جسم جامد اگر کاملاً صیقلی هم باشد با آن هم روی سطح تماس بر آمدگی و فرورفتگی و سایر بی نظمی میکروسکوپی وجود دارد. از جانب دیگر سطح از اکساید ها، قشر چسپنده ای از گاز ها و مایعات خارجی پوشیده شده است. وقتی سطوح دو جسم در تماس هم قرار میگیرند، بر آمدگی ها و فرورفتگی های میکروسکوپی درهم میروند و باعث ایجاد مقاومت در حال حرکت و یا در حال سکون میشوند. تبادل قوه مالیکول ها و اتمهای بین سطوح از جمله عوامل اصطکاک میباشد.

#### 12-4 قوه اصطکاک در مایعات و گازات

هنگامی که یک جسم در مایع و یا گاز با سرعت های نسبتاً کند حرکت کند، میتوان قوه اصطکاک را تقریباً متناسب با سرعت و در جهت مخالف حرکت در نظر گرفت. این قوه اصطکاک به علت چسپندگی و یا لزوجیتی است که در مایعات و گازات وجود دارد. محصله این قوه ها از فارمول ستوکس بدست میاید. در فارمول بالا (V) سرعت، (r) شعاع کره و

17 ثابت لزوجیت مایع و یا گاز است . و ا حد لزوجیت در سیستم بین المللی (SI) به نیوتن . ثانیه بر متر مربع ( $N.s/m^2$ ) یا پواژ بیان میشود .

#### 4-13 کاربرد اصطکاک

مرکبه افقی کری پای شخص هنگام بر خورد با سطح زمین 0,15 چند وزن شخص است. برای اینکه در هنگام حرکت از لغزیدن کری پای جلو گیری شود باید قوه اصطکاک  $W$  0,15 باشد (W وزن شخص است). هرگاه شخص روی یخ یا سطح روغنی که ضریب اصطکاک آن کمتر از 0,15 است قرار گیرد شخص می لغزد و بزمین می افتد .

وقتی که مفاصل حرکت می کند باید قوه اصطکاک خنثی شود ولی این قوه برای مفاصل سالم خیلی کوچک است . ضریب اصطکاک در مفاصل و استخوان ها اکثراً از اشکال انجینری مواد بسیار پایین است و هرگاه قسمتی از مفاصل مرضی شود اصطکاک بلند می رود.

مایع Synovial در ساده ساختن حرکت بین مفاصل رول عمده دارد . تغییر غیر طبیعی در کیفیت این ساختار اختلال های حرکتی را به وجود می آورد . لعاب دهن زمان جویدن غذا نقش ساده ساختن را داشته قوه اصطکاک را کم میسازد . هنگام بلعیدن لقمه نان موجودیت لعاب دهن قوه اصطکاک را میتوان احساس کرد . بیشتر اعضای بدن کم یا بیش در هر وقت که قلب می تپد حرکت می کند ، با هر تنفس، شش ها درون قفس سینه حرکت میکنند ، روده ها برای حمل غذا به مقصد نهایی خود حرکت منظم



دارند . خون در ورید و شرایین جریان دارد . در تمام این اعضا اصطکاک حرکت را متأثر می سازد شامل است. برای کم ساختن اصطکاک در قسمت های مختلف بدن عوامل مؤثر با میکانیسم های خاص و طبیعی تدابیر میگردد . در شفاخانه ها هنگام داخل نمودن تیوب های معده وی ، سوند های مقعدی، کتیرها اصطکاک بین تیوب و عشای که این تیوب ها از روی آن میگذرد ممکن است . در این مثال ها توضیح فرق اصطکاک چسپنده و لغزنده بخوبی دیده شده می تواند . در هنگام داخل نمودن تیوب از راه بینی به معده 1 عملاً مشاهده می شود که هر دفعه تیوب حرکت می کند باید بر اصطکاک چسپنده غالب شود و اگر تیوب را همراه با یک حرکت پیوسته داخل معده نماییم مقاومت کمتر ایجاد شده و مریض کمتر ناراحت می شود نسبت به اینکه به وقفه ها تیوب داخل معده گردد ، زیرا قوه اصطکاک چسپنده بیشتر از اصطکاک لغزنده است . بناء در آغاز حرکت جدار تیوب قوه بیشتر را متحمل شده مقاوت بیشتر می نماید و در زمان حرکت این قوه مقاومت کمتر است .

در اندوسکوپي ها به خصوص اندوسکوپي های دستگاه هضمی و ادرار برای از میان بردن اصطکاک که میتواند ایجاد زخم مجرا شود ، با

---

<sup>1</sup> - برای جلوگیری و رفع مشکل در عمل از روغن های مایع که اصطکاک را کم میسازد و یا از لزابه های ضد عفونی کننده قابل حل در آب ودر غیاب آن از آب استفاده به عمل میآید مثلاً خوردن تابلیت ها و کپسول ها با آب صورت میگیرد .

استفاده از کاهش دهنده های اصطکاک ، قوه اصطکاک بین سطح انساج و سطح تماس دستگاه اندوسکوپ را کم میسازند .

خلاصه اصطکاک در زندگی روزمره ما اهمیت اساسی داشته بدون اصطکاک راه رفتن و حتی گرفتن یک جسم بدست هم ناممکن است .

#### 14.4 تراکم (stress) و کشش (strain)

اگر قوه عامل روی سطح بخصوص اندازه گیری شود به آن تراکم (stress) و تغییر در ابعاد آنراکشش (strain) مینامند . اگر فاصله بین آنها تغییر کند ، کشش و تراکم وجود خواهد داشت . اگر تراکم از محصله قوه های ( قوه فی واحد سطح ) افزایش یابد ، انرژی یا قوه کشش به اندازه کاهش می یابند که آنها بطور کامل جدا شده شکستگی بوقوع می پیوندد . کشش میتواند تحت فشار نیز انجام گیرد . بطور عملی تراکم و یا فشار ، قوه فی واحد سطح در بدن است که در برابر قوه خارجی مقاومت میکند . در عمل نیروی خارجی را بار (load) در نظر میگیرند و این صرفاً بمنظور تمایز در برابر قوه ایست که از بدن وارد میشود .

تمام مواد هنگامیکه تحت اثر کشش و تراکم قرار گیرند در طول آن تغییر وارد میگردد . هرگاه پارچه استخوان جوان برای اندازه گیری بعد elangation در تحت کشش در آله مخصوص اندازه گیری قرار گیرد از گراف حاصله شکل (4-6) دیده می شود که  $(\text{Strain } \Delta L/L)$  حاصله در ابتدا بصورت خط بزرگ شده که نمایانگر متناسب بودن به  $(f/s)$  Stress میباشد ( قانون هوک ) . هرگاه قوه بزرگتر گردد در اینحالت طول

سریعتر بزرگ می‌گردد. هرگاه Stress در حدود  $120\text{N/m}^2$  برسد در اینصورت استخوان تحمل کرده نتوانسته می‌شکند. نسبت Stress بر Strain در ناحیه خطی گراف بنام مودول یونگ یاد می‌گردد یعنی.

شکل (7-4) نمایش کشش. ستراين

$$\text{Modulus Youngs } Y = \text{stress} / \text{strain}$$

$$Y = \frac{F/S}{\Delta l/l}$$

$$Y = F.L / S.\Delta l \dots (15-4)$$

از رابطه (15-4) میتوان تغییر طول  $l$  را نظر به عمل قوه چنین تحریر

نمود.

$$\Delta l = l.F / Y.S \dots (16-4)$$

در معادله (16-4)  $\Delta l$  تغییر طول،  $l$  طول اصلی،  $S$  مساحت مقطع

استخوان و  $Y$  مودول یونگ را ارایه می کند. رابطه فوق برای کشش و تراکم قابل تطبیق است.

فرض می کنیم طول استخوان پا  $1,2m$  و مساحت مقطع اوسط آن  $3cm^2$  باشد. مقدار کوتاه شدن استخوان را هنگامیکه وزن بدن  $700N$  بوده و بالای آن عامل باشد طور ذیل تعیین می کنیم. مودول یونگ  $Y = 1,8 \cdot 10^{10} N/m^2$  است.

$$\Delta l = \frac{l.F}{y.s} = \frac{1,2m \cdot 7 \cdot 10^2 N}{3 \cdot 10^{-4} m^2 \cdot 1,8 \cdot 10^{10} N/m^2}$$

$$\Delta l = 0,15mm$$

استرس ممکن است الاستیکی و یا غیر الاستیکی باشد. در استرس الاستیکی روند برگشت پذیری است و بعد از بر طرف شدن عامل بحالت اولی بر میگردد و در استرس غیر الاستیکی انتقال دائمی در ماده بوجود می آید. استرس به اشکال زیر موجود است.

- 1- استرس کششی که باعث افزایش طول جسم میشود.
  - 2- استرس فشاری که باعث کاهش طول میشود.
  - 3- استرس برشی که در برابر یک حرکت پیچشی مقاومت می کند.
  - 4- استرس پیچیده که مجموعه ای از استرس هاست.
- باید متذکر شد که استرسها بطور منفرد وجود ندارد.

#### مسائل

1- سر شخص که با سرعت  $1m/s$  راه می رود به میله فولادی برخورد می کند. فرض میکنیم سر او در حدود  $0,01sec$  و طی مسافه  $0,5cm$  متوقف می شود.

الف - اگر کتله سر شخص 4kg باشد قوه وارده چند است؟

ب - اگر میله فولادی روکشی به ضخامت 2cm داشته باشد زمان به  $\Delta t =$

0,04 sec افزایش می یابد. در اینصورت قوه وارده چگونه تغییر می کند؟

2- وقتی که قلب می تپد به 60g خون در مدت 0,1s سرعتی در حدود

1m/s بطرف بالا وارد می شود. اندازه حرکت بطرف بالا که به خون داده

می شود چند است؟ و قوه عکس العمل بطرف پایین که بر مابقی بدن وارد می

شود محاسبه نمایید؟

3- هرگاه در مدت یک ثانیه 1610G خون را از سرعت صفر به سرعت

4m/s برساند، چقدر قوه اعمال کرده است؟

4- اگر سرعت خون که در داخل ورید بزرگ به اندازه 20cm بالا می رود

140cm/s باشد و بخواهد با همین سرعت بر خلاف جاذبه زمین بالا حرکت

کند، چه تعجیل را باید داشته باشد. اگر قوه جاذبه حذف و سایر عوامل ثابت

باقی بماند سرعت در پایین همین فاصله 20cm چقدر است؟

5- شخصی با کتله 50kg که در حال پریدن از ارتفاع 1m است، پس از

فرود آمدن بزمین با سرعت 4.5 m/s حرکت می کند. فرض کنید که روی

دوشکی فرود آمده و در حدود 0,2 sec متوقف شود قوه موثر به آن چند

است؟

6- یک استوانه مسی با کثافت  $9 \text{ g/cm}^3$  که طول آن 6cm و قطر آن

50mm است، تحت اثر یک قوه از حالت سکون شروع به حرکت می کند

و فاصله 100m را در مدت 10sec بحرکت تعجیلی منظم بالای سطح افقی طی می کند مطلوب است.

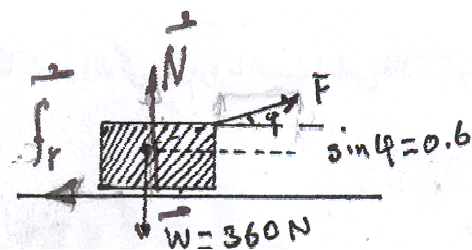
الف - سرعت استوانه بعد از 10sec ؟

ب - قوه ای که سبب حرکت گردیده است؟

ج - تعجیل حرکت ؟

7- در تجربه ای غرض تعیین ضریب اصطکاک یک کنده چوب 3kg را به وسیله دینامومتر که ثابت فنر آن 50N/m است روی سطح میز با سرعت ثابت کشیده می شود . اگر در این تجربه طول فنر از 6cm به 15,8cm برسد ضریب اصطکاک چند است؟

8- قوه 100N مطابق شکل ذیل به جسمی وارد می شود . اگر جسم ساکن بماند و ضریب اصطکاک 0,3 باشد قوه اصطکاک در اینحالت چند است ؟



9- اگر برای حرکت دادن یک صندوق به وزن 108kg در زمین یک قوه

معادل 360 N لازم باشد . ضریب اصطکاک در امتداد سطح چقدر است ؟

10- برای حرکت دادن یک صندوق 90 کیلوگرمی بروی سطح باهمین

ضریب اصطکاک  $\mu$  چند نیوتن قوه لازم است؟

11- یک توپ هاکی که  $1,1\text{N}$  وزن دارد پیش از توقف  $15\text{m}$  روی یخ می لغزد. مطلوب است .

الف - اگر سرعت اولیه آن  $6,1\text{m/s}$  باشد قوه اصطکاک میان توپ و یخ چند است ؟

ب - ضریب اصطکاک لغزنده را محاسبه کنید ؟

## فصل پنجم

### ستاتیک

#### معلومات عمومی

دو مساله در مورد قوه های وارد بر بدن وجود دارد ، یکی اینکه از اثر آن بدن در حال تعادل قرار میگیرد و دیگر بدن بالاثر آن تعجیل میگیرد . مسأله اولی را ستاتیک و مسأله دوم را دینامیک پاسخگوست . هنگامیکه جسم تحت اثر قوه های متوازن همزمان قرار گیرد نظر به شرایط عمل قوه جسم حالت های مختلف را دارد . در این بخش فزیک ما حالتی جسم را مورد مطالعه قرار میدهم که تحت اثر قوه های نامتوازن و مختلف جهت قرار داشته و در حال تعادل آید .

#### 5-1 مرکز کتله

هر جسم از نقاط مختلف به کتله  $m_i$  و وزن  $p_i$  تشکیل یافته است و همه قوه های وزن باهم موازی و همجهت هستند. این قوه ها را میتوان بیک قوه واحد که محصله آنهاست و وزن  $p$  جسم میباشد، کاهش داد. این نیروی محصله به نقطه ای اثر میکند که مرکز کتله نام دارد.

مرکز کتله هر جسم نقطه ای است که تنها به شکل هندسی چگونگی توزیع کتله به آن بستگی دارد. اگر  $n$  ذره به کتله های  $m_1, m_2, \dots$  در راستای یک خط مستقیم داشته باشیم بر حسب تعریف مرکز کتله این ذرات نسبت بیک مبدا مختصات  $X$ :



$$x_G = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2 \dots + m_n x_n}{m_1 + m_2 \dots + m_n} = \frac{\sum_1^n m_i x_i}{\sum_1^n m_i} \quad \dots(1-5)$$

و اگر ذرات در صفحه پراکنده باشد مختصات  $Y$  مرکز کتله نیز بدست میآید.

$$Y_G = \frac{m_1 y_1 + m_2 y_2 \dots + m_n y_n}{m_1 + m_2 \dots + m_n} = \frac{\sum_1^n m_i y_i}{\sum_1^n m_i} \quad \dots(2-5)$$

طبیعی است که برای بدست آوردن مرکز کتله  $Z_G$  راهمین ترتیب محاسبه میکنند.

مرکز کتله (مرکز ثقل) اجسام با اشکال مشخص هندسی را میتوان بدست آورد. مرکز کتله یک کره، مرکز کره و مرکز ثقل یک مکعب محل تقاطع قطرهای آن میباشد. اجسامی که روی یک سطح قرار میگیرند دارای سه نوع تعادل هستند:

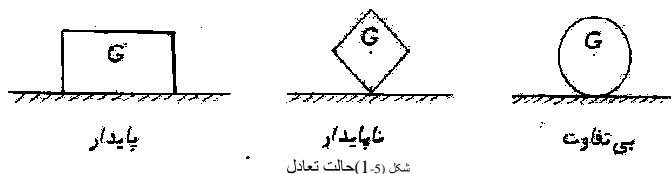
1- تعادل پایدار

2- تعادل ناپایدار

3- تعادل بی تفاوت

اگر خط عمودی که از مرکز ثقل میگذرد، در سطح اتکای جسم قرار گیرد، تعادل پایدار است. قوه ای که سبب تغییر مختصه حالت جسم میشود با قوه ای سعی میکند جسم را در حالت اول بر گرداند مقابله میکند. در حالت ناپایدار، تغییر مختصه حالت جسم، جسم را از تعادل خارج آنرا واژگون میسازد. برخی اجسام کروی شکل تعادل بی تفاوت دارند و تغییر مختصه حالت جسم،

جسم را از تعادل خارج و آن را واژگون میسازد. به سه شکل ذیل توجه کنید.



مرکز ثقل یک جسم سخت نسبت به شکل جسم ثابت و ممکن است در داخل جسم نباشد. اگر بدن انسان را جسم سخت فرض کنیم، در یک حالت و وضعیت مشخص دارای مرکز ثقل ثابت خواهد بود ولی به علت انعطاف پذیری و حرکت و همچنین تغذیه و دفع، مرکز ثقل تغییر میکند. مرکز ثقل بدن شخصی که راست استاده است، در حدود سطح دومین مهره ستون فقرات و روی خط قائمی قرار دارد که حدود 3 سانتی متر از جلو مفصل پاها میگذرد. این نقطه با حرکت دستها و یا سر تغییر میکند. طور مثال اگر شخصی دست های خود را بالای سرش برد این نقطه او در حدود چند سانتی متر بالا می رود. توانائی تغییر مرکز ثقل بدن با حرکت های مختلف در حفظ تعادل چه در حال راه رفتن و چه در حرکت های ورزشی اهمیت زیاد دارد.

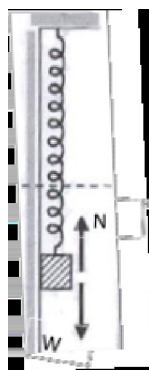
## 5-2 مفهوم ستاتیک (تعادل)

وقتی یک جسم بروی میز گذاشته شود. یقیناً بدون اثر قوه خارجی بحالت سکون باقی میماند. هم چنان اگر در دو کفه ترازو دو وزن مساوی گذاشته شود کفه ها در حال تعادل می آید. میدانیم که در این حالت قوه ها

دخالته دارد اما محصله آنها صفر است. در این حالت گفته می شود که جسم در حال تعادل است. در فصل چهارم بیان گردید که اگر جسم ساکن باشد یا در حال حرکت یکنواخت، محصله قوه های خارجی بالای جسم صفر است و جسم تعادل انتقالی دارد. مجموع قوه ها بالای جسم در مستوی های X و Y طور زیر نوشته می شود.

$$\sum F_x = 0 \quad \sum F_y = 0$$

اگر یک وزن 200 گرام به انجام فنر آویخته شود. فنر یک مقدار کش شده و بحالت تعادل می آید. طبق شکل (5-2) در این حالت قوه ای از اثر وزن فنر را بطرف پایین کش میکند و قوه ارتجاعی فنر به طرف راست مساوی میباشد. یعنی



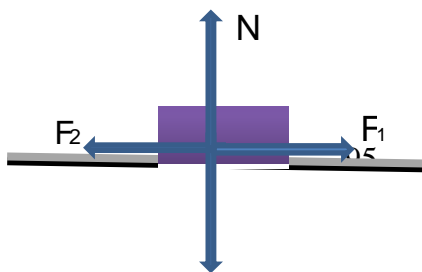
شکل (5-2)

$$W - N = 0$$

$$W = N \dots\dots(1-5)$$

یا

اگر یک وزن طبق شکل ذیل تحت اثر قوه  $F_1$  بطرف راست کش شود و تحت اثر قوه  $F_2$  بطرف چپ هرگاه قوه های  $F_1$  و  $F_2$



شکل (5-3)

W

مساوی باشند ، جسم ساکن باقی میماند. یعنی وزن در حال تعادل قرار دارد .  
شکل ( 5-3 )

در این صورت مجموع قوه های عامل به جسم بروی محور X و Y مساویست. یعنی :

$$X : F_1 - F_2 = 0$$

$$Y : N - W = 0$$

بناءً تحت شرایط فوق گفته میتوانیم که جسم تحت اثر قوه های موثر خارجی در حال تعادل قرار دارد . اما حالتی وجود دارد که محصله قوه ها صفر است . اما جسم در حال تعادل قرار ندارد . مثلاً اگر یک میله که بدو کنار آن وزن های مساوی قرار دارد از یک نقطه میله آویزان گردد . ممکن است میله دوران کند . از اینجا نتیجه میشود که اگر محصله قوه های عامل صفر باشد ، شده میتواند که جسم در حال تعادل نباشد . میزان دوران جسم نه تنها به مقدار قوه بستگی دارد بلکه به طول بازوی موثر این قوه نسبت به محوری که بحول آن دوران صورت میگیرد بستگی دارد . حاصل ضرب قوه عامل در طول بازوی آن مومنت تعریف میگردد . اگر مومنت را به M نشان بدهیم نوشته میتوانیم :

$$... ( 5-2M = F \cdot L )$$

در معادله ( 5-2 ) L طول بازو و F قوه عامل است. (7،9،16 )

### 3-5 شرایط تعادل

گفته میشود که یک جسم در حال تعادل است. اگر بالای آن جسم هیچ قوه اثر نه کند. اما اگر تحت اثر قوه های نامتوازن جسم در حال تعادل قرار گیرد تنها شرط کافی این نیست که مجموع قوه های بالای جسم صفر باشد. چنانچه دیده میشود که در صورت couple محصله قوه های صفر بوده اما جسم حرکت دورانی دارد. پس شرط لازمی و کافی برای حالت تعادل عبارت است از:

$$\left(\sum_{i=1}^N F_i = 0\right) \text{ or } \sum F_x = 0, \sum F_y = 0, \dots, \sum M_z = 0, \dots (3-5)$$

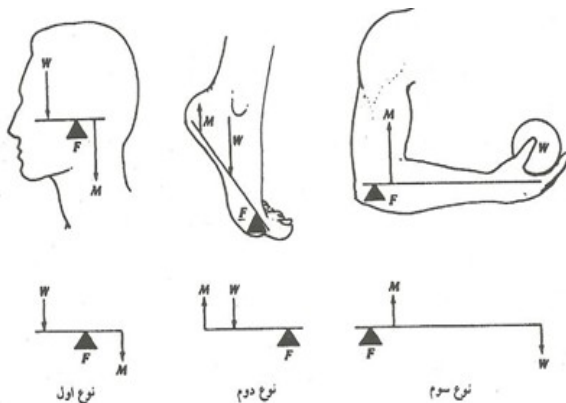
حالت خصوصی

برای اینکه یک جسم در حال تعادل کامل باشد باید شرط تعادل انتقالی و مومننت دورانی مساوی به صفر باشد.

$$\text{اگر } \sum_{i=1}^n M_i = 0 \text{ و } \sum_{i=1}^n F_i \neq 0 \text{ باشد جسم دارای حرکت انتقالی}$$
$$\text{اگر } \sum_{i=1}^n M_i \neq 0 \text{ و } \sum_{i=1}^n F_i = 0 \text{ باشد جسم حرکت دورانی می نماید.}$$

#### 5-4 ستاتیک عضلات و استخوان ها

اکثرا سیستم عضلات و استخوان به مثل رافعه عمل می کنند. طوری که در اشکال a, b, c (4-5) نشان داده شده است.



رافعه ها نظر به نقطه اتکا به سه نوع اند:

نوع اول شکل (a)

نقطه اتکاء میان قوه موثر و مقاوم است

نوع دوم شکل (b)

قوه مقاوم میان قوه موثر و نقطه اتکاء قرار دارد

نوع سوم شکل (c)

قوه موثر میان قوه مقاوم و نقطه اتکا است. در اشکال فوق  $W$  وزن،  $M$  قوه

عضله و  $F$  قوه وارد به نقطه اتکا می باشد.

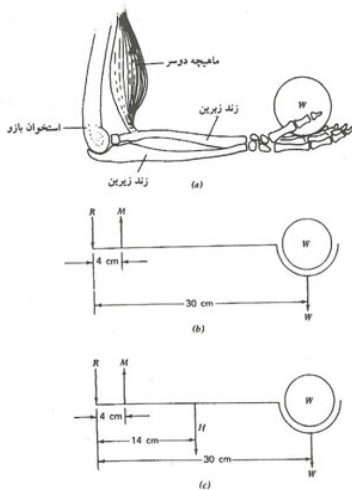
## 5-5 تطبیق ستاتیک بالای سیستم عضلات و استخوان ها

حرکت در بدن انسان کاملاً بوسیله مومنت های که از ماهیچه ها

حاصل و در فاصله معینی نسبت بیک نقطه وارد میشوند بوجود می آید و میتوان

گفت که هر حرکتی در بدن نتیجه تغییر مومنت های مختلفی است که در یک حرکت وجود دارند .

1. حرکت ساعد در دست نتیجه ترکیب وکتور های حاصل از ماهیچه دو سره (Biceps) بازو است.طبیعی است که ساعد زیر تاثیر محصله مومنت حرکت خواهد کرد.این مومنت ها که روی ساعد اثر میکند،ممکن است بقسمی اثر کند که حرکات بالا ، پائین، چپ،راست و یا دوران را سبب شود.  
اگر وزن  $W$  توسط دست به سطح افقی مطابق شکل (5-5) قرار دهیم قوه ایکه توسط عضله دوسره (Biceps) تولید می شودچنین محاسبه می نمائیم



با در نظر داشت شرایط تعادل نوشته شده شکل (5-5) تولید قوه در عضله دو سره

$$w.30cm - m.4cm = 0$$

$$m = 7.5w$$

بناء گفته می توانیم که، قوه که در عضله دوسره تولید می شود 7.5 چند وزن است که در دست گرفته شده است . اگر وزن که در

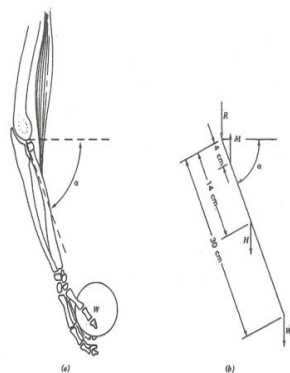
دست گرفته شده 100 نیوتن باشد، قوه ای که توسط عضله دوسره تولید می شود 750 نیوتن خواهد بود .

اگر وزن دست را نیز در نظر بگیریم نوشته می توانیم که :

$$M.4cm - H.14cm - w.30cm = 0$$

$$M = 3.5H + 7.5w$$

2. حال اگر ساعد به اندازه  $\alpha$  نظر به حالت قبلی تغییر بخورد بعد از دریافت مومنتها نظر به نقطه اتصال دیده می شود که قیمت  $M$  ثابت باقی می ماند اما طول عضله دوسره تغییر می کند شکل (5-6)



شکل(5-6)

بطور کلی هر عضله با یک حد اقل انقباض و یک حد اکثر انبساط ( کش ) می شود .درین این دو حد نیروی ای که عضله می خواهد تولید کند اساساً صفر است . در طول این دو حد ، عضله قدرت توانائی حد اکثر نیرو را دارد . وقتیکه عضله دوسره منقبض می شود زاویه ساعد تاثیری بر میزان نیروی مورد

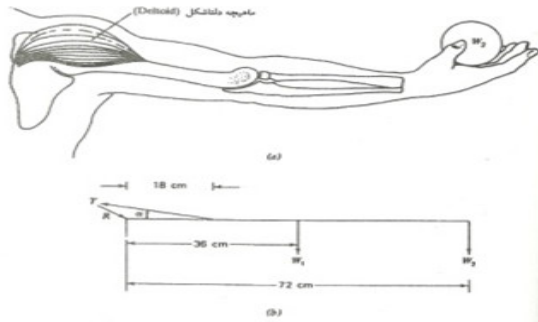


نیاز ندارد ، اما به طول عضله تاثیر گذار است شکل (5-7) طول عضله (ماهیچه) هنگام

استراحت (L) به طول مناسب برای تولید قوه حداکثر نزدیک است. در نصف این طول ماهیچه نمی تواند کوتاه تر شود و قوه تولیدی به صفر میرسد، در حالی که در طول معادل  $2L$  پاره گی برگشت ناپذیر در عضله (ماهیچه) رخ می دهد. حد اکثر قوه تولید شده توسط ماهیچه در طول مناسب معادل  $3.1 \times 10^7 \text{N/m}^2$  است.

بصورت عموم هر عضله دارای یک طول اصغریست که منقبض میگردد . در بین این دو نهایت نقطه وجود دارد که عضله قوه اعظمی را تولید میکند . بناءً هرگاه دست خویش را به حالت انبساط قرار دهیم در بازوی خویش قوه احساس میکنیم ، در صورتیکه آن را به زنج برسانیم عضله توانائی خود را از دست داده و قوه ای را احساس نمی کنیم .

3- هرگاه بازو بصورت افقی از قسمت شانه توسط عضله Deltoid مطابق شکل (5-8) بلند شود کشش که در عضله Deltoid بوجود می آید بطور ذیل محاسبه می گردد .



شکل (7-5)

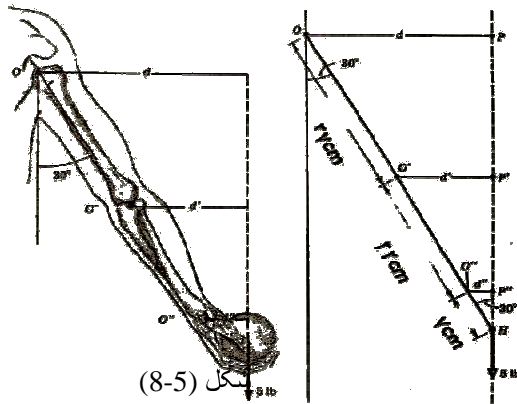
در شکل (8-5) کشش عضله Deltoid ،  $R$  قوه عکس العمل در نقطه اتصال شانه ،  $W_1$  وزن دست که در مرکز ثقل قرار دارد و  $W_2$  وزن را که در کف دست قرار دارد ارایه می دارد .

$$T \cdot 18 \cdot \sin \alpha - w_1 \cdot 36 - w_2 \cdot 72 = 0$$

$$T \sin \alpha = 2w_1 + 4w_2$$

$$T = \frac{2W + 4W_2}{\sin \alpha}$$

همانگونه که دیده می شود مقدار مومنت قوه نظر به محل اتکاء که محاسبه می شود بستگی دارد . در صورتیکه بازوی شخص با بدنش زاویه  $30^\circ$  درجه را تشکیل دهد طبق شکل (5-10) مومنت ها نظر به حالت قبلی فرق می کند. علت این است که فاصله عمودی این نقاط تا نقطه اثر قوه با طول قسمتهای مختلف بازو تفاوت دارد .



## 5-6 کار برد ستاتیک

مفهوم مجموع قوه ها که حرکت یا تعادل را سبب می شود میتوان در کشش عضله ها و هم بر حسب استفاده از کشش نشان داد. کشش عضله ها

عضله های بدن از رشته های تشکیل شده اند که از یک نقطه مشترک بنام تاندون (Tendon) یا نقطه اتصال در جهات مختلف امتداد می یابند و در اثر جمع قوه های اندام های مختلف بدن را به حرکت در می آورد. به ندرت اتفاق می افتد که رشته های تشکیل دهنده با هم موازی باشند بناءً به ندرت اتفاق می افتد که در عضله بزرگ جهت تمام قوه های تولید شده در عضله یکسان باشد.

از کشش در معالجه شکستگی ها استفاده به عمل می آید که یک نوع آن کشیدگی باک است طبق شکل (3-5) که معمولاً در شکستگی پاها بکار میروند .

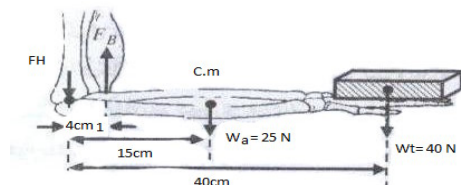
قوه ایکه به سبب جلو وزنه ها با قوه ای به سمت عقب کشش عضله و قوه اصطکاک میان مریض و تخت خواب خنثی میشود .

از دو نوع کشش در کارهای عملی طبی استفاده میگردد یکی با کشش تاب و دیگر متوازن . یک کار برد مفید تر اولین شرط تعادل، به شکل وزن کردن مریض که نمی تواند از چپرکت حرکت داده شود ، در نظر بگیرد . تمام چپرکت را نمی توان روی ترازو گذاشت ولی ممکن است در هر بار یک انتهای چپرکت را وزن کرد . آیا تمام چپرکت را میتوان بدین روش وزن نمود ؟

فرض کنید یک انتهای چپرکت وزن می شود عقربه ترازو 77kg را نشان میدهد وقتی که طرف دیگر چپرکت روی کفه ترازو گذاشته شود عقربه ترازو 98kg را نشان ، این بدین معنی است که به کف اتاق قوه ها بطرف بالا  $77\text{kg} + 98\text{kg} = 175\text{kg}$  وارد می شود تا چپرکت و مریض را نگهدارد . از اینجا که چپرکت معمولاً در حال تعادل است قوه ها بطرف بالا باید مساوی به قوه ها بطرف پائین باشد به این ترتیب با استفاده از قانون اول تعادل بصورت تقریبی وزن مریض تعیین میگردد . (4،7،16)

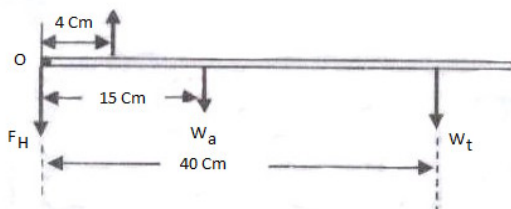
مثال: در شکل زیر قوه عامل توسط عضله دوسره (Biceps) Fb برای بالا نگهداشتن ساعد و جسم چقدر است .

$W_t$  وزن کتاب ،  $F_B$  قوه ای که عضله دو سره بازو وارد می کند .  
 $W_a$  وزن ساعد ،  $F_H$  قوه ای که استخوان بازو روی مفصل ارنج وارد می کند.



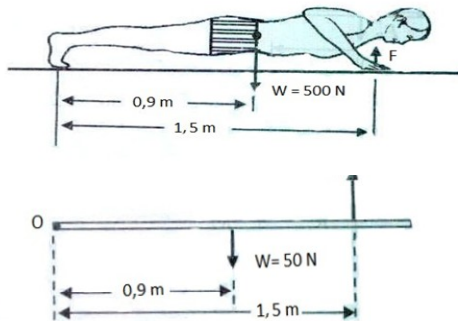
حل : مفصل ارنج را نقطه اتکا انتخاب نموده شرط تعادل را طور زیر تطبیق میکنیم .

$F_H$  در نقطه اتکاء صفر است . قوه های  $W_t$  و  $W_a$  متمایل اند تا ساعد را حول نقطه اتکاء در جهت عقربه ساعت دوران دهد و قوه  $F_B$  متمایل دارد ساعد را حول نقطه اتکاء در خلاف جهت عقربه ساعت دوران دهد . بنابراین :



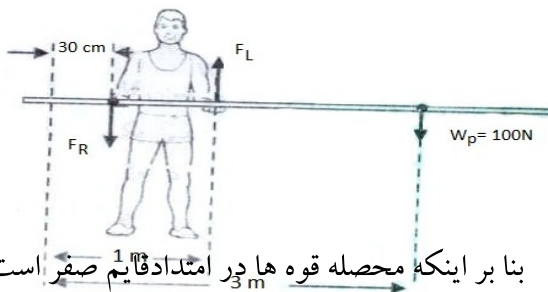
$$\sum M_I \equiv 0 \quad F_b(0.04) - w_a(1.05) - W_t(0.4) = 0$$
$$\rightarrow F_b = 3.75 + 16 / 0.04 = 493.75 \text{ N}$$

مثال : در شکل زیر ورزشکاری چه مقدار قوه با دستهایش به زمین وارد کند تا بتواند بلند شود ؟



$$\sum F_Y = 0 \leftrightarrow F(1.5) - W(0.9) =: F = 50 \times 0.9 / 1.5 = 30 \text{ N}$$

مثال: یک قهرمان دوش مطابق شکل با نیزه یکنواخت به طول 6 متر و کتله 10 کیلو گرام با فشار دست راست بطرف پائین و با فشار دست چپطرف بالادر حالت افقی نگهداشته است. قوه های  $F_L$  و  $F_R$  را بدست آرید؟



حل : رابطه (1) را بنا بر اینکه محصله قوه ها در امتداد قائم  $\frac{1}{3}$  م است و رابطه (2) را؛ بنا بر اینکه محصله مومنت ها نسبت نقطه 0 صفر است چنین نوشته می توانیم .

$$\sum F_L = F_R = 100N \dots (1)$$

$$\sum M_i = 0 \Rightarrow F_L(1) - F_R(0.3) - 100(3) \Rightarrow F_L = 300 + 0.3F_R \dots (2)$$

$$(1) \Rightarrow F_R + 100 = 300 + 0.3F_R \Rightarrow 0.7F_R = 200 \Rightarrow F_R = \frac{2000}{7} N$$

$$(2) \Rightarrow F_R = 300 + 0.3\left(\frac{2000}{7}\right) = 300 + \frac{60}{7}$$

$$\Rightarrow F_L = \frac{2700}{7} = 385.71 N$$

### مسائل

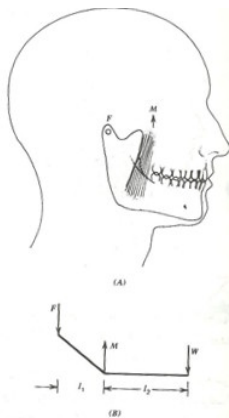
1- قوه‌های که در شکل نشان داده شده و به شکل یک رافعه عمل می‌کنند .  
اگر  $W$  وزن جسم ،  $M$  قوه عضله باشد بگویید قوه  $M$  بزرگتر از  $W$  است  
یا کوچکتر ؟



2- با در نظر داشت شکل (5-6) ثابت کنید که قوه عضله مستقل از وزن  
است ؟

3- اگر به اساس گراف (5-7) یک عضله توانایی  $\frac{10^7 N}{n^2}$  باشد  
و مساحت مقطع عرضی عضله  $20 \text{ cm}^2$  باشد معلوم کنید که توانایی عضله  
در طول نارمل چند است ؟

4- در شکل ذیل هرگاه  $M$  قوه ای را که عضله در وقت جویدن عمل می کند و فک را به اطراف نقطه اتکا ( $F$ ) بسته می نماید باشد و  $W$  قوه ای که توسط دندان های قدامی تولید می شود ارایه نماید با در نظر داشت شکل معلوم کنید .

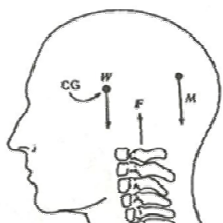


الف - اگر  $L_2 = 3L_1$  و  $W = 100N$  قیمت  $M$  را در یافت کنید؟

ب - اگر دندان های قدامی دارای مساحت  $0.5$  سانتی متر مربع باشد و به یک سیب تماس کند . قوه فی واحد سطح را به  $N/m^2$  جز الف دریافت کنید ؟

5- در شکل ذیل عضلات Extensor را که قوه  $M$  تولید می کند تا سر را به صورت راست نگهدارد نشان میدهد .  $W$  وزن سر که در مرکز ثقل در قدام قوه  $F$  مهره اول گردن تولید می شود موثر است. هرگاه سر دارای کتله  $4kg$  یا  $W = 40 N$  باشد. مطلوب است.

الف - مقدار قوه  $F, M$





ب - اگر مساحت سطح مهره

اول گردن که سر بالای آن

قرار دارد 5cm باشد .

فشاریکه در بالای آن وارد می

شود چقدر خواهد بود ؟

ج - این فشار چقدر خواهد بود ، اگر شخص به وزن 70 kg به سر ایستاده

شود . این فشار با حد اکثر قدرت تراکم  $7.10^8 \text{ N/m}^2$  چگونه مقایسه

میگردد .

6- عضله قادر است که حد اکثر قوه وارد بر واحد سطح  $3.1 \cdot 10^2 \text{ N/m}^2$  را

تامین کند .

الف - اگر سطح مقطع عضله  $20 \text{ cm}^2$  باشد حد اکثر قوه ایکه عضله در

طول عادی اش تولید کند چند است ؟

ب - قوه ای را محاسبه کنید که به این عضله وقتی که طول اش 1.5 برابر طول

عادیش باشد تولید کند ؟

## فصل ششم

### دینامیک حرکت دورانی

معلومات عمومی :

برای تشریح علل حرکت دورانی یا علل دوران یک جسم اساسات مهم حرکت دورانی را مطالعه و مطابق قوانین نیوتن علل حرکت دورانی را مورد بحث قرار میدهیم . هنگامیکه جسم روی مسیر منحنی حرکت می کند جهت سرعت آن در هر لحظه زمان تغییر میکند ، چنین حرکت را حرکت دورانی مینامند و حرکت دورانی یک حرکت تعجیلی است . قوه ایکه سبب تعجیل می گردد اثرات مهم آن در وجود انسان محسوس است ، این تاثیرات قسمأ در وزن ، سرعت ، دوران خون و فعالیت های مهم فزیولوژیکی بیشتر مطرح بحث است .

#### 6 - 1 حرکت دورانی

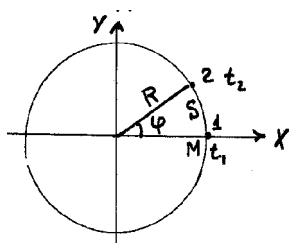
یک نوع مهم از این حرکت ، حرکت جسم متحرک روی مسیر دایره با سرعت ثابت است و حرکت روی مسیر دایره حرکت منحنی الخط یکنواخت است .

هرگاه جسمی با سرعت ثابت روی مسیر دایره با شعاع  $R$  دوران کند این حرکت را حرکت دورانی مینامند و حرکت دورانی یک حرکت تعجیلی است و تعجیل از سبب تغییر جهت سرعت بوجود می آید .

تعجیل در حرکت دورانی یک کمیت وکتوری بوده مقدار آن ثابت اما جهت آن با ادامه حرکت دایماً تغییر می کند .

## 6-2 معادلات حرکت دورانی

هرگاه جسم مادی  $M$  روی مسیر دایره به شعاع  $R$  در زمان  $t_1$  در نقطه 1 و در زمان  $t_2$  در نقطه 2 برسد طبق شکل (1-6) جسم مادی روی مسیر دایره قوس  $S$  را می پیماید که اندازه آن مربوط زاویه است. نظر به تعریف حرکت دورانی نوشته می توانیم.



$$\begin{aligned}\varphi &= \varphi_0 + \omega t \\ s &= s_0 + vt\end{aligned}\quad \dots(1-6)$$

شکل (1-6)

در معادله (1-6)،  $\omega$  سرعت زاویه —وی است. در زمان ،

متحرک در  $t = 0$  به نقطه 1 بوده  $\varphi = 0$

$$\varphi = \omega t \dots \dots \dots (2-6)$$

در حرکت دورانی زمان یک دور مکمل را پریرود حرکت می نامند در

این صورت بوده بناءً  $\varphi = 2\pi$

$$2\pi = \omega T \dots (3-6)$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \dots (4-6)$$

تعداد دور فی ثانیه را فریکونسی مینامند. واحد آن

هرتز و با پریر (Hz) خطه آن چنین نوشته می شود.

$$v = \frac{1}{T} \dots (5-6)$$

در رابطه (5-6) فریکوانسی نشان داده شده با در نظر داشت فارمول (4-6) متوانیم بنویسیم .

$$w = 2\pi v \dots (6-6)$$

هرگاه جسم M در زمان  $t_1$  در نقطه 1 در زمان  $t_2$  در نقطه 2 باشد در اینصورت نوشته میتوانیم که :

$$\omega = \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$$

لمیت سرعت زاویوی در صورتیکه  $\Delta t \rightarrow 0$  تقرب کند مساوی به سرعت لحظه وی است . یعنی

$$\omega = \lim \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = \frac{d\varphi}{dt} \dots (7-6)$$

وکتور سرعت در یک نقطه با خط السیر در همان نقطه مسیر مماس است . بناً وکتور سرعت بالای شعاع دایره عمود می باشد . در صورتیکه کوچک باشد .  $\varphi$

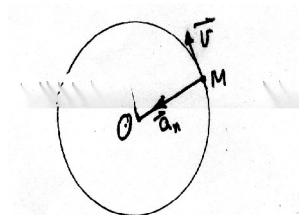
$$\varphi = \frac{S}{R} \Rightarrow S = R \cdot \varphi \dots (8-6)$$

$$\frac{ds}{dt} = R \frac{d\varphi}{dt}$$

$$V = R w \dots (9-6)$$

رابطه (9-6) رابط بین سرعت خطی و سرعت زاویوی می باشد . در حرکت دورانی منظم سرعت ثابت بوده اما از اثر تغییر جهت آن تعجیل بوجود می آید که جهت آن در هر لحظه بر شعاع حامل متحرک منطبق و

جهت آن بطرف مرکز دایره است. طبق شکل (2-6). این تعجیل را تعجیل  
 المکز می نامند و مساویست به :



شکل (2-6)

$$a_n = \frac{v^2}{R} = v \cdot \omega = R \omega^2$$

### 6-3 قوه جذب بمرکز و فرار از مرکز

هرگاه وزنه کوچک به انتهای یک ریسمان بسته شده را در سطح افقی بطور یکنواخت بر مسیر دایره با سرعت ثابت حرکت دهیم ، این احساس را خواهیم نمود که جسم ضمن دوران قوه به سمت خارج ریسمان وارد می کند و این قوه زمانی بزرگ احساس می شود که:

1- سرعت دوران جسم بیشتر باشد

2- جسم سنگینتر باشد

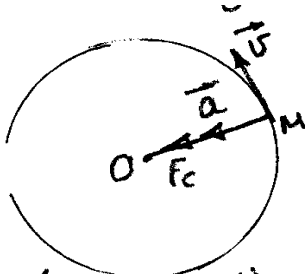
3- طول ریسمان افزایش یابد

جهت این قوه همیشه بطرف مرکز بوده و آن را قوه جذب بمرکز می نامند . و قوه ای که جسم در حال دوران بطرف خارج وارد می کند قوه فرار از مرکز یا گریز از مرکز می نامند . از لحاظ فنی قوه جذب بمرکز قوه ایست که سبب حرکت جسم در یک مسیر دایره با شعاع ثابت می شود و همیشه جسم با قوه فرار از مرکز در مقابل تغییر جهت حرکت بطرف خارج کشیده

می شود و این قوه از طرف جسم وارد می شود. این قوه تمایل به فرار از مسیر منحنی الخط می باشد. مماس به مسیر منحنی است شکل (3-6)  
 قوه جذب بمرکز مساویست به:

$$\left. \begin{aligned} F_c &= mRw^2 & F &= mvw \\ F &= m \frac{v^2}{R} = w \frac{v^2}{gR} \end{aligned} \right\} \dots (11-6)$$

مقدار قوه فرار از مرکز و جذب بمرکز در حال حرکت جسم روی مسیر دایره با هم مساوی اما جهات شان مختلف می باشد



شکل (3-6)

مثال های متعددی از قوه جذب بمرکز از قبیل حرکت مهتاب به دور زمین، قوه جاذبه زمین بر مهتاب، حرکت دایره وی موتور در سصح افقی، قوه اصطکاک میان چرخ ها در زمین قوه فرار از مرکز هنگام تیز کردن چاقو با کارد روی چرخ تیز گری وغیره اند. (4,511,13)

## 6 - 4 کار برد قوه دورانی

هنگام نشستن در موتوری که با سرعت حول یک منحنی حرکت می کند میتوان رویداد کشیده شدن به خارج موتور را به این دلیل احساس کرد.

قوه کافی برای نگهداشتن سر نشین در مسیر حرکت موتر وجود ندارد در عدم موجودیت قوه کافی به سمت مرکز جسم در خط مستقیم حرکت می کند که گمان می شود جسم به خارج مسیر پرتاب می شود .

موتری که با سرعت زیاد حول یک جاده منحنی حرکت می کند ممکن است چپه شود . قوه لازم برای حفظ موتر در جاده به نسبت مربع سرعت افزایش می یابد به همین دلیل در صورت دو برابر شدن سرعت موتر امکان خارج شدن موتر از مسیر منحنی چهار برابر میشود. برای جلوگیری از چپه شدن موتر در جاده ها سطح آن به داخل منحنی کج شده است ، یعنی سرک ها دارای میل معین می باشد . معمولاً در گولایی ها رانندگان برای جلوگیری سرعت را

اصغری مینامند . ساحه مهم استعمال قوه جذب بمرکز و فرار از مرکز در طبابت زیاد است از جمله سنتری فیوژ که اساس کار آن را تشکیل میدهد (4,10)

## 6 - 5 سنتری فیوژ (Centrifuge)

سنتری فیوژ آله مصنوعیست که تعجیل جاذبه را بصورت مصنوعی بلند می برد . ازین آله مخصوصاً برای جدا نمودن مواد معلق در مایع استفاده می شود . این آله رسوب مواد را در یک درجه آهسته که در تحت قوه جاذبه صورت میگیرد سرعت بخشیده و سبب رسوب مواد در یک مدت کم میگردد.

هرگاه یکمقدار ریگ را در یک تشت پر از آب اندازیم می بینیم که دانه های ریگ با یک سرعت کمتر نسبت به هوا در آب سقوط نموده و

ذرات بسیار خورد آن بصورت تعلیق در آب باقی می ماند . سرعت وسوب ذرات در مایع مربوط به سایز ، کثافت مایع و تعجیل جاذبه است . هرگاه بخواهیم ذرات کوچک را از مایع جدا نمائیم بوسیله سنتری فیوژ بصورت مصنوعی تعجیل جاذبه را در مایع بلند برده در این حالت ذرات کوچک مذکور از مایع جدا می شود .

## 6 - 6 تعیین سرعت رسوب ذرات در مایع

حالا رسوب یک جسم کوچک کروی را که کثافت آن  $\rho$  است در مایع که دارای کثافت  $\rho_0$  می باشد در ساحه جاذبه در نظر میگیریم . میدانیم که رسوب ذرات کوچک جسم به تاثرات غلظت بیک سرعت اعظمی می رسد . قوه کند کننده  $F_d$  سرعت نهایی  $V$  (سرعت رسوب) بوسیله رابطه ذیل تعیین می گردد .

$$F_d = 6\pi r \eta V \dots (13-6)$$

در رابطه فوق  $\eta$  شعاع جسم کروی سقوط کننده ،  $\eta$  لزوجست مایع را که جسم کروی در بین آن سقوط می کند ارایه میدارد . زمانیکه یک ذره با سرعت ثابت حرکت میکند قوه کند کننده در توازن است با قوه جاذبه به جهت پائین و قوه ارشمیدس بطرف بالا در مایع . بنابراین خواهیم داشت .

$$F_g = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho \cdot g \dots (14 - 6)$$

$$F_a = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_0 \dots (15 - 6)$$

$$F_d = 6\pi \eta r v$$

$$F_d = F_g - F_a$$

$$6\pi \eta r = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho g - \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_0 g$$

$$= \frac{4}{3} \pi r^3 g (\rho - \rho_0)$$



در حالت تعادل معادله فوق صرف در حالت ذرات کروی قابل تطبیق است . اما از فارمول فوق میتوان بحیث رهنما در مورد دیگر ذرات که به شکل مغلق اند استفاده نمود (6,8).

## 6 - 7 استفاده از سنتری فیوژ در طبابت

در بعضی از مریضی ها چون تب ، روماتیزم قلبی (Fever Rheumatic Disease ) یا مرض روماتیزم قلبی (Rheumatic Heart Disease ) و نقرص (gout) حجرات کریوات سرخ خون با هم تجمع نموده در نتیجه شعاع مجموعی کریوات که بوجود آمده بزرگ می شود و سرعت رسوب بلند می رود . تعیین درجه رسوب حجرات سرخ خون در تست های کلینیکی یک امر ساده و عادی است . با استفاده از فارمول سرعت رسوب ذرات در مایع در تست های طبی تعیین Hematocrit (فیصدی حجرات سرخ) در خون است .

میتود ستندرد Hematocrit عبارت از سنتری فیوژ نمودن خون در یک تیوب درجه دار برای مدت 30 دقیقه که سرعت 300 دور فی دقیقه در سنتریفیوژ عادی که اوسط شعاع آن 22cm است می باشد . با انجام این

عملیه کریوات سرخ خون در زیر تیوب رسوب نموده از پلازما جدا می شود و در تیوب درجه دار فیصدی حجم خون را که کریوات سرخ تشکیل میدهد تعیین میگردد.

هیمو توکریت نارمل از 40-60 فیصد است . در قیمت پائین تر از 40 فیصد دلالت به Anemia و به قیمت بلند تر از 60 فیصد دلالت به Polycythemia خواهد کرد .

سنتری فیوژ انواع زیاد دارد نظر به تعداد دور فی دقیقه ساحة استفاده شان فرق می کند .

Ultra Centrifuge به سرعت 40000 تا 100000 دور فی دقیقه دارای تعجیل موثر (geff) در حدود 300000 می باشد که این سنتری فیوژ در ریسرج و یا مطالعات پروتین ها و دیگر مالیکول های بزرگ مورد استفاده قرار میگیرد و در طبابت کلینیکی مورد استفاده قرار نمیگیرد . با بلند بردن g توسط سنتری فیوژ تعجیل موثر از رابطه ذیل بدست می آید .

$$geff = 4\pi f^2 r \dots (17-6)$$

در معادله (17-6) ، f درجه دوران در حرکت انتقالی (فزیکونسی )

فی ثانیه ، r شعاع سنتریفیوژ که محلول در آن موقعیت دارد می باشد . سنتریفیوژ های کلینیکی عادی نیز بدو شکل موجود است که بوسیله برق کار می کنند و یا توسط دست دوران می نمایند و از نظر تعداد دور فی ثانیه با هم متفاوت می باشند .

**8-6** تأثیرات تعجیل بر جسم

بصورت مختصر گفته می‌توانیم که تعجیل سبب بعضی از تاثیرات ذیل در جسم می‌گردد .

- بلند رفتن یا پائین آمدن وزن جسم

- تغییر در فشار هیدروستاتیکی داخلی

- تغییر شکل عضلات الاستیکی وجود

- تمایل معلق ماندن جامدات با کثافت های مختلف در مایعات ، یا به عبارت دیگر جدا ساختن ذرات جامد با کثافت های مختلف در بین مایعات .

اگر تعجیل بقدر کافی زیاد شود جسم کنترل را از دست می‌دهد .

زیرا جسم قوه کافی در عضلات ندارد تا این قوه تعجیل بزرگ را بر طرف

نماید . در تحت شرایط و حالت خاص با به وجود آمدن تعجیل در جسم خون

در نواحی مختلف دمه می‌شود . اگر ابتدا شخص از قسمت سر تعجیل بگیرد ،

کم بودن جریان خون در دماغ سبب تاریکی و بیهوشی وی خواهد شد . هم

چنان عضلات از اثر تعجیل کش شده در صورتیکه قوه بقدر کافی زیاد باشد

سبب پاره شدن عضله می‌گردد .

## 6 - 9 اثر های فیزیولوژیکی تعجیل

با پرواز انسان در فضا مسایل زیادی در ارتباط به قوه فرار از مرکز و

اثر های آن بر بدن انسان مطرح می‌شود . برای حل این مسایل و مطالعه اثر

های آن دستگاه های ساخته شده است که فضا نورد قبل از پرواز بمدارهای

فضایی در این دستگاه ها با تغییرات قوه جذب بمرکز و اثرات آن عادت می

کند .

هنگامیکه فضا نوردان با تعجیل زیاد در مسیر دایره حرکت می کنند، اگر ایستاده باشند تعجیل زاویوی و اگر خوابیده باشد تعجیل عرضی را حس خواهند کرد. بزرگترین اثر تعجیل در دستگاه دوران خون اعمال می شود. اگر هوا نورد ایستاده یا نشسته باشد مقدار  $g$  در جهت مثبت سبب راندن خون به قسمت های پایین بدن اش می شود. تعجیل زاویوی به اندازه  $2g$  سبب افزایش زیاد فشار خون در ورید های اندام های انتهایی بدن می شود و در حالت نشسته این افزایش زیاد نیست. زیاد شدن تعجیل زیاد از  $3-4g$  باعث سیاهی رفتن چشم ها و بدنبال آن بیهوشی میشود تا زمانیکه مقدار  $g$  کاهش پیدا کند و خون بمقدار کافی به سر بر گردد. در مقدار  $+g$  وضعی بنام فرو رفتن کره چشم پیش می آید که در اینحالت احشا شکمی و سینه به سمت عقب جابجا میشود

در مقدار  $g$  - بیرون آمدن کره چشم رخ میدهد درینحالت احشا به سمت جلو شکم جابجا میشوند. این اثرات بوسیله دستگاهی از نوع شکم بند کنترل می شود. در صورت جریان خون از قسمت های پائین به قسمت سر اعمال شود. مقادیر  $g$  - ممکن است اثرات زیان بار داشته باشد. در مقادیر  $g$  از  $4 - 5g$  پر خونی شدید مغز و علایم موقت روانی در اثر تورم مغز میشوند. اگر فشار شریان بسیار زیاد باشد ممکن است در رگهای خونی کوچک مغز یا در رگها سطحی سر پاره گی ایجاد شود. چون ضمناً مقدار بیشتری از مایع مغزی نیز به سمت خارج حرکت میکند، افزایش مایع سبب حفاظت رگها در مقابل جراحت می شود. چون چشم ها مانند مغز بوسیله مایع

مغزی حفاظت نمی شود لذا در مقادیر  $g$ - پر خونی شدید در چشم ها سبب سرخی چشم و کوری موقت می شود. (4,10 16)

## 10-6 بی وزنی

هنگامیکه گفته شود وزن یک جسم یا شخص در روی زمین، برابر به قوه ایست که از زمین به جسم یا شخص وارد میشود ( $w = mg$ ). وقتی شخص در لفت با سرعت یک نواخت حرکت می کند قرار دارد باز هم وزن شخص برابر به قوه جاذبه است. درینجا ما در برابر دو موضوع افزایش وزن و کاهش وزن قرار میگیریم.

1- هنگام حرکت لفت قوه ایکه شخص به تکیه گاه وارد میسازد بزرگتر از قوه جاذبه یا وزن است. درین حالت میتوان نوشت:

$$F=Q= m(g \pm a) \dots (18-6)$$

2- هنگامیکه شخص در یک سفینه بدور زمین گردش میکند تعجیل اش برابر به تعجیل جاذبه است ( $g=a$ ). درینحالت مطابق فارمول (18-6) مقدار  $Q=0$  است. بنا برین شخص در جایگاهش وارد میکند و بی وزنی را احساس مینماید.

پس با در نظر داشت شرایط فوق بی وزنی زمانی رخ میدهد که  $a=g$  باشد.

مسائل

- در یک دستگاه فرار از مرکز به شعاع  $6m$  چشمان شخص به وزن  $72kg$  به سرعت  $18m/s$  به سیاهی می‌رود. این نتیجه را بر حسب تعداد واحد های قوه جاذبه بیان کنید؟
- تعجیل موثر را در یک ستریفیوژ که شعاع آن  $22cm$  است و در یک دقیقه  $300$  دور میزند در یافت نماید ( $g=9,8m/s^2$ ).
- در یک ستتری فیوژ یک جسم با سرعت ثابت  $240cm/s$  دوران میکند. قوه فرار از مرکز را محاسبه کنید؟
- آفتاب در نقطه ای از کهکشان واقع است که فاصله آن از مرکز کهکشان  $30000$  سال نوری است و با سرعت معادل  $250km/s$  بدور کهکشان می چرخد، تعجیل جانب مرکز آفتاب نسبت به مرکز کهکشان چند است؟
- یک کارتن سیروم بالای کراچی گذاشته شده است و ضریب اصطکاک بین کارتن و کراچی  $0,4$  می باشد. کراچی در گولای جاده به شعاع  $100m$  حد اکثر با چه سرعتی حرکت کند تا کارتن سیروم از کراچی نه افتد؟
- مریضی طبق توصیه داکتر با سرعت زاویوی  $\text{Prod/s}$  بطور یکنواخت مسیر دایره ای را دور میزند. پریود حرکت آن چند است؟
- طفلی در یک چرخ فلک نشسته که شعاع دوران آن  $3m$  است و در هر دقیقه  $5$  دور میزند. سرعت حرکت چرخ فلک چند است؟

- طول عقربه دقیقه گرد یک ساعت دو برابر طول ساعت گرد آن است. نسبت سرعت خطی ساعت گرد چند است؟
- قلب انسان نارمل در یک دقیقه 70 مرتبه تپش می کند . فریکونسی آن چند است؟

## فصل هفتم

### جاذبه ، مرکز ثقل و وزن مخصوص

#### معلومات عمومی

قوه جاذبه زمین که بر همه اجسام روی زمین و یا نزدیک سطح آن اعم از ساکن و یا متحرک وارد می شود ، طوری اثر می کند که گویا کتله آنها در نقطه مخصوص بنام مرکز جاذبه یا مرکز کتله متمرکز شده است . کتله جسم نیز مشخصه از کثافت آن است . از مقایسه کثافت یک ماده بخصوص با کثافت آب خالص ، وزن مخصوص بدست می آید که یکمقدار عددی است و ذرات موجود در خون و سایر مایعات بدن را مشخص می کند . سه اصطلاح جاذبه ، مرکز ثقل و وزن مخصوص با یکدیگر مساوی نیستند شباهت ها و اختلافات شان درین فصل مطالعه می گردد .

#### 1-7 جاذبه

در فصل های گذشته جاذبه به قوه ای نسبت داده میشد که به اجسام در حال سقوط آزاد تعجیل  $9,8m/s^2$  بدهد و در معنی وسیع آن تنها به زمین محدود نمیشود. طبق قانون جاذبه که در سال (1672-1051) مطرح شد قوه جاذبه بین دو جسم در جهان با حاصل ضرب کتله ها نسبت مستقیم و با مربع فاصله بین آنها نسبت معکوس دارد که توسط رابطه ذیل بیان میگردد .

$$F = G \cdot M \cdot m / R^2 \dots (1-7)$$



M و m کتله های دو جسم ، R فاصله بین شان و G ثابت جهانی  
 جاذبه است که قیمت آن  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{Nm}^2/\text{kg}^2$  می باشد قیمت G<sup>1</sup>  
 از تجربه بدست آمده است .

$$F = G \cdot \frac{M \cdot m}{R^2}$$

مثال: قوه جاذبه بین زمین و مهتاب که کتله آنها بالترتیب  
 و  $m = 7,3 \cdot 10^{22} \text{Kg}$  کتله  $M = 6 \cdot 10^{24} \text{kg}$  من شان  $3,8 \cdot 10^9 \text{m}$  است مساویست  
 به :

$$F = 6.67 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24} \cdot 7.3 \cdot 10^{22} / (3.8 \cdot 10^7)^2$$

$$F = 2.10^{22} \text{N}$$

## 2-7 ساحه جاذبه

قانون عمومی جاذبه نشان میدهد که در اطراف هر کتله یک ساحه  
 جاذبه وجود دارد . اگر اجسام در این ساحه قرار گیرند توسط آنها جذب می  
 شوند . شدت ساحه جاذبه در هر نقطه عبارت از قوه ای است که بر واحد  
 کتله در آن نقطه وارد می شود .

## 3-7 تعجیل g یا کشش جاذبه

مقدار g یا کشش جاذبه بروی زمین یا نزدیک به سطح آن با تغییر  
 ارتفاع یا تغییر مکان بروی زمین تغییر می کند . مقدار g با افزایش ارتفاع به

---

<sup>1</sup> - در سال 1177 - 1798 قیمت G توسط لردکاوندیش  
 اندازه گیری دقیق گردید . گاوندیش عالم فرانسوی ( 1815 - 1731 )

اندازه 0,03 فیصد کاهش می یابد. مقدار  $g$  با تغییر مکان بروی سطح زمین نیز تغییر می کند. زیرا زمین کاملاً کروی نیست وجود انسان (عضلات و تاندونها) با تعجیل  $1g$  عادت دارند و با کمتر از  $1g$  ممکن حرکت بدن نا منظم شود.

اگر مقدار  $g$  در محل معین باشد میتوان وزن جسم را توسط معادله  $W = mg$  تعیین نمود. مثلاً وزن کتله  $1kg$  جسم در سطح زمین  $W = 9,8 N$  و لی در سطح ماه که تعجیل جاذبه  $1,6m/s^2$  است وزن  $1kg$  جسم  $1,6 N$  خواهد بود. (9.10,12)

#### 7-4 کار برد جاذبه در طبابت

قوه جاذبه آنچنان در زنده گی انسان ها و حیوانات با اهمیت است که درك عدم آن مشکل به نظر می رسد. در هم آهنگی اندام های بدن تر تیب خاص وجود دارد و در صورت حذف قوه جاذبه نظم حرکات بدن بر هم میخورد. در پدیده بی وزنی در فضا به علت تحریک گوش داخلی حالت تهوع به وجود می آید. بی وزنی اختلالاتی در گردش خون در رگها و قلب ایجاد میکند که با باز گذشت فضا نورد به زمین پس از چندی نظم مجدد بر قرار میگردد. فشار خون در رگها بالاتر از قلب (سر و گردن) کمتر از فشار خون در قسمت های پائین بدن (پاها) است. تغییر وضعیت بدن باعث تغییر فشار خون در نواحی مختلف بدن میشود. اثر جاذبه را در ورم کردن رگهای دست در صورتی که برای مدتی قابل توجهی آویزان باشد میتوان دید. تاثیر جاذبه بالای بدن بخصوص گردش خون بقدری است که در برخی از بی

نظمی ها از ورزشهای جاذبه استفاده میشود . برای جلوگیری از خفگی اطفال در اثر استفراغ سعی میشود تا با درست خواباندن طفل و با استفاده از قوه جاذبه مواد احتمالی را از دهان و راه تنفسی خارج کنند . این کار با بیماران جراحی که در بیهوشی هستند نیز انجام میشود. خروج عفونت از محلهای عملیات شده با استفاده از فشار کم و قوه جاذبه کار برد گسترده ای دارد . اندازه گیری میزان رسوب کرویات سرخ خون که در اثر قوه جاذبه انجام میشود ، به دانستن تغییرات بیوشیمی و پتالوژیکی خون اهمیت زیاد دارد . جریان خون و انتقال سیرم به خون نمونه ای از استفاده مستقیم قوه جاذبه در بدن است . بدون جاذبه مایعات فشار نخواهند داشت و بنابراین شستشو ها ، تزریق های داخل وریدی و انتقال خون امکان پذیر نخواهد بود . در واقع جریان خون بمقدار زیاد به قوه جاذبه بستگی دارد . معمولاً فشار خون وریدی در رگهای سر و گردن کمتر از انتهای بدن است . تغییرات موقعیت بدن ، فشار خون را در قسمت های مختلف آن تغییر میدهد در حالت ضعف خون طور موقت به مغز نمیرسد . برای مریضان که دارای بی نظمی جریان خون در پاها اند ، اغلب تمرین های جاذبه توصیه میگردد . اثر وضعیت خاص که بیمار قبل یا بعد از عمل جراحی در آنها قرار می گیرد تا اندازه به اثر های جاذبه بستگی دارد .

سر مریضان که ادویه بیهوشی صرف نموده است به یک طرف متمایل گذاشته می شود که تا زبان اش بطرف پائین قرار گیرد ، این عمل سبب سهولت زیاد در تنفس می گردد .

مریضان متبلا به پندیده گی صفاق اغلب به وضعیت نیم نشسته قرار میگیرند . پس از عمل جراحی گلو یا دهن معمولاً سر بیمار را پائین می آورند و در یکطرف قرار میدهند تا تحت اثر جاذبه مخاط مایعات از دهن او خارج شود . در جراحی مغز برای کم کردن خونریزی معمولاً جراحی در وضع نشسته یا نیم نشسته صورت می گیرد .

میزان سدیمانتاسیون در ایروترویست<sup>1</sup> (E.S.R) که یک تجربه تشخیصی است به اساس جاذبه بنا شده است . همین قسم مواردی مانند حاملگی عفونت خون ، تب روماتسمی و سرطان کرویوات سرخ خون تحت اثر جاذبه ته نشین می شود که در مبحث سنتری فیوژ مطالعه گردید . (8,14)

## 5-7 کار برد مرکز ثقل در بدن انسان

بدن انسان نیز مانند سایر اجسام دارای نقطه ایست که فرض می شود تمام کتله بدن در آن نقطه متمرکز شده است ، این نقطه را مرکز ثقل می نامند . در حالت ایستاده مرکز ثقل در حفره لگن خاصره جای دارد و خطی که بطور عمود از این نقطه رسم میشود از سطحی که بوسیله پاها محصور میشوند عبور میکند . قاعده بدن انسان همین سطح محصور میان پاهاست . بناءً هر قدر فاصله پاها بیشتر باشد این قاعده وسیعتر خواهد بود و با تغییر وضع بدن تغییر می کند . وقتیکه قدمی به پیش می برداریم مرکز ثقل فقط بالای یکی از پاها که بروی زمین است میآید . با برداشتن یک وزن توسط دست از سطح زمین

---

<sup>1</sup> - ترسب کریویوات سرخ (E. S . R) Sedmination Erythrocte

مرکز ثقل به سمت پیش تغییر می کند. برای حفظ مرکز ثقل به وضع طبیعی ماهیچه های پشت باید کشش به سمت عقب اعمال کند. اگر وزن بسیار نزدیک به مرکز ثقل باشد فشار کمتر به ماهیچه های پشت وارد می شود. در حمل اجسام سنگین اگر فاصله پاها از حد طبیعی بیشتر باشد. برقراری تعادل راحت تر صورت میگیرد. بهترین وضع نه تنها به خاطر حفظ ظاهر بلکه برای حفظ انرژی، قرار گرفتن به حالت مستقیم است. و اگر بدن راست باشد تعادل براحتی برقرار می شود. مریضی که استفاده از عصای زیر بغل را می آموزد باید خود را با تغییر مرکز ثقل از وضع عادی به نقطه ای که عادت ندارد وفق دهد.

## 6-7 وزن مخصوص

وزن مخصوص که در طبابت بصورت  $S_p g_r$  بیان میشود به کثافت نسبی نیز معروف است. کثافت نسبی عبارت از نسبت کثافت جسم بر کثافت آب. کثافت مخصوص بدون واحد است.

$$\text{وزن مخصوص} = \frac{\text{کثافت جسم مجهول}}{\text{کثافت آب}}$$

$$S_p g_r = \frac{\delta u}{\delta v} \dots (2-7)$$

وزن مخصوص خون 1,055 - 1,066 در تغییر است. اگر حجم آب موجود در خون کم شود یا مواد حل شده و یا شناور در آن زیاد شود وزن مخصوص خون زیاد می شود. (10,16)

## 7 - 7 اصل ارشمیدس 1

مفهوم شناوری به کثافت و وزن مخصوص (کثافت نسبی) مربوط میشود. ارشمیدس ریاضیدان قرن سوم اولین کسی بود که این مفهوم را عملاً به کار برد. اصل ارشمیدس چنین است.

جسمی در مایع یا آب غوطه ور است. با قوه ای مساوی به وزن مایع بیجا شده به سمت بالا رانده می شود. اگر شخصی ابتدا در هوا و سپس در آب وزن شود به نظر می رسد که مقداری از وزن خود را از دست داده است. این وزن کاسته شده در آب ناشی از قوه ایست که بدن را به سمت بالا می راند و مساوی به مقدار وزن آبی بیجا شده است

یکی از طریقه های تعیین وزن مخصوص یک جسم پیدا کردن کم شدن وزن ظاهری در آب است.

$$S_g = \frac{\text{وزن جسم در هوای گرم}}{\text{وزن جسم در آب گرم}} \dots 3.(7)$$

## 8-7 مورد استعمال قانون ارشمیدس در طب

برای تقویت عضلات و مفاصل اغلب از تمرین های زیر آبی استفاده میشود، زیرا در آب قوه ای کمتر برای تمرین عضلات در مقابل قوه جاذبه نسبت به هوا لازم است. مریض به کمک قوه شناوری در آب میتواند براحتی

---

1- ارشمیدس عالم یونانی ( 212 - 287 ق.م )

عضلات و مفاصل خود را حرکت دهد. هدف از این گونه روش ها حفظ و افزایش کار کرد ماهیچه های عضلات و جلوگیری از لاغر شدن و تغییر شکل های احتمالی بعدی است.

## مسائل

1- دو پرستار اجسامی را طوری نگهداشته اند که قوه های شان در بدن مساوی است . اگر پرستار اولی جسمی به وزن  $5,443\text{kg}$  را در فاصله  $0,50\text{m}$  از خود دور نگهداشته است . وزن جسمی که پرستار دوم در فاصله  $0,20\text{m}$  از خود دور نگهداشته است چقدر است ؟

2- اگر  $50\text{mL}$  پلاسما با کثافت نسبی  $1,03$  با  $100\text{ml}$  خون با کثافت نسبی  $1,06$  مخلوط شوند . کثافت نسبی این مخلوط چقدر است ؟

3- اگر کتله مهتاب  $7,34 \cdot 10^{22}\text{ kg}$  و کتله زمین  $5,98 \cdot 10^{24}\text{ kg}$  و فاصله مهتاب تا زمین  $4,10^8\text{m}$  باشد قوه جاذبه مهتاب و زمین چقدر است ؟

4- کتله زمین تقریباً  $81$  برابر کتله مهتاب است . اگر فاصله بین مراکز شان را به  $R$  نشان بدهیم ، در چه نقطه از این فاصله قوه جاذبه مهتاب و زمین بروی یک سفینه فضایی که عازم کره مهتاب است برابر می شود ؟

5- استوانه ای از چوپ به ارتفاع  $60\text{cm}$  را در داخل مایع به کثافت  $2\text{g/cm}^3$  مینمائیم .  $20\text{cm}$  از استوانه خارج مایع قرار میگرد کثافت استوانه چند است ؟

6- وزن یک قطعه لاک در هوا  $27\text{gr}$  و وزن ظاهری آن در آب  $f$   $12\text{gr}$  و وزن ظاهری آن در مایع به کثافت  $0,8\text{g/cm}^3$  چقدر است ؟

6- قوه جاذبه بین الکترون و پروتون را در اتم هایدروجن محاسبه کنید؟



7- جسمی که حجم اش 5L است 3,5kg کتله دارد . آیا این جسم شناور خواهد بود یا غرق می شود ؟ اگر شناور باشد چه مقدار از حجم آن غوطه ور خواهد بود ؟

## فصل هشتم

### کار و انرژی

اصطلاح کار، توان و انرژی در مکالمات روز مره مترادف هم بکار برده میشوند با وجودیکه هر کدام معنی مشخص دارند . هدف از این بخش واضح نمودن این واژه و ارتباط شان بیکدیگر میباشد .

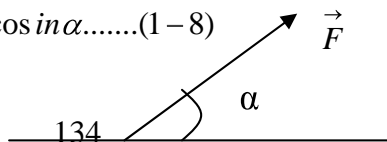
کار یک کمیت سکالری و مربوط است بمقدار قوه عامل و تغییر مکان جسم تحت اثر قوه ،توان مشخصه جسم بوده یک کمیت سکالری میباشد . انرژی که قدرت انجام کار است که در اشکال مختلف دیده میشود . انرژی یک مفهوم اساسی را در فزیک داشته و در فزیک بدن اهمیت بنیادی دارد .

#### 1-8 کار

روزانه ما در تمام فعالیت های خویش کاری را انجام میدهیم . اگر توسط عضلات خویش یک وزنی را از جایش بلند کنیم ما یک کاری را انجام داده ایم مقدار این کار را از خستگی عضلات خویش بصورت تقریبی تخمین کرده میتوانیم . در فزیک کار هنگامی انجام میشود که قوه ای سبب حرکت جسم شود ، طوریکه فاصله طی شده در اثر عمل قوه موازی و یا در جهت حرکت باشد .

هر گاه قوه عامل را به  $F$  ، تغییر مکان را به  $\Delta x$  و زاویه بین قوه عامل و تغییر مکان را به  $\alpha$  نشان بدهیم طبق شکل (1-8) نوشته میتوانیم

$$\Delta w = \Delta x \cdot F \cdot \cos \alpha \dots\dots(1-8)$$



هر گاه  $\alpha = 0$  گردد، درینصورت معادله (1-8) مساویست به

$$\Delta w = \Delta x \cdot F \dots\dots\dots(2-8)$$

کار یک اندازه الجبری است. اگر قوه متغیر باشد و تغییر مکان غیر مشخص، کارهای مربوط به تغییر مکانهای خیلی کوچک یعنی  $\Delta x = dx$ ، درینصورت میتوان نوشت؛

$$w = \int F \cdot dx \cos \alpha \dots\dots\dots(3-8)$$

واحدهای کار عبارتند از:

کار در سیستم C.G.S به Erg و در سیستم M.K.S به Joule اندازه میشود. بر علاوه واحدهای دیگری در اندازه گیری کار بصورت ذیل مستعمل است؛

$$1 \text{Joule} = 1 \text{Nm} = 1 \text{Kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

$$1 \text{Erg} = 1 \text{Dun} \cdot \text{cm} = 1 \text{g} \frac{\text{cm}^2}{\text{s}^2}$$

$$1 \text{Kg} = 9,8 \text{Nm} = 9,8 \text{Joule}$$

$$1 \text{Joule} = 10^7 \text{Erg}$$

## 2-8 توان

هر گاه دو شخص و یا د و ماشین عین مقدار کار را انجام دهند طوری که یکی ازینها به سرعت و دیگری به آرامی انجام دهند، نتیجه میشود که اولی در زمان کمتر نسبت به دومی همان مقدار کار را انجام داده است. بناءً مفهوم کار شامل کار و زمان است. یعنی کار اجرا شده در واحد زمان را توان مینامند.

اگر توان را به P نشان بدهیم نوشته میتوانیم:

$$P = \frac{\Delta W}{\Delta t} \dots\dots\dots(4-8)$$

$$\Delta w = p \cdot \Delta t$$

$$p = \frac{\Delta w}{\Delta t} = \frac{F \cdot \Delta x}{\Delta t} = F \cdot v \dots\dots\dots(5-8)$$

توان در سیستم M.K.S به Watt اندازه میشود

$$1 \text{ watt} = \text{Joul/sec}$$

$$1 \text{ Watt} = 10^3 \text{ kwatt}$$

$$1 \text{ Hp} = 736 \text{ watt}$$

### 3-8 انرژی

#### الف - انرژی حرکتی

این نوع انرژی مربوط به جسمی است که در حال حرکت میباشد. و از سبب کار تعجیلی حاصل میشود. کار قوه F روی یک جسم در یک تغییر مکان کوچک مساویست به ؛

$$dw = F \cdot dx \cdot \cos \alpha$$

$$v = \frac{dx}{dt}$$

$$F = ma = m \frac{dv}{dt}$$

$$dw = m \cdot v \cdot dv$$

اگر مجموع کار های انجام شده میان سرعت های V1 و V2 مورد نظر باشد. با انتیگرال رابط اخیر میتوان نوشت .

$$\int dw = \frac{1}{2} mv^2$$

$$w = \frac{1}{2} mv^2 \perp_{v_1}^{v_2} \dots\dots\dots(6-8)$$

مطابق رابط فوق انرژی حرکتی جسم متحرک به کتله m میباشد .

## ب - انرژی پوتنسیل

انرژی که وابسته به وضعیت جسم باشد ، انرژی پوتنسیل نامیده میشود .  
مثلاً بند نمودن آب در یا ، کوک نمودن و غیره که در جسم انرژی ذخیره  
مییابد .

$$E=m.g.h \dots\dots(7-8)$$

## 4-8 مصرف انرژی در فعالیت های وجود

در حالت استراحت در حدود 25 فیصد انرژی بدن را ماهیچه های اسکلتی و قلب ، 19 فیصد را مغز ، 10 فیصد را کلیه ها و 27 فیصد را کبد و طحال مصرف میکنند . منبع اصلی انرژی بدن انسان غذا است که بعد از یک سلسله مراحل و تعاملات کیمیاوی در سلول های بدن تولید میگردد .  
بدن از انرژی غذا برای فعالیت های گوناگون خود در داخل و خارج بدن استفاده میکند . در حدود 5 فیصد انرژی غذا با مواد غایبه و ادرار خارج و متباقی بصورت چربی در بدن ذخیره میشود .

## 5-8 واحدهای انرژی و توان

واحدهای زیادی انرژی و توان به ارتباط جسم استعمال گردیده ، فزیولوژیستها معمولاً واحد kcal را برای انرژی غذا و kcal/min را سرعت تولید حرارت بکار می برند . اما واحد مناسب و قبول شده برای انرژی joule و از توان watt و واحد مطالعه برای انرژی مصرفی met است .  
 $1\text{met} = 50 \text{ kcal/m}^2.h$

برای شخص نارمل  $1\text{met}$  تقریباً مساویست به انرژی که در حال استراحت مصرف میشود. یک مرد وصفی (Typical man) که در حدود  $1.85\text{m}^2$  و یک زن وصفی  $1.4\text{m}^2$  مساحت سطحی دارد. بناءً برای مرد مذکور

$$1\text{met} = 92\text{kcal/h}$$

$$1\text{cal} = 4.18\text{joule}$$

$$1\text{kcal /min} = 69.7\text{ watt} = 0.094\text{Hp}$$

$$1000\text{watt} = 1.43\text{kcal/min}$$

$$1\text{Hp} = 642\text{kcal/min} = 746\text{watt}$$

$$1\text{met} = 50\text{ kcal/m}^2.\text{h}$$

## 6-8 میزان متابولزم در بدن

میزان مصرف انرژی را در بدن میزان میتا بولیک می نامند . شخصی که 70 کیلوگرام وزن دارد روزانه در حدود  $10^7\text{joule}$  انرژی مصرف میکند . البته این مصرف به چگونگی فعالیت شخص بستگی دارد. میزان میتابولیک در رینحالت بصورت ذیل محاسبه میشود .

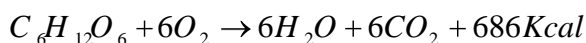
$$R = \frac{10^7\text{ joule}}{86400\text{s}} = 120\text{watt}$$

R در راه رفتن 230 وات ، در خواب و یا استراحت 75 وات و با فعالیت های مختلف تغییر میکند. احتراق با بکار گرفتن اکسیژن بوسیله بدن انجام میشود. میتوان از طریق شهیق و ذفیرمقدار اکسیجن مصرفی را تعیین کرد . با سوختن مواد غذایی مانند قندها ، چربی ، و پروتین ها در برابر مصرف هر لیتر اکسیجن در حدود  $2 \cdot 10^4\text{ Joule}$  انرژی آزاد میگردد که صرف کار

میخانیکی و حرارت میشود. قلب انسان ها به تنهایی مقدار قابل توجهی از انرژی مصرفی بدن را بخود اختصاص میدهد .

### 7-8 تبدیل انرژی در وجود

اوکسیدیشن در حجرات جسم صورت گرفته توسط عملیه احتراق حرارت آزاد میشود. هر گاه اکسیدیشن گلوکوز که یک قند معمولی است و به شکل یک سیروم غذایی استفاده میشود در نظر بگیریم، معادله اکسیدیشن برای یک مول آن مساویست به :



بخاطر باید داشت که یک مول هر گاز تحت شرایط معیاری دارای حجم 22.4L است. کیلو کالوری انرژی که از فی کیلو گرام مواد محترقه آزاد میشود مساویست به ؛  $686/180=3.8$  و

کیلو کالوری آزاد شده فی لیتر استعمال شده برابر است به ؛  
 $686/22.4 \times 6 = 5.1$  اکسیجن مصرف شده به کیلوگرام مواد محترقه به لیتر مساویست به ؛  $6.22,4/80=0,75$  کاربن دای اکساید آزاد شده از فی کیلو گرام مواد محترقه به لیتر ؛  $6.22,4/180=0,75$  نسبت مول کاربن دای اکساید تولید شده بر مول مصرف شده بنام Respiratory Quatint (Rq) مینامند. مشابه به این میتوان برای محاسبه شحم ها ، پروتین ها و کاربوهایدریت ها بکار برد .

جدول (1-8) نمونه ای از ارتباط انرژی با غذا ها و مواد

ارزش کالوری kcal/g	انرژی آزاد شده فی لیتر به kcal/l	غذا ( مواد محترقه )
--------------------	----------------------------------	---------------------

4.1	5.3	کاربوهایدریت
4.1	4.3	پروتین
9.3	4.7	شحمیات
11.4	-	پترول
8.0	-	ذغال سنگ
4.5	-	چوب
-	5-4.8	غذای مخصوص

تمام انرژی که ذکر شده از طرف جسم جذب نمیشود بلکه یک قسمت آن بوسیله مواد غایطه، ادرار، نفخ و باد آزاد و باقیمانده انرژی قابل میتابولزم است .

انرژی که در غایطه نارمل باقی میماند 5% انرژی مجموعی غذاست . در حالت استراحت یک شخص وصفی دارای درجه مصرف انرژی در حدود 92kcal/h میباشد . این درجه مصرف انرژی بنام

Basal Metabolic Reaction (B.M.R) یا سرعت میتابولزم

اساسی .

B.M.R مقدار انرژی است که جسم بصورت اصغری برای فعالیت های خویش در زمانی که شخص در حال استراحت مطلق است و هیچ فعالیت فیزیکی نداشته باشد چون تنفس ، پمپ نمودن خون توسط قلب به رگها و غیره ضرورت دارد . از نگاه کلینیکی بصورت خاص B.M.R یک شخص وصفی همان جنس از نگاه وزن ، قد ، سن و حجم مقایسه میگردد .

حرارت در مراحل کیمیای فوق العاده رول داشته یک تغییر جزئی میتواند تغییرات بزرگ را در سرعت میتابولزم بوجود آورد . طور مثال اگر



مريضی دارای درجه حرارت 3 تا 4 درجه سانتی گراد، بالاتر از درجه نارمل باشد. درجه میتابولیک 30% بالاتر نسبت به شخص سالم خواهد داشت.

مثال 1:

فرضاً شما میخواهید تا 4.5 کیلو گرام وزن خویش را توسط فعالیتهای فزیکي و یا با صرف نمودن غذائی مخصوص کم کنید؟

الف: چقدر وقت را در بر خواهد گرفت تا در یک فعالیت که  $150\text{Kcal/min}$  انرژی مصرف میشود تا 4.5 کیلو گرام شحم وجود کم شود؟

حل: به اساس جدول (8-1) میتوانید از شحم حد اکثر  $9.3\text{kcal/g}$  انتظار داشته باشید. اگر بمدت T دقیقه کار کنید آنگاه؛

$$T(\text{Time}) \cdot (1.5\text{kcal/min}) = 4.5 \cdot 10^3 \text{ g} \cdot (9.3\text{kcal/g}) \\ = 4.2 \cdot 10^4 \text{ kcal} \\ T = 2810 \text{ min} = 47 \text{ h}$$

دیده میشود که وقت زیادی بکار است که فعالیت نماید تا مقدار شحم

خود را ببازد. یقیناً فعالیت به این مدت ادامه داده شده نمیتواند.

ب: اگر شما بصورت نارمل  $2500\text{kcal/day}$  مصرف نمائید، چقدر مدت

باید  $2000\text{kcal/day}$  رژیم بگیریید تا 4.5 کیلو گرام چربی تان را از

دست دهید؟

$$\frac{\text{انرژی } 4.54 \text{ کیلوگرام چربی}}{\text{کمبود انرژی در روز}} = \frac{\text{kcal } 4.2 \cdot 10^4}{\text{kcal/day } 5 \cdot 10^2} = 84 \text{ day}$$

مثال 2:

توان مصرفی یک اتومبیل 100 HP است و موتور با سرعت 88ft/s حرکت میکند. قوه ای که موتور به اتومبیل وارد میکند چقدر است؟

حل:

$$P=100\text{Hp}$$

$$V=88\text{ft/s}$$

$$F = \frac{P}{V} = \frac{w}{t} = F \cdot \frac{d}{t} = F \cdot V$$

$$F = \frac{P}{V}$$

$$F = 100\text{Hp} / 88 \text{ ft/s}$$

$$F = 550 \text{ ft lb/s} / 1\text{Hp} = 630\text{Lb}$$

مثال 3:

انرژی مورد ضرورت را در پیمودن فاصله 20km توسط بایسکیل دریافت نموده و آن را به مقدار انرژی که عین فاصله را بوسیله موتور طی کند مقایسه کنید در صورتیکه پترول دارای ارزش کالوری 11.4kcal/g و 0.68km/l باشد؟

حل:

فرض مینمایم که موتور بمصرف یک لیتر پترول 8.5 کیلومتر فاصله

را طی نماید. برای پیمودن 20 کیلومتر مقدار پترول مساویست به؟

$$20/8.5 = 2.35\text{L}$$

$$m = \rho \cdot v = 0.68\text{kg/l} \cdot 2.35\text{l} = 1.6\text{kg}$$

مقدار کالوری مصرف شده در طی فاصله 20 کیلومتر مساویست به؟

$$1.6 \cdot 10^3 \text{g} \cdot 11.4\text{kcal/g} = 1.8 \cdot 10^4 \text{kcal}$$

انرژی مورد ضرورت بایسکیل رانی را که با سرعت  $15\text{km/h}$

حرکت مینماید با استفاده از جدول  $5,7\text{kcal/min}$  محاسبه میتوانیم؛

$$15\text{km} - 600\text{min}$$

$$20\text{km} - x$$

$$X=80\text{min}$$

$$1\text{min} - 5.6\text{kcal}$$

$$80\text{min} - x$$

$$X=456\text{kcal}$$

مصرف انرژی موتور در طی مسافه  $20\text{km}$  مساویست به:

$$1,8 \cdot 10^4 \text{ kcal} = 20\text{km}$$

مصرف انرژی بایسکیل در طی فاصله  $20\text{km}$  مساویست

$$456\text{kcal} = 20\text{km}$$

$$40 \cdot 18000 / 456 = 39.47 \sim 40$$

پس

مرتبه انرژی بیشتر ضرورت دارد که توسط موتور طی کند.

### مسایل

1- موتوری بوزن  $1359$  کیلو گرام با سرعت  $26,5\text{m/s}$  حرکت میکند

، برای توقف این موتور راننده برگ میکند. موتور بعد از طی مسافه  $90$  متر

متوقف میشود. چقدر کار را در طی این مسافه اجرا مینماید؟

- 2- مریضی بروی تخت رکشا خوابیده است . پس از پائین شدن از نشیبی توسط رکشا متوجه میشود که سرعت رکشا خیلی زیاد است ، بکمک اشترنگ رکشا را متوقف میسازد . اگر وزن مریض و رکشا 90 کیلو گرام باشد و مریض با قوه ای وزنی قوه وارد کند ، پس از طی مسافه 1.2 متر متوقف میشود . سرعت اولیه آن چند است ؟
- 3- اسکواتور به وزن 1.2 تن و توان 6Hp در چه مدت زمان باری بوزن 292.5 کیلو گرام رابه ارتفاع 6 متر بلند نماید ؟
- 4- مقدار 200 گرام خون توسط قلب با سرعت 3Cm/s بیکی از شریان های بزرگ پمپ میشود و سرعت آن بعد از طی فاصله 300 متر به 2m/s میرسد . چقدر کار را انجام داده است ؟
- 5- اگر موتوری به قدرت 5Hp بمدت 30 روز و هر روز طور متوسط 4 ساعت کار کند ، چند کیلو وات برق فی ساعت مصرف میشود ؟
- 6- اگر برای بالا بردن مریض توسط رکشا بوزن 90 کیلو گرام از سطح مایل بطول 3 متر و ارتفاع 0.9 متر ، قوه معادل به 300 نیوتن بطور پیوسته وارد شود، چقدر کار باید انجام شود ؟
- 7- انرژی لازم برای طی مسافه ای 20 کیلو متر توسط بایسکیل را با انرژی یک موتور که در طی همین فاصله مصرف میکند مقایسه کنید ؟
- 8 - برای قدم زدن فاصله 20 کیلو متر با سرعت 5km/h چه مقدار انرژی لازم است. با فرض اینکه هر گرام غذا 5 کیلو کالوری انرژی دارد ؟

- 9 - انرژی مورد نیاز برای طی مسافت 20 کیلو متر پیاده روی با سرعت 5km/h چقدر است؟
- 10- یک کوهنورد با وزن 70 کیلو گرام از کوهی به ارتفاع 1000 متر بالا رفته و در مدت 3 ساعت به بالای کوه رسیده است.
- الف: کار خارجی انجام شده توسط این کوهنورد چند است .
- ب: اگر فرض کنیم در مدت 3 ساعت سرعت انجام کار ثابت باشد، توان اجرا شده درین کوهنورد را محاسبه کنید.

## فصل نهم

### فشار

#### معلومات عمومی

فشار پدیده متداولی در زنده گی ماست. درک و شناخت این پدیده مهم به کار و فعالیت های اعضای مختلف بدن ما مربوط است. حجرات بدن انسان در حالت صحت و مریضی تحت تاثیر فشار قرار دارد. طور مثال تنفس عادی تا اندازه به اختلاف فشار داخل شش ها بستگی دارد و ضمناً این تغییرات فشار باعث بی نظمی در تنفس می گردد.

افزایش فشار داخل شکم میتواند باعث درد معده و تغییرات فشار خون گردد و در مجموع در فعالیت های نارمل بدن سکتگی وارد سازد. بناءً درک این پدیده و شناخت دقیق آن برای یک طبیب در امور طبابت مهم بوده و باید به مراقبت آن توجه عمیق نماید.

#### 9 - 1 تعریف فشار

نسبت قوه وارده بر سطح را فشار مینامند، اگر کمیت فشار به  $P$  و قوه وارد به سطح  $S$  را به  $F$  نشان بدهیم مطابق تعریف فشار رابط بین این سه کمیت را چنین مینویسیم:

$$P = F/S \quad \dots (1-9)$$

## 9 - 2 فشار هیدروستاتیک

فشار یک مایع را در حال سکون فشار هیدروستاتیک مینامند که این

فشار مربوط است به عمق مایع (ارتفاع) و کثافت وزنی مایع یعنی ،

$$P = \rho .g.h \dots (2-9)$$

در رابطه (2-9)  $\rho$  کثافت مایع ،  $h$  ارتفاع و  $g$  تعجیل جاذبه

است . از رابطه فوق نتیجه می شود که فشار مایع که تحت قوه جاذبه سکون قرار دارد ، بتابع ارتفاع مایع به صورت خطی تزايد مینماید به این فشار مایع در حالت سکون فشار اتمسفر نیز جمع می شود . اگر فشار اتمسفر را  $P_0$  بنامیم نوشته میتوانیم .

$$P = P_0 + \rho g h \dots (3-9)$$

واحدها فشار با در نظر داشت فارمول (1-9) عبارتند از :

در سیستم C.G.S  $\text{dyn/cm}^2$

در سیستم M.K.S  $\text{N/m}^2$

بر علاوه واحدها فوق  $\text{at}$  (اتمسفر)  $\text{Pa}$  ,  $\text{tor}$  .  $\text{bar}$  ,  $\text{Lb/m}^2$

(پاسکال) و  $\text{mmHg}$  نیز معمول است . اما در طبابت بیشتر  $\text{mmHg}$  (ملی

متر ستون سیما) بکار برده می شود. (19,20,22)

مثال 1 .

خانمی که وزن اش  $700\text{N}$  است بوتهای کری بلند بپا دارد . هرگاه

مساحت کری بوت خانم  $1,2\text{cm}^2$  باشد و  $60\text{N}$  وزن را تحمل کند . چقدر

فشار بالای زمین وارد می کند در صورتیکه مساحت کری بوت  $0,6\text{cm}^2$

باشد این کری پا مقدار وزن  $60\text{N}$  را تحمل کند چقدر فشار تولید می نماید ؟

$$P_1 = \frac{f}{S_1} = \frac{60N}{1.2 \cdot 10^{-4} m^2} = 5 \cdot 10^5 N/m^2$$

$$P_2 = \frac{f}{S_2} = \frac{60}{0.5 \cdot 10^{-4} m^2} = 12 \cdot 10^5 N/m^2$$

نتیجه می شود که فشار با مساحت سطح رابطه معکوس دارد.

مثال 2.

ارتفاع آب را که فشار آن 120 mmHg می باشد تعیین کنید ؟

$$\left. \begin{array}{l} P = 120 \text{mmHg} \\ \delta = 1 \text{g/cm}^2 \\ g = 981 \text{cm/s}^2 \\ h = ? \\ h = 163 \text{cmH}_2\text{O} \end{array} \right\} \begin{array}{l} P = \rho \cdot g \cdot h \\ \Rightarrow h = P / \rho \cdot g \\ h = 13,6.9.12 / \rho \cdot g \end{array}$$

### 9-3 توزیع فشار در مایع ساکن

توزیع فشار در یک مایع (فشار هیدروستاتیک) مورد استعمال مایعات

را در انتقال فشار امکان پذیر می سازد .

قبلاً تذکر رفت که فشار مایع به ارتفاع مایع و کثافت مایع مربوط است

. در هر نقطه مایع ساکن یک برابر فشار به تمام جوانب وارد می کند . این



حقیقت که هر گونه تغییر فشار در مایع ساکن در تمام قسمت های آن منتقل می شود اصل پاسکال<sup>1</sup> نامیده می شود .

یکی از موارد مهم استعمال قانون پاسکال شکنجه آبی یا پرش هیدرولیکی است که توسط فارمول ذیل ارایه می گردد .

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2} \dots (4-9)$$

در معادله (4-9)  $S_1$  مساحت سطح پستون کوچک ،  $F_1$  قوه خارجی وارد به آب ،  $S_2$  مساحت سطح بزرگ ،  $F_2$  قوه وارد بالای پستون بزرگ می باشد . از فارمول (4-9) نتیجه می شود که با اعمال قوه متحرک کوچک ، یک قوه مقاوم بزرگ نتیجه می شود . (1,10,19)

## 9 - 4 کار برد قانون پاسکال در طبابت

برخی قوانین هیدروستاتیک در مورد دوران خون در بدن نیز تطبیق میگردد . خون نه تنها در یک دستگاه محصور است بلکه پیوسته تحت اثر قوه های انقباض بطن چپ قرار میگیرد . در اثر فشار انقباض بطن چپ خون در شریان جریان می یابد ، اگر ورید سخت باشد عامل انتقال تنها قانون پاسکال میباشد .

فشار سنج سیمایی که بنام **Manometer** یاد می گردد برای اندازه گیری فشار خون بکار میرود که به اساس قانون پاسکال کار میکند . در اثر

---

<sup>1</sup> پاسکال دانشمند فرانسوی ( 1623 – 1663 ) قانونی را که مایعات در حال سکون مربوط میشود بیان کرد .

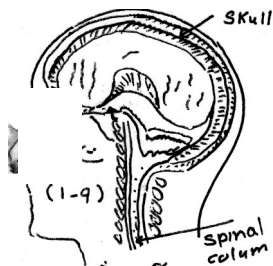
فشار هوایی محصور در کیسه بازو بند جریان خون در ورید مسدود میشود و این فشار ستون سیما ب را در فشار سنج ننگه میدارد .

هنگامیکه هوا از کیسه به آهستگی خارج می شود خون مجدداً جریان پیدا می کند . فشار خون بوسیله ارتفاع ستون سیما ب اندازه گیری می شود . بعضی مریضان که بندش ادرار پیدا میکنند و ادرار در مثانه شان جمع می شود با فشار دادن جدار شکم در ناحیه بالای استخوان شرمگاه توسط دست ، ادرار از مثانه بخارج انتقال می کند . زیرا در مثابه ادرار ساکن بوده ، طبق قانون پاسکال فشار وارد به جدار شکم به موفقیت متذکره سبب انتقال ادرار از مثانه می گردد .

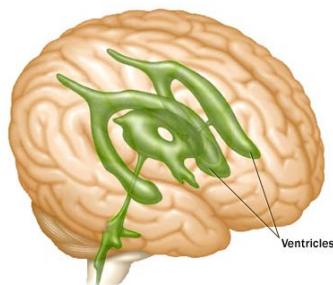
دوشکهای آبی که در شفاخانه ها غرض جلو گیری از زخم بستر مریضان استفاده می گردد نیز به اساس اصل پاسکال ساخته شده است . دکتوران دندان از چوکی های استفاده میکنند که اساس ساختمان و طرزکار آن را قانون پاسکال میدهد . طفل در داخل رحم مادر توسط مایع احاطه شده که طفل را محافظت می نماید . دانش در مورد قانون پاسکال حکم می نماید تا در زمان حاملگی خانمها از پوشیدن لباس های تنگ خود داری کنند . زیرا هر گونه فشار به جدار شکم به تمام بدن طفل انتقال می کند . بنابر اهمیت این قانون را در بعضی قسمت های بدن در ذیل مورد مطالعه قرار میدهم . (10,16)

## 9 - 5 فشار در داخل جمجمه

در دماغ تقریباً  $150\text{cm}^3$  مایع مغزی نخاعی Cerebrospinal Fluid، CSF وجود دارد که بصورت



شکل (1-9)



© Mayo Foundation for Medical Education and Research. All rights reserved.

متمادی در دماغ تولید شده از میان بطن ها Ventricle بطرف Spinal Colum و سر انجام به دستگاه جریان خون میریزد. یکی از مجراهای جریان C.S.F بصورت خاص در مجسمه Aqueduct نام دارد. اگر در وقت تولد بنا بر علتی مسدود باشد مایع C.S.F در مجسمه ذخیره شده فشار داخلی بلند میرود و این بلند رفتن فشار سبب بزرگ شدن مجسمه میشود. این وضع را Hydrocephalus یعنی جمع شدن آب در مغز مینامند که یک پرابلم در نوزادان می باشد اگر این حالت بصورت کافی و زود آشکار گردد بوسیله عمل جراحی با باز نمودن مجرا برای C.S.F درست میشود.

اندازه گیری فشار C.S.F بصورت مستقیم مناسب نیست. میتود تقریبی تشخیصی Hydrocephalus اندازه نمودن محیط مجسمه از بالای

موهای صورت (از بالای گوش) است. مقدار نارمل نوزاد از 32cm تا 37cm می باشد و مقدار بیشتر نشان دهنده هیدروسفالوس می باشد. همچنان بوسیله مانومتر مخصوص می توانیم فشار C.S.F را تعیین کنیم که در قسمت ستون فقرات سوزن مانومتر را داخل Spinal Column نموده فشار C.S.F را بسنجیم.

## 9-6 فشار در چشم

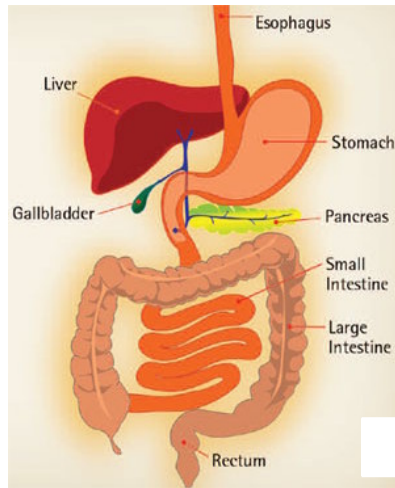
مایعات شفاف کره چشم (مایع زلایه Aqueous Humor و زجاجیه) که نور را به شبکیه (Retina) قسمت حساس نوری چشم ها منتشر می سازد و کره چشم را بیک اندازه معین و شکل معین نگه میدارد. ابعاد چشم طوریت که بینایی را به شکل درست تنظیم نموده یک تغییر 0,1mm در قطر آن، تاثیر را در وضوح بینایی وارد میکند. هرگاه به انگشت خود به چشم خویش فشار دهید خاصیت ارتجاعیت را که از سبب فشار داخلی چشم است احساس نموده می توانید که در چشم نارمل 12mmHg تا 32mmHg است

مایع قسمت قدامی چشم (زلالیه) بیشتر است چشم بصورت دوامدار این مایع را تولید نموده و دارای یک سیستم خشک کننده می باشد که قسمت اضافی را اجازه میدهد تا فرار کند. اگر قسمت از این Drain System بسته باشد فشار بلند رفته و این بلند رفتن فشار سبب کم رسیدن خون به شبکیه شده و بالای بینایی تاثیر می اندازد که این خاصیت بنام Glaucoma یاد می کردد.

فشار چشم بوسیله فشار دادن توسط انگشت در بالای چشم تعیین میگردد . اکنون فشار چشم را توسط آلات مختلف که بنام Tonometer یاد می گردد باتولید یک قوه معین و معلوم فشار چشم را اندازه می نمایند .

## 9 - 7 فشار در سیستم هاضمه

سیستم هاضمه از دهن شروع الی مقعد (anus) ختم می گردد که طول آن در حدود 9m میباشد شکل (2-9) . فشار در قسمت های اعظم سیستم هاضمه نسبت به اتمسفر بزرگتر است . هم چنان در مری (Esophagus) فشار با فشار بین شش ها و دیوار سینه جوهر شده و همیشه از فشار اتمسفر کمتر است . فشار درون سینه Intrathracis بعضی اوقات بوسیله اندازه نمودن فشار مری تعیین میگردد . در زمان غذا خوردن فشار در معده بلند میرود ، طوریکه جدار معده یا دیوار معده یا به عبارت دیگر ساختمان معده بزرگ می شود . یکی از عوامل مهم بلند رفتن فشار بلعیدن هوا در وقت خوردن غذا است که سبب بلند رفتن فشار میگردد . این هوای محصور شده اکثراً در x-ray سینه ظاهر میگردد . در امعاء گازی که توسط عمل بکتریای تولید میشود فشار را بلند میبرد . فکتور های خارجی چون کمر بند بسته کردن ، خیز زدن یا پرواز کردن ، آب بازی نمودن بالای فشار امعاء تاثیر دارد . یک وال در قسمت اثنا عشر Pylorus وجود دارد که مانع برگشت غذا از امعاء رقیق به طرف معده میگردد .

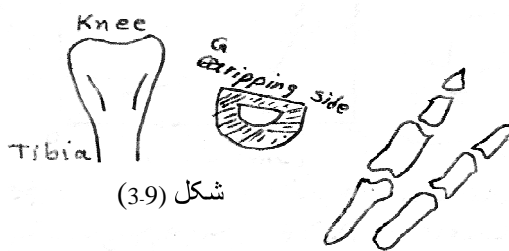


شکل (2-9)

اتفاقاً یک شکل بلاک و یا وال در بین امعاء رقیق و غلیظ موجود است که فشار را همین بلاک و اثنا عشر نگه میدارد . اگر این فشار به قدری اضافه گردد که سبب تضیق جریان خون در سیستم هاضمه گردد ، سبب مرگ خواهد شد . برای رفع این معضله پایپ را از طریق دهن یا بینی داخل مری و از طریق معده داخل امعاء نموده و به این طریق فشار را کاهش می بخشند . در صورت عدم نتیجه از عمل جراحی استفاده میکنند ، که بعضاً خطر در عملیه جراحی نیز موجود است . زیرا امکان انتشار انتان موجود میباشد . هرگاه فشار اتاق عملیات بیشتر از فشار امعاء باشد نفوذ انتان کم می شود .

## 9 - 8 فشار در سیستم اسکلت

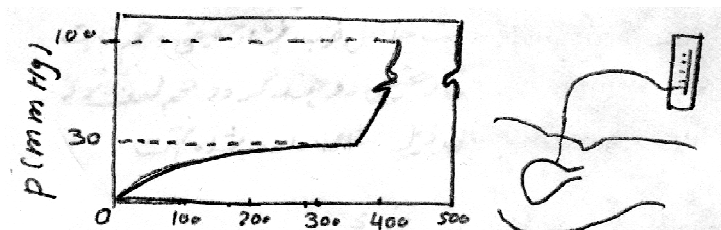
بلند ترین فشار را در بین اعضای بدن میتوانیم در قسمت اتصال استخوان ها دریافت نمائیم . زمانیکه تمام وزن یا سنگینی بالای یک پا در زمان راه رفتن قرار گیرد فشار در قسمت اتصال زانو بیشتر از 10 اتمسفر خواهد بود . اگر ساحة قسمت اتصال بزرگ نمی بود، این مقدار بیشتر تر می شد شکل (9-3).



از آنجائیکه قوه بر واحد سطح فشار است بناءً با ازدیاد سطح در یک قوه داده شده فشار کوچک میگردد . خوشبختانه سیستم اسکلتی طوریت که در فشار بلند چربی بهتر و بیشتر تولید میشود و این چربی از اثر فشار های زیاد نه تنها که خشک نمیگردد ، بلکه خارج نیز نمیشود . ساختمان استخوانها طوری عیار شده تا فشار را تقلیل دهد . استخوانهای انگشت نسبت به استخوانهای استوانه وی بیشتر در قسمت Gripping side هموار است و فشار در سطح کلان یا بزرگ منتشر میگردد و این سبب کم شدن فشار در انساج بالای استخوان میگردد .

## 9 - 9 فشار در مثنه

یکی از قابل توجه ترین فشار های درون بدن ، فشار حاصل از تجمع ادرار در مثانه است. گراف (9-4). ارتباط بین حجم و فشار را در مثانه نشان میدهد که با زیاد شدن حجم ادرار فشار تزاید مینماید . چنانچه در گراف مشاهده میشود ، میتوانیم بگوییم که با افزایش معین شعاع R حجم افزایش می یابد .



شکل(9-4)

در اشخاص بالغ معمولی حجم مثانه قبل از تخلیه 500mL است . در نتیجه انقباض آنی و کم دوام عضلات جدار مثانه در حدود 150 سانتی متر ستون آب فشار لحظه وی تولید مینماید . فشار نارمل تخلیه ادرار نسبتاً کم است و در حدود 20cm H<sub>2</sub>O تا 40cm H<sub>2</sub>O است ، لاکن برای آن عده مرد های که دچار ضخامه (prostate) میباشند ، مجرای عبور ادرار بند می باشد فشار تا 100cm H<sub>2</sub>O خواهد رسید . برای مطالعه فشار مثانه از طریق مجرای ادرار یک catheter را داخل مثانه نموده و فشار را در مثانه سنجش می نماید . فشار مثانه در اثنای سرفه کردن ، تشویش داشتن ، راست نشستن و کشش کردن چیزی بیشتر می گردد . (4,6,10)



## 10-9 فشار در هنگام آبیازی

از آنجائیکه جسم بصورت ابتدایی از جامد و مایع ترکیب شده و غیر قابل تراکم می باشد . تغییرات فشار تاثیر عمیق در قسمت های اعظم جسم وارد نمی نماید . اما چون در جسم خالیگاه های هوا وجود دارد ، در این صورت تغییرات عمیق در این ساحات محسوس است . برای دانستن این مطلب قانون بایل ماریوت را به خاطر می آوریم که چنین توضیح میدارد .

برای یک مقدار معین گاز در حرارت ثابت حاصل ضرب فشار حقیقی در حجم ثابت است .  $P.V = \text{cont}$  ، اگر فشار حقیقی دو چند گردد حجم نصف میشود . کار برد قانون بایل ماریوت در مثال ذیل نشان داده شده است .

### مثال 1

الف: کدام حجم از هوا به فشار اتمسفر یک  $1,01 \cdot 10^5 \text{N/m}^2$  ضرورت دارد تا یک تانکی مکعبی  $14,2\text{L}$  را با فشار  $1,45 \cdot 10^7 \text{N/m}^2$  پر کند ؟

$$P_1.V_1 = P_2.V_2$$

$$(1,01 \cdot 10^5 \text{N/m}^2) . V_1 = (1,45 \cdot 10^7 \text{N/m}^2) . (14,2\text{L}) \quad V = 2 \cdot 10^3 \text{L}$$

ب: هرگاه یک آبیاز در زمان آبیازی بروی بحر که بصورت معتدل آبیازی میکند به اندازه  $14,2\text{L}$  فی دقیقه هوا بمصرف میرساند و تانک جز الف مثال برای موصوف  $144\text{min}$  دوام کند . معلوم کنید که تانک مذکور چند دقیقه دوام خواهد کرد ، اگر آبیازی در عمق  $10\text{m}$  که فشار به اندازه  $1\text{at}$  بلند باشد آبیازی کند به فرض اینکه شخص مذکور به عین حجم هوا مصرف کند؟

جواب :

چون فشار حقیقی دو مرتبه بیشتر شده (2 at) بناءً تانک 72min دوام خواهد کرد.

گوش داخلی یکی از این خلاهاست که در آن هوا موجود بوده و فشار هوای داخل گوش و فشار هوای خارجی را در دو طرف پرده گوش در تعادل نگهدارد، که این تعادل به وسیله Eustachian tube صورت میگیرد، همیشه بسته است و از نگاه تعادل فشار بدو طرف پرده گوش خویش دارای مشکلات می باشند. هم چنان یک اثر دیگر این است که هنگام آبیازی در خلاهای Sinus صورت می گیرد که در هنگام فشار در Sinus ها باید حالت تعادل را با فشار اطراف خویش برقرار سازد.

اگر یک آبیاز از عمق 10m تنفس خویش را قید کند و به سطح آب بیاید، حجم هوا انبساط خواهد کرد و سبب بلند رفتن جدی فشار در شش ها می گردد. فشار در شش ها در هر عمق بلند است نسبت به فشار شش ها در سطح بحر، این چنین معنی میدهد که هوا در زیر آب بیشتر غلیظ است و قسمت از این هوای متراکم دارای فشار زیاد بوده فشار بلند این قسمت آکسیجن سبب می شود که مالیکول های آکسیجن را ازاد ساخته بداخل خون جریان نماید. تنفس هوا در عمق 30m خطر ناک است زیرا در نتیجه تنفس مقدار زیاد نایتروجن در خون و عضلات بیشتر می شود.

### مسایل

- 1- فشار 20cm H<sub>2</sub>O چند mmHg می شود؟
- 2- فرض کنید آبیاز، آبهای کم عمق هستید. برای آبیازی در آب 10m آب شور آماده می شوید.

- الف - چه فشار مطلق و چه فشار دستگاه را تجربه خواهید نمود؟
- ب - معمولاً ظرفیت شش های تان 6L است . برای این حجم چه اتفاق خواهد افتاد؟
- ج - فرض کنید نمیتوانید فشار داخل گوش وسطی را برابر نمائید . هنگام آبیازی چه رخ خواهد رفت؟
- 3 - فشار ورید در حدود 5mmHg است . روشی را برای اندازه گیری این فشار توصیف کنید؟
- 4 - در تزریق خون از فشار مثبت استفاده می شود . فرض کنید به فاصله 1m بالای وریدی با فشار ورید 2mmHg قرار گرفته است اگر کثافت خون  $1,04\text{g/cm}^3$  باشد . برای انتقال خون به ورید چه فشاری وارد می شود؟
- 5 - فشار اتمسفر ناشی از وزن هوای بالای سر ماست . کثافت هوا  $1,3 \cdot 10^{-3}\text{g/cm}^3$  است . وزن  $1\text{cm}^3$  از هوا بر حسب dyn چند است؟
- 6 - با استفاده از کثافت هوا سوال پنجم اختلاف فشار بین پائین و بالای ساختمان به ارتفاع 30m ( 8 طبقه ) را بر حسب  $\text{mmHg}$  ,  $\text{dyn/cm}^2$  حساب کنید؟

## فصل دهم

### جریان متداوم مایع در تیوب و قانون پایزولی

#### معلومات عمومی

فشار در یک مایع در حال جریان، برخلاف حالتی که مایع در حالت سکون قرار دارد به جزئیات جریان بستگی دارد. بناءً برای مطالعه این بخش لازم است قوه های که باعث جریان مایع می گردد بدقت در نظر بگیریم. میدانیم که بالای هر ذره مایع قوه های خارجی چون قوه ثقل و غیره عمل میکند. هم چنان تفاوت فشار در مایعات تعجیل را سبب میشوند که باعث حرکت میگردد. در مایعات حقیقی قوه های داخلی که مالیکولهای مایع بالای یک دیگر وارد میکند افزود میشود که این قوه ها سبب غلظت مایع میگردد که بنام قوه اصطکاک داخلی (لزوجیت یا Viscosity) یاد میشود. روی مطالعات فوق لازم است تا قوانین را که در حالت جریان مایع قابل توضیح بوده و از نظر طبابت قابل اهمیت و مفید است معلومات بدست آوریم.

#### 10-1 جریان و سرعت مایع

در بررسی های علمی فرض برین است که؛

- مایع چسپناکی ندارد.
- متراکم (فشرده) نمیشود.
- جریان آن دائمی است.

جریان در یک مایع یا گاز هنگامی دائمی است که سرعت در هر نقطه آن مستقل از زمان و تنها تابع مکان باشد. طبیعی است که سرعت مایع از یک نقطه به نقطه دیگر ممکن است فرق کند ولی مایع از یک نقطه مشخص میگذرد و همیشه سرعت ثابتی در آن نقطه دارد. اگر مایع از یک لوله و یا نل مطابق شکل (1-10) بگذرد، میتوان ثابت کرد که؛

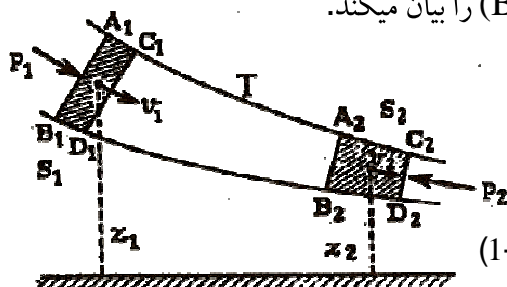
$$S_1 V_1 = S_2 V_2 \dots (1-10)$$

معادله (1-10) پیوستگی است که در آن  $S_1$  و  $S_2$  سطح مقطع متغیر و  $V_1$  و  $V_2$  سرعت در همین سطح است. مقدار مایعی که از مقطع هر سطح در یک ثانیه میگذرد برابر به مقداریست از سطح  $S_2$  میگذرد، زیرا مایع غیر قابل تراکم است. می توان ثابت کرد که بین فشار و سرعت مایع در صورتیکه نل افقی باشد رابطه زیر برقرار است.

$$p + \frac{1}{2} \rho V_1^2 = p + \frac{1}{2} \rho V_2^2 \dots = \text{cons} \dots (2-10)$$

در معادله فوق  $p$  فشار در نقاط 1 و 2 و  $\rho$  کثافت مایع است این فار

مول قانون برنولی (Bernoulli) را بیان میکند.



شکل (1-10)

## 2-10 قانون برنولی

قانون برنولی<sup>1</sup> به قانون بقای انرژی مربوط است. فشار در هر سیال یا مایع به شکل انرژی مربوط است، زیرا سیال توانائی انجام کار را دارد. در هر سیالی در حال حرکت انرژی حرکتی ناشی از حرکت سیال وجود دارد. قانون بقای انرژی که جریان مایع را سبب می شود توسط معادلات برنولی تشریح می گردد. به همین اساس جریان مایع که لزوجیت نداشته و در یک تیوب افقی در جریان باشد در نظر بگیریم، انرژی در مایع عبارت از مجموع انرژی حرکتی، پوتنسیل و فشار  $(p + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho gh)$  است. معادلات برنولی بیان میدارد که انرژی مجموعی ثابت است یعنی:

$$p + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh = \text{cons.....}(3-10)$$

فشار هیدروستاتیکی که باید به قسمت چپ اضافه شود و فشار هوا با هم برابر است  $(p_1 = p_2)$ . پس سرعت خروج مایع از یکطرف بطرف دیگر بصورت زیر بدست میآید

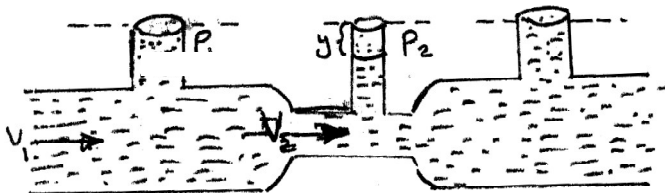
$$v_0 = \sqrt{gh}$$

یعنی سرعت خروج مایع از یک سوراخ (مثلاً جریان سیروم) تنها باید ارتفاع سیروم را افزایش داد. در نلی مطابق شکل (10-2) جریانی با قطر متفاوت وجود دارد. فشار در قسمت C بسیار کوچکتر از A و B است، در صورتی که سرعت درین قسمت از دو قسمت دیگر بیشتر است، زیرا:

<sup>1</sup> - دانیل برنولی Diniel Bernouli ( 1700 - 1782 ) ریاضیدان و فزیکدان سویسی .

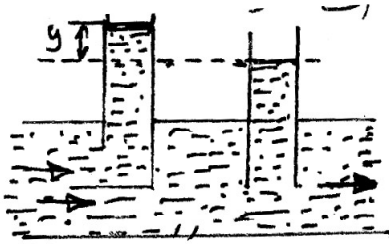
$$P + \frac{1}{2} \rho v^2$$

برای اینکه ترکیب فشار و سرعت ثابت باقی بماند، اگر فشار زیاد شود سرعت کاهش می یابد و برعکس سرعت زیاد شود فشار کاهش می یابد. این ارتباط بیان میدارد که در Venturimeter که در شکل (2-10) نشان داده شده در قسمت تنگ یا کم عرض سرعت مایع و هم چنان انرژی حرکی آن بزرگتر است. چون انرژی مجموعی ثابت است لذا فشار در قسمت تنگ تیوب نظر به قسمت وسیع آن کوچکتر است. در تیوب پیتوت (Pitot) که در شکل (3-10) نشان داده شده با تطبیق معادله برنولی محاسبه شده میتواند. سرعت در قسمت دهانه تیوب که در داخل تیوب افقی قرار گرفته صفر میشود، انرژی حرکی به فشار



تبدیل میگردد  
شکل (2-10) venturimeter سر برین

با Catheter برابر فشارهای جانبی و نهایی از نظر علمی دارای اهمیت است. اگر Catheter دارای یک سوراخ نهایی باشد و مواجه به جریان قرار گیرد، انرژی حرکی خون بالای فشار اندازه شده علاوه میشود. در ابهر ساعد سرعت جریان خون بزرگتر است. در حالیکه تفاوت بین فشار سوراخهای جانبی و نهایی Catheter چند ملی متر ستون سیماست و تاثیر در سایر قسمت های سیستم قلبی وعای کمتر است.



شکل (3-10)

### 10 - 3 کار برد قانون برنولی

هنگامیکه مایع در بین تیوب بدون اصطکاک جریان میکند سرعت آن در ناحیه باریک افزایش و انرژی حرکتی افزایش یافته با کاهش انرژی پوتنسیل فشار در تیوب جبران می شود. هنگامیکه سرعت در آن سوی مایع دوباره کاهش یابد انرژی حرکتی به انرژی پوتنسیل تبدیل شود و فشار بار دیگر افزایش می یابد. میتوانیم انرژی حرکتی متوسط خون بر واحد حجم  $1g$  خون را وقتی که خون قلب را ترک میکند محاسبه کنیم. میدانیم که  $E_k = \frac{1}{2} m v^2$  است. چون سرعت خون در حدود  $30cm/s$  است بناً:

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2$$

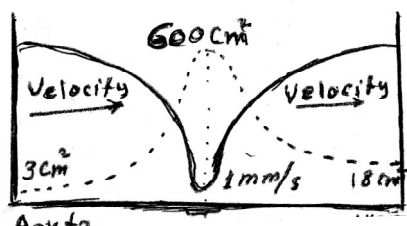
$$E_k = \frac{1}{2} (1g)(30cm/sec^2) = 450erg$$

این انرژی  $450erg$  با انرژی پوتنسیل  $450dyn/cm^2$  برابر است. از آن جائیکه فشار  $1mmHg$  با  $1330dyn/cm^2$  متناظر بوده این انرژی پوتنسیل کمتر از  $0,4mmHg$  می شود. لیکن هنگام ورزش سنگین سرعت خونی که قلب پمپ می کند ممکن است پنج برابر مقدار متوسط آن به هنگام



استراحت قلب باشد و در اوج ضربان قلب عامل انرژی حرکتی می‌تواند فشار برابر به 75mmHg داشته و 30% از کل کار قلب را نمایش دهد .

وقتیکه خون از قلب دور می شود شریان ها شاخه ، شاخه می شوند تا خون را به حجرات مختلف بدن حمل کنند . کوچکترین عروق خونی مویرگها است که قطر شان در حدود 20 $\mu$  ، که میلیون ها عدد از آنها وجود دارند . تعداد مویرگها که خون را حمل میکنند به حدی زیاد است که سطح مقطع های کل آن



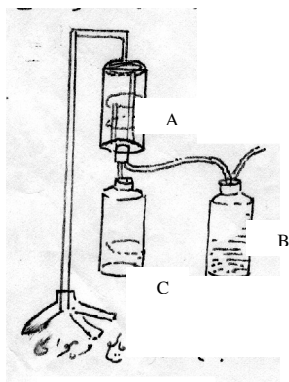
شکل (4-10)

تقریباً برابر به 30cm است . سطح مقطع های کل عروق خونی در دستگاه گردش خون بطور سیستماتیک در شکل (4-10) نشان داده شده است . عطر پاش و گرد پاش هر دو به اساس قانون برنولی کار می کنند . در این دستگاه ها هوا از میان یک قسمت باریک شده توسط مایع که بصورت گرد است به سرعت میگذرد . هنگامیکه هوا از این قسمت باریک شده عبور میکند فشار در این ناحیه کم می شود . این کاهش فشار به عمق از تیوب که در مایع فرو رفته ارتباط دارد . هوا از طریق منفذ کوچک که در سر پوش عطر پاش یا گرد پاش قرار دارد وارد آن میشود. در نتیجه سطح مایع با فشار اتمسفر ارتباط پیدا میکند . چون فشار اتمسفر بیشتر از فشار تیوب است، مایع در تیوب به سمت بالا حرکت میکند . هنگامیکه برای بار دوم هوا از قسمت

باریک شده تحت فشار قرار میگیرد مایعی که در قسمت بالای تیوب است به صورت گرد ریز از دهانه عطر پاش خارج میشود .

تخلیه کننده آبی که یک اصطلاح کلنیکی است که به فشار های کمتر از فشار اتمسفر یعنی کمتر از 760mmHg اشاره میکند . اساس کار این دستگاه را قانون برنولی تشکیل میدهد .

دستگاه تخلیه کننده جاذبه ای نیز دستگاهی است که به اساس جریان آب از سطح بالا به سطح پائین در اثر قوه جاذبه کار می کند . این دستگاه طوری است که در شکل (10-5) نشان داده شده از سه بالون تشکیل شده طوریکه بالون A پر از آب معکوس و بحالت تعلیق قرار میگیرد و توسط دو پیپ به دو بالون B و C وصل است . مقدار آب از A به B در اثر قوه جاذبه



شکل (10-5)

جریان می نماید و در نتیجه بالون A کاملاً تخلیه می شود و در آن خلای نسبی بوجود می آید و هوای بالون C به سمت این خلا جریان مییابد در اینحالت بالون C دارای فشار کمتر از فشار اتمسفر میباشد که میتوان برای کشیدن مایع از بدن از این دستگاه استفاده نمود. دستگاه تخلیه کننده سیفونی ، دستگاه تخلیه در آب نیز به

اساس قانون برنولی تشریح میگردد. در عمل جراحی قفسه سینه برای جلوگیری از عوارض بعدی باید دو مساله رعایت گردد - تخلیه هوای قفسه

سینه - استفاده احتمالی از قوه تخلیه برای خارج کردن مایع و هوای اضافی از قفسه سینه. چون معمولاً فشار قفسه سینه از فشار اتمسفر کمتر است لذا از طریق هر منفذی که در اثر جراحی و یا تصادفی تولید شده هوا وارد قفسه سینه می شود با استفاده از معلومات فوق میتوان با رعایت دقیق و با در نظر داشت دو مساله در عدم موجودیت دستگاه مدرن از دستگاه فوق استفاده نمود که اساس کار آن را قانون برنولی تشریح و توضیح می نماید.

### 4-10 جریان آشفته (Turbulent)

زمانی که سرعت جریان مایع یا گاز به یک اندازه مشخص (سرعت بحرانی) میرسد جریان قشری یا لایه ای منظم به جریان آشفته تبدیل میشود. خطوط جریان از میان میروود جریان دیگر از نوع دایمی نیست. و این حالت در جریان گرداب دیده میشود که علت ایجاد آن لزوجیت (اصطکاک چسبناکی) است. میان سرعت بحرانی و ویژه گی جریان رابطه زیر برقرار است.

$$v_c = \frac{R_e \eta}{\rho L} \dots\dots(4-10)$$

$R_e$  عدد رینولدزو نمایش عبور جریان منظم به آشفته است.  $\rho$  . کثافت مایع،  $\eta$  لزوجیت مایع و  $v_c$  سرعت بحرانی است. همچنان عدد رینولدز را میتوانیم از رابطه ذیل بدست آریم؛

$$R_e = \frac{\rho v l}{\eta} \dots\dots(5-10)$$

در معادله (5-10)،  $l$  بعد مقطع،  $v$  سرعت میباشد.

در تنفس عادی عدد رینولدز  $R_e = 1000$  است اگر

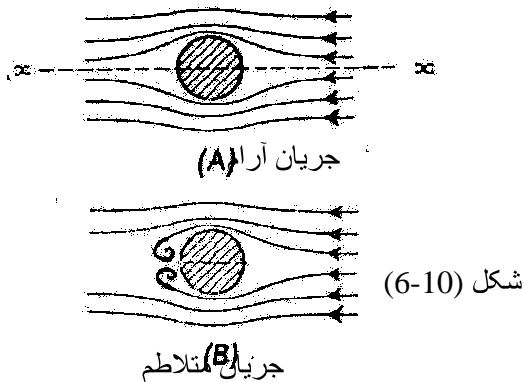
$R_e > 1000$  جریان آشفته (متلاطم)

$R_e < 1000$  جریان منظم (آرام)

در اشکال (6-10) ملاحظه شود .

عدد رینولدز بحرانی برای جریان‌های مختلف به صورت تجربی اندازه‌گیری می‌شود. برای مثال، عدد رینولدز بحرانی برای جریان داخل یک لوله 2300 است. در این حالت، طول مشخصه  $\ell$  قطر لوله است

- **laminar** when  $Re < 2300$
- **transient** when  $2300 < Re < 4000$
- **turbulent** when  $Re > 4000$



عدد رینولدز میتواند معیاری مشابهی برای جریان مایعات در نل ها و یا لوله ها باشد. چگونگی جریان مایعات مختلف در نل های مختلف المقطع بکلی یکسان خواهد بود ، هر گاه بهر جریان عین قیمت عدد رینولدز مطابقت کند .

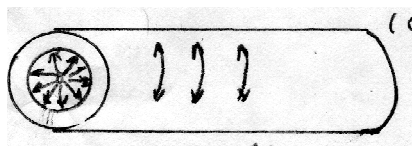
## 10- 4 کشش جداری (غشای) و قانون لاپلاس

گرچه سرعت خون هنگام ورود به مویرگها در مقایسه با سرعت آن در انورت بسیار کوچک است ، ولی با وجود این فشار خون در مویرگها کسر قابل ملاحظه ای از فشار خون در انورت است.

طبیعتاً این سوال مطرح میشود که چه گونه مویرگهای کوچک با غشای نازک میتواند فشاری را که تقریباً 30% فشار در انورت با غشای ضخیم است تحمل میکند . لاپلاس 1 در سال 1820 در مورد این سوال اندیشید و توانست ثابت کند ، هنگامیکه یک مایع با فشار معین در یک مجرا جریان وارد کشش جداری (غشای) که بتواند که فشار مایع را تحمل نماید با شعاع مجرا متناسب است . رابطه ذیل را در مورد غشا های استوانه وی و کروی بصورت ذیل می توان نوشت :

... غشای استوانه وی  $T = P.r$  ..... (4-10)

... غشای کروی  $T = 1/2 p.r$  ..... (5-10)



شکل 10- 6 کشش جداری

<sup>1</sup> - لاپلاس ریاصیدان فرانسوی ( 1749 - 1834 ) متولد شهر گلوادوس .

در رابطه (5-10) و (4-10) شعاع انحنا غشا،  $T$  کشش غشا و  $P$  فشار مایع که در جهت خارج غشاء بر آن وارد میشود. روابط مربوطه به یک غشای استوانه وی مانند غشا یا جدار یک شریان است که در شکل (6-10) نشان داده شده است. محاسبه کشش های جداری در انورت و مویرگها با استفاده از قانون لاپلاس و مقایسه نتایج آن آموزنده است.

## 10 - 5 لزوجیت

لزوجیت یک پدیده مالیکولی و عامل بسیار مهم در تعیین مقاومت و جریان است. قوه اصطکاکی که در داخل مایع از اثر جذب مالیکولی وجود دارد و همیشه مخالف سمت جریان عمل میکند لزوجیت گفته می شود. هرگاه یک مایع به مقابل یک سطح ثابت حرکت کند طبقه ای که به تماس سطح ثابت میباشد به کلی حرکت نمی کند، اما هر قدر از سطح ثابت دور شود به همان اندازه سرعت مایع بیشتر شده میرود. لذا در مایع یک گرادیانت (gradient) حرکت موجود می باشد که به شکل  $\frac{d_v}{d_x}$  نشان داده می شود.  $V$  سرعت مایع به  $X$  سانتی متر از سطح ثابت و موازی به سطح مذکور میباشد. عموماً به اثر قوه اصطکاک حرکت مایع بطی میشود که این قوه اصطکاک متناسب است اگر به شکل معادله بنویسیم، چنین خواهد بود:

$$F = dv/dx \eta \frac{d_v}{d_x} \cdot (6-10)$$

$\eta$  را لزوجیت (viscosity) مایع مذکور می نامند.

واحد  $\eta$  در سیستم C.G.S، poise است. اگر برای حرکت دادن یک سطح که مساحت آن  $1\text{cm}^2$  باشد به فاصله  $1\text{cm}$  از سطح ثابت قوه

1dyn ضرورت باشد تا این سطح را به سرعت 1cm/s حرکت دهد گفته میشود که لزوجیت مایع مذکور 1poise است .

در سیستم M.K.S واحد لزوجیت pas است .

$$1\text{pas} = 10\text{poise}$$

## 10 - 6 کشش سطحی

قوه های جذب بین مالیکول های مایع منشأ به وجود آوردن پدیده کشش سطحی می باشند . تمام مالیکولهای یک مایع ذریعه مالیکول های همجوار کشش میشوند ، مالیکول که در بین مایع قرار دارد از تمام جهات یکسان کش میشوند که محصله این قوه ها صفر میشود ، اما مالیکولهای که در سطح واقع اند به نسبت اینکه بطرف بالای آن مالیکول های مایع نیست بطرف پائین کش میشوند و این باعث میشود . تا مایع کوچکترین سطح را اختیار نماید .

مثلاً اگر یک سوزن کوچک را با انگشت مالش داده با دقت بروی آب قرار بدهیم باوجودیکه کثافت سوزن بمراتب بزرگتر از کثافت آب است ، در سطح آب قرار میگرد . با تکان دادن سطح آب کشش سطحی شکسته سوزن در آب فرو میرود . قوه ایکه نمی گذارد جسم اجنبی جای مالیکول های سطح مایع را بگیرد بنام قوه کشش سطحی یاد میگردد . پس کشش سطحی عبارت از مقدار قوه ایست که بالای سطح مایع عمودی تاثیر نموده و 1cm طول را پاره نماید .

کشش سطحی در شکل گرفتن قطرات مایع دخالت دارد، هر چند قطرات آب به آسانی تغییر شکل می‌دهند ولی بوسیله قوه جذب قشر سطحی به شکل کروی در می‌آید. مایعات که کشش سطحی شان ضعیف است به سرعت تبخیر می‌شوند و نگهداری آنها بصورت ذرات در حال تعلیق مشکل است. تمام مایعات تا حدودی کشش سطحی را نشان می‌دهند.

مایعات که کشش سطحی پائین دارند به سهولت در سطح انتشارمینمایند و آنرا تر می‌سازند. خواص پاک کننده گی یک مایع به کشش سطحی آن بستگی دارد. مایع که کشش سطحی پائین دارد پاک کننده خوب است. مواد پاک کننده از قبیل صابون ها وغیره تا اندازه کشش سطحی آب را کاهش می‌دهد، به عوض اینکه آب سطح جسم را بپوشاند در این حالت در آنها نفوذ مینماید. موادی که در آب حل میشوند کشش سطحی را تغییر می‌دهند. افزایش درجه حرارت نیز سبب کاهش کشش سطحی میشود. از همین سبب است که آب گرم پاک کننده خوب است نسبت به آب سرد. واحد کشش سطحی  $\text{dyn/cm}$  است. کشش بعضی مایعات در جدول (ه) درج است.

### 10-7 کاربرد کشش سطحی

برای اینکه هضم به خوبی صورت گیرد باید شحم به پارچه های کوچک تقسیم شود تا سطح تماس انزایم (lipase) به آن زیاد شود. برای اینکه یک پارچه خورد شحم بداخل آب داخل شود لازم است سطح آب پاره گردد. اگر کشش سطحی آب کم باشد این عملیه به آسانی صورت می



گیرد. در امعا نمک های اسید های صفراوی کشش سطحی آب را کم ساخته و باعث میشود که شحم به پارچه های کوچک تقسیم شود و هضم آن آسان گردد.

اگر مجرای صفراوی بند باشد نمک های صفراوی داخل خون شده به ادرار ظاهر میشود. برای اینکه بدانیم که یک ادرار نمک صفراوی دارد یا خیر یک مقدار پودر سلفر را در یک ظرف بالای ادرار میاندازیم. در حالت طبیعی کشش سطحی ادرار به اندازه ایست که پودر سلفر در سطح آن قرار میگیرد. اگر در ادرار نمک صفراوی وجود داشته باشد، این نمک های صفراوی کشش سطحی را کم ساخته پودر در سطح ادرار قرار نه گرفته بلکه طرف پائین تیوب حرکت میکند.

بین کشش سطحی یک مایع و تأثیر آن بحیث یک ضد عفونی کننده یک ارتباط قوی وجود دارد. در صورتیکه سایر عوامل ثابت نگهداشته شود یک ماده ضد عفونی با پائین ترین کشش سطحی معمولاً موثر ترین ماده خواهد بود. ازورسینول (Hexylresorcinol) با مشخصه تجارتي - (ST) (37) فروش میشود. مواد ضد عفونی با کمترین کشش سطحی بوده سطح تماس بیشتری دارد.

## 10 - 8 جریان مایع در تیوب و قانون پایزولی

پایزولی 1 در قرن 19 جریان مایعات را در تیوب های کوچک مورد تجربه قرار داد و کشف نمود که مقدار مایع که در فی واحد زمان و یا شدت جریان مایع در یک تیوب باریک متناسب به توان چهارم شعاع آن است .

تصور کنید که یک مایع نیوتنی 2 (Newtonian) در یک تیوب به شعاع  $r$  و طول  $L$  سانتی متر بصورت متداوم در جریان باشد . برای اینکه مایع جریان کند باید فرق فشار  $(P_1 - P_2)$  بین دو نهایت تیوب موجود باشد ، یک قوه اصطکاک به مقابل جریان عمل میکند که مساوی به لزوجیت مایع ضرب در مساحت سطح تیوب  $(2\pi rL)$  ضرب در گرادیانت سرعت

یعنی:

$$\frac{dv}{dr}$$

$$F_{(vis)} = 2 \pi rL \cdot \eta \cdot \frac{dv}{dr} \dots (7 - 10)$$

برای اینکه جریان متداوم باشد باید قوه اصطکاک مساوی به فرق فشار باشد.

$$(p_1 - p_2)\pi r^2 = -2rL \frac{dv}{dr} \cdot \eta \cdot \pi$$

$$\frac{dv}{dr} = -\frac{(p_1 - p_2)}{2L\eta} r$$

$$dv = -\frac{p_1 - p_2}{2L\eta} \cdot r dr$$

$$V = -\frac{(p_1 - p_2)}{4L\eta} r^2 + C$$

---

<sup>1</sup> Magen Poiseulle فزیولوجست و فزیکدان فرانسوی ( 1799 - 1869 )  
<sup>2</sup> مایعی که لزوجیت آن همیشه ثابت باشد ، مایع نیوتنی نامیده میشود .

چون  $V = V(r)$  است در صورتیکه  $r = R$  شود  $V = 0$  شده

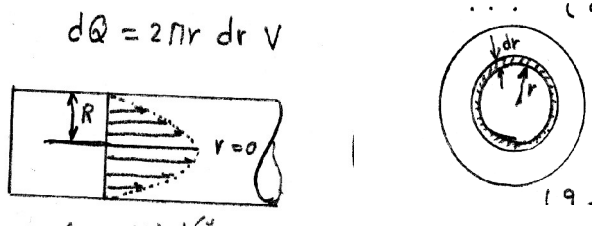
$$V = -\frac{p_1 - p_2}{4L\eta} r^2 + \frac{p_1 - p_2}{4L\eta} R^2$$

$$V = \frac{p_1 - p_2}{4L\eta} (R^2 - r^2) \dots (8-10) \quad \text{بنابراین:}$$

$$-\frac{(p_1 - p_2)}{4L\eta} R^2 + C = 0$$

$$C = \frac{(p_1 - p_2)}{4L\eta} R^2$$

از معادله فوق دیده میشود که سرعت مایع شکل پارابولیک دارد .  
یعنی وقتی که  $r = 0$  باشد سرعت اعظمی و وقتی که  $r = R$  شود سرعت در  
جدار تیوب صفر میشود طبق شکل (7-10) اگر در داخل تیوب



175  
شکل (7-10)

به فاصله  $r$  سطحی را مدنظر بگیریم که بین  $r$  و  $r + dr$  باشد ، مساحت آن عبارت از  $2\pi r dr$  میباشد . اگر سرعت مایع در سطح 7 سانتی متر فی ثانیه باشد مقدار مایعی که از آن در هر ثانیه عبور میکند  $dQ$  بوده قرار معادله (9-10) داده شده است .

$$dQ = \frac{P_1 - P_2}{4L\eta} r^2 \cdot 2r dr + \frac{P_1 - P_2}{4L\eta} R^2 \cdot 2\pi r dr$$

با وضع قیمت  $V$  در معادله (9-10) بدست می آید که :

با انتگرال گیری در انتروال  $r = 0$  ،  $r = R$  بدست می آید .

$$Q = \frac{(P_1 - P_2)}{4L\eta} R^4 \dots (10-01)$$

$Q$  مقدار مایع است که در هر ثانیه از تیوب می گذرد.

معادله (10-10) عبارت از قانون پانیزولی میباشد که به الفاظ چنین

افاده میشود . مقدار مایع که در فی واحد زمان از یک تیوب میگذرد متناسب

به فرق فشار بین دو نهایت تیوب مستقیماً متناسب به شعاع به طاقث چهارم و

معکوساً متناسب به طول تیوب و

$$Q = \frac{P_1 - P_2}{8L\eta / \pi R^4} \dots (11-01)$$

لزوجیت مایع که از آن عبور می کند می باشد . معادله (10-11) به شکل ذیل نوشته می توانیم :

$$8L\eta / \pi R^4 \quad \dots (12-10)$$

معادله (10-12) را مقاومت تیوب می نامند . مقاومت با طول تیوب ولزوجیت مایع مستقیماً متناسب و به شعاع به طاقت چهارم معکوساً متناسب است .

مقاومت تیوب مانند مقاومت برقی جمع می شود . اگر دو یا چندین تیوب به صورت مسلسل واقع باشند در انصورت مقاومت مجموعی مساویست به :

$$R=R_1+ R_2 + R_3+ \dots (13 - 10)$$

اگر مقاومت موازی واقع باشند ، مقاومت مجموعی طبق معادله ذیل جمع می شوند .

$$1/R = 1/R_2 + 1/R_3 + \dots + 1/R_n \dots (12-01)$$

قانون پایزولی در شرایط خاص و نسبی در وجود انسان قابل تطبیق است . (7.8,16)

## 10 - 9 کار برد قانون پایزولی و لزوجیت

اگر به اثر ضیاع آب لزوجیت خون زیاد شود جریان خون متوقف میشود و سبب مرگ میگردد . لذا لازم است که اگر یک شخص به اثر اسهال و یا عارضه دیگر آب ضایع کند ، باید دو باره آب ذریعه ذرق برایش داده شود تا از مرگ نجات یابد . مثلاً در مرض Cholera که در آن محلول

ایزوتونیک نمک قسمت عمده تداوی آن را تشکیل میدهد ، یا بعضی اسهالات دیگر اطفال که باعث ضیاع مقدار زیاد آب میگردد . هم چنان در مرض Polycythemia لزوجیت خون به اثر ازدیاد کریوات سرخ زیاد میشود و به جریان خون صدمه وارد کرده کار قلب را سنگین میسازد ، به این مریضان از یکطرف ادویه میدهند تا تولید کریوات سرخ کم شود و از جانبی دیگر از مریضان خون میگیرند تا لزوجیت خون به حالت طبیعی بر گردد .

چون نظر به قانون پایزولی مقدار خونی که از یک شریان در واحد زمان جریان میکند متناسب است به شعاع به طاقث چهار . لذا اگر به اثر مریضی شریان مانند Atherosclerosis قطر یک شریان قلبی نصف گردد ، جریان خون از آن 16 مرتبه کم میشود . اگر به اثر ادویه قطر یک شریان را توسعه بدهیم و آن را دو چند کنیم جریان خون در آن 16 چند میشود . لذا قطر شریان در جریان خون رول مهم دارد .

ورید باب خون را از روده ها و معده جمع نموده بداخل جگر میفرستد و در داخل جگر نیز به ورید های کوچک تقسیم میشود . ضمناً ورید های معده با ورید های مری هم اتصال دارند . هرگاه جگر مریض شود ، طوریکه شاخچه های ورید باب زیر فشار آید و قطر شان کم شود مقاومت رگها زیاد میشود . وجود برای اینکه خون امعاء و معده را از جگر بگذراند با میخانیکیت های مختلف فشار ورید باب را زیاد میکند که بنام Portage Hypertension یا فرط فشار ورید باب یاد میشود . چون ورید های معده زیاد با ورید های مری اتصال دارند و فشار خون در ورید های معده زیاد

میشود که بنام دو والی مری Esophageal Varices یاد میشود . دوران خون طفل در شکم مادر از دوران خون آن بعد از تولد فرق دارد ، طوریکه خون از دهلیز راست از طریق سوراخ Foramen Ovale به دهلیز چپ میرود . اگر چه یک پرده بالای این سوراخ طوری وجود دارد که اگر خون از دهلیز چپ بخواهد بدلیز راست برود این پرده اجازه نمیدهد . خون که ذریعۀ بطن راست پمپ میشود داخل شریان ریوی میگردد ، تماماً به شش نمیرود . زیرا بین شریان ریوی و شریان ابهر مجرا موجود است که بنام Ductus Arteriosus یاد میگردد و در نتیجه بسیار کم خون به ششها جریان میکند . البته ، خونیکه به ششها میرود کدام تغییری در آن رخ نمیدهد ، وقتیکه خون به حوصلۀ طفل میرسد از آنجا دو شریان جدا میشود که بنام شریان های ناف یاد میشود خون را به Placenta میبرد که در آنجا خون مادر از یکطرف پرده نازک میگذرد و خون طفل از طرف دیگر عبور میکند . تبادلۀ  $O_2$  و مواد غذایی و مواد فاضله صورت میگیرد ، یعنی خون طفل از خون مادر  $O_2$  و مواد غذایی را گرفته و مواد فاضله را به خون مادر با  $CO_2$  میدهد و خون پاک اوکسیجن دار از پلاستتا از طریق ورید ناف به ورید اجوف سفلی طفل آمده و به دهلیز راست میریزد . البته شراین وجود دارد که خون را به تمام اعضای طفل میرساند و ورید ها خون را از اعضا جمع نموده به دهلیز راست میرساند . اما وقتیکه طفل تولد میشود ، حتی قبل از اینکه تنفس کند تغییرات ذیل در دوران طفل صورت میگیرد :

Ductus Arteriosus بسته میشود، خون به ششها جریان میکند و Foramen Ovale بسته میشود، آیا این تغییرات به کدام میخانیکیت ها صورت میگیرد؟ چون جریان ابهر بزرگ است مقاومت آن کم بوده لذا جریان خون در پلاستتا با جریان خون در بدن طفل موازی میباشد. اگر مقاومت بدن طفل  $R_1$  و مقاومت پلاستتا  $R_2$  باشد مقاومت مجموعی قرار معادله ذیل داده شده است.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

لذا دیده میشود که مقاومت مجموعی دوران نسبت به مقاومت بدن طفل  $R_1$  کمتر میباشد. لذا فشار در شریان ابهر کم بوده و به همان فشار میتواند خون را به پلاستتا و اعضای بدن طفل پمپ نماید.

اما وقتی که طفل تولد میشود شریان های ناف بسته میگردد، مقاومت آن بسیار بزرگ شده یعنی  $R_2 \rightarrow \infty$  شده و  $R_1/R_2$  بسیار خورد و به صفر تقرب میکند. لذا مقاومت دوران طفل  $R$  مساوی به  $R_1$  میشود، یعنی مقاومت بیشتر میگردد. برای اینکه خون در بدن طفل جریان کند فشار خون در شریان ابهر بلند میرود و مانع جریان خون از شریان ریوی به شریان ابهر میگردد. ورید ریوی به دهلیز چپ میریزد و فشار خون در دهلیز چپ زیاد شده Foramen Ovale را بند میسازد.



در فرجام باید خاطر نشان ساخت که قانون پایزولی تقریبی بوده و ضمناً به جریان مایعات مربوط میشود که لزوجیت ثابت داشته باشد و جریان هم یک جریان آرام باشد. لذا این قانون مستقیماً جهت مطالعه جریان خون بکار برده نمیشود. هکذا قانون پایزولی در تیوب های با قطر یکنواخت مربوط میشود. بناءً چون خون در رگها به قطر های متفاوت جریان دارد لذا قانون پایزولی تقریبی میگردد نه بصورت دقیق و کلی. (6,8,14)

مثال 1:

مویرگی به شعاع  $4\mu$  تحت اثر فشار  $30\text{mmHg}$  قرار دارد در اینصورت کشش دیوار با جدار مویرگها چند است؟

$$T = 30\text{mmHg} \frac{1333\text{dyn/cm}^2}{\text{mmHg}} 4 \cdot 10^{-4}$$

$$T = 16\text{dyn/cm}$$

مثال 2

برای محاسبه جریان مایع از یک تیوب که طول آن  $20\text{cm}$  و تفاوت فشار مساوی به اختلاف ارتفاع مایع در تیوب  $5\text{cm}$  و قطر داخلی تیوب  $0,5\text{cm}$  باشد. اگر مایع ( آب ) در حرارت  $20$  درجه سانتی گراد و  $\eta = 0.01\text{dyn.sec/cm}^2$  باشد نوشته میتوانیم.

$$P_1 - P_2 = 5 \text{ cm H}_2\text{O}$$

$$L = 20 \text{ cm}$$

$$\eta = 0,01 \text{ dyn} \cdot \text{Sec} / \text{cm}^2$$

$$t = 20 \text{ c}^0$$

$$P_1 - P_2 = (5 \text{ cm H}_2\text{O}) = 980 \frac{\text{dyn}/\text{cm}^2}{\text{cm H}_2\text{O}} = 4900 \text{ dyn}/\text{cm}^2$$

$$P_1 - P_2 = 4900 \text{ dyn}/\text{cm}^2$$

$$Q = (P_1 - P_2) \cdot \pi R^4 / 8L\eta$$

$$Q = 4900 \text{ dyn}/\text{cm}^2 \cdot \frac{3,14 \cdot (0,25)^4 \text{ cm}^4}{8 \cdot 0,01 \text{ dyn} \cdot \delta / \text{cm}^2 \cdot 20 \text{ cm}}$$

$$Q = 38 \text{ cm}^3 / \text{Sec}$$

## مسائل

1: در امتداد تیوب بطول 100cm و شعاع داخلی 0,5cm تفاوت فشار  $1 \text{ cm H}_2\text{O}$  است . میزان جریان حجمی مشاهده شده  $24 \text{ cm}^3/\text{s}$  می باشد . میزان جریان برای تفاوت فشار  $25 \text{ cm H}_2\text{O}$  چقدر است ؟

انتظار دارید که میزان حجمی در تیوب بطول 2cm و شعاع داخلی 0,1cm چنانچه به این فشار تأمین شود چقدر است ؟

اگر تیوب های 2 و 100 سانتی متری به یک دیگر متصل می شوند و تفاوت فشار آب 20cm می شود ، میزان جریان چقدر است ؟

2- اگر یک حوض را یک نل که قطر آن یک انچ است در 8 ساعت پر می کند همان حوض از دو نل که قطر آن یک انچ است در چند ساعت پر می کند؟

3- لزوجیت بنزین به  $6,47 \cdot 10^{-3}$  pois می باشد. در  $20^\circ\text{C}$  کثافت آن  $0,2794 \text{ g/cc}$  است. زمان جریان آن در و یسکوزی متراسوالد  $384 \text{ sec}$  است. اگر کثافت ایتایل الکل در  $20^\circ\text{C}$ ،  $0,7893 \text{ g/cc}$  باشد. در زمان جریان  $400 \text{ sec}$  لزوجیت ایتایل الکل چند است؟

4- فشار برای به جریان انداختن آب با سرعت جریان  $10 \text{ cm}^3/\text{min}$  را در حالی که از سوزن زرقی تحت پوست به طول  $20 \text{ cm}$  و قطر  $0,3 \text{ mm}$  پیدا کنید؟

5- در فشار عادی خون، خون در شریان گرونری سالم در جریان است. میزان جریان حجمی آن  $100 \text{ cm}^3/\text{min}$  می باشد. اگر شعاع داخلی شریان به  $80\%$  شعاع اولیه کاهش یابد و سایر عوامل ثابت باقی بماند میزان حجمی چقدر است؟

## جدول های ضمیمه

## جدول (1) ثابت های اساسی فزیک

ثابت های فیزیکی	علامه	قیمت عددی
سرعت نور در خلا	C	$2,998.10^8 m/s$
ثابت قوه جاذبه	G	$6,67.10^{-11} m^3 / kg \cdot s^{-2}$
ثابت او و گدرو	Na	$6,02.10^{23} mol^{-1}$
ثابت عمومی گازات	R	$8,31 J / mol \cdot K^\circ$
ثابت بولتزمن	K	$1,38.10^{-23} .J / K^\circ$
ثابت فرادی	F	$9,65.10^4 c / mol$
چارج بسیط	E	$1,602.10^{-19} .9,11.10c$
كتله الكترون	Me	$9,11.10^{-31} kg$
كتله پروتون	Mp	$1,672.10^{-27} kg$
كتله نیوتن	Mn	$1,675.10^{-27} kg$
چارج مخصوصه الكترون	e/m	$1,76.10^{11} c / kg$
واحد اتمی كتله	1U	$1,66.10^{-27} = 931 mev$
ثابت برقی	$\epsilon_0$	$8,85.10^{-12} f / m$
ثابت مقناطیسی	$\mu_0$	$1,26.10^{-6} h / m$
ثابت پلانک	H	$2,625.10^{-34} J \cdot s$
شعاع الكترون	R	$2,817939.10^{-15} nl$
ثابت سیتفان	$\Delta$	$5,6697.10^{-15} wm^{-2}k^{-4}$
تعجیل سقوط آزاد	G	$9,80665 m / s^2$

جدول قیمت های  $\sin$  ,  $\tan$  جدول (2)

درجه	Sin ساین	تانجانت tan	درجه	sin ساین	تانجانت sin	درجه	sin ساین	تانجانت tan
0	0.0000	0.0000	31	0.5150	0.6009	61	0.8746	1.804
1	0.0175	0.0175	32	0.5295	0.6249	62	0.8829	1.881
2	0.0349	0.0349	33	0.5446	0.6494	63	0.8910	1.963
3	0.0523	0.0524	34	0.5592	0.6743	64	0.8988	2.050
4	0.0698	0.0699	35	0.5236	0.7009	65	0.9063	2.145
5	0.0872	0.0275	36	0.5872	0.7265	66	0.9135	2.246
6	0.1045	0.1051	37	0.6018	0.7536	67	0.9272	2.356
7	0.1219	0.1228	38	0.6157	0.7213	68	0.9336	2.475
8	0.139	0.1405	39	0.6293	0.8098	69	0.9397	2.605
9	0.1564	0.1584	40	0.6428	0.8391	71	0.9455	2.747
10	0.1736	0.1765	41	0.6561	0.8693	72	0.9511	0.904
11	0.1908	0.1944	42	0.6691	0.9004	73	0.9565	3.079
12	0.2079	0.2126	43	0.6720	0.9320	74	0.9613	3.271
13	0.2250	0.2309	44	0.6947	0.9654	75	0.9659	3.487
14	0.2419	0.2493	45	0.7071	1.000	76	0.9705	3.732
15	0.2586	0.2679	46	0.7193	1.039	77	0.9744	4.011
16	0.2756	0.2867	47	0.7314	1.072	78	0.9781	4.351
17	0.2924	0.3057	48	0.7431	1.0111	79	0.9816	4.705
18	0.3090	0.3248	49	0.7547	1.0150	80	0.9848	5.145
19	0.3256	0.3443	50	0.7660	1.0162	81	0.9848	5.671
20	0.3420	0.3640	51	0.7771	1.0235	82	0.9903	6.314
21	0.3584	0.3839	52	0.7880	1.0280	83	0.9925	7.115
22	0.3706	0.4040	53	0.7980	1.0327	84	0.9945	8.114
23	0.3907	0.4245	54	0.8090	1.0376	85	0.9962	9.51
24	0.4067	0.4452	55	0.8192	1.0428	86	0.9986	11.43
25	0.4226	0.4663	56	0.8290	1.0485	87	0.9986	14.30
26	0.4384	0.4877	57	0.8537	1.0540	88	0.9994	19.08
27	0.4590	0.5095	58	0.8480	1.0600	89	0.9998	28.65
28	0.9695	0.5317	59	0.8532	1.0664	90	1.000	57.29
29	0.4848	0.5643	60	0.8660	1.0762			$\infty$
30	0.5000	0.5774						

## (3) تبدیل واحدها به سیستم های F.P.S , C.G.S , SI جدول

Length	M	Cm	In	Ft	Yd
1 meter	1	100	39,3701	3,28084	1,09361
1 centimeter	0,01	1	0,393701	0,0328084	0,0109361
1 inch	0,0254	2,54	1	0,0833333	0,0177778
1 foot	0,3048	30,48	12	1	0,333333
1 yard	0,9144	91,44	36	3	1
	Km	Mile			
1 kilometer	1	0,621371			
1 mile	1,60934	1			
1 light year = $9,46070 \cdot 10^{15}$ meters = 5,87848.1012mil					
1 astronomical Unit = $1,496 \cdot 10^{11}$ m					
1 parsec = $3,0857 \cdot 10^{16}$ m = 3,2616 Ly					

## جدول (4) ضرایب تبدیل

ضرب کنده	برای تبدیل	ضرب کنده	برای تبدیل	مضرب کنده	برای تبدیل
4,186	کالوری به J	14,7	Lb/in <sup>2</sup> اتمسفر به	2,54	اینچ به سانتی متر
4186	کیلو کالوری به J	51,7	mmHg lb/in <sup>2</sup>	30,48	فوت به سانتی متر
3,6.10 <sup>4</sup>	Kwat ساعت به J	13,6	mmH <sub>2</sub> O mmHg	3,28	متر به فوت
1,6.10 <sup>19</sup>	ev به J	980	Dyn/cm <sup>2</sup> cmH <sub>2</sub> O	5280	میل به فوت
1,356	فوت پوند بر ثانیه به وات	1333	Dyn/cm <sup>2</sup> mmHg	1609	میل به متر
746	اسب بخار به وات	0,1	N/m <sup>2</sup> dyn/cm <sup>2</sup>	1,609	میل به کیلو متر
157	Watt به erg/s	133,3	N/m <sup>2</sup> mmHy	15 <sup>8</sup>	انگسترون به سانتی متر
		98	N/m <sup>2</sup> cmH <sub>2</sub> O	15 <sup>10</sup>	انگسترون به متر
		15 <sup>4</sup>	M <sup>3</sup> cm <sup>3</sup>	1/467	میل بر ساعت به فوت بر ثانیه
		16,39	Cm <sup>3</sup> in <sup>3</sup>	2,24	متر بر ثانیه به میل بر ساعت
		2,83.10 <sup>3</sup>	M <sup>3</sup> F1 <sup>3</sup>	4,45	پوند به نیوتن
		0,01	M <sup>3</sup> لیتر به	15 <sup>2</sup>	واین به نیوتن
		3785	Cm <sup>3</sup> به گالین	2,45.10 <sup>1</sup>	پوند به واین
		231	In <sup>3</sup> به گالین	14,59	حسناک به کیلو گرام
		1,356	ب ژول (J) FTlb	47,88	به N/m <sup>2</sup> lb/f <sup>2</sup>
		157	Joul erg	68,95	به N/m <sup>2</sup> lb/in <sup>2</sup>



## جدول (5) لزوجیت

## جدول (6) کشش سطحی (7)

(7)

شماره	ماده	درجه تعمرات	لزوجیت m.poise
1	آب	20	1,00
2	بنزین	20	0,65
3	ایترا	20	0,23
4	ایتیل الکول	20	1,20
5	گگلسترین	20	8,3000
6	روغن زیتون	20	986,000
7	آب	37	6,9
8	پلازما	37	10
9	سجود	37	20
10	سیلاب	0	0,016.10 <sup>-1</sup>
11			

شماره	ماده	درجه تعمرات	کشش سطحی dyn/cm
1	آب و هوا	20	72
2	پلازما، هوا	37	40 - 50
3	مایعات پاکت کنده	20	25 - 45
4	سیلاب ، هوا	20	465
5	ادریار ، هوا	37	66
6	ایتیل الکول	20	20,30
7	ایترا ، هوا	20	17
8	بنزین ، هوا	20	29
9	گگلسترین	20	63
10	سیلاب ، هوا	20	392
11	آسکلون mol , NaCl	20	74,4

## جدول (7) ضرایب تبدیل

ضرب کننده	برای تبدیل	ضرب کننده	برای تبدیل	مضرب کننده	برای تبدیل
4,186	کالوری به J	14,7	Lb/in <sup>2</sup> اتمسفر به	2,54	اینچ به سانتی متر
4186	کیلو کالوری به J	51,7	mmHg lb/in <sup>2</sup>	30,48	فوت به سانتی متر
3,6.10 <sup>4</sup>	Kwat ساعت به J	13,6	mmH <sub>2</sub> O mmHg	3,28	متر به فوت
1,6.10 <sup>19</sup>	ev به J	980	Dyn/cm <sup>2</sup> cmH <sub>2</sub> O	5280	میل به فوت
1,356	فوت پوند بر ثانیه به وات	1333	Dyn/cm <sup>2</sup> mmHg	1609	میل به متر
746	اسب بخار به وات	0,1	N/m <sup>2</sup> dyn/cm <sup>2</sup>	1,609	میل به کیلومتر
157	Watt به erg/s	133,3	N/m <sup>2</sup> mmHg	15 <sup>8</sup>	انگسترون به سانتی متر
		98	N/m <sup>2</sup> cmH <sub>2</sub> O	15 <sup>10</sup>	انگسترون به متر
		15 <sup>4</sup>	M <sup>3</sup> cm <sup>3</sup>	1/467	میل بر ساعت به فوت بر ثانیه
		16,39	Cm <sup>3</sup> in <sup>3</sup>	2,24	متر بر ثانیه به میل بر ساعت
		2,83.10 <sup>3</sup>	M <sup>3</sup> F <sup>3</sup>	4,45	پوند به نیوتن
		0,01	M <sup>3</sup> به لیتر	15 <sup>5</sup>	واین به نیوتن
		3785	Cm <sup>3</sup> به گالین	2,45.10 <sup>7</sup>	پوند به واین
		231	In <sup>3</sup> به گالین	14,59	حاصلک به کیلو گرام
		1,356	ب ژول (J) FTlb	47,88	N/m <sup>2</sup> به lb/ft <sup>2</sup>
		157	Joul erg	68,95	N/m <sup>2</sup> به lb/in <sup>2</sup>

## جدول (8) مقدار کالوری در برخی غذا های معمول

ارزش غذایی (Kcal/g)	غذا یا سوخت	ارزش غذایی (Kcal/g)	غذا یا سوخت
1.09	برنج سفید پخته	4.1	هایدروکاربنها به طور متوسط
0.22	بادنجان رومی	4.1	پروتین ها به طور متوسط
1.97	ماهی	9.3	شحم به طور متوسط
8	زغال	0.58	سیب
11.4	نفت	1.6	مرغ سخاری
10.5	نفت کوره	5.28	چاکلیت
5.2	میتانول	0.008	قهوه
13	گاز طبیعی	1.63	تخم مرغ
4	چوب	0.64	شیر کامل
1.18	حبوبات	4	شکر

جدول (9) میزان مصرف انرژی برخی از فعالیتها گوناگون در شخص به

وزن 76 کیلوگرام

میزان مصرف انرژی (Kcal/m)	نوع فعالیت	میزان مصرف انرژی (Kcal/m)	نوع فعالیت
26.5	مسابقه بایسکیل سواری	1.2	خواب
2	موتر سواری	1.7	استراحت در حال نشسته
5.7	بایسکیل سواری (8-13km/h)	1.8	ایستادن در حالت معمولی
9.7	بالا رفتن به زینه	3	نشستن در صنف
9.8	سکی روی یخ (14.5m/h)	3.8	عادی راه رفتن (4km/h)
6.8	شنای قورباغه	11.4	بازی بسکتبال
		6.3	بازی تنیس

## مآخذ

- 1- ریاضی . مجتبی ، فزیک دینامیک . سال 1367 . نشرات تهران . ص 167 ، 166 ، 414 ، 416 ، 413 .
- 2- زارع . احسان الله . فزیک میخانیک . سال 1360 . نشرات انستیتوت طب کابل .
- 3- جان . کامرون ، جیز اسکوفرونیک . فزیک پژشکی . مترجم اریایی . چاپ سوم ، سال 1389 تهران ص 49 ، 25 ، 20 ، 7 ، 74 .
- 4- جیمزل . مریان . پ ، ل . ج . کریک . فزیک دینامیک . سال 1374 . ترجمه ، واحدی . هاله ، رضایی . عبدالمجید ، محمد قوامی ، سیتلو کامران . ملکان . مجید تهران ص ص 12 ، 10 ، 8 ، 16 ، 84 ، 86 .
- 5- حکیمزاده . عبدلودود . فزیک میخانیک طبی سال 1367 . نشرات انستیتوت طب کابل .
- 6- شمس . پوهاند دکتور محمد انور ، جویان عبدالعلی ، غلیزی . دوست محمد . فزیک عمومی جلد اول . سال 1369 . کابل . ص 22 ، 30 ، 64 ، 70 .
7. کریمی . تیمور ، حبیب . حبیب اله ، واکتر فزیک میخانیک . سال 1352 پوهنتون کابل .
- 8- غضنفر . پوهاند دکتور سید الفشاه . بیوفزیک . سال 1367 . نشرات انستیتوت کابل .

- 9- هالیدی . دیوید . رابرت زرنیک ، فزیک عمومی جلد اول سال 1369  
ترجمه گلستانیان ، نعمت اله . بهار . محمود . تهران . ص 1 ، 3 ، 32- 47 ،  
60- 66 ، 90- 92 ، 110- 116 ف 153- 157 .
- 10- هیسل . هوارد فلیتر . فزیک در پرستاری . مترجم ، پروین . رنجانی ،  
عزالدین ، میرزاییگی . جهان کشاه . سال 1367 . تهران . ص ص 9- 24 ،  
26- 42 ، 70- 85 ، 93- 99 ، 103- 157 .
- 11- محجوب . سعید . فزیک دینامیک سال 1367 . تهران ص ص 166  
، 167 ، 413 ، 414 ، 416 .
- 12- A. Kitaigorodsky . Introduction of Physics.  
Translated from the Russian . by O . Smith and L .  
Levant . 1981 . p p 16,34 ,36 .
- 13 – Alexander Taffel M, A.V visualized Physics  
revised edition 1964 . New York . p p 1-3 , 72-75 , 80-  
87 , 89-92 .
- 14 – Arthur C. Guyton . Text book of Medical  
physiology volum -1 . 8 edition translated by Farrokh  
Shad an 1991 . p-325 .
- 15 – B.M. Yavorsky and A.A. pinsky Fundamentals  
of physics volum-1 1997 . oscow \\ 23 , 25 , 26 , 43 .
- 16- Carl .R Nave , Branda C, Nave. Physics for Health  
sciences. 1372 Translated by Takalu . Ali Asghar  
Tehran . p p 16,21 , 28,37 ,70 ,83-96.
- 17- Erich Husmann . E.E , Ediger . P. Slack . physics  
2 edition New York . 1959 , pp 63-68 ,70-74 , 82,83  
، 137.

- 18-Forrst. H. M, Orthopedics Biomechanics U.S.A.  
1993.
- 19-John.R. Comeron.Jomes .G.Skofronick .Medical  
. Tehran .90Physics Translated by Abbas Takaveer . 13  
pp 17-26,31-55,86-93,104-111.
- 20-K.C.Sachdev. B.D Duggal Introduction of physics  
1967.5 edition , Delhe pp 13,20-23,31-33,59-63.
- 21- M.Nelkon .principles of Physics .8-edition .  
1991. London pp 39-41,46,47,70.
- 22- Richard T. Weidner ,Rabert.L. Sells Elementary  
classical physics. 1971.volum -2. New York pp 3-7 ,  
10-13 ,19-21,25.36-42,78,79 , 115-122.
- White, Frank M., Fluid Mechanics, McGraw-Hill,  
5th edition, 2002, [ISBN 0-07-283180-4](#).
  - Pope, Stephen B., Turbulent Flows, Cambridge  
University Press, 1st edition, 2000, [ISBN 0-521-  
59886-9](#)

اینجانب میر محمد ظاهر (حیدری) فرزند میر غلام حیدر در یک خانواده با ضمیر روشن در سال 1331 در شهر تالقان ولایت تخار چشم به جهان کشودم. و در سال 1337 شامل مکتب و در سال 1349 از لیسه تالقان



وقت از صنف 12 فارغ و بعد از یک مدت خدمت در سال 1354 شامل فاکولته ساینس پوهنتون کابل و در سال 1357 از رشته فزیک فارغ التحصل گردیدم. بعد از فراغت از پوهنچی بحیث سوپر وایزر ساینس در تعلیم و تربیه تخار مقرر گردیدم بعد از یک مدت به خدمت عسکری بعد از ترخیص در تربیه معلم ولایت تخار به حیث استاد مقرر گردیدم. بعد از چند مدت بحیث معاون تدریسی خدمت نمودم و در سال 1364 شامل پروگرام ماستری اکادمی تربیه معلم و بعد از اخذ دیپلوم

ماستری بحیث استاد و بعداً مدیر عمومی خدمت نمودم. در سال 1368 بحیث استاد نامزد پوهنچار دانشکده طب بلخ تبدیل و بعداً بحیث معاون و تا سال 1370 درین سمت قرار داشتم. در سال 1373 مجدداً بحیث معاون و یک مدت بحیث سر پرست درین پوهنچی و بعد از یک مدت انفصال ازین پست در سال 1378 مجدداً بحیث معاون مقرر و تا سال 1381 درین پست قرار داشتم. بمنظور انجام کارهای علمی و تحقیقی ازین پست استعفاء نمودم و حدود 23 سال می شود که در فاکولته طب پوهنتون بلخ مصروف تدریس هستم که در فوق گزارش یافت.

بر علاوه وظایف استادی در کمیته و سایر فعالیت های اکادمیک شمولیت داشتم که مختصر گزارش می گردد.

اولین رئیس کمیته امتحانات پوهنتون بلخ با طرح اولین طرز العمل کاری، عضو شورای علمی پوهنتون بلخ، عضو شورای علمی پوهنچی، رئیس کمیته بررسی اسناد فارغان، مسول کمیته انسجام ترفیعات علمی فاکولته طب و عضو کمیته تضمین کیفیت و اعتبار دهی پوهنتون بلخ می باشم. رتبه دولتی ام خارج رتبه و رتبه علمی ام پوهاند بوده تعداد اثار علمی ام در حدود 22 اثر علمی تالیفی، تحقیقی و رساله علمی به نشر شده و 2 اثر تحت کار دارم که انشاء اله آماده چاپ میگردد.

با احترام

پوهاند میر محمد ظاهر حیدری

استاد فزیک طبی پوهنچی طب

پوهنتون بلخ 1391



## **Abstract:**

## **Literature Review:**

Medical Physics at university level and teaching it in Faculties of Medical is the key in students' success to apply the knowledge gained through these lessons in their day-to-day affairs. And it is in the category of basic subjects being taught for medical students. In the past it was taught under the title of physics, but today due to rapid expansion of knowledge and technology and the correlation of physics with other subjects Medical Physics is taught as an independent subject in Faculties of Medical. An important section of Medical Physics is Mechanics which is taught 2 credit hours in a week (1 hour of lecture and 2 hours of its practical) in the curriculum of Faculty of Medical.

## **Aim:**

Introducing the rules of Medical Physics specially the mechanics section and its vast use in explaining activities performed by human's body constitutes the major aim of this book.

## **Material and Method:**

The sources which are used in this book are from journals, internet, etc. In addition this book is a guide for those students who are after gaining adequate information on Medical Physics and its application. It will lead them to autodidact learning on different aspects of physics. In this book relation of subjects and pedagogical goals are systematically regarded.

## **Usefulness:**

Teaching Medical Physics especially the Mechanics Section is in the curriculum of Faculties of Medical and students are eager to describe the activities performed by human's body.

## **Conclusion:**

All the events and changes in the body such as blood pressure, blood circulation, movement and activities of heart and production of energy are all explained based on Laws of Mechanics. Thus, this will lead students in learning adequate information on Laws of Mechanics.

# **Publishing of textbooks and providing support For the medical colleges in Afghanistan**

**Honorable lecturers and dear students,**

The lack of quality text books in the universities of Afghanistan is a serious issue, which is repeatedly challenging the students and teachers alike. To tackle this issue we have initiated the process of providing textbooks to the students of medicine. In the past two years we have successfully published and delivered copies of 60 different books to the medical colleges across the country.

The Afghan National Higher Education Strategy (2010-1014) states:

*“Funds will be made ensured to encourage the writing and publication of text books 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, it would not be possible for university students and faculty to acquire updated and accurate knowledge”*

The medical colleges’ students and lecturers in Afghanistan are facing multiple challenges. The out-dated method of lecture and no accessibility to update and new teaching materials are main problems. The students have easy access to low quality and cheap study materials (copied notes & papers), hence the Afghan students are deprived of modern knowledge and developments in their respective subjects. It is vital to compose and print the books that have been written by lecturers. Taking the critical situation of this war torn country into consideration, we need desperately capable and professional medical experts. Those, who can contribute in improving standard of medical education and public health throughout Afghanistan, thus enough attention, should be given to the medical colleges.

For this reason, we have published 60 different medical textbooks from Nangarhar, Khost, Kandahar, Herat, Balkh & Kabul medical colleges.

Currently we are working on to publish 60 more different medical textbooks, a sample of which is in your hand. It is to mention that all these books have been distributed among the medical colleges of the country free of cost.

As requested by the Ministry of Higher Education, the Afghan universities, lecturers & students they want to extend this project to non-medical subjects like (Science, Engineering, Agriculture, Economics & Literature) and it is reminded that we will publish textbooks for different colleges of the country which are in need.

As stated that publishing medical textbooks is part of our program, we would like to focus on some other activities as following:

### **1. Publishing Medical Textbooks**

This book in your hand is a sample of printed textbook. We would like to continue this project and to end the method of manual notes and papers and publish each year 100 different textbooks for Afghan Higher Education Institutions.

### **2. Interactive and Multimedia Teaching**

In the beginning of 2010, we were able to allocate multimedia projectors in the medical colleges of Balkh, Herat, Nangarhar, Khost & Kandahar. To improve learning environment the classrooms, conference rooms & laboratories should also be equipped with multimedia projectors.

### **3. Situational Analysis and Needs Assessment**

A comprehensive need assessment and situation analysis is needed of the colleges to find out and evaluate the problems and future challenges. This would facilitate making a better academic environment and it would be a useful guide for administration and other developing projects.

### **4. College Libraries**

New updated and standard textbooks in English language, journals and related materials for all important subjects based on international standards should be made available in the libraries of the colleges.

## 5. Laboratories

Each medical college should have well-equipped, well managed and fully functional laboratories for different fields.

## 6. Teaching Hospitals (University Hospitals)

Each medical college should have its own teaching hospital (University Hospital) or opportunities should be provided for medical students in other hospitals for practical sessions.

## 7. Strategic Plan

It would be very nice if each medical college has its own strategic plan according to the strategic plan of their related universities.

**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 for publication. We assure them quality composition, printing and free of cost distribution to the medical colleges.**

**I would like the students to encourage and assist their lecturers in this regard. We welcome any recommendations and suggestions for improvement.**

We are very thankful to the German Federal Foreign Office; German Academic Exchange Service (DAAD) for providing funds for 90 different medical textbooks and the printing process for 50 of them are ongoing. I am also thankful to Dr. Salmaj Tural from J. Gutenberg University Mainz/Germany, Dieter Hampel member of Afghanic/Germany and Afghanic organization for their support in administrative & technical affairs.

I am especially grateful to GIZ (German Society for International Cooperation) and CIM (Centre for International Migration & Development) for providing working opportunities during the past two years in Afghanistan.

In Afghanistan, I would like cordially to thank His Excellency the Minister of Higher Education, Prof. Dr. Obaidullah Obaid, Academic Deputy Minister Prof. Mohammad Osman Babury and Deputy Minister for Administrative & Financial Affairs Associate Prof. Dr. Gul Hassan Walizai, the universities' chancellors and deans of the medical colleges for their cooperation and support for this project. I am also thankful to all those lecturers that encouraged us and gave all these books to be published.

At the end I appreciate the efforts of my colleagues Dr. M. Yousuf Mubarak, Abdul Munir Rahmanzai, Ahmad Fahim Habibi, Subhanullah and Hematullah in publishing books.

Dr Yahya Wardak  
CIM-Expert at the Ministry of Higher Education, November, 2012  
Karte 4, Kabul, Afghanistan  
Office: 0756014640  
Email: [textbooks@afghanic.org](mailto:textbooks@afghanic.org)  
[wardak@afghanic.org](mailto:wardak@afghanic.org)

## **Message from the Ministry of Higher Education**

In the history, book has played a very important role in gaining knowledge and Science and it is the fundamental unit 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 based on educational standards and new learning materials, new textbooks should be published for the students.

I appreciate the efforts of the lecturers of Higher Education institutions and I am very thankful to them who have worked for many years, and have written or translated textbooks. I also warmly welcome more lecturers to prepare textbooks in their respective fields. So, that they should be published and distributed among the students to take full advantage of them.

The Ministry of Higher Education has the responsibility to make available new and updated learning materials in order to better educate our students.

At the end, I am very grateful to the German Federal Foreign Office, the German Academic Exchange Service (DAAD) and all those institutions and its people who have provided opportunities for publishing medical textbooks. I am hopeful that this project should be continued and publish textbooks in other subjects too.

Sincerely,  
Prof. Dr. Obaidullah Obaid  
Minister of Higher Education  
Kabul 2012

Book Name	Medical Physics (Mechanics)
Author	Prof. Mir M. Zaher Haidary
Publisher	Balkh Medical Faculty
Website	www.ba.edu.af
No of Copies	1000
Published	2012
Download	www.ecampus-afghanistan.org
Printed at	Afghanistan Times printing press

This Publication was financed by the German Academic Exchange Service (**DAAD**) with funds from the German Federal Foreign Office.

Administrative and Technical support by Afghanic organization.

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 text books please contact us:

Dr. Yahya Wardak, MoHE, Kabul, Afghanistan

Office 0756014640

Email wardak@afghanic.org

ISBN 978- 1234567897

All rights are reserved with the author

Printed in Afghanistan 2012



**Balkh Medical Faculty**

**AFGHANIC**

**Prof. Mir M. Zaher Haidary**

# **Medical Physics (Mechanics)**

**DAAD** Deutscher Akademischer Austausch Dienst  
German Academic Exchange Service



2012



This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.  
This page will not be added after purchasing Win2PDF.

**Get more e-books from [www.ketabton.com](http://www.ketabton.com)  
Ketabton.com: The Digital Library**