

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

کتاب معلّم

(راهنمای تدریس)

محاسبات فنی

رشته ماشین‌های کشاورزی

همکاران محترم و دانش‌آموزان عزیز :
پیشنهادهای و نظرات خود را درباره محتوای این کتاب به نشانی
تهران- صندوق پستی شماره ۴۸۷۴/۱۵ دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی
و حرفه‌ای و کاردانش، ارسال فرمایند.

tvoccd@roshd.ir

پیام‌نگار (ایمیل)

www.tvoccd.medu.ir

وب‌گاه (وب‌سایت)

وزارت آموزش و پرورش

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف : دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

نام کتاب : کتاب معلّم محاسبات فنی - ۵۵۱/۶

مؤلفان : فرشید مریخ، سید اسماعیل امید خدا، حمید احدی

ناظر : نبی‌الله مقیمی

ویراستار ادبی : حسین داوودی

آماده‌سازی و نظارت بر چاپ و توزیع : اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

تهران : خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)

تلفن : ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹ ، دورنگار : ۸۸۳۰۹۲۶۶ ، کدپستی : ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹ ،

وب سایت : www.chap.sch.ir

مدیر امور فنی و چاپ : لیدا نیک‌روش

رسم : فرشید مریخ

صفحه‌آرا : زهره بهشتی شیرازی

حروفچین : زهرا ایمانی نصر

مصحح : رعنا فرج‌زاده دروئی، شهلا دلایی

امور آماده‌سازی خبر : زینت بهشتی شیرازی

امور فنی رایانه‌ای : حمید ثابت کلاچاهی، ناهید خیام‌باشی

ناشر : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران : تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (داروپخش)

تلفن : ۴۴۹۸۵۱۶۱-۵ ، دورنگار : ۴۴۹۸۵۱۶۰ ، صندوق پستی : ۱۳۹-۳۷۵۱۵

چاپخانه : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»

سال انتشار و نوبت چاپ : چاپ اول ۱۳۹۴

حق چاپ محفوظ است.

فهرست

بخش اول – کلیات.....	۱
معرفی درس محاسبات فنی.....	۱
اهداف آموزشی.....	۱
۱- هدف کلی.....	۲
۲- اهداف جزئی.....	۲
۳- هدف‌های رفتاری.....	۲
۴- طبقه‌بندی اهداف رفتاری.....	۳
محتوای آموزش.....	۵
سازماندهی محتوا.....	۵
شیاستگی‌های حرفه‌ای هنرآموز.....	۶
تجهیزات آموزشی.....	۶
یاددهی و یادگیری.....	۶
۱- آشنایی با برخی از مفاهیم دربارهٔ تدریس.....	۶
۲- روش‌های یاددهی و یادگیری فعال و غیر فعال.....	۶
۳- توصیه‌هایی برای تدریس بهتر.....	۷
۴- برخی از اثرات منفی بی‌برنامگی معلم برای تدریس.....	۸
برخی از روش‌های تدریس.....	۸
۱- روش سقراطی.....	۸
۲- روش توضیحی.....	۸
۳- بحث گروهی.....	۹
۴- روش پرسش و پاسخ.....	۹
۵- روش تمرین.....	۱۰
۶- روش دیداری – شنیداری.....	۱۰
۷- روش همیاری.....	۱۱
۸- روش حل مسئله.....	۱۱
۹- ادغام روش‌ها، بهترین الگوی آموزش.....	۱۲

۱۲	زمان‌بندی تدریس و طراحی فرایند تدریس
۱۳	۱- زمان‌بندی درس محاسبات فنی
۱۴	۲- ساختار کلی طرح درس روزانه
۱۵	ارزش‌یابی پیشرفت تحصیلی
۱۵	۱- برخی از مفاهیم ارزش‌یابی
۱۵	۲- مراحل ارزش‌یابی پیشرفت تحصیلی
۱۵	۳- انواع سنجش از نظر زمان اجرا
۱۶	۴- انواع آزمون‌های پیشرفت تحصیلی
۱۷	۵- برخی از اصول ارزش‌یابی پیشرفت تحصیلی

۲۰	آموزه اول
۲۰	۱-۱- روش حل مسائل
۲۱	۱-۲- کمیت‌های اصلی و کمیت‌های فرعی (۱-۱- صفحه ۱)
۲۲	۱-۲-۱- مفهوم کمیت و یکا
۲۴	۱-۲-۲- سیستم یکاهای اندازه‌گیری (۱-۲- صفحه ۲)
۲۸	۱-۳- ابزارهای اندازه‌گیری (۱-۳- صفحه ۲)

۳۰	آموزه دوم
۳۰	۲-۱- خطا و اشتباه در اندازه‌گیری (۱-۴- صفحه ۴)
۳۱	۲-۲- یکای اندازه‌گیری طول (۱-۵- صفحه ۴)
۳۴	۲-۳- محاسبه محیط قطعات (۱-۶- صفحه ۷)

۳۷	آموزه سوم
۳۷	۳-۱- کاربرد محاسبات هندسی سطح (۱-۷- صفحه ۹)
۴۱	۳-۲- محاسبه سطوح مرکب (۱-۸- صفحه ۱۰)

۴۳	آموزه چهارم
۴۳	۴-۱- محاسبه احجام هندسی (۱-۹- صفحه ۱۳)
۴۳	یکای اندازه‌گیری حجم (صفحه ۱۳ کتاب)
۴۴	۴-۲- محاسبه حجم، سطح جانبی و سطح کل احجام مرکب (صفحه ۱۴ کتاب)

۵۱	آموزه پنجم
۵۱	۵-۱- انطباق (۱-۱۰- صفحه ۲۰)

- ۵-۲- جرم (۱-۱۱ صفحه ۲۵) ۵۵
- ۵-۳- محاسبه جرم ورق‌ها (صفحه ۲۷) ۵۷

آموزه ششم

- ۶-۱- محاسبه جرم نیم ساخته‌ها (صفحه ۲۹) ۶۰
- ۶-۲- وزن (۱-۱۲ صفحه ۳۱) ۶۴

آموزه هفتم

- ۷-۱- زاویه (۲-۱ صفحه ۳۴) ۶۸
- ۷-۲- یکای زاویه (صفحه ۳۴) ۶۸
- ۷-۳- اجزای درجه (صفحه ۳۵) ۷۲
- ۷-۴- چهار عمل اصلی زوایا (صفحه ۳۶) ۷۴
- یادآوری برخی از قضایای هندسی (۲-۲ صفحه ۳۸) ۷۶
- آموزه هشتم - تمرین‌های دوره‌ای ۷۸

آموزه نهم

- ۹-۱- اشکال هندسی، زوایا، مباحث عمومی هندسه ۷۹
- ۹-۱-۱- قضیه اول فیثاغورث ۷۹
- ۹-۱-۲- قضیه دوم فیثاغورث ۸۱
- ۹-۲- قضیه تالس (صفحه ۴۲) ۸۲

آموزه دهم

- ۱۰-۱- روابط مثلثاتی (۲-۳ صفحه ۴۴) ۸۴

آموزه یازدهم

- ۱۱-۱- حرکت (۳-۱ صفحه ۴۸) ۹۰
- ۱۱-۲- سرعت (۳-۲ صفحه ۴۸) ۹۱
- ۱۱-۳- سرعت خطی (صفحه ۴۹) ۹۱
- ۱۱-۴- سرعت دورانی (صفحه ۵۱) ۹۳
- ۱۱-۵- سرعت محیطی (صفحه ۵۱) ۹۴

آموزه دوازدهم

- ۱۲-۱- سرعت زاویه‌ای (صفحه ۵۳) ۹۶

- ۱۲-۲- انتقال حرکت به وسیله تسمه و چرخ تسمه‌ها (۳-۳- صفحه ۵۴) ۹۸
- ۱۲-۲-۱- انتقال حرکت با انواع تسمه و چرخ تسمه (صفحه ۵۵) ۹۹
- ۱۲-۲-۲- انتقال حرکت با تسمه‌های تخت (۱-۳-۳- صفحه ۵۵) ۹۹
- ۱۲-۲-۳- انتقال حرکت با یک زوج چرخ تسمه (نسبت ساده) (۲-۳-۳- صفحه ۵۶) ۱۰۰

- آموزۀ سیزدهم ۱۰۴
- ۱۳-۱- انتقال حرکت با تسمه‌های دوزنقه‌ای (۲-۳-۳- صفحه ۵۹) ۱۰۴
- ۱۳-۲- چرخ‌دنده (۴-۳- صفحه ۶۳) ۱۰۷
- ۱۳-۳- محاسبه سرعت دورانی در بیش از دو چرخ‌دنده (صفحه ۶۵) ۱۰۹

آموزۀ چهاردهم تمرین‌های دوره‌ای دوم ۱۱۲

آموزۀ پانزدهم - آزمون نیم سال اول ۱۱۳

- آموزۀ شانزدهم ۱۱۴
- ۱۶-۱- نیرو (۱-۴- صفحه ۶۸) ۱۱۴
- ۱۶-۲- تعادل نیروها (۲-۴- صفحه ۶۹) ۱۱۶
- ۱۶-۳- گشتاور نیرو (۳-۴- صفحه ۷۰) ۱۱۸

آموزۀ هفدهم ۱۲۴

- ۱۷-۱- گشتاور گردشی یا کویل دورانی (۴-۴- صفحه ۷۲) ۱۲۴
- ۱۷-۲- نیروی اصطکاک (۵-۴- صفحه ۷۳) ۱۲۶
- ۱۷-۲-۱- اصطکاک در حال سکون ۱۲۶
- ۱۷-۲-۲- انواع اصطکاک جنبشی (۱-۵-۴- صفحه ۷۴) ۱۲۷

آموزۀ هیجدهم ۱۳۲

- ۱۸-۱- اصطکاک غلتشی (ب- صفحه ۷۷) ۱۳۲
- ۱۸-۲- کار (۶-۴- صفحه ۸۰) ۱۳۵

آموزۀ نوزدهم ۱۳۷

- ۱۹-۱- انرژی (۷-۴- صفحه ۸۱) ۱۳۷
- الف) انرژی پتانسیل ۱۳۷
- ب) انرژی جنبشی (صفحه ۸۲) ۱۳۸

۱۹-۲- نیروی گریز از مرکز (۸-۴- صفحه ۸۳)..... ۱۳۹

آموزه بیستم ۱۴۱

۱-۲۰- نیروهای وارد بر اجسام (۱-۵- صفحه ۸۶)..... ۱۴۲

۲-۲۰- تنش چیست؟ (۲-۵- صفحه ۸۸)..... ۱۴۵

آموزه بیست و یکم ۱۴۸

۱-۲۱- تغییر طول نسبی در کشش و فشار (کرش) (۳-۵- صفحه ۹۰)..... ۱۴۸

۲-۲۱- رابطه بین تنش و تغییر طول نسبی (۴-۵- صفحه ۹۱)..... ۱۵۰

۳-۲۱- استحکام کششی (۵-۵- صفحه ۹۳)..... ۱۵۳

۴-۲۱- تنش مجاز و ضریب اطمینان (۶-۵- صفحه ۹۳)..... ۱۵۵

آموزه بیست و دوم ۱۵۷

۱-۲۲- تنش برشی (۷-۵- صفحه ۹۵)..... ۱۵۷

۲-۲۲- استحکام برشی (۸-۵- صفحه ۹۷)..... ۱۶۰

آموزه بیست و سوم - تمرین های دوره ای..... ۱۶۲

آموزه بیست و چهارم - آزمون سوم ۱۶۳

آموزه بیست و پنجم ۱۶۴

۱-۲۵- توان (صفحه ۱۰۰)..... ۱۶۴

۲-۲۵- تبدیل یکای توان ۱۶۵

۳-۲۵- توان موتور (۱-۶- صفحه ۱۰۲)..... ۱۶۷

۴-۲۵- سرعت متوسط پیستون (۱۱-۱-۶- صفحه ۱۰۵)..... ۱۷۱

۵-۲۵- محاسبه توان داخلی (۱۲-۱-۶- صفحه ۱۰۶)..... ۱۷۱

آموزه بیست و ششم ۱۷۴

۱-۲۶- راندمان مکانیکی (۱۴-۱-۶- صفحه ۱۰۷)..... ۱۷۴

۲-۲۶- توان لیتری یا قدرت حجمی موتور (۱۵-۱-۶- صفحه ۱۰۷)..... ۱۷۴

۳-۲۶- محاسبه گشتاور موتور (۱۷-۱-۶- صفحه ۱۰۸)..... ۱۷۵

۴-۲۶- تعیین نسبت تراکم موتور (۱۹-۱-۶- صفحه ۱۰۸)..... ۱۷۶

۵-۲۶- توان تراکتور (بند ۲-۶- صفحه ۱۰۹)..... ۱۷۸

آموزه بیست و هفتم	۱۸۰
۱-۲۷- توان هیدرولیکی (صفحه ۱۱۱)	۱۸۰
۲-۲۷- توان الکتریکی (صفحه ۱۱۱)	۱۸۱
۳-۲۷- افت قدرت تراکتور (۴-۶- صفحه ۱۱۳)	۱۸۲
۱-۳-۲۷- افت قدرت چرخشی در تراکتور (۱-۴-۶- صفحه ۱۱۳)	۱۸۲
۲-۳-۲۷- افت قدرت لغزشی در تراکتور (۲-۴-۶- صفحه ۱۱۴)	۱۸۶

آموزه بیست و هشتم	۱۹۱
۱-۲۸- معادله اصلی حسابداری	۱۹۱
۲-۲۸- هزینه ماشین‌های کشاورزی (۲-۷- صفحه ۱۲۰)	۱۹۳
۳-۲۸- استهلاک (۱-۲-۷- صفحه ۱۲۱)	۱۹۴
۴-۲۸- سود سرمایه (۲-۲-۷- صفحه ۱۲۲)	۱۹۷
۵-۲۸- هزینه‌های حفاظت، بیمه و مالیات (۳-۲-۷- صفحه ۱۲۳)	۱۹۸

آموزه بیست و نهم	۲۰۰
۱-۲۹- محاسبه هزینه سالیانه کار ماشین‌های کشاورزی (۵-۷- صفحه ۱۳۰)	۲۰۰
۲-۲۹- محاسبه هزینه برق مصرفی	۲۰۲
۳-۲۹- هزینه روغن برای سرویس تراکتور	۲۰۳
۴-۲۹- هزینه لاستیک تراکتور یا ماشین	۲۰۴
۵-۲۹- هزینه نگهداری و سرویس	۲۰۴
۶-۲۹- هزینه‌های مربوط به تعمیرات	۲۰۵
۷-۲۹- هزینه مربوط به رانندگی یا دستمزد راننده	۲۰۷
۸-۲۹- کارکرد سالیانه تراکتور در کشت‌های گوناگون	۲۰۸
۹-۲۹- محاسبه هزینه سالیانه کار ماشین‌های کشاورزی	۲۰۹
۱-۲۹-۹- محاسبه هزینه سالیانه کار یک ماشین کشاورزی خودگردان	۲۰۹
۲-۲۹-۹- محاسبه هزینه سالیانه کار یک ماشین دنباله بند	۲۰۹

آموزه سی ام - تمرین‌های دوره‌ای	۲۱۱
---------------------------------------	-----

منابع	۲۱۲
-------------	-----

بخش اول – کلیات

معرفی درس محاسبات فنی

مشخصات کلی درس	
نوع درس: نظری	سال ارائه درس: پایه سوم متوسطه
شماره درس: ۴۸۲۱	تعداد واحد: ۲
نام کتاب درسی: محاسبات فنی	ساعت نظری در هفته: ۲ ساعت
کد کتاب: ۴۹۵/۵	کل ساعت درس: ۶۰ ساعت

پیش نیاز^۱: ریاضی ۲، فیزیک ۲ و آزمایشگاه، موتورهای احتراقی، ماشین‌های کشاورزی

اهمیت موضوع درس

بیش‌تر کارهایی که بر عهده فن‌ورز گذاشته می‌شود به گونه‌ای است که انجام درست آن‌ها، نیاز به دانش فنی و توانایی محاسبه دارد. اگر فن‌ورز این توانایی را نداشته باشد؛ کارهایی را که انجام می‌دهد نادرست یا پرهزینه خواهد بود. بنابراین یکی از درس‌های برجسته هر رشته فنی درس محاسبات فنی آن رشته است. چنین درس‌هایی وابسته به مفاهیمی هستند که در درس‌های فنی آن رشته آموزش داده می‌شوند. درس محاسبات فنی رشته ماشین‌های کشاورزی نیز درسی است که در محتوای آن مهارت‌های محاسباتی پایه، مانند محاسبات ریاضی و فیزیک مکانیک، یادآوری شده است. موضوع اصلی آن، مسائل فنی وابسته به رشته ماشین‌های کشاورزی و محاسبات مورد نیاز این رشته است. لذا این درس به هنجاریان کمک می‌کند تا کارهای فنی این رشته را با روش‌های علمی و بینش درست انجام دهند. برخی از مطالب این درس نیز در واقع پیش نیاز دروس دوره کاردانی است و یادگیری‌اش برای درک آن دروس مورد نیاز خواهد بود.

اهداف آموزشی

هدف یک خواسته دقیق و معین است که برای دست‌یابی به آن کوشش می‌شود. هر دوره آموزشی برای رسیدن به اهداف معینی طراحی می‌شود. چنین اهدافی را اهداف آموزشی می‌نامند. این اهداف در مرحله طراحی برنامه درسی، تألیف کتاب‌های درسی، آموزش و ارزش‌یابی کاربرد دارد. هدف‌ها آن‌چنان نوشته می‌شوند که رفتاری را که باید دانش‌آموزان به آن برسند و محتوایی را که باید یاد بگیرند نشان دهد.

اهداف آموزشی در شاخه فنی و حرفه‌ای بر پایه توانایی‌های مورد نیاز حرفه‌ها و مشاغل و به صورت رفتاری نوشته می‌شوند. برخی از هدف‌ها فرایند کار و برخی دیگر فرآورده را نشان می‌دهند که به ترتیب هدف‌های فرایند و هدف‌های فرآورده‌ای خوانده

۱- درس‌هایی که دانش‌آموز برای یادگیری درس محاسبات فنی به دانستن مفاهیم آن‌ها نیازمند است.

می‌شوند. هدف فرایندی به هدف‌هایی گفته می‌شود که در بردارندهٔ چگونگی کوشش‌ها و تلاش یادگیرنده است. هدف فرآورده‌ای در بردارندهٔ نتایج و بازده یادگیری است و به چگونگی انجام کار نمی‌پردازد. برنامه‌ریزان درسی سفارش می‌کنند هدف‌های آموزشی در شاخهٔ فنی و حرفه‌ای بیش‌تر بر پایهٔ فرآورده‌های آموزشی نوشته شود.

۱- هدف کلی

برخی از هدف‌های آموزشی برای بیان گستره و دامنهٔ آموزش، به صورت کلی نوشته می‌شوند. چند نمونه از فعل‌ها که در نوشتن هدف‌های کلی به کار می‌روند عبارت‌اند از: آشنا شود، بداند، یاد بگیرد، درک کند.

برخی از هدف‌های کلی دارای فعل نیست و با واژه‌هایی مانند توانایی، آشنایی و شناخت آغاز می‌شود. در بیش‌تر کتاب‌های درسی شاخهٔ فنی و حرفه‌ای هدف کلی درس در صفحه‌های نخستین کتاب نوشته می‌شود و لازم است معلم، پس از آن که درس را به دانش‌آموزان معرفی نمود و دانش‌آموزان هدف کلی را در کتاب پیدا کردند، کمی دربارهٔ هدف کلی درس با آن‌ها گفت و گو کند.

هدف کلی درس محاسبات فنی: توانایی انجام محاسبات مرتبط با ماشین‌های کشاورزی

۲- اهداف جزئی

هدف کلی به‌گونه‌ای است که نمی‌توان آن را به یک‌باره به محتوای آموزشی تبدیل کرد یا بر پایهٔ آن کتاب درسی نوشت یا ارزش‌یابی کرد بنابراین برنامه‌ریزان هدف کلی را به چندین هدف‌های کوچک‌تر به نام هدف جزئی تبدیل می‌کنند. هدف جزئی یک موضوع کوچک را پوشش می‌دهد. هدف کلی و هدف جزئی نسبی هستند. ممکن است چندین سطح هدف کلی و جزئی تعریف شده باشد.

هدف‌های جزئی درس محاسبات فنی

- آشنایی با دستگاه‌های اندازه‌گیری و توانایی انجام برخی محاسبات در دستگاه اس‌آی (SI) و تبدیل یکاها؛
- کاربرد قضایای هندسی برای انجام برخی محاسبات سطح، حجم و زاویه؛
- آشنایی با مفاهیم حرکت و انتقال آن با تسمه، زنجیر و چرخ دنده و توانایی انجام برخی محاسبات ساده در این زمینه؛
- آشنایی با مفاهیم مربوط به جرم، نیرو، کار، توان و گشتاور و توانایی انجام برخی محاسبات پایه؛
- آشنایی با نیروهای وارد بر قطعات ماشین‌ها و اثر نیروها در آن‌ها؛
- آشنایی با انواع توان در موتورهای احتراقی و توانایی انجام برخی محاسبات ساده در این زمینه؛
- آشنایی با مفاهیم اقتصادی مربوط به برخی از ماشین‌های کشاورزی رایج و توانایی محاسبهٔ برخی از هزینه‌های ماشین.

۳- هدف‌های رفتاری

هدف‌های رفتاری، هدف‌هایی کوچک‌تر از هدف کلی هستند که برای بیان دقیق‌تر اهداف آموزشی به کار می‌روند. بنابراین هدف رفتاری چنان نوشته می‌شود که سنجش پذیر باشد و سطح کارکرد و چگونگی آشکار شدن رفتار یادگیرنده در آن مشخص شود. هدف‌های رفتاری باید دربردارندهٔ کارهایی باشد که دانش‌آموز با انجام آن، نشان دهد یادگیری^۱ صورت گرفته است.

هدف‌های رفتاری باید:

- مخاطب داشته باشد؛
- با فعل رفتاری بیان شود؛
- شرایطی که برای انجام عمل لازم است، معین شود؛
- درجه و معیار پذیرش، داشته باشد.

۱- فرایند تغییرات نسبتاً پایدار در رفتار بالقوهٔ فرد را یادگیری گویند. یادگیری بر اثر تجربه به دست می‌آید.

نمونه هدف رفتاری : دانش آموز بدون کمک گرفتن از دیگران بتواند با متر نواری طول یک ورق فلزی را با دقت یک میلی متر اندازه بگیرد.

هدف های رفتاری در کتاب های درسی شاخه فنی و حرفه ای بر پایه روش بلوم^۱ و در ابتدای هر فصل نوشته شده اند. معلم باید هنگام تدریس هدف رفتاری و معیار پذیرش را به روشنی به دانش آموزان خود بیان کند.

۴- طبقه بندی اهداف رفتاری

در رده بندی بلوم، اهداف آموزشی به سه حیطه زیر تقسیم می شوند :

الف) شناختی ب) عاطفی ج) روانی - حرکتی

هر کدام از این حیطه ها دارای چندین سطح ساده تا پیچیده است و به صورت سلسله مراتبی است.

الف) حیطه شناختی : اهداف حیطه شناختی با توانایی های ذهنی و اندیشه انسان سروکار دارند و دارای شش سطح است.

۱- دانش : دانش سطح اول حیطه شناختی است. در این سطح می توان روش ها، فرایندها و الگوها را شناخت یا یادآوری کرد.

دانش آموز در این سطح می تواند آنچه پیش از این در موقعیت یادگیری آموخته است در ذهن نگه دارد و در هنگام لازم آن را به یاد آورد یا بشناسد. برخی از افعال (کار واژه) در این سطح عبارت اند از : تعریف کند، بیان کند، نام ببرد، بشمارد، برگزیند، زیر آن خط بکشد.

نمونه هدف شناختی در سطح دانش : دانش آموز بتواند سرعت خطی را تعریف کند.

۲- فهمیدن : دریافت مفهوم آنچه آموخته شده است. در این سطح دانش آموز افزون بر توانایی نگه داری آموخته ها در ذهن،

مفهوم آن ها را نیز می داند و می تواند آموخته های خود را با بیان دیگر بازگو کند. برخی از افعال در این سطح عبارت اند از : توضیح دهد، شرح دهد.

نمونه هدف شناختی در سطح فهمیدن : دانش آموز بتواند مفهوم سرعت خطی را شرح دهد.

۳- کاربرد : در این سطح از شناخت، دانش آموز می تواند دانش (اندیشه های کلی، روش ها و الگوها) آموخته شده را در

موقعیت های واقعی به کار برد. برخی از افعال در این سطح عبارت اند از : حل کند، به کار برد، محاسبه کند.

نمونه هدف شناختی در سطح کاربرد : دانش آموز بتواند وزن یک جسم را بر پایه قانون نیوتن ($F=m \times g$) محاسبه کند.

۴- تحلیل : در این سطح از حیطه شناختی دانش آموز می تواند به اجزای تشکیل دهنده چیزی پی ببرد و روابط بین آن ها را

بیان کند. برخی از افعال در این سطح عبارت اند از : تحلیل کند، ارزیابی کند. دسته بندی کند، جدا کند، منظم کند.

نمونه هدف شناختی در سطح تحلیل : دانش آموز بتواند ارتباط مسافت و زمان لازم برای طی آن را بر پایه رابطه سرعت خطی

تحلیل کند.

۵- ساختن : در این سطح، دانش آموز می تواند اجزای یک ساختار را تشخیص دهد و با در کنار هم گذاشتن آن ها، به یک

کل جدید برسد. برخی از افعال در این سطح عبارت اند از : بسازد، طراحی کند، رسم کند، خلاصه کند، تألیف کند، سازمان دهد.

شیوه جدید برای ... ارائه دهد.

نمونه هدف شناختی در سطح ساختن : دانش آموز بتواند بر پایه قانون اهم ($R = \frac{V}{I}$) و $P=V \times I$ رابطه ای بین توان و مقاومت

اهمی ارائه کند.

۶- ارزیابی : در این سطح شناخت، دانش آموز موضوع را ارزیابی و درباره آن داوری می کند. برخی از افعال در این سطح

عبارت‌اند از : نقد کند، ارزیابی کند. درباره..... قضاوت کند.

نمونه هدف شناختی در سطح ارزیابی : دانش‌آموز بتواند درستی رابطه $P=V \times I$ را ارزیابی کند.

(ب) **حیطه عاطفی** : حوزه اثرگذاری حیطه عاطفی نگرش، باور، علاقه و ارزش‌هاست و دارای پنج سطح دریافت، واکنش، ارزش‌گذاری، سازمان‌بندی و درونی‌سازی است.

۱- **دریافت** : آگاه شدن از چیزی و توجه کردن به آن، آمادگی برای یادگیری.

نمونه هدف عاطفی در سطح دریافت : دانش‌آموز به محتوای کتابچه راهنما توجه می‌کند.

۲- **واکنش** : دانش‌آموز در این سطح، در مورد چیزی که می‌بیند یا حس می‌کند واکنش نشان می‌دهد. نمونه فعل : می‌خواهد، فعالانه پاسخ می‌دهد.

نمونه هدف عاطفی در سطح واکنش : دانش‌آموز برای جلوگیری از استهلاک ماشین و کارایی بیش‌تر آن داوطلب می‌شود، ماشین را سرویس کند.

۳- **ارزش‌گذاری** : دانش‌آموز در این سطح، رفتار، پدیده یا چیزی را با ارزش می‌داند. پذیرش یک ارزش و برتری دادن آن به برخی از ارزش‌های دیگر، اقدام وفادارانه نسبت به موضوع، آمادگی برای هزینه کردن چیزی.

۴- **سازمان‌بندی** : سازمان‌بندی ارزش جدید در نظام ارزشی خود، توسعه یک نظام ارزشی.

۵- **درونی‌سازی** : تثبیت ارزش‌ها برای مدت طولانی و هدایت رفتار، شخصیت‌پذیری، اتخاذ سیستم باوری و فلسفی.

(ج) **حیطه روانی - حرکتی** : اهداف رفتاری حیطه روانی - حرکتی، با مهارت‌های فیزیکی و جسمانی یا کارهایی که نیاز به هماهنگی ماهیچه‌ها و اعصاب دارند سر و کار دارد. در این حیطه یاد داده می‌شود حرکت‌ها با دقت، سرعت و مهارت انجام شوند، مانند نوشتن، گرفتن ابزار، هدایت ماشین.

پنج سطح حیطه روانی حرکتی عبارت‌اند از : تقلید، اجرای مستقل، دقت، هماهنگی حرکات و عادی شدن.

۱- **تقلید** : در این سطح دانش‌آموز یاد می‌گیرد با نگاه به چگونگی انجام کار و راهنمایی دیگران، کاری را که جنبه حرکتی دارد درست انجام دهد.

۲- **اجرای مستقل** : در این سطح دانش‌آموز یک کار را بدون مشاهده و کمک دیگران و از روی دستورکار درست انجام می‌دهد.

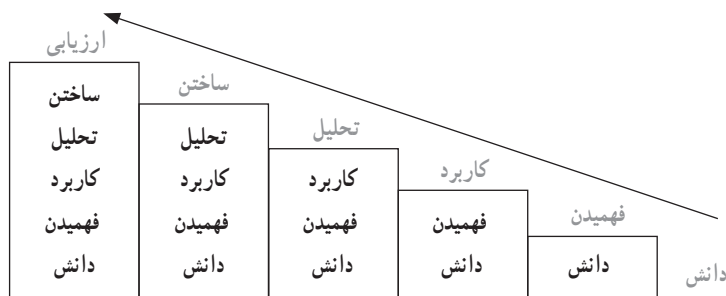
۳- **دقت** : دانش‌آموز پس از رسیدن به سطح اجرای مستقل و با تکرار و تمرین در انجام کارها به چیرگی بیش‌تری می‌رسد و کار را به درستی و با دقت و سرعت کافی انجام می‌دهد.

۴- **هماهنگی حرکات** : در این سطح، مهارت به اندازه‌ای گسترش یافته است که دانش‌آموز می‌تواند چند کار را به‌طور همزمان و هماهنگ انجام دهد، مانند هماهنگی حرکت چشم و دست در کار با یک ماشین.

۵- **عادی شدن** : در این سطح، دانش‌آموز کارهای پیچیده را به آسانی انجام می‌دهد و برای انجام آن به تمرکز زیاد نیاز ندارد.

ارتباط حیطه و سطح

دانش‌آموز برای رسیدن به سطح بالاتر هر حیطه باید نخست سطح پایین‌تر از آن را فرا گرفته باشد.



شکل ۱-۱- هدف‌های رفتاری حیطه شناختی

افزون بر پیش نیاز بودن هر سطح نسبت به سطح بعدی، حیطه‌های سه گانه به همدیگر نیز وابسته‌اند. برای نمونه کسی که در حیطه شناختی می‌خواهد مسئله‌ای را پاسخ دهد باید در حیطه عاطفی انگیزه لازم به او داده شده باشد و در حیطه روانی - حرکتی یاد گرفته باشد که چگونه با یک خودکار یا وسیله دیگر بنویسد.

خواندنی

برای آشنایی بیش‌تر با اهداف آموزشی، می‌توانید کتاب طبقه‌بندی پرورشی بلوم، برگردان علی اکبر سیف را از انتشارات رشد بخوانید.

محتوای آموزش

محتوای آموزشی شامل مفاهیم، حقایق، واژگان رایج، روش‌ها و اصول است که برای رسیدن به هدف‌های آموزشی هر دوره در مرحله طراحی برنامه درسی یا فرایند تدریس برگزیده می‌شود. برخی از ملاک‌های گزینش محتوا عبارت‌اند از:

- ارتباط با هدف و پوشش آن‌ها؛
- تناسب با پیشرفت‌های علمی؛
- سازگاری با ارزش‌های اجتماعی؛
- اعتبار (درستی) و روایی کافی؛
- تناسب با ویژگی‌های دانش‌آموزان؛
- تناسب با زمان آموزش.

سازماندهی محتوا

پس از گزینش محتوا لازم است آن‌ها را متناسب با شرایط آموزشی سازماندهی کرد. به مشخص کردن ترتیب و چگونگی ارائه محتوای آموزشی «سازماندهی محتوا» می‌گویند. برخی از ملاک‌های سازماندهی محتوا عبارت‌اند از:

توالی: از ساده به مشکل، از کل به جزء یا جزء به کل، با ترتیب زمانی، از معلوم به مجهول.

تداوم: انتقال یک نوع از تجارب آموزشی طی یک دوره زمانی معین.

وسعت: داشتن گستردگی لازم، نه کم‌تر نه بیش‌تر.

تعادل: تناسب بین محتوا و توان یادگیرنده.

ارتباط افقی و عمودی (پیوستگی مطالب کتاب‌های یک پایه (ارتباط عرضی یا افقی) و ساماندهی محتوای آموزشی یک موضوع در طول یک کتاب یا چند پایه (ارتباط عمودی).

شایستگی‌های حرفه ای هنرآموز

هنرآموز گرامی برای تدریس این درس شما باید افزون بر مهارت‌های معلمی، توانایی انجام محاسبات پایه و فنی ماشین‌های کشاورزی را داشته باشید. از محاسبات پایه می‌توان جبر، هندسه و مثلثات، فیزیک مکانیک و مقاومت مصالح و از محاسبات فنی اجزای ماشین، موتورهای احتراق داخلی و مکانیزاسیون کشاورزی را نام برد که در تدریس کتاب محاسبات فنی به آن‌ها نیاز دارید. بنابراین در اسناد برنامه درسی، بخش استانداردهای آموزشی نوشته شده است که هنرآموز این درس باید مدرک لیسانس در رشته تحصیلی ماشین‌های کشاورزی و تجربه کافی در انجام محاسبات را داشته باشد.

تجهیزات آموزشی

تجهیزات و وسایل آموزشی به دو دسته تسهیل‌کننده و معیار تقسیم می‌شوند. تسهیل‌کننده وسایل و تجهیزاتی هستند که در روند آموزش موجب گشایش‌اند و به یادگیری کمک می‌کنند ولی پس از یادگیری به آن‌ها نیاز نیست. وسایل معیار آن‌هایی هستند که استاندارد کار تلقی می‌شوند و دانش‌آموز پس از پایان آموزش باید با آن‌ها کار کند. برای نمونه در آموزش رانندگی خلبانی شبیه‌ساز تسهیل‌کننده است ولی هواپیما که باید خلبان پس از پایان دوره آموزش آن را هدایت کند وسیله معیار خوانده می‌شود. در درس محاسبات فنی تنها وسیله‌ای که در واقع وسیله معیار تعریف شده، ماشین حساب مهندسی است. دانش‌آموزان این درس باید نشانه‌های روی کلیدهای ماشین حساب مهندسی رایج را بفهمند و بتوانند محاسبات لازم را با آن انجام دهند.

یاددهی و یادگیری

۱- آشنایی با برخی از مفاهیم درباره تدریس

تدریس: تدریس کاری دو سویه، به سامان و هدفمند بین معلم و دانش‌آموز است که برای رسیدن به اهداف آموزشی انجام می‌شود. چهار ویژگی تدریس عبارت‌اند از:

- وجود تعامل بین معلم و دانش‌آموزان؛
- انجام کار بر پایه اهداف معین و از پیش تعیین شده؛
- سازماندهی کارها بر پایه موقعیت و امکانات؛
- ایجاد فرصت‌های یادگیری.

الگوی تدریس: عوامل زیادی در تدریس مؤثر هستند، به طوری که نمی‌توان همه آن‌ها را بررسی و کنترل کرد. بنابراین چارچوبی برای سامان دادن فرایند تدریس و بررسی عناصر مهم تدریس در درون آن، ارائه شده است که الگوی تدریس نامیده می‌شود. در هر الگوی تدریس، چندین روش تدریس وجود دارد و معلم از بین آن‌ها، روش یا روش‌هایی را برای تدریس هر جلسه درس برمی‌گزیند.

۲- روش‌های یاددهی و یادگیری فعال و غیر فعال

یاددهی و یادگیری از جنبه نقش یادگیرندگان در آموزش به دو دسته فعال و غیرفعال تقسیم می‌شود.

روش‌های یاددهی و یادگیری غیر فعال : در روش‌های فعال، معلم، محور و ارائه دهنده دانش و مهارت است و سعی می‌کند مطالب را از راه سخنرانی، توضیح یا روش‌هایی مانند آن‌ها آموزش دهد و دانش‌آموز، شنونده است و به روش‌های آموزشی عمل می‌کند.

برخی از ویژگی‌های رویکردهای سنتی یاددهی یادگیری

- معلم فعال و ارائه دهنده محتوای آموزشی است؛
- دانش‌آموزان شنونده و غیر فعال‌اند؛
- دانش‌آموزان با دریافت پاسخ‌ها آن‌ها را حفظ می‌کنند؛
- هر دانش‌آموز به تنهایی یاد می‌گیرد؛
- منبع یادگیری دانش‌آموز، فقط کتاب است؛
- ملاک یادگیری در ارزش‌یابی پیش‌تر در مقایسه با دیگر دانش‌آموزان است؛
- ارزش‌یابی پایانی بیش‌تر ملاک تصمیم درباره دانش‌آموز است؛
- موضوعات اجتماعی در دستور کار دانش‌آموز نیست و او مسائل غیر واقعی را آموزش می‌بیند؛
- دانش‌آموز در بیش‌تر موارد حتی در موضوعات آزمایشگاهی به صورت نوشتاری آموزش می‌بیند.

روش‌های یاددهی و یادگیری فعال : یادگیری فعال به دست آوردن فعالانه دانش، اطلاعات و مفاهیم است. در روش‌های فعال، معلم نقش راهنما و تسهیل کننده آموزش را دارد و با توجه به ویژگی‌های دانش‌آموزان و نیازهای آن‌ها فرایند آموزشی را هدایت می‌کند. دانش‌آموز در این فرایند با انجام کارها، مهارت و توانایی‌های خود را رشد می‌دهد. اگر بپذیریم فرآورده اندیشه، خلاقیت است، در کلاس‌هایی که به دانش‌آموز اجازه داده می‌شود اندیشه کند، دانش‌آموز خلاق، پرورش می‌یابد.

برخی از ویژگی‌های رویکردهای نوین یاددهی یادگیری

- معلم هدایت‌گر و تسهیل کننده جریان یادگیری است؛
- دانش‌آموز در فعالیت‌های کلاسی فعال است؛
- دانش‌آموز با همیاری دیگران به یادگیری می‌پردازد؛
- دانش‌آموز پژوهش می‌کند و نتیجه آن را در کلاس گزارش می‌نماید؛
- دانش‌آموز به جز کتاب‌های درسی برای یادگیری از سایر مواد آموزشی نیز بهره می‌برد؛
- سطوح بالای مهارت‌ها تقویت می‌شود؛
- در ارزش‌یابی دانش‌آموز، افزون بر دانستنی‌ها، به مهارت و نگرش‌های او نیز توجه می‌شود؛
- دانش‌آموز کارهای واقعی‌تر را می‌آموزد.

۳- توصیه‌هایی برای تدریس بهتر

- تدریس بر پایه برنامه‌ریزی و تهیه طرح درس؛
- کاربرد روش‌های تدریس مناسب مانند پرسش و پاسخ، تمرین در فرایند تدریس؛
- به کارگیری درست و پیگیرانه از وسایل کمک آموزشی؛
- تأکید بر مشارکت دانش‌آموزان در فرایند تدریس؛
- توجه به تفاوت‌های فردی دانش‌آموزان و پرهیز از مقایسه آن‌ها با هم؛
- پیش‌بینی برنامه‌ها و کارهای تمرینی و پیشنهاد انجام آن‌ها به دانش‌آموزان بر پایه علاقه‌مندی؛
- تأکید بر پرورش خلاقیت و پرهیز از انباشتن ذهن دانش‌آموزان از داده‌ها.

۴- برخی از اثرات منفی بی برنامه‌گی معلم برای تدریس

معلمی که برای تدریس برنامه‌ای نداشته باشد مواردی برایش پیش می‌آید که در یادگیری دانش‌آموزان اثر نامناسب می‌گذارد، از جمله :

- هدف از آموزش بیان نمی‌شود و دانش‌آموز نمی‌داند موضوع را برای چه آموزش می‌بیند.
- برخی از مفاهیم و روابط را به اشتباه بیان می‌کند.
- در بیان درس به حاشیه می‌رود یا مطالب خیلی ساده یا پیشرفته بیان می‌شود.
- کمی از آن چه را که آموزش می‌دهد روی تخته یادداشت می‌کند.
- تمرین‌هایی را در کلاس ارائه می‌کند که به پاسخ درست یا وابسته به درس نمی‌انجامد.
- به پرسش‌های دانش‌آموزان به درستی پاسخ نمی‌دهد.
- وقت کلاس را با پرداختن به آنچه که مورد علاقه دانش‌آموزان نیست از دست می‌دهد.
- دستاوردهای ارزش‌یابی را برای برنامه‌ریزی و بهبود تدریس به کار نمی‌برد.

برخی از روش‌های تدریس

برخی از معلمان در دوره آموزشی و پیش از آغاز خدمت، روش‌های تدریس را فرا می‌گیرند و برخی در طول خدمت آموزشی به تجربه یا با بهره‌گیری از منابع گوناگون مهارت لازم را در این زمینه به دست می‌آورند. در این بخش از کتاب برخی از روش‌های تدریس بیش‌تر شناخته شده، مانند سقراطی، توصیفی، همیاری، پرسش و پاسخ، حل مسئله، بحث گروهی و تمرینی که برای آموزش کتاب محاسبات فنی مناسب است، توضیح داده می‌شود.

- | | |
|---------------|------------------|
| ■ سقراطی | ■ دیداری شنیداری |
| ■ توضیحی | ■ همیاری |
| ■ بحث گروهی | ■ حل مسئله |
| ■ پرسش و پاسخ | ■ ... |

۱- روش سقراطی

ویژگی : گفت‌وگو، پرسش و پاسخ تا رسیدن دانش‌آموز به حقیقت، استقرایی بودن (دنبال کردن موضوعات از جزء به کل). کاربرد : این روش برای بیان موضوع و روشن شدن ذهن، آشکار کردن اشتباه دانش‌آموز و پرورش و افزایش مهارت مباحثه در او به کار می‌رود. گفته می‌شود سقراط از این روش برای تدریس استفاده می‌کرد و شاگردان خود را برای کشف حقایق تربیت می‌نمود.

گروه‌بندی : این روش در یک جمع کوچک چند نفره تا سطح کلاس درس قابل اجراست و بسته به آگاهی افراد حاضر در گروه و آمادگی آنان برای پرسش و پاسخ و گفت‌وگو، اعضای گروه متغیر است.

کار دانش‌آموز : سازمان‌دهی و به کارگیری دانش و تجربه گذشته خود برای پاسخ به پرسش‌ها

کار معلم : انتخاب پرسش و هدایت بحث

برتری : تقویت مهارت شاگردان برای کشف حقایق

کمبود و نارسایی‌ها : رنجش برخی از دانش‌آموزان، طولانی بودن زمان آموزش

۲- روش توضیحی

ویژگی : توضیح گام به گام مطالب، ارائه اطلاعات در قالب مطالب چایی، صحبت و انواع ارائه کلامی. توضیحات باید دقیق،

ساده، کوتاه و دربرگیرنده نکته‌های بنیادین درس باشد.

کاربرد: ایجاد انگیزه، آگاهی درباره رویدادها، بیان دیدگاه‌ها، گسترش مفاهیم گروه‌بندی: سخنرانی بیش‌تر در کلاس‌هایی از ۲۰ تا ۳۰۰ دانش‌آموز قابل استفاده است.

کار دانش‌آموز: دانش‌آموز اطلاعات را از طریق گوش کردن و یادداشت برداشتن از سخنان معلم دریافت می‌کند.

کار معلم: معلمان در این روش بیش‌تر گوینده هستند. گاهی نیز برای توضیح وسایل دیداری را به کار می‌گیرند.

منابع و وسایل تدریس: تخته آموزشی، مدل، ارائه مطلب رایانه‌ای (Power Point) و سایر وسایل دیداری شنیداری.

برتری: می‌توان مجموعه‌ای از اصول، حقایق و مفاهیم سازمان یافته را به شیوه هماهنگ به دانش‌آموزان آموخت. اجرای این روش آسان و کم هزینه است و در زمان اندک می‌توان مطلب زیاد ارائه داد.

کمبود و نارسایی‌ها: این روش اثر بخشی کمی دارد و دانش‌آموزان را زود خسته و کسل می‌کند.

۳- بحث گروهی

ویژگی: دانش‌آموزان درباره موضوعی که معلم طرح کرده است و در باره آن اطلاعاتی دارند به اندیشه می‌پردازند و گفت‌وگو می‌کنند. آن‌ها در بحث، از اندیشه و نگرش خود با بیان دلایل متکی بر اصول علمی و حقایق دفاع می‌کنند.

کاربرد: انتقال مفاهیم، هم‌افزایی، افزایش توانمندی‌های انتقادی، کارگروهی و انتقادپذیری. این روش را می‌توان برای موضوعاتی به کار برد که بتوان در آن نظرات مختلف را ارائه داد. ضمناً موضوعاتی چون ریاضیات، علوم تجربی و فنی و ... برای بحث گروهی مناسب‌تر دارند.

گروه‌بندی: کلاس به گروه‌های کوچک سه تا پنج نفر تقسیم می‌شود و صندلی‌ها را به گونه‌ای که روبه‌روی هم باشند، می‌چینند. این روش در کلاس‌هایی که تعداد دانش‌آموزان در آن زیاد و فضای کلاس کوچک باشد مناسب نیست.

کار معلم: برگزیدن موضوع بحث، سازماندهی گروه‌ها، هدایت کار و نگه‌داشتن زمان، برگزیدن دانش‌آموزان برای بیان نتیجه بحث و جمع‌بندی بحث در کلاس. بهتر است دانش‌آموزان در هر گروه یک شماره داشته باشند و معلم دانش‌آموزانی را که باید گزارش دهند از روی شماره برگزیند.

کار دانش‌آموزان: تشکیل گروه، اندیشه درباره موضوع، بیان نظر، گوش دادن به نظر و انتقاد هم گروه‌های خود، استدلال، نتیجه‌گیری، گزارش دستاوردهای بحث به کلاس.

منابع و وسایل تدریس: منابع چاپی

برتری: افزایش توانایی‌های دانش‌آموزان در زمینه‌های اظهار نظر در جمع، استدلال، مدیریت گروه‌های کوچک، انتقادپذیری.

کمبود و نارسایی‌ها: نیاز به زمان آموزشی زیاد، ایجاد سر و صدا در کلاس و مزاحمت از سوی کلاس‌های دیگر مدرسه.

۴- روش پرسش و پاسخ

ویژگی: اساس این روش بر پرسش‌ها و پاسخ‌هایی درباره مواد درسی و بحث میان دانش‌آموزان و معلم است.

کاربرد: دادن آگاهی به دانش‌آموزان، کمک به سازماندهی دانش و گسترش آن، ارزش‌یابی پیشرفت دانش‌آموزان، تشویق دانش‌آموز به بیان اطلاع خود درباره موضوع و بازیابی مطالب تدریس شده.

گروه‌بندی: این روش بیش‌تر در کلاس‌هایی با ۲۰ تا ۳۵ نفر دانش‌آموز اجرا می‌شود. اثر بخشی این روش در گروه‌های پنج نفره بیش‌تر است.

کار دانش‌آموز: پاسخ به پرسش و شرکت در بحث‌ها. میزان فعالیت در میان دانش‌آموزان براساس موضوع یا عنوان درس متفاوت است.

کار معلم : معلم با کارهایی مانند طرح پرسش‌های ساده و روشن، برانگیختن دانش‌آموزان برای دادن پاسخ، استفاده از وسایل شنیداری یا نمایش فیلم، جریان آموزش را هدایت می‌کند.

منابع و وسایل تدریس : در این روش ممکن است از کتاب یا سایر مواد درسی چاپ شده، تخته سیاه و مواد سمعی و بصری استفاده شود.

برتری : اجرای این روش ساده است و بسیاری از دانش‌آموزان در فراگیری با این روش، نسبت به سایر روش‌های تدریس مشارکت بیشتری دارند.

کمبود و نارسایی‌ها : کم و بیش به زمان طولانی نیاز دارد، ممکن است به اندازه کافی به گسترش دانش نینجامد و دانش‌آموزان ضعیف کمتر فعال می‌شوند.

انواع پرسش

- این روش با پرسش‌های گوناگونی اجرا می‌شود، از جمله :
- یادآوری و بازشناسی، مانند تعریف اندازه‌گیری را بیان کنید.
- مقایسه‌ای، مانند تفاوت سرعت خطی و دَوَرانی چیست؟
- انتخابی، مانند کدام تنش در اثر نیروی محوری به جسم وارد می‌شود؟
- علت و معلولی، مانند چرا تنش برشی، باعث بریده شدن جسم می‌شود؟
- توصیفی، مانند روش تعیین استهلاک را توضیح دهید.
- دسته‌بندی، مانند نیرو در کدام دسته از کمیت‌های برداری یا اسکالر قرار دارد؟

۵- روش تمرین

ویژگی : معلم به وسیله تمرین، دانش‌آموز را به تکرار مطلب یا کاربرد آن تشویق می‌کند تا در موضوع مورد نظر مهارت لازم را کسب کند. باید توجه شود که تمرین‌ها وسیله تلقی می‌شوند و هدف نیستند.

کاربرد : در این روش چندین گونه تمرین مطرح می‌شود که هر کدام کاربرد ویژه‌ای دارند :

- **تمرین تکراری :** برای نگه‌داری بیش‌تر اطلاعات در ذهن؛
- **تمرین/استنباطی :** برای تسلط به کاربرد مفاهیم در موقعیت‌های جدید؛
- **تمرین مرور :** برای تقویت یادگیری، همراه با یادداشت کردن و ترسیم و طراحی؛
- **تمرین عملی :** برای کسب مهارت‌های حرکتی و فنی.

گروه‌بندی : انواع چهارگانه تمرین را می‌توان فردی و گروهی انجام داد، ولی زمانی که دانش‌آموزان گروه‌بندی می‌شوند شمار نفرات باید کم باشد.

کار دانش آموز : انجام تمرین‌هایی که معلم ارائه داده است.

کار معلم : بررسی موضوعات درسی و ارائه تمرین مناسب با آن، بررسی تمرین‌هایی که دانش‌آموزان انجام داده‌اند، نظارت بر کار دانش‌آموز و هدایت او، ارزش‌یابی بر اساس نتایج تمرین.

منابع و وسایل تدریس : کتاب کار دانش‌آموز و کتاب درسی.

۶- روش دیداری - شنیداری

روش دیداری - شنیداری در تدریس را شاید بتوان روش مستقل دانست. معلم در هر روش تدریس می‌تواند با به کارگیری این روش، از وسایل دیداری و شنیداری کمک بگیرد.

ویژگی: یادگیری بیش‌تر و ماندگار با به‌کارگیری رسانه‌های دیداری و شنیداری، همچنین امکان‌پذیری یاددهی و یادگیری برخی موارد که با روش‌های رایج یاددهی یادگیری ناممکن یا دشوار است.

کاربرد: بیان و روشننگری دربارهٔ رویدادها و فرایندها.

گروه‌بندی: به‌کارگیری رسانه‌های دیداری و شنیداری برای افراد کم، برای یک کلاس و حتی برای گروه‌های بزرگ.

کار دانش‌آموز: داشتن یک حالت بسیار غیرفعال (مانند دیدن تلویزیون یا فیلم) تا بسیار فعال (در کار با رایانه یا گردش‌های علمی و مطالعهٔ عملی اشیا).

کار معلم: تنظیم کاربرد وسایل و مواد آموزشی، توضیح چگونگی به‌کارگیری وسایل یا نمایش آن‌ها، کمک به دانش‌آموزان در به‌کارگیری درست وسایل، مشاهدهٔ شایستگی‌های دانش‌آموز، به‌ویژه در فعالیت‌های یادگیری.

منابع و وسایل تدریس: مواد چاپی (کتاب‌ها، جزوات، مجلات، روزنامه‌ها، کتاب‌های دستورالعمل، کتابچه‌های راهنما، دانش‌نامه‌ها)، مواد آموزشی دیداری و شنیداری (تصاویر متحرک، اسلاید، تلویزیون، کامپیوتر، چارت، نمودار، نقشه، مدل‌ها، نمونه‌های آزمایشگاهی) مواد شنیداری (صفحات ضبط‌شده، نوارهای ضبط صوت، رادیو)، دیدن اشیا واقعی (گردش‌های علمی، بررسی وسایل در اختیار گذاشته‌شده)، دست‌ورزی با اشیا برای کار کردن با آن‌ها، ماشین‌های آموزشی (مانند رایانه).

برتری: یادگیری آسان و پایدارتر.

کمبود و نارسایی‌ها: نیاز به زمان زیاد آموزش، هزینهٔ زیاد تأمین وسایل و نیاز به آموزش معلمان.

۷- روش همیاری

دانش‌آموزان در گروه‌های کوچک سازمان داده می‌شوند. سپس برای شروع به کار موضوعی مطرح می‌شود. اعضای گروه روی موضوع کار می‌کنند. زمانی که به نتیجه رسیدند آن را به معلم اعلام می‌نمایند و گروه با پیشنهاد معلم، نتیجه را به آگاهی هم‌کلاسی‌های خود می‌رساند.

کاربرد: تقویت مهارت کار گروهی، هم‌افزایی و تعامل با دیگران.

کار معلم: گروه‌بندی دانش‌آموزان، هدایت گروه‌ها و طرح پرسش.

کار دانش‌آموز: همکاری در گروه، انجام کارهای سپرده‌شده به گروه با همکاری دیگر افراد گروه و پاسخ به پرسش‌های معلم.

گروه‌بندی: دو تا شش نفر.

منابع و وسایل تدریس: وسایل چاپی، اشیا و وسایل آموزشی دیگر.

برتری: کار دانش‌آموزان در گروه‌های کوچک و کمک به همدیگر برای یادگیری، عادت آموزی برای همیاری و تخصصی شدن.

کمبود و نارسایی‌ها: نیاز به زمان آموزشی بیش‌تر، صدای زیاد گروه در کلاس و دشواری کنترل فردی دانش‌آموزان.

۸- روش حل مسئله

دانش‌آموزان با بهره‌گیری از دانسته‌های پیشین خود، دربارهٔ رویدادهای پیرامون خود می‌اندیشند تا بتوانند پرسش مطرح‌شده را پاسخ دهند یا مسئلهٔ دشواری را حل کنند.

ویژگی: مسئله با روش‌های گوناگونی حل می‌شود. بر این پایه روش حل مسئله را می‌توان با روش‌های گوناگونی اجرا کرد.

از جمله:

■ طرح مسئله یا بازنمایی مشکل؛

■ جمع‌آوری اطلاعات؛

■ ساختن فرضیه؛

■ آزمایش فرضیه؛

■ نتیجه گیری، تعمیم و کاربرد.

کاربرد: به کارگیری روش حل مسئله بیش تر برای آموزش علوم عملی.

گروه بندی: قابلیت اجرا در گروه های هشت تا ده نفره یا کلاس.

کار دانش آموز: جمع آوری اطلاعات لازم و فرضیه سازی براساس اطلاعات جمع آوری شده، آزمون از فرضیه ها و سپس

نتیجه گیری از آن ها. دانش آموزان باید برای ساختن فرضیه، بیندیشند و برای حل مسئله چندین راه را برگزینند.

کار معلم: راهنمایی دانش آموزان در فرآیند تدریس، آموزش روش و منابع کسب اطلاعات به شاگردان، بیان جنبه های مختلف

مسئله. معلم باید قبل از طرح مسئله به ویژگی های دانش آموزان مانند سن، تحصیلات، رشد ذهنی و عاطفی و ویژگی های فرهنگی، شرایط اجتماعی و اقتصادی و ... توجه کند.

منابع و وسایل تدریس: گزینش منابع بر پایه موضوع. در این روش تدریس، محتوای آموزشی از پیش تعیین شده نیست.

برتری: بارش فکری. این روش یکی از روش های فعال تدریس است، زیرا به پرورش روح پژوهش و انتقادگری و احساس

مسئولیت بیش تر دانش آموز می انجامد و یادگیری آن پایدار است. با این روش دانش آموزان وادار می شوند تمام افکار و اندیشه های خود را برای حل مسئله به کار گیرند. این کار مایه شکوفا شدن استعدادها و توانایی های آنان خواهد شد.

کمبود و نارسایی ها: اجرای این روش به معلمان با تجربه و پژوهش گر نیاز دارد. امکانات زیاد می خواهد. اجرای آن در

کلاس با بیش از بیست نفر به سختی انجام پذیر است.

۹- ادغام روش ها، بهترین الگوی آموزش

هر چند برخی از روش ها برای موقعیت یا هدف ویژه ای مناسب ترند ولی چون هیچ روش تدریسی نیست که برای همه دانش آموزان

مناسب باشد و برخی از آنان از کلاس خسته خواهند شد، بنابراین بهترین گزینش برای تدریس در یک جلسه، کاربرد چندین روش با

هم است. برای نمونه یک معلم می تواند آغاز درس را با روش توصیفی، ارائه درس را با روش حل مسئله و جمع بندی را با روش پرسش و پاسخ انجام دهد.

زمان بندی تدریس و طراحی فرایند تدریس

زمان بندی تدریس برای تنظیم برنامه کار معلم در طول سال، نیم سال، ماه، هفته یا جلسه تدریس انجام می شود. گاهی زمان بندی

تدریس (بودجه بندی) را برنامه ریزان یا گروه های آموزشی ارائه می کنند. اما این زمان بندی ها پیشنهادی است و ممکن است با شرایط

کار معلم تناسب نداشته باشد و نیاز باشد معلم برنامه تدریس را براساس ساعت کل درس، ساعت هفتگی، برخی تعطیلات پیش بینی

نشده و تعطیلات رسمی، که با برنامه حضور او در کلاس درس برخورد می کند، حجم مطالب درس، اهداف درس و شناختی که از

دانش آموزان دارد، سازمان دهد.

۱- زمان بندی درس محاسبات فنی

جلسه آموزشی	صفحه	موضوع آموزش و کار
۱	۱-۴	معرفی، پیش آزمون، کمیت‌های اصلی و فرعی، اندازه‌گیری
۲	۴-۸	خطا و اشتباه در اندازه‌گیری، یکای اندازه‌گیری، یکای اندازه‌گیری طول، محاسبات محیط قطعات
۳	۸-۱۳	کاربرد محاسبات سطوح هندسی، محاسبه سطوح مرکب
۴	۱۳-۱۸	کاربرد محاسبات حجم
۵	۲۰-۲۷	انطباقات، جرم، محاسبه جرم ورق
۶	۲۹-۳۲	محاسبه جرم نیم ساخته، وزن
۷	۳۴-۳۹	زاویه و یادآوری قضایای هندسی
۸	۱-۳۳	تمرین‌های دوره‌ای یا آزمون اول
۹	۴۰-۴۴	قضیه فیثاغورث و قضیه تالس
۱۰	۴۴-۴۷	روابط مثلثاتی
۱۱	۴۸-۵۲	حرکت و سرعت، سرعت دورانی و محیطی
۱۲	۵۳-۵۸	سرعت زاویه‌ای و انتقال حرکت با تسمه و چرخ تسمه
۱۳	۵۹-۶۷	انتقال حرکت با تسمه‌های دوزنقه‌ای، چرخ دنده
۱۴	۱-۶۷	تمرین‌های دوره‌ای و رفع اشکال
۱۵	۱-۶۷	آزمون دوم (نیم سال اول)
۱۶	۶۸-۷۳	نیرو، گشتاور نیرو، گشتاور گردشی
۱۷	۷۳-۷۷	نیروی اصطکاک، انواع اصطکاک جنبشی
۱۸	۷۷-۸۱	اصطکاک غلشی، کار
۱۹	۸۱-۸۴	انرژی و نیروی گریز از مرکز
۲۰	۸۶-۹۰	نیروهای وارد بر اجسام، تنش
۲۱	۹۰-۹۴	کرنش، رابطه بین تنش و تغییر طول نسبی، استحکام کششی، تنش مجاز
۲۲	۹۵-۹۹	تنش برشی، استحکام برشی
۲۳	۹۷-۹۹	تمرین‌های دوره‌ای
۲۴	۹۷-۹۹	آزمون سوم
۲۵	۱۰۰-۱۰۷	توان، توان موتور
۲۶	۱۰۷-۱۱۱	راندمان مکانیکی تا توان تراکتور
۲۷	۱۱۱-۱۱۷	توان هیدرولیک، افت قدرت در تراکتور
۲۸	۱۱۷-۱۲۴	مفاهیم و تعاریف هزینه‌های سالیانه ماشین
۲۹	۱۲۴-۱۲۹	هزینه‌های مستمر سالیانه، مدت زمان استفاده، هزینه سالیانه کار
۳۰	۶۷-۱۳۰	تمرین‌های دوره‌ای

۲- ساختار کلی طرح درس روزانه

پایه تحصیلی :		تاریخ اجرا :		مشخصات کلی	
موضوع درس :		شماره جلسه :			
منابع کمکی :					
اهداف کلی : حیطه شناختی (دانستنی ها) : حیطه عاطفی (نگرش) : حیطه روانی — حرکتی (مهارت ها) :					
کارهای پیش از تدریس	اهداف رفتاری	حیطه و طبقه			
	کارهای هنرآموز	رفتار دانش آموز	وسایل	روش تدریس	زمان
کارهای آغازین تدریس	احوال پرس و حضور و غیاب				
	ارزش یابی تشخیصی				
	آماده سازی و ایجاد انگیزه				
ارائه درس	ارائه درس جدید				
کارهای پایانی	جمع بندی				
	ارزش یابی پایانی				
	تکالیف				

ارزش‌یابی پیشرفت تحصیلی

۱- برخی از مفاهیم ارزش‌یابی

ارزش‌یابی پیشرفت تحصیلی: ارزش‌یابی پیشرفت تحصیلی فرایندی سازماندهی شده بر پایه هدف‌های آموزشی است که در شناسایی میزان پیشرفت یادگیرندگان برای تصمیم‌گیری درباره کارهای آموزشی معلم و دانش‌آموزان به کار گرفته می‌شود.

اهداف ارزش‌یابی

- نظارت بر عملکرد افراد نسبت به اهداف نظام آموزشی؛
 - شناخت توانایی‌ها و سطح علمی دانش‌آموزان برای پیش‌بینی فعالیت‌های آموزشی مورد نیاز دانش‌آموز؛
 - بهبود کارهای آموزشی؛
 - ایجاد انگیزش در دانش‌آموزان برای یادگیری بهتر؛
 - شناخت کاستی‌های آموزشی دانش‌آموزان برای کمک به رفع آن‌ها؛
 - تشخیص آمادگی ارتقای دانش‌آموزان به پایه بالاتر.
- سنجش: به گردآوری اطلاعات مورد نیاز برای تصمیم‌گیری درباره دانش‌آموزان، برنامه درسی و سیاست‌های آموزشی «سنجش» می‌گویند. سنجش در برگرفته همه راه‌های نمونه‌گیری و مشاهده مهارت‌ها، دانش و توانایی‌های دانش‌آموزان است.
- آزمون: یکی از ابزارهای سنجش «آزمون» است. انواع گوناگون آزمون، کتبی و شفاهی برای سنجش به کار می‌رود. آزمون خوب باید روایی و پایایی داشته باشد:

روایی: آنچه را که باید درست اندازه‌گیری نمود و از حدود اندازه‌گیری خارج نشود.

پایایی: نتایج اندازه‌گیری در زمان‌های مختلف یک‌سان باشد.

اگر آزمونی روایی و پایایی داشته باشد دارای درستی و اعتبار خواهد بود و گرنه پذیرفتنی نیست.

۲- مراحل ارزش‌یابی پیشرفت تحصیلی

برای ارزش‌یابی پیشرفت تحصیلی دو کار باید انجام داد:

■ تعیین هدف‌های آموزشی

■ سنجش عملکرد یادگیری

برای سنجش عملکرد، روش‌های گوناگونی مانند آزمون‌های کتبی و شفاهی، مشاهده و کار عملی به کار برده می‌شود.

۳- انواع سنجش از نظر زمان اجرا

سنجش آغازین: سنجش آغازین از پیش نیازهای مفهومی درس جدید انجام می‌شود. بر پایه آن می‌توان میزان پیش دانسته‌ها، نگرش و مهارت‌های دانش‌آموز و آمادگی او را برای یادگیری موضوع آموزش ارزش‌یابی کرد.

سنجش پیوسته (مستمر- تکوینی): این نوع سنجش مجموعه کارهایی پیوسته، هدفمند و پویاست که معلم آن را برای ارزش‌یابی آموخته‌های دانش‌آموز در مراحل مختلف آموزش به کار می‌برد. این سنجش به معلم کمک می‌کند تا به نارسایی‌های دانش‌آموز در یادگیری پی ببرد. سنجش پیوسته را می‌توان برای آزمون فردی یا گروهی به کار برد.

سنجش پایانی (تراکمی): این روش، در پایان یک دوره آموزشی انجام می‌شود و با کاربرد آن می‌توان همه آموخته‌های دانش‌آموزان را به یک‌باره و در زمانی کوتاه سنجید. بر پایه نتایج این سنجش درباره نمره دانش‌آموز و چگونگی ارتقای او به کلاس بالاتر تصمیم‌گیری می‌شود. با سنجش پایانی، کار معلم و میزان کامیابی او در یاددهی و رسیدن به اهداف آموزی به ارزش‌یابی گذاشته

می‌شود. سنجش پیوسته در کمک به یادگیری، نسبت به سنجش پایانی، برتری‌هایی دارد، از جمله:

- امکان بهره‌گیری از دستاوردهای این‌گونه ارزش‌یابی برای بهبود یادگیری؛
 - برانگیختن دانش‌آموزان برای ژرف‌نگری و یادگیری بهتر درس؛
 - کاهش اضطراب و استرس آزمون؛
 - ایجاد انگیزه و رغبت در دانش‌آموزان، به منظور تلاش برای رفع نارسایی‌های آموزشی خود؛
 - افزایش توانمندی‌های دانش‌آموزان؛
 - آگاهی معلم از کیفیت روش‌های یاددهی و امکان بهبود این روش‌ها.
- سنجش تشخیصی: این روش برای پیدا کردن کاستی‌های آموزشی و دشواری‌های یادگیری به کار برده می‌شود.

۴- انواع آزمون‌های پیشرفت تحصیلی

صدها روش آزمون پیشنهاد شده‌اند که از بین آن‌ها، چند روش را، که برای سنجش درس محاسبات فنی کاراترند نام می‌بریم.

کوته پاسخ	باز پاسخ	انواع آزمون‌های پیشرفت تحصیلی
تشریحی		
درست غلط	بسته پاسخ	
جور کردنی		
چند گزینه‌ای		

در آزمون‌های درست، غلط: چندین پرسش یا جمله در اختیار دانش‌آموز گذاشته می‌شود و او درست یا نادرست بودن آن‌ها را تعیین می‌کند.

در آزمون‌های درست، غلط باید:

- ۱- پرسش‌ها را تا حد امکان کوتاه، ساده و روشن بنویسید؛
- ۲- تا می‌توانید شمار پرسش‌های درست و غلط برابر باشد؛
- ۳- واژه‌های محدود کننده مانند همه و هرگز را در متن جمله پرسش به کار نبرید؛
- ۴- موضوعات بی‌اهمیت را در پرسش نگنجانید؛
- ۵- تا می‌توانید طول پرسش‌های درست و نادرست را هم اندازه طراحی کنید.

برخی از مواردی که باید در نوشتن پرسش‌های تشریحی رعایت شود:

- ۱- پرسش‌های بسته پاسخ را برای سطح پایین طبقه شناختی مانند کاربرد و فهمیدن استفاده کنید؛
- ۲- پرسش تشریحی را با جمله‌ها و واژه‌های روشن بنویسید؛
- ۳- پرسش تشریحی را برای سنجش هدف‌هایی به کار ببرید که با سایر انواع آزمون‌ها به خوبی قابل اندازه‌گیری نیستند.

۴- برای اندازه‌گیری سطح درک و فهم، تحلیل، ترکیب و ارزش‌یابی پرسش‌های تشریحی به کار ببرید.

۵- از کاربرد کلمات چه کسی، چه وقت، کجا و چرا بپرهیزید. این کلمات تنها معلومات را اندازه می‌گیرند و به جای این کلمات بهتر است از کلمات چرا، چگونه، به چه دلیل و از این قبیل استفاده کنید. این کلمات هدف‌های سطح بالاتری را می‌سنجند.

نمونه‌ای از پرسش‌های تشریحی:

■ منظور از کل‌نگری یا دید ترکیبی در جغرافیا چیست؟

■ علت وقوع زلزله چیست و چه مشکلاتی پس از وقوع زلزله پیش می‌آید؟

■ خشک‌سالی چیست و چگونه می‌توان دوره‌های خشک‌سالی را پیش‌بینی نمود؟

■ چه عواملی پس از انقلاب صنعتی موجب کاهش مرگ و میر و افزایش جمعیت جهان گردید؟

■ مهاجرت اختیاری و اجباری را با یکدیگر مقایسه کنید و برای هر کدام یک مثال بزنید.

آزمون بسته پاسخ: در آزمون‌های کوتاه پاسخ چنان‌که توضیح داده شد، آزمون شونده در دادن پاسخ به پرسش‌ها آزادی کامل ندارد و پرسش، او را ملزم می‌سازد تا پاسخ خود را در چهارچوب ویژه برگزیند. یکی از نمونه‌های این آزمون، آزمون‌های عینی هستند در آزمون‌های عینی، پرسش‌ها و پاسخ پاسخ‌ها در اختیار آزمون شونده‌ها گذاشته می‌شود تا تصمیم خود را بگیرند. به همین سبب به این آزمون‌ها، بسته پاسخ می‌گویند.

آزمون عملکردی: یکی از انواع آزمون‌ها، که در ارزش‌یابی پیشرفت تحصیلی به کار برده می‌شود، آزمون عملکردی است. در این گونه از آزمون‌ها به کار بست آموخته‌ها، به سنجش مستقیم و به استفاده از مسائل واقعی روزمره در آزمون تأکید می‌شود. انواع آزمون عملکردی در برگزیده آزمون کتبی عملکردی، آزمون شناسایی، انجام کار در موقعیت شبیه سازی شده و نمونه کار است. با این‌که آزمون کتبی عملکردی از اهداف آزمون‌های عملکردی بسیار فاصله دارد ولی در سنجش سطح بالاتر حوزه شناختی و برخی مهارت‌ها، روایی آن نسبت به سایر آزمون‌های کتبی یا شفاهی بیش‌تر است.

آزمون عملکردی باید هدف‌هایی را که دارای شرایط و شاخص‌های عملکرد هستند بسنجد. نمونه‌ای از آزمون کتبی عملکردی: با بررسی داده‌های پیوست، برای خاک‌ورزی واحد... ماشین‌هایی را برگزینید که هزینه‌های کاربری آن کمینه باشد.

۵- برخی از اصول ارزش‌یابی پیشرفت تحصیلی

■ برای ارزش‌یابی باید روش‌ها و ابزارهایی را به کار گرفت که با هدف آموزشی انطباق داشته باشد؛

■ ارزش‌یابی باید در حیطه و سطحی باشد که در هدف‌های آموزشی بازگو شده‌اند؛

■ ارزش‌یابی باید بر اساس محتوای آموزشی انجام شود؛

■ زمان و شرایط آزمون باید متناسب با زمان و شرایطی باشد که در هدف‌های آموزشی پیش‌بینی شده‌اند.

خواندنی:

برای آشنایی بیش‌تر با روش‌های ارزش‌یابی می‌توانید، ویرایش چهارم کتاب اندازه‌گیری، سنجش و ارزش‌یابی آموزشی، نوشته دکتر علی اکبر سیف از انتشارات آگاه را بخوانید.

جدول راهنمای ارزشیابی درس محاسبات فنی رشته ماشین‌های کشاورزی^۱

نام کتاب: محاسبات فنی کد کتاب: ۴۹۵/۵	واحد نظری: ۲ ساعت نظری در هفته: ۲	مدل ارزشیابی: ۱-۲-۱-۶ نمره قبولی: ۱۰	نوع آزمون: نهایی <input type="checkbox"/> داخلی <input type="checkbox"/>
---	--------------------------------------	---	---

پایانی نوبت اول	فصل	نمره	پایانی نوبت دوم	فصل	نمره
مستمر	فنی	روش آزمون		شاخص‌ها	
تکات اجرایی					

توضیح جدول ارزشیابی

نظم

- آراستگی و پاکیزگی؛
- آمد و شد به هنگام؛
- پاسداشت هنجارهای کلاس.

کارهای بیرون از کلاس

- کارهای خانه؛
- نوشتن گزارش و مقالات درباره درس؛
- پژوهش.

کارهای کلاسی

- پاسخ‌گویی به پرسش‌های کلاسی؛
- شرکت در گفتمان درسی؛

۱- محتوای این جدول به‌طور سالانه از طریق دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش اعلام می‌شود و از سایت دفتر می‌توان دریافت کرد.

- همکاری با دیگر هنرجویان در کارهای گروهی؛
 - کمک به دیگر هنرجویان برای تقویت توانمندی‌های آموزشی آن‌ها زیر نظر هنرآموز.
- آزمون‌های نوشتاری*
- در هر نوبت (نیم سال) دو یا چند آزمون نوشتاری برگزار شود؛
 - در آزمون‌های نوشتاری، پاسخ‌هایی که بر پایه محتوای کتاب نوشته شده‌اند، درست‌اند؛
 - پرسش‌ها در آزمون باید وابسته به پرسش‌های دیگر نباشد؛
 - نمره هر آزمون بر پایه نمره‌بندی نوشته شده در نمون برگ ارزش‌یابی، در نمره هنرجو تأثیر می‌گذارد.

آموزه اول

هدف‌های رفتاری را روی تخته بنویسید.

هدف‌های رفتاری : با یادگیری این آموزه، هنرجو می‌تواند :

- مفاهیم کمیت اصلی، فرعی و یکای اندازه‌گیری را توضیح دهد.
- یکاهای فرعی، اصلی و دیمانسیون را توضیح دهد.
- رایج‌ترین دستگاه‌های اندازه‌گیری را توضیح دهد (MKS، علمی، MKS عملی، MTS).
- اندازه‌گیری را توضیح دهد.
- مشخصات یک ابزار اندازه‌گیری را توضیح دهد.

۱-۱- روش حل مسائل

در این مرحله هنرجویان پیش از مطرح کردن و حل مسئله باید پیام‌زنند که برای حل یک مسئله چگونه عمل کنند تا کمتر دچار اشتباه شوند.

شرح کوتاهی درباره اهمیت به کار بردن روش صحیح برای حل مسائل، بیان کنید : «برای حل یک مسئله در زمینه فیزیک یا ریاضی مواردی را باید رعایت کنید».

طرح نشان داده شده در شکل ۱-۱ را روی تخته بنویسید و با کمک آن موارد زیر را برای هنرجویان بخوانید و شرح

دهید.

۱- نخست صورت مسئله را یک بار با دقت بخوانید.

۲- همه اطلاعات داده شده در مسئله را زیر سؤال سمت چپ با یکای آن بنویسید. (شکل ۱-۱)

۳- اگر نیاز باشد اندازه آن‌ها را متناسب با یکای خواسته شده اصلاح کنید. (تبدیل یکا)

۴- همه نتایج خواسته شده مسئله را زیر داده‌ها بنویسید و جلوی هر کدام یک علامت پرسش قرار دهید.

۵- زیر صورت مسئله یک تصویر ساده از وضعیت تشریح شده از مسئله رسم کنید. رسم شکل در فهمیدن بهتر مسئله، اطلاعات داده شده، اطلاعات خواسته شده و انتخاب روش مناسب برای حل مسئله بسیار کمک می‌کند. برخی اوقات به نظر می‌رسد که مسئله بسیار آسان است و نیازی به رسم شکل نیست ولی با رسم شکل نه تنها مواردی که ممکن است تجسم نشوند به چشم می‌آیند بلکه از بروز اشتباهات کوچک جلوگیری می‌شود.

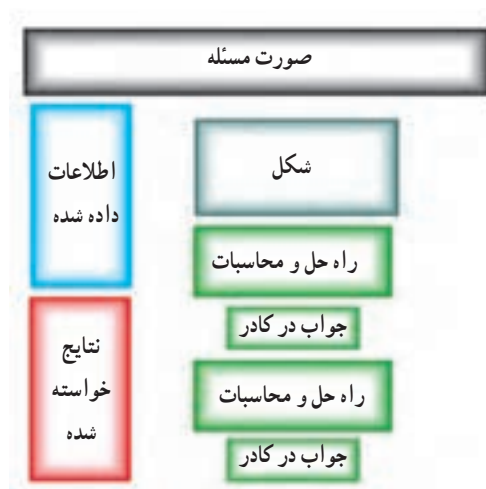
۶- فکر کردن و برگزیدن روش مناسب حل مسئله بر پایه داده‌ها و خواسته‌های مسئله : بسیاری از هنرجویان پس از خواندن مسئله بی‌درنگ بدون رعایت موارد فوق و بدون فکر کردن درباره روش درست حل مسئله، رابطه‌ای را می‌نویسند. آن‌ها با این کار ممکن است راه را اشتباه بروند و با از دست دادن زمان، برای حل مسئله نیز با دشواری‌هایی مواجه شوند.

۷- نوشتن رابطه مناسب برای حل هر قسمت مسئله، عددگذاری در روابط و انجام محاسبات.

نکته : تا می‌توانید برای محاسبه از ماشین حساب استفاده کنید و محاسبه را به صورت ذهنی انجام ندهید، زیرا ممکن است دچار اشتباه شوید.

- ۸- پس از رسیدن به هر پاسخ دور آن یک کادر بکشید و آن را از دیگر ارقام مشخص کنید. سپس در ستون نتایج خواسته شده کنار گزینه حل شده علامتی بگذارید تا در پایان بدانید چند گزینه از نتایج خواسته شده حل نشده است.
- حل بخش بعد مسئله، مطابق بند ۶ تا ۸ تا زمانی که تمام موارد خواسته شده محاسبه شوند.
- ۹- بررسی کلیه موارد انجام شده و رفع اشتباهات.

نکته : مرتب، منظم و تمیز نوشتن راه حل مسئله از اهمیت به سزایی برخوردار است.



شکل ۱-۱

اکنون مثال صفحه ۴۹ کتاب را خوانده و مانند روش یاد شده با ارائه توضیح حل کنید.

۱-۲- کمیت‌های اصلی و کمیت‌های فرعی (۱-۱ صفحه ۱)

دستگاه‌های اندازه‌گیری : CGS و MKS علمی، MKS عملی یا صنعتی، MTS

اندازه‌گیری : مشخصات یک ابزار اندازه‌گیری شامل دقت، حساسیت، قدرت تشخیص، قابلیت تجدید و تکرار و ظرفیت اندازه‌گیری است.

آموخته‌های پیشین هنرجو : هنرجویان در سال‌های پیش با روش‌های اندازه‌گیری، دقت اندازه‌گیری و دستگاه‌های اندازه‌گیری در کتاب‌های علوم تجربی، فیزیک و ریاضی کمی آشنا شده‌اند.

پیش آزمون : روابط زیر را با به کار بردن قوانین توان پاسخ دهید.

$$L \times L \times L = ? \quad L \times L = ?$$

$$\frac{L}{T} = LT^{-1} \quad \frac{1}{T} = T^{-1}$$

۱-۲-۱- مفهوم کمیّت و یکا: بلندی اندام دو نفر از هنرجویان و دمای کلاس و میانگین دمای تابستان و زمستان را بپرسید و آن‌ها را در دو ستون جداگانه زیر هم روی تخته یادداشت کنید.

دما (درجه سلسیوس)		بلندی اندام (سانتی متر)	
دمای گرم‌ترین روز تابستان		نفر اول	
دمای کنونی کلاس		نفر دوم	

بیان کنید: «در مثال‌های گفته شده، طول و دما با یکایی سنجیده شده است و چون هر کدام از آن‌ها دو به دو از یک نوع کمیّت هستند و با یکای یک‌سان اندازه‌گیری شده‌اند می‌توانیم برابری آن‌ها را با هم بسنجیم. برای مقایسه کمیّت‌ها نیاز به یکای استاندارد (در اینجا متر و سانتی‌گراد) داریم تا بر پایه آن اندازه‌گیری و سپس نتایج اندازه‌گیری را با هم مقایسه کنیم».

توضیح دهید: «در اینجا چون ما یکای استاندارد طول (متر) را داریم توانستیم بلندی دو نفر را اندازه بگیریم و برای نمونه بگوییم، قد حسن ۱۵۵ سانتی‌متر و بابک ۱۷۰ سانتی‌متر است. پس از آن، قد دو هنرجو را با هم مقایسه کنیم و بگوییم بابک از حسن بلندتر است».

بیان کنید: «دو ویژگی دیگری که باید یکا داشته باشد در دسترس بودن و بدون تغییر بودن است».

«برای نمونه متر اندازه‌ای در دسترس است و می‌توان با آن اندازه‌گیری کرد بدون این که در مکان‌ها و زمان‌های دیگر تغییر کند» به این دلیل است که اگر قد دانش‌آموزی را امروز در کلاس و فردا در خانه، بسنجیم انتظار داریم اندازه‌ها یک‌سان باشند.

کیلوگرم نیز که در کارهای روزمره برای اندازه‌گیری جرم و مقایسه مقدار برخی از اجسام به کار می‌رود، یکای استاندارد است. با کیلوگرم و گرم می‌توان کم و زیاد بودن (یا جرم) دو چیز را با هم مقایسه کرد.

بیان کنید: فرض کنید یکاها استاندارد نباشند و شما با استفاده از ترازوی شاهین دار دو کیلوگرم سیب از مغازه بخرید و هنگامی که به خانه می‌روید پدرتان آن را دوباره با ترازوی شاهین دار وزن می‌کند و وزن سیب ۲/۵ یا ۱/۵ کیلوگرم^۱ را نشان می‌دهد. آیا پیامد این رویداد خوب است؟

پرسش: آیا می‌توان به جای کیلوگرم استاندارد یکای دیگری مانند من را که در برخی از شهرهای ایران رایج است به صورت ملی به کار برد؟

پاسخ: خیر، زیرا اگر به جای یکای استاندارد کیلوگرم، «من» به کار رود چون یکای من، مانند من ری، من تبریز و مانند این‌ها در هر شهر و منطقه‌ای از کشور اندازه ویژه‌ای دارد و به‌طور یک‌سان در دسترس همگان نیست بنابراین دارای دو ویژگی یکا نیست.

یادآوری برای هنرآموز - تبدیل دما از سانتی‌گراد به کلونین

یکی از یکاهای دما درجه کلونین است. برای تبدیل یکای دما از سانتی‌گراد به کلونین، اندازه دما بر حسب سانتی‌گراد را به ۲۷۳ می‌افزایند.

$$T_K = T_C + 273$$

T_K - درجه کلونین

T_C - درجه سانتی‌گراد

۱- واحد اندازه‌گیری وزن «کیلوگرم نیرو» است، که در جامعه به اختصار کیلوگرم گفته می‌شود.

بر پایه رابطه گفته شده، هنگامی که دما صفر درجه سانتی گراد باشد این دما برحسب کلون برابر ۲۷۳ درجه کلون است.

جدول ۱-۱ را از روی کتاب توضیح دهید.
برای یادگیری پیش تر هنرجویان و آشنا شدن آنان با رویدادهای روزمره، از آنها بخواهید برای هر کمیت و یکای آن، نمونه‌ای را بیان کنند.

جدول ۱-۱ یکاهای اصلی در SI

ردیف	کمیت	علامت کمیت	نام یکا	علامت
۱	طول	L	متر	M
۲	جرم	M	کیلوگرم	Kg
۳	زمان	t	ثانیه	S
۴	شدت جریان الکتریکی	I	آمپر	A
۵	درجه حرارت ترمودینامیکی	T	کلون	K
۶	تعداد ذرات مواد	n	مول	Mol
۷	شدت روشنایی	I	کاندلا	cd

- در ایران چون اندازه زمین‌های زراعی کوچک است پهنا و درازای آنها بیش تر برحسب متر سنجیده می‌شوند.
- طول زمان یک جلسه آموزشی ۱/۵ ساعت است. این زمان برحسب ثانیه چقدر است؟
- یک لامپ رشته‌ای ۱۰۰ وات با ۴/۰ آمپر برق کار می‌کند. یک فیوز ۱۰ آمپر حداکثر می‌تواند چند لامپ را روشن کند؟
- مول در کارهای شیمیایی برای تعیین مقدار ماده - تعداد ذرات - به کار می‌رود^۱.
- کاندلا برای تعیین میزان روشنایی محیط و طراحی نور کافی از طریق نصب تعداد مناسبی لامپ روشنایی به کار می‌رود.
- هنگام آموزش، بهتر است دمای کلاس نزدیک به ۱۸ تا ۲۰ درجه سانتی گراد باشد.
- با چند تمرین هنرجویان را با یکاها و کمیت‌ها بیش تر آشنا کنید.
- تمرین : با این دو تمرین، هنرجویان با اندازه‌گیری اندازه‌های کوچک طول به روش تخمینی آشنا و سپس آماده می‌شوند تا وابستگی بین یکای اصلی و فرعی را بهتر درک کنند.
- پرسش : با روش ساده‌ای اندازه درازا و پهنای کلاس را برآورد کنید. اندازه مساحت کلاس چقدر است؟
- راهنمایی : با شمردن کاشی و گام هنرجو
- پرسش : وابستگی بین کمیت طول و مساحت و یکای آنها را بیان کنید؟

۱- در استانداردهای گذشته، کمیت اصلی در سه مورد تعریف شده بود ولی امروزه هفت کمیت اصلی تعریف می‌شود. در این کتاب سه کمیت اصلی ردیف ۱ تا ۳ توضیح داده

خواهد شد.

۲- مقدار ذرات موجود یک ماده در یک سیستم ماده‌ای مانند یک محلول را که برابر با تعداد ذرات دوازده گرم کربن ۱۲ است، یک «مول» گویند.

۲-۲-۱- سیستم یکاهای اندازه‌گیری (۲-۱ صفحه ۲)

توضیح دهید: سیستم یکاهای اندازه‌گیری، سیستمی است که در آن چند کمیت را به صورت کمیت اصلی یا پایه تعریف می‌کنند، به گونه‌ای که سایر کمیت‌ها را بتوان از روی کمیت اصلی و روابط بین آن‌ها به دست آورد. از سیستم‌های یکاهای اندازه‌گیری می‌توان سیستم اس‌آی (SI) را نام برد. این سیستم برای اندازه‌گیری در کل جهان به کار می‌رود. کمیت پایه یا اصلی، به کمیتی گویند که به صورت مستقل از سایر کمیت‌ها در یک دستگاه تعریف شود، مانند کمیت طول، جرم، زمان و... .

یکای اندازه‌گیری (واحد اندازه‌گیری) مقیاسی برای سنجش کمیت‌هاست. یکای اندازه‌گیری باید هم‌جنس با کمیتی باشد که برای آن تعریف می‌شود، مانند یکای متر برای اندازه‌گیری طول، یکای کیلو گرم برای اندازه‌گیری جرم و... . کمیت‌های اصلی و یکاهای آن‌ها، که در جدول ۱-۱ آمده است، با دقت زیاد شناسایی، تعریف و استاندارد می‌شوند. در سیستم یکاهای اندازه‌گیری SI، طول کمیت پایه است و یکای آن متر است. متر به طور استاندارد تعریف شده و برابر مسافتی است که نور در مدت $\frac{1}{299792458}$ ثانیه در خلأ می‌پیماید.

پس از تعریف یکاهای اصلی، بر اساس روابطی که بین کمیت پایه و فرعی وجود دارد یکاهای فرعی را تعریف می‌کنند. بیان کنید: در تمرین پیش دیدید که کمیت مساحت از حاصل ضرب کمیت طول به دست می‌آید. بنابراین مساحت، کمیتی فرعی است. بر این پایه، یکای مساحت، متر مربع است که از حاصل ضرب یکای طول به دست می‌آید... توضیح دهید: رابطه ۱-۱ چگونگی محاسبه یکای مساحت بر پایه یکای اصلی طول را نشان می‌دهد. به این رابطه، معادله ابعادی یا دیمانسیون مساحت می‌گویند.

$$A = L \times L = L^2 \quad \text{رابطه ۱-۱} \Rightarrow A = L_{(m)} \times L_{(m)} \Rightarrow A_{(m^2)}$$

A - مساحت

L - طول

m - یکای اصلی طول

m² - یکای فرعی

پرسش: مفهوم سیستم یکاهای اندازه‌گیری چیست؟

پاسخ: به مجموعه‌ای از یکاهای اصلی و فرعی، که به روش ویژه‌ای به هم وابسته باشند، سیستم یکاهای اندازه‌گیری یا به طور ساده سیستم اندازه‌گیری می‌گویند.

پرسش: یکای اصلی و یکای فرعی را تعریف نمایید.

پاسخ: یکای اصلی بر اساس استاندارد تعریف می‌شود و یکای فرعی بر اساس رابطه یکای اصلی و فرعی به دست می‌آید.

پرسش: حجم، کمیت فرعی است. رابطه دیمانسیون حجم و یکای آن را برآورد کنید.

پاسخ: حجم کمیت فرعی است و از کمیت اصلی طول بر طبق رابطه زیر به دست می‌آید.

$$V = L^3 \quad \text{رابطه ۱-۲} \quad V = L(m) \times L(m) \times L(m) \Rightarrow V(m^3)$$

L - طول (کمیت اصلی)

V - حجم (کمیت فرعی)

m - متر (یکای اصلی طول)

m³ - متر مکعب (یکای حجم) - یکای فرعی

توضیح دهید: «رابطه ۱-۲ را دیمانسیون یا رابطه ابعادی حجم گویند». چند دستگاه گوناگون اندازه‌گیری نام ببرید و توضیح دهید که ساخته شدن آن‌ها بر پایه این بوده است که از چه یکایی برای اندازه‌گیری استفاده می‌شود.

سیستم CGS

دانشتنی‌های معلم : یکاهای سیستم CGS

دیگر یکاهای سیستم CGS به شرح جدول زیر است :

طول	جرم	زمان	مساحت	حجم	سرعت	شتاب	نیرو	فشار	کار	توان
سانتی متر	گرم	ثانیه	سانتی متر مربع	سانتی متر مکعب	$\frac{\text{سانتی متر}}{\text{ثانیه}}$	$\frac{\text{سانتی متر}}{\text{مجدور ثانیه}}$	دین	$\frac{\text{دین}}{\text{سانتی متر مربع}}$	ارگ	$\frac{\text{ارگ}}{\text{ثانیه}}$
cm	gr	s	cm ^۲	cm ^۳	$\frac{\text{cm}}{\text{s}}$	$\frac{\text{cm}^۲}{\text{s}^۲}$	Dyne	$\frac{\text{Dyne}}{\text{cm}^۲}$	erg	$\frac{\text{erg}}{\text{s}}$

به هنجاریان بگوید در این سیستم، CGS مخفف سه حرف اول طول بر حسب سانتی متر (C)، جرم بر حسب (G) و زمان بر حسب ثانیه (S) است. سپس برای آشنایی بیش تر پرسش زیر را با هنجاریان مطرح کنید.

پرسش : با توجه به این که دیمانسیون مساحت $A=L^۲$ است، یکای مساحت در سیستم CGS چیست؟

پاسخ :

$$A = L \times L = L^۲$$

$$= L(\text{cm}) \times L(\text{cm}) = A(\text{cm}^۲)$$

بنابراین در این سیستم، یکای مساحت، سانتی متر مربع است.

سیستم علمی MKS

دانشتنی‌های معلم

یکاهای سیستم علمی MKS به شرح جدول زیر است.

توضیح دهید علامت MKS این سیستم از علامت متر (M) برای طول و کیلوگرم (K) برای جرم و ثانیه (S) برای زمان گرفته شده است. به این سیستم، سیستم بین المللی یکاها با علامت اختصاری (SI) می گویند.

طول	جرم	زمان	مساحت	حجم	سرعت	شتاب	نیرو	فشار	کار	توان
متر	کیلوگرم	ثانیه	متر مربع	متر مکعب	$\frac{\text{متر}}{\text{ثانیه}}$	$\frac{\text{متر}}{\text{مجدور ثانیه}}$	نیوتن	$\frac{\text{نیوتن}}{\text{متر مربع}}$	ژول	وات
m	kg	s	m ^۲	m ^۳	$\frac{\text{m}}{\text{s}}$	$\frac{\text{m}}{\text{s}^۲}$	N	$\frac{\text{N}}{\text{m}^۲}$	J=Nms	W

برای آشنایی بیش‌تر هنرجویان با این سیستم، تمرین زیر را در کلاس حل کنید.

تمرین : در سیستم MKS علمی یکای حجم چیست؟

$$V = L^3$$

پاسخ :

L - طول (کمیت اصلی) V - حجم (کمیت فرعی)

$$V = L^3 = L \times L \times L$$

یکای طول در این سیستم، متر (m) است.

$$V = L(m) \times L(m) \times L(m) = L^3(m^3)$$

بنابراین یکا در سیستم MKS علمی یا بین‌المللی، متر مکعب (m^3) است.

سیستم MKS عملی یا صنعتی

یادآوری برای هنرآموز

یکاهای سیستم MKS عملی به شرح جدول زیر است.

طول	جرم	زمان	مساحت	حجم	سرعت	شتاب	نیرو	فشار	کار	توان
متر	کیلوگرم	ثانیه	متر مربع	متر مکعب	$\frac{\text{متر}}{\text{ثانیه}}$	$\frac{\text{متر}}{\text{مجدور ثانیه}}$	کیلوگرم - نیرو	$\frac{\text{نیوتن}}{\text{متر مربع}}$	کیلوگرم - متر	وات
m	kg	s	m^2	m^3	$\frac{m}{s}$	$\frac{m}{s^2}$	kgf	$\frac{N}{m^2}$	kgm	W

توضیح دهید : یکاهای اصلی در این سیستم برای طول، متر (m)، برای نیرو، کیلوگرم نیرو (kgf) و برای زمان، ثانیه (s) است.

مثال : بر اساس سیستم MKS عملی، یکای سرعت را به دست آورید.

پاسخ : نخست رابطه و سپس دیمانسیون سرعت را روی تخته بنویسید و مثال را حل کنید.

در سال‌های پیش رابطه سرعت را خوانده‌اید. در این‌جا رابطه سرعت را به روش زیر حل کنید.

$$\text{رابطه سرعت} = \frac{\text{مسافت طی شده}}{\text{زمان}} = \frac{L}{T}$$

بر پایه رابطه سرعت می‌توانیم دیمانسیون سرعت را چنین بنویسیم :

$$V = LT^{-1}$$

که در آن :

L - طول یا مسافت طی شده T - زمان V - سرعت

چون در این سیستم طول، برحسب متر و زمان، برحسب ثانیه اندازه گرفته می‌شود، پس :

$$V = LT^{-1} = \frac{L(m)}{T(s)} \Rightarrow \text{یکای سرعت} = \frac{\text{متر}}{\text{ثانیه}}$$

پرسش : با این که می دانیم کیلوگرم یکای جرم است، چرا برای بیان اندازه وزن، که کمیتی از نوع نیرو است، کیلوگرم را به کار می بریم؟ برای نمونه می گوئیم وزن مهر داد ۷۰ کیلوگرم است؟

پاسخ : این یک اشتباه رایج است که به دلیل بیان کوتاه شده یکای وزن در دستگاه MKS عملی، که کیلوگرم نیرو است، پیش آمده است.

سیستم MTS

یادآوری برای هنرآموز

یکاهای سیستم MTS به شرح جدول زیر است.

طول	جرم	زمان	مساحت	حجم	سرعت	شتاب	نیرو	فشار	کار	توان
متر	تن	ثانیه	متر مربع	متر مکعب	$\frac{\text{متر}}{\text{ثانیه}}$	$\frac{\text{متر}}{\text{مجدورثانیه}}$	کیلوگرم نیرو	$\frac{\text{کیلوگرم نیرو}}{\text{متر مربع}}$	کیلوژول	کیلووات
m	t	S	m ^۲	m ^۳	$\frac{\text{m}}{\text{s}}$	$\frac{\text{m}}{\text{s}^۲}$	Kgf	$\frac{\text{Kgf}}{\text{m}^۲}$	KJ	KW

توضیح دهید : حروف MTS کوتاه شده کلمات انگلیسی طول، بر حسب متر (m) و جرم، بر حسب تن (T) و زمان، بر حسب ثانیه (S) است.

مثال : در سیستم MTS یکای شتاب را به دست آورید.

پاسخ :

$$\text{رابطه شتاب} = \frac{\text{شتاب}}{\text{شتاب}} = \frac{\frac{\text{مسافت}}{\text{زمان}}}{\frac{\text{سرعت}}{\text{زمان}}} = \frac{\text{مسافت}}{(\text{زمان})^۲}$$

دیمانسیون شتاب

$$a = \frac{v}{t} \Rightarrow a = \frac{\frac{L}{T}}{T} = \frac{L}{T^۲} \Rightarrow a = LT^{-۲}$$

L - مسافت T - زمان a - شتاب

چون مسافت یا طول، در این سیستم بر حسب متر و زمان، بر حسب ثانیه است، پس

$$a = LT^{-۲} \Rightarrow = \text{ms}^{-۲} = \frac{\text{متر}}{\text{مجدورثانیه}^۲}$$

کار در خانه : با در نظر گرفتن رابطه های زیر دیمانسیون و یکای کمیت های فرعی زیر را در سیستم های CGS و MKS علمی و MTS تکمیل کنید.

نیرو × فاصله = گشتاور

نیرو × شتاب (گرائشی) = وزن

سیستم	طول	جرم	زمان	نیرو	سرعت	وزن	گشتاور
CGS							
MKS							
MTS							

۳-۱- ابزارهای اندازه‌گیری (۳-۱ صفحه ۲)

مطالب را با روش پرسش و پاسخ تدریس کنید :

پرسش : در زندگی روزمره با چه کمیت‌های اندازه‌گیری روبه‌رو هستید ؟

پاسخ : چند نمونه :

■ در زندگی روزمره برای خرید میوه، از کیلوگرم برای تعیین وزن آن استفاده می‌شود.

■ برای خرید پارچه از متر، برای اندازه‌گیری طول پارچه استفاده می‌گردد.

■ برای تعیین میزان کرایه تاکسی سرویس از ساعت یا کیلومتر استفاده می‌شود و ...

پرسش : آیا ترازوی اندازه‌گیری که در یک آهن فروشی به کار می‌رود در طلافروشی هم کاربرد دارد؟

پاسخ : خیر، در آهن فروشی وزن اجسام بسیار بالاست و نیاز نیست دقت اندازه‌گیری زیاد باشد، اما در طلافروشی، چون طلا

با ارزش است و در وزن‌های کم خرید و فروش می‌شود و خطای دستگاه در اندازه‌گیری طلا، فروشنده را بسیار متضرر خواهد کرد.

بنابراین ترازوهایی که در دو زمینه به کار برده می‌شوند یک‌سان نیستند.

پرسش : یک نمونه از پیشرفت وسایل اندازه‌گیری را در زندگی امروزی مطرح کنید.

پاسخ : در میوه فروشی‌ها ترازوی شاهین‌دار به ترازوی دیجیتالی تبدیل شده که اندازه را درست‌تر می‌خواند و می‌تواند بهای

کالا را نیز محاسبه کند.

پرسش : اندازه‌گیری را تعریف کنید.

پاسخ : اندازه‌گیری تعیین اندازه یک کمیت برحسب یکای تعریف شده مربوط به آن است.

برای توضیح بیش‌تر نمونه زیر را مطرح کنید:

چون در خرید و فروش روزمره در پارچه فروشی پارچه را با متر می‌سنجند، هنگامی که گفته می‌شود ۴ متر پارچه، یعنی طولی

از پارچه با چهار برابر یک متر استاندارد. می‌بینید که برای اندازه‌گیری طول پارچه به شاخص استاندارد، که در این‌جا متر است، نیاز

داریم. متر یک طول استاندارد است که برای تمام دنیا یک‌سان تعریف شده است.

پرسش : اندازه‌گیری درست یعنی چه ؟ و چه کارهایی اندازه به دست آمده را نپذیرفتنی می‌کند.

پاسخ : اندازه‌گیری درست یعنی این که روش‌ها و ابزار درستی را به کار ببریم، به گونه‌ای که تا حد لازم اندازه به دست آمده به

اندازه واقعی کمیت نزدیک باشد. برخی از عواملی که سبب اندازه‌گیری نادرست می‌شود عبارت‌اند از :

■ به کار بردن ابزار نامناسب اندازه‌گیری؛

■ کاربرد روش نادرست برای اندازه‌گیری؛

■ نبود شرایط مناسب برای اندازه‌گیری؛

■ اشتباه در خواندن اندازه؛

■ اشتباه در محاسبه.

دقت

پرسش: آیا همه ابزارهای اندازه گیری مانند هم اندازه می گیرند؟ اگر پاسخ منفی است، یک دستگاه اندازه گیری چه قدر می تواند اندازه ها را درست نشان دهد؟

پاسخ: روی دستگاه های اندازه گیری عدد یا علامتی نوشته می شود که دقت آن را نشان می دهد. برای نمونه روی یک ترازوی ۳۰ کیلوگرمی عدد $g \pm 5^\circ$ نوشته شده است. مفهوم این عدد این است که اگر جسمی با این ترازو وزن شود اندازه به دست آمده وزن جسم را صد در صد درست نشان نداده است و شاید اندازه گیری با آن ترازو همراه با 5° گرم خطا باشد. برای نمونه اگر وزن نشان داده شده $12/300$ گرم باشد، وزن جسم بین $12/250$ تا $12/350$ گرم است.

پرسش: دقت یک نوار متر را چگونه نشان می دهند؟ مفهوم دقت در نوار متر را با یک مثال توضیح دهید.

پرسش: آیا با یک ابزار اندازه گیری می توان هر مقداری از یک کمیت را اندازه گرفت؟

پاسخ: خیر، برای نمونه با اجسام گوناگونی از جنبه وزن روبه رو هستیم. بنابراین ترازوهای مختلفی را برای وزن کشی آنها به کار می بریم، بعضی از آنها عبارت اند از:

■ **ترازوی طلا فروشی:** این ترازو سنگین ترین وزنی را که می تواند اندازه بگیرد نزدیک به 1Kg با دقت چند دهم یا چند صدم گرم است.

■ **ترازوی شاهین دار:** کاربرد این ترازو، برای اندازه گیری 5° گرم تا 2° کیلوگرم است؛ یعنی جرمی کمتر از 5° گرم را اندازه می گیرد و بیش تر از 2° کیلوگرم هم باعث خرابی ترازو می شود.

■ **ترازوی آهن فروشی:** از یک کیلوگرم تا چند تن را اندازه گیری می کند.

بیش تر ابزارها، در بازه ویژه ای (کمترین تا بیش ترین) اندازه گیری می کنند. برای نمونه یک ترازوی خواربار فروشی برای اندازه گیری وزن اجسام از 10° گرم تا 3° کیلوگرم به کار می رود و درجات بین آنها 25 گرم است. کمترین اندازه ای را که یک ابزار می سنجد قدرت تشخیص آن می گویند و بیش ترین اندازه ای را که می توان با ابزار سنجید ظرفیت ابزار می گویند. در ترازوی گفته شده 10° گرم قدرت تشخیص، 3° کیلوگرم ظرفیت آن و 25 گرم دقت آن است.

قابلیت تجدید و تکرار

پرسش: آیا ابزار اندازه گیری، هر بار که اندازه گیری می کند یک اندازه را نشان می دهد؟

پاسخ: یک دستگاه اندازه گیری قابل قبول باید در دفعات مختلف اندازه گیری، عدد یکسانی را نشان دهد.

پرسش: آیا در شرایط اندازه گیری گوناگون، مثلاً رطوبت، فشار یا حرارت متفاوت، مجدداً همان اندازه گیری قبلی با همان کمیت حاصل می شود؟

پاسخ: یک دستگاه اندازه گیری باید قابلیت تطبیق با شرایط مختلف موجود را داشته باشد.

پرسش: آیا دستگاه اندازه گیری در طول سالیان متوالی در شرایط اندازه گیری یکسان یک اندازه را نشان می دهد؟

پاسخ: یک ابزار اندازه گیری قابل قبول در طی سال های مختلف اگر شرایط اندازه گیری یکسان باشد باید عدد یکسانی را نشان دهد.

نتیجه گیری کنید: درباره قابلیت تجدید و تکرار، این نکته با اهمیت است که در هر دستگاه اندازه گیری انتظار این است که ارقام حاصل از اندازه گیری های مختلف یک کمیت توسط یک شخص اندازه گیر با یک دستگاه اندازه گیری معین همیشه یک نتیجه ثابت داشته باشد. ابزار خوب در عمل، معمولاً چنین ویژگی ای دارد.

آموزه دوم

هدف‌های رفتاری را روی تخته بنویسید.

هدف‌های رفتاری : با یادگیری این آموزه، هنرجو می‌تواند :

- خطای اندازه‌گیری را توضیح دهد.
- انواع خطای اندازه‌گیری (خطای به کارگیری یا خطای وسیله، خطای عملکرد، خطای محیط، خطای دینامیکی) را توضیح دهد.
- یکاهای اندازه‌گیری طول را توضیح دهد.
- تبدیل یکاهای طول (میلی‌متر و اینچ) به هم را انجام دهد.
- محیط قطعات را محاسبه نماید.

۱-۲- خطا و اشتباه در اندازه‌گیری (۴-۱ صفحه ۴)

از هنرجویان بپرسید :

پرسش : خطای اندازه‌گیری یعنی چه؟

پاسخ : خطای اندازه‌گیری یعنی واقعی نبودن آنچه در اندازه‌گیری به دست آمده است.

پرسش : آیا در زندگی روزمره با خطای اندازه‌گیری مواجه بوده‌اید، اگر بوده‌اید، چه موضوعی سبب خطا در اندازه‌گیری شده است؟

پس از شنیدن پاسخ هنرجویان پاسخ را چنین جمع‌بندی کنید که هر چه اندازه‌گیری دقیق، اصولی و با روش‌های مناسب صورت گیرد، در بیش‌تر مواقع اندازه حقیقی به دست نمی‌آید و در هر اندازه‌گیری اشتباه یا خطا هست و خطا جزء جداناپذیر هر اندازه‌گیری است. منبع این خطاها می‌تواند از موارد زیر باشد :

خطای دستگاه، خطای عملکرد، خطای محیط. درباره هر یک از خطاها توضیح دهید.

خطای دستگاه

هر وسیله اندازه‌گیری از تعدادی قطعه، که عملکرد صحیح هر کدام در نتیجه اندازه‌گیری مؤثر است، تشکیل شده است. اگر قطعه یا قطعاتی از دستگاه به درستی کار نکند دچار خطا خواهد شد (خطای دستگاه).

برای نمونه در یک ترازوی شاهین دار وقتی دو کپه وزن یک‌سانی نداشته باشند. اگر تمام قطعات دیگر به درستی کار کنند باز هم اندازه‌گیری همراه با خطا خواهد بود.

خطای عملکرد

خطای عملکرد به علت چگونگی استفاده از دستگاه روی می‌دهد. مانند زاویه دید غلط، نسبت به خطوط مندرج دستگاه، که باعث خطای خواندن اعداد می‌شود.

خطای محیط

درباره خطای محیط توضیح دهید که در بعضی اوقات خطاهایی در اندازه‌گیری پیدا می‌شود که چندان قابل کنترل نیست مانند تغییر ناگهانی و پیش‌بینی نشده دمای محیط، فشار جو و لرزش دستگاه که تأیراتی در اندازه‌گیری می‌گذارند و سبب خطا در نتیجه می‌شود. هنر آموز درباره خطای دینامیکی توضیح دهد این خطا در مواقعی اتفاق می‌افتد که کمیتی که مورد اندازه‌گیری قرار گرفته بطور دائم در تغییر باشد و دستگاه اندازه‌گیری نتواند خود را با سرعت تغییر کمیت تطبیق دهد و اعداد نشان داده شده برای زمانی غیر از زمان مورد نظر باشد.

بیان کند هرگاه خطای اندازه‌گیری بیش از حد مجاز باشد به آن اشتباه گویند اندازه خطای مجاز معمولاً دو تا سه برابر دقت وسیله اندازه‌گیری تعیین می‌شود.

برای درک بهتر هنرجویان از خطای مجاز مثال زیر را می‌توان بیان کرد :

مثال : یک ترازوی 1000 گرمی با دقتی معادل یک در هزار به اندازه $1 \pm$ گرم در دامنه اندازه‌گیری ترازو دقت دارد. خطای مجاز آن را محاسبه کنید.

پاسخ : چون خطای مجاز بیشتر دو تا سه برابر دقت وسیله است مثال، با در نظر گرفتن بیشترین احتمال خطا، حل می‌شود.

گرم $1 \pm$ = دقت دستگاه

گرم $3 \pm = 1 \times 3 \pm$ = خطای مجاز \rightarrow سه برابر دقت دستگاه = خطای مجاز

? = خطای مجاز

پرسش : خطای ایجاد شده در اندازه‌گیری به علت نادرست بودن میزان دستگاه چه نوع خطایی نامیده می‌شود؟

۲-۲- یکای اندازه‌گیری طول (۵-۱ صفحه ۴)

موضوع را با پرسش‌های زیر تدریس کنید :

پرسش : نام چند وسیله اندازه‌گیری را که در کارهای مختلف از آن‌ها استفاده می‌شود، بیان نمایید.

پاسخ : پس از شنیدن پاسخ هنرجویان توضیح دهید که برای ابعاد بزرگ از مترهای پارچه‌ای و فلزی به طول 50 متر، که دقت

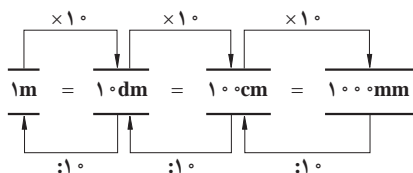
عمل تا حدود یک سانتی‌متر را دارند، استفاده می‌شود و برای طول نزدیک به نیم متر از خط کش میلی‌متری یا متر فلزی، که طول را با دقت یک میلی‌متر اندازه می‌گیرد، استفاده می‌شود و برای اندازه‌گیری طول‌ها با دقت $\frac{1}{4}$ تا $\frac{1}{5}$ میلی‌متر از کولیس استفاده می‌شود و برای طول‌های کمتر از 5 میلی‌متر از میکرومتر با دقت 0.01 میلی‌متر و برای کارهای دقیق آزمایشگاهی از میکروسکوپ میکرومتردار با دقت 0.01 میلی‌متر به کار می‌رود.

در ادامه، توضیح دهید : ممکن است نیاز باشد اندازه‌گیری طول را با یکاهای مختلف بیان کنیم، مانند متر، سانتی‌متر و یا

میلی‌متر. برای این کار وسایل مختلف نیز با یکاهای مختلف مدرج می‌شوند. هرچند برای مقایسه طول‌ها باید همه با یک یکا بیان شوند. در سیستم SI همه اندازه‌های کمیت طول به متر تبدیل می‌شوند.

برای توضیح تبدیل یکای طول، شکل ۱-۱ صفحه ۵ کتاب را روی

تخته بکشید.



شکل ۱-۲- ضرب تبدیل (شکل ۱-۱- صفحه ۵ کتاب)

با نوشتن متن جدول صفحه ۵ کتاب، علامت پیشوند و ضریب هر یک را

توضیح دهید. برای یادگیری بیشتر هنرجویان در پاسخ دادن به هریک از مثال‌های

زیر، برای تعیین ضریب و روش تبدیل شکل و جدول این صفحه را به کار ببرید.

جدول اجزا و اضعاف

اضعاف			اجزا		
ضریب	علامت	پیشوند	ضریب	علامت	پیشوند
10^1	da	دکا	10^{-1}	d	دسی
10^2	ha	هکتا	10^{-2}	c	سانتی
10^3	K	کیلو	10^{-3}	m	میلی
10^6	M	مگا	10^{-6}	μ	میکرو
10^9	G	گیگا	10^{-9}	n	نانو
10^{12}	T	ترا	10^{-12}	p	پیکو

توضیح دهید: برای تبدیل یکا باید آن را به گونه‌ای در عبارتی ضرب کنید که یکای اول حذف و یکای خواسته شده باقی

بماند، مانند:

$$1\cancel{m} \times \frac{100\text{ cm}}{1\cancel{m}} = 100\text{ cm}$$

$$\frac{100\text{ cm}}{1\cancel{m}} \text{ تبدیل متر به سانتی متر با کاربرد ضریب}$$

$$1\cancel{km} \times \frac{1000\text{ m}}{1\cancel{km}} = 1000\text{ m}$$

تبدیل کیلومتر به متر

$$1000\cancel{mm} \times \frac{1\text{ m}}{1000\cancel{mm}} = \frac{1000}{1000}\text{ m} = 1\text{ mm}$$

تبدیل میلی متر به متر

مثال‌های صفحه ۵ را پاسخ دهید.

مثال: $3/4$ کیلومتر، چند سانتی متر است؟

$$1\text{ km} = 1000\text{ m}$$

پاسخ:

$$3/4\cancel{km} \times \frac{1000\text{ m}}{1\cancel{km}} = 3400\text{ m}$$

تبدیل کیلومتر به متر

$$1\text{ m} = 100\text{ cm}$$

$$3400\cancel{m} \times \frac{100\text{ cm}}{1\cancel{m}} = 340000\text{ cm}$$

تبدیل متر به سانتی متر

مثال: 140 میکرومتر را به میلی متر تبدیل کنید.

پاسخ:

$$140\cancel{\mu m} \times \frac{\text{mm}}{1000\cancel{\mu m}} = \frac{140\text{ mm}}{1000} = 0/14\text{ mm}$$

از هنرجویان بخواهید برای یادگیری بیشتر، تمرین‌های زیر را در کلاس پاسخ دهند.

تمرین: $6/8$ متر، چند میلی متر است؟

پاسخ :

$$1\text{ m} = 1000\text{ mm}$$

$$6/8\cancel{\text{ m}} \times \frac{1000\cancel{\text{ mm}}}{1\cancel{\text{ m}}} = 6800\text{ mm}$$

تمرین : ۸۶۵۰ میلی متر چند متر است؟

$$8650\cancel{\text{ mm}} \times \frac{1\text{ m}}{1000\cancel{\text{ mm}}} = \frac{8650\text{ m}}{1000} = 8/65\text{ m}$$

از هنرجویان بخواهید این تمرین را برای پاسخ دادن در بیرون از کلاس یادداشت کنند.

کار درخانه : تبدیل یکاهای زیر را انجام دهید :

— ۸۹۰۰۰ متر چند کیلومتر است؟

— ۲۵ کیلومتر چند سانتی متر است؟

سیستم اینچی را این گونه توضیح دهید :

برخی از کشورها مانند آمریکا و انگلیس به جای سیستم SI از سیستم اینچی استفاده می کنند. یکای اندازه گیری طول در

سیستم اینچی، فوت (foot) است، از اجزای آن اینچ (inch) و از اضعاف آن یارد (yard) را می توان نام برد.

اجزا و اضعاف یکای طول در سیستم اینچی و همچنین ضریب تبدیل آن ها به یکای متریک را روی تخته بنویسید.

$$1\text{ in} = 1'' = 25/4\text{ mm} \quad \text{اینچ به میلی متر}$$

$$1\text{ ft} = 12'' = 304/80\text{ mm} \quad \text{فوت به اینچ و میلی متر}$$

$$1\text{ yd} = 3\text{ ft} = 914/4\text{ mm} \quad \text{یارد به فوت و میلی متر}$$

توضیح دهید : چون در کارهای ماشین سازی ابعاد کوچک تر از یک اینچ نیز مورد استفاده قرار می گیرند، یک اینچ را به ۱۶

قسمت مساوی تقسیم کرده اند.

اجزا با کسرهایی به شرح زیر روی تخته نوشته شود.

$$1'', \frac{15''}{16}, \frac{7''}{8}, \frac{13''}{16}, \frac{3''}{4}, \frac{11''}{16}, \frac{5''}{8}, \frac{9''}{16}, \frac{1''}{2}, \frac{7''}{16}, \frac{3''}{8}, \frac{5''}{16}, \frac{1''}{4}, \frac{3''}{16}, \frac{1''}{8}, \frac{1''}{16}$$

مثال های کتاب را پاسخ دهید.

مثال : $\frac{1}{4}$ اینچ چند میلی متر است؟

پاسخ :

$$1\text{ in} = 1'' = 1 \times 25/4 = 25/4\text{ mm}$$

$$\frac{1''}{4} = \frac{1}{4}\cancel{\text{ in}} \times 25/4 \frac{\text{ mm}}{\cancel{\text{ in}}} = 6/35\text{ mm}$$

مثال : $\frac{1}{4}$ را به میلی متر تبدیل کنید.

$$1\frac{1''}{4} = \frac{5''}{4}$$

$$\frac{5''}{4} = \frac{5}{4}\cancel{\text{ in}} \times 25/4 \frac{\text{ mm}}{\cancel{\text{ in}}} = 31/75\text{ mm}$$

کار در خانه : اندازه‌های اینجی زیر را به میلی متر تبدیل کنید.

$$\frac{7''}{8}, \frac{3''}{4}, \frac{1''}{2}, \frac{3''}{8}$$

۳-۲- محاسبه محیط قطعات (۶-۱ صفحه ۷)

برای یادآوری محاسبه محیط اشکال ساده، مثال زیر را ارائه نمایید.

مثال : محیط موارد زیر را به دست آورید.

الف) محیط مربعی که طول هر ضلع آن ۳ متر باشد.

ب) محیط مستطیل با اضلاع ۳ و ۴ متر

ج) محیط دایره‌ای به شعاع ۵ متر

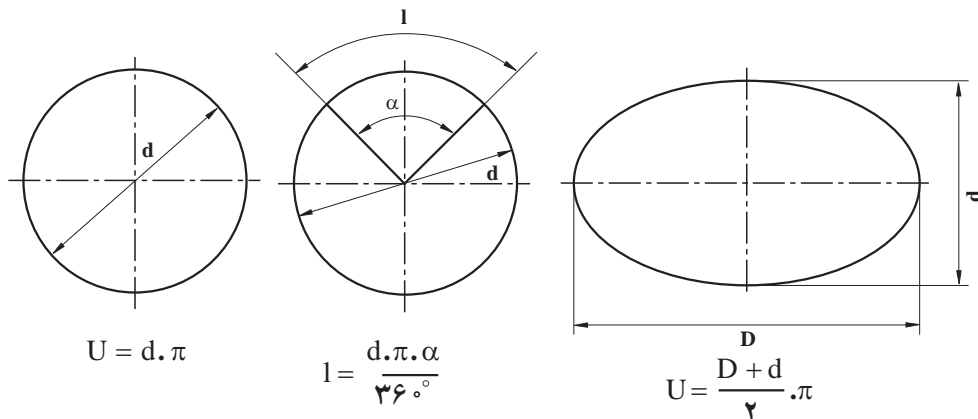
الف)

$$u = 4 \times 3 = 12 \text{ m}$$

$$u = (3+4) \times 2 = 14 \text{ m}$$

$$u = d \cdot \pi = (2 \times 5) \times 3/14 = 31/4 \text{ m}$$

«از رابطه و شکل صفحه ۷ کتاب استفاده کنید»



شکل ۲-۲- (شکل شماره ۱-۵ کتاب صفحه ۷)

ب) اندازه محیط یک بیضی با قطرهای ۸ و ۱۲ متر را به دست آورید.

برای توضیح قطر کوچک و بزرگ بیضی و محاسبه محیط آن از شکل (۱-۵) و رابطه (۱-۳) صفحه ۷ کتاب استفاده کنید.

$$D = 12 \text{ m}$$

$$u = \frac{D+d}{2} \pi$$

$$d = 8 \text{ m}$$

$$= \frac{12+8}{2} \times 3/14$$

$$u = ?$$

$$= 31/4 \text{ m}$$

ج) طول قطاع دایره‌ای به قطر ۱۰ متر و زاویه قطاع ۱۰۰ درجه را به دست آورید.

در نخستین گام، قطاع دایره را از روی شکل (۵-۱) توضیح دهید، سپس از رابطه (۲-۱) صفحه ۷ کتاب، پاسخ مسأله را به دست آورید.

$$L = \frac{d \times \pi \times \alpha}{360^\circ}$$

$$d = 10 \text{ m}$$

$$\alpha = 100^\circ$$

$$L = \frac{10(\text{m}) \times 3.14 \times 100^\circ}{360^\circ} = \frac{314 \text{ m}}{360^\circ} = 8/7 \text{ m}$$

مثال صفحه ۷ را در کلاس روی تخته به روش زیر پاسخ دهید.

نخست شکل ۶-۱ را روی تخته بکشید و سپس توضیح دهید که L_1

دارای طول مشخص $L_1 = 200 \text{ mm}$ است.

L_2 ، نیم دایره‌ای به شعاع 200 mm است. بنابراین محیط نیم دایره برابر $\frac{1}{4}$ محیط دایره خواهد بود که به روش زیر محاسبه می‌شود:

$$u = d \times \pi$$

$$r = 200 \text{ mm} \Rightarrow d = 400 \text{ mm}$$

$$\frac{u}{2} = \frac{d \times \pi}{2} = \frac{400 \times 3.14}{2} = 628 \text{ mm}$$

برای محاسبه L_3 ، شعاع دایره مربوط به L_2 از L_1 کم می‌شود.

$$L_3 = L_1 - (\text{شعاع دایره } L_2)$$

$$L_3 = 200 - 80 = 120 \text{ mm}$$

اندازه L_4 ، برابر $\frac{1}{4}$ محیط دایره‌ای به شعاع 80 mm است، بنابراین خواهیم داشت:

$$\text{شعاع} = 80 \text{ mm}$$

$$\frac{u}{4} = \frac{D \times \pi}{4}$$

$$\Rightarrow D = 160 \text{ mm}$$

$$\frac{u}{4} = \frac{160 \text{ mm} \times 3.14}{4} = 125/6 \text{ mm}$$

اندازه L_5 ، برابر قطر دایره‌ای به شعاع 200 mm است که از آن شعاع دایره 80 میلی متری کم شده باشد.

$$\text{شعاع} = 200 \text{ mm} \Rightarrow \text{قطر} = 400 \text{ mm}$$

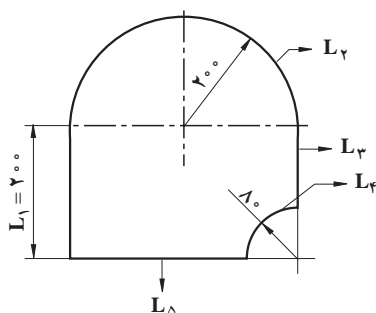
$$L_5 = 400 - 80 = 320 \text{ mm}$$

با جمع کردن اندازه طول‌های به دست آمده، اندازه طول مسیر برش را به دست آورید.

$$u = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5$$

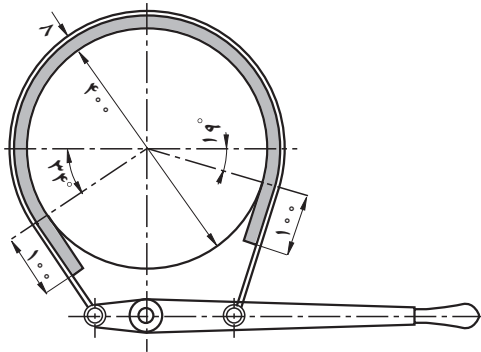
$$u = 200 + 628 + 120 + 125/6 + 320 = 1393/6 \text{ mm}$$

$$u = 1/394 \text{ m}$$



شکل ۳-۲ (شکل ۶-۱ کتاب صفحه ۷)

مثال صفحه ۸ را در کلاس بخوانید و داده‌های مثال را روی تخته بنویسید و خواسته آن را مشخص نمایید. سپس با رسم شکل ۱-۷ روی تخته، طول قوس درگیری (L)، زاویه درگیری (α) و قطر (d) را روی شکل نشان دهید.



شکل ۴-۲- (شکل ۱-۷ صفحه ۸ کتاب)

رابطه (۱-۲) را بنویسید و α را از آن به ترتیب زیر به دست آورید :

$$L = \frac{d \times \pi \times \alpha^\circ}{36^\circ} \Rightarrow \frac{L}{1} = \frac{d \times \pi \times \alpha^\circ}{36^\circ}$$

$$\Rightarrow L \times 36^\circ = 1 \times d \times \pi \times \alpha^\circ \Rightarrow \alpha^\circ = \frac{L \times 36^\circ}{d \times \pi}$$

با توجه به داده‌ها و خواسته مثال که عبارت‌اند از :

$$d = 400 \text{ mm}$$

$$L = 802/8 \text{ mm}$$

$$\alpha^\circ = ?$$

از رابطه به دست آمده زاویه درگیری لنت را به دست آورید.

$$\alpha^\circ = \frac{L \times 36^\circ}{d \times \pi} = \frac{802/8 \times 36^\circ}{400 \times 3/14} = 23^\circ/1$$

کار درخانه : تمرین صفحات ۸ و ۹ کتاب را به عنوان کار در خانه معرفی کنید.

آموزه سوم

هدف‌های رفتاری را روی تخته بنویسید.

هدف‌های رفتاری : با یادگیری این آموزه، هنرجو می‌تواند :

- اجزا و اضعاف متر مربع را توضیح دهد و تبدیل یکاها را انجام دهد.
- محاسبات مساحت متوازی الاضلاع، دوزنقه، مثلث، دایره و قطاع دایره را انجام دهد.
- اندازه‌گیری سطح در سیستم انگلیسی را انجام دهد.
- اضعاف اینچ مربع را توضیح دهد و آن را در تبدیل یکاها به کار برد.
- مساحت سطوح هندسی را محاسبه کند (مربع، مستطیل، مثلث، متوازی الاضلاع، دوزنقه، دایره، قطاعی از دایره).
- مساحت سطوح مرکب هندسی را محاسبه کند.

۱-۳- کاربرد محاسبات هندسی سطح (۷-۱ صفحه ۹)

پرسش‌های زیر را با هنرجویان مطرح کند و دانسته‌های آن‌ها را با توضیح چگونگی محاسبه سطوح به کار ببرد.

پرسش : یک متر مربع چه سطحی را شامل می‌شود؟

پاسخ : یک متر مربع به سطح مربعی می‌گویند که اندازه هر ضلع آن یک متر باشد.

پاسخ را با رسم شکل روی تخته بنویسید.

$$1\text{ m} \times 1\text{ m} = 1\text{ m}^2$$

پرسش : چهار متر مربع برابر چه سطحی است؟

پاسخ : سطح مربعی که هر ضلع آن دو متر باشد.

پاسخ را با رسم شکل روی تخته بنویسید.

$$2\text{ m} \times 2\text{ m} = 4\text{ m}^2$$

پرسش : اگر $1\text{ m} = 100\text{ cm}$ باشد 1 m^2 چند سانتی متر مربع است؟

پاسخ :

$$1\text{ m} = 100\text{ cm}$$

$$1\text{ m} \times 1\text{ m} = 1\text{ m}^2 \Rightarrow 100\text{ cm} \times 100\text{ cm} = 10000\text{ cm}^2$$

$$1\text{ m}^2 = 10000\text{ cm}^2$$

تمرین : یک متر مربع چند دسی متر مربع و چند میلی متر مربع است؟ روش محاسبه آن را بیان نمایید.

پس از دادن فرصت کافی به هنرجویان، در صورت نیاز پاسخ درست را روی تخته بنویسید.

پاسخ:

درباره دسی متر

$$1\text{ m} = 10\text{ dm}$$

$$1\text{ m} \times 1\text{ m} = 10\text{ dm} \times 10\text{ dm}$$

$$1\text{ m}^2 = 100\text{ dm}^2$$

درباره میلی متر

$$1\text{ m} = 1000\text{ mm}$$

$$1\text{ m} \times 1\text{ m} = 1\text{ m}^2 \Rightarrow 1\text{ m}^2 = 1000,000\text{ mm}^2$$

$$1000\text{ mm} \times 1000\text{ mm} = 1000,000\text{ mm}^2$$

سرانجام برابری تبدیل ها را به شرح زیر روی تخته بنویسید.

$$1\text{ m}^2 \Rightarrow 100\text{ dm}^2$$

$$1\text{ m}^2 \Rightarrow 10000\text{ cm}^2$$

$$1\text{ m}^2 \Rightarrow 1000000\text{ mm}^2$$

بیان کنید: ده هزار متر مربع برابر یک هکتار است.

$$1\text{ ha} = 10000\text{ m}^2$$

روی تخته بنویسید.

بیان کنید: یک میلیون متر مربع برابر یک کیلومتر مربع است.

$$1\text{ km}^2 = 1000000\text{ m}^2$$

روی تخته بنویسید.

کار درخانه: مساحت زمین مستطیل شکلی به ابعاد ۱۰,۰۰۰ متر در ۱۰۰۰ متر را به کیلومتر مربع و هکتار به دست آورید.

پاسخ:

$$\text{متر مربع } 10,000,000 = (1000\text{ متر}) \times (10,000\text{ متر}) = \text{مساحت زمین}$$

$$10,000,000\text{ m}^2 \times \frac{\text{ha}}{100,000\text{ m}^2} = 100\text{ ha}$$

$$10,000,000\text{ m}^2 \times \frac{\text{km}^2}{1,000,000\text{ m}^2} = 10\text{ km}^2$$

پژوهش

(الف) مساحت استان محل تحصیل یا محل تولد خود را بر حسب کیلومتر مربع به دست آورید.

(ب) مساحت کشور عزیزمان ایران چند کیلومتر مربع و چند هکتار است؟

(ج) مساحت یک قطعه از زمین های کشاورزی هنرستانی را که در آن هستید، بر حسب هکتار و اندازه ضلع های

آن را، بر حسب متر تعیین کنید.

پرسید: یکای اندازه گیری سطح در سیستم انگلیسی چیست؟

پرسش: اگر یک اینچ برابر ۲/۵۴ سانتی متر باشد، هر اینچ مربع چند سانتی متر مربع است؟

سعی کنید هنرجویان خود به پاسخ برسند، سپس پاسخ درست را روی تخته بنویسید.

پاسخ:

$$\begin{aligned}
 (۱) \quad & \left. \begin{array}{l} \text{الف) } ۱ \text{ in} = ۲/۵۴ \text{ cm} \\ \text{ب) } ۱ \text{ in}^2 = ۱ \text{ in} \times ۱ \text{ in} \end{array} \right\} \Rightarrow ۱ \text{ in}^2 = ۲/۵۴ \text{ cm} \times ۲/۵۴ \text{ cm} \\
 & = ۶/۴۵ \text{ cm}^2 \\
 & \boxed{۱ \text{ in}^2 = ۶/۴۵ \text{ cm}^2}
 \end{aligned}$$

موارد زیر را روی تخته بنویسید و توضیح دهید.

$$\begin{aligned}
 (۲) \quad & \left. \begin{array}{l} \text{الف) } ۱ \text{ ft} = ۱۲ \text{ in} \\ \text{ب) } ۱ \text{ ft}^2 = ۱ \text{ ft} \times ۱ \text{ ft} \end{array} \right\} \Rightarrow ۱ \text{ ft}^2 = ۱۲ \text{ in} \times ۱۲ \text{ in} \\
 & = ۱۴۴ \text{ in}^2 \quad \boxed{۱ \text{ ft}^2 = ۱۴۴ \text{ in}^2} \\
 & ۱ \text{ ft}^2 = ۱۴۴ \times ۶/۴۵ \text{ cm}^2 \quad \boxed{۱ \text{ ft}^2 = ۹۲۸/۸ \text{ cm}^2}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 (۳) \quad & \left. \begin{array}{l} ۱ \text{ yd} = ۳ \text{ ft} \\ ۱ \text{ yd}^2 = ۳ \text{ ft} \times ۳ \text{ ft} = ۹ \text{ ft}^2 \\ ۱ \text{ ft}^2 = ۱۴۴ \text{ in}^2 \end{array} \right\} \Rightarrow ۱ \text{ yd}^2 = ۹ \times ۱۴۴ \text{ in}^2 \quad \boxed{۱ \text{ yd}^2 = ۱۲۹۶ \text{ in}^2} \\
 & ۱ \text{ yd}^2 = ۹ \times ۹۲۸/۸ \text{ cm}^2 \quad \boxed{۱ \text{ yd}^2 = ۸۳۵۹/۲ \text{ cm}^2}
 \end{aligned}$$

توجه هنرجویان را به جدول ۱-۲ صفحه ۱۰ کتاب درباره محاسبه اندازه سطح هندسی جلب کنید و اسامی شکل‌هایی که در جدول آمده به همراه ابعاد مؤثر آن‌ها در محاسبه مساحت را بیان نمایید. سپس مثال‌ها و تمرین‌ها را پاسخ دهید.

مثال: مساحت مربعی را، که طول یک ضلع آن ۴ cm است، به دست آورید.

پاسخ: با توجه به جدول ۱-۲ خواهیم داشت:

$$L = ۴ \text{ cm}$$

$$A = L^2$$

$$A = ۴ \text{ cm} \times ۴ \text{ cm} = ۱۶ \text{ cm}^2$$

مثال: مقوایی به شکل مستطیل با ابعاد ۶ cm و ۴ cm وجود دارد مساحت مقوا را به دست آورید.

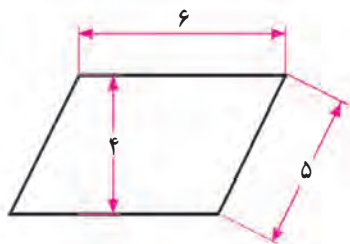
پاسخ: با توجه به جدول ۱-۲ خواهیم داشت:

$$b = ۴ \text{ cm}$$

$$L = ۶ \text{ cm}$$

$$A = L \times b$$

$$A = ۶ \text{ cm} \times ۴ \text{ cm} = ۲۴ \text{ cm}^2$$



شکل ۳-۱

مثال: مساحت متوازی الاضلاع شکل زیر را به دست آورید.

پاسخ: به شکل متوازی الاضلاع و رابطه مساحت آن در جدول ۱-۲ توجه شود که

براساس آن خواهیم داشت:

$$L = ۶ \text{ cm}$$

$$b = ۴ \text{ cm}$$

$$A = L \times b$$

$$A = ۶ \text{ cm} \times ۴ \text{ cm} = ۲۴ \text{ cm}^2$$

مثال : مساحت دوزنقه‌ای را که قاعده بزرگ آن 2°cm و قاعده کوچک آن 1°cm و ارتفاع آن 1°cm است، به دست آورید.
پاسخ :

بیان کنید : به شکل دوزنقه در جدول ۱-۲ توجه کنید. L_1 قاعده بزرگ و L_2 قاعده کوچک است. ابتدا قاعده متوسط (L_m) را به دست می‌آوریم.

$$L_1 = 2^\circ \text{cm}$$

$$L_2 = 1^\circ \text{cm}$$

$$b = 1^\circ \text{cm}$$

$$L_m = \frac{L_1 + L_2}{2} = \frac{2^\circ + 1^\circ}{2} = 1.5^\circ \text{cm}$$

بیان کنید : مساحت از رابطه (۱-۷) به دست می‌آید.

$$A = L_m \times b$$

$$\text{مساحت} = 1.5^\circ \text{cm} \times 1^\circ \text{cm} = 1.5^\circ \text{cm}^2$$

تمرین : مثلثی با قاعده 2°cm و ارتفاع 3°cm را در نظر بگیرید، سپس مساحت آن را به دست آورید.
پاسخ :

$$L = 2^\circ \text{cm}$$

$$b = 3^\circ \text{cm}$$

با توجه به رابطه مربوط در جدول ۱-۳ خواهیم داشت :

$$A = \frac{L \times b}{2} = \frac{2^\circ \text{cm} \times 3^\circ \text{cm}}{2} = 3^\circ \text{cm}^2$$

پرسش : در تمرین گفته شده شکل مثلث چه تأثیری در روش حل مسئله خواهد داشت؟

پاسخ : مثلث هر شکلی که داشته باشد با داده‌های مسئله پاسخ همان خواهد بود.

تمرین : مساحت دو سطح هندسی زیر را به دست آورید.

الف) مساحت دایره‌ای به قطر 1°cm

ب) مساحت یک بیضی به قطرهای 2°cm و 1°cm

پس از این که هنجریان روی تمرین کار کردند، پاسخ درست را روی تخته بنویسید.

پاسخ :

الف) دایره : در جدول ۱-۲، d قطر دایره را نشان می‌دهد، پس :

$$d = 1^\circ \text{cm} \quad A = \frac{\pi \times d^2}{4} = \frac{3.14 \times (1^\circ \text{cm})^2}{4} = 0.785^\circ \text{cm}^2$$

ب) بیضی : در جدول ۱-۲، d قطر کوچک و D قطر بزرگ بیضی را نشان می‌دهد، پس :

$$D = 2^\circ \text{cm}$$

$$A = \frac{\pi \times D \times d}{4} = \frac{3.14 \times 2^\circ \text{cm} \times 1^\circ \text{cm}}{4} = 1.57^\circ \text{cm}^2$$

$$d = 1^\circ \text{cm}$$

کار در خانه : مساحت دو سطح هندسی زیر را به دست آورید.

الف) تاج دایره با قطر خارجی 2°cm و قطر داخلی 1°cm

ب) قطاع دایره با طول قطاع 1°cm و قطر دایره 2°cm

پاسخ :

الف) تاج دایره

$$D = 2^\circ \text{cm}$$

$$A = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4}$$

$$d = 1^\circ \text{cm}$$

$$A = \frac{3.14 [(2^\circ \text{cm})^2 - (1^\circ \text{cm})^2]}{4} = 235/5 \text{cm}^2$$

ب) قطاع دایره

$$d = 2^\circ \text{cm}$$

$$A = \frac{L_B \times d}{4}$$

$$L_B = 1^\circ \text{cm}$$

$$A = \frac{1^\circ \text{cm} \times 2^\circ \text{cm}}{4} = 5^\circ \text{cm}^2$$

۲-۳- محاسبه سطوح مرکب (۸-۱ صفحه ۱)

توضیح دهید : برای اندازه گیری مساحت شکل های پیچیده می توانید آن ها را به شکل های ساده هندسی تقسیم کنید. سپس در مرحله اول مساحت هر کدام از شکل های هندسی و در مرحله دوم مساحت مجموع آن ها را محاسبه نمایید.

یکی از دو مثال صفحه ۱۱ را با رسم شکل روی تخته مطرح کنید و آن را با توضیح پاسخ دهید، سپس از هنجویان بخواهید مثال دوم این صفحه را بدون استفاده از کتاب پاسخ دهند.

بیان کنید : شکل A را می توان A_1 فرض کرد که دو شکل A_2 و A_3 از آن کم شده اند.

$$A = A_1 - A_2 - A_3$$

روی تخته بنویسد :

توضیح دهید : برای آسان شدن محاسبه بهتر است شکل های A_1 و A_2 و A_3 را جداگانه محاسبه کنیم. سپس اندازه های به دست آمده را در معادله قرار دهیم تا مساحت A به دست آید.

محاسبه مساحت شکل A_1 که مستطیل است از رابطه زیر به دست می آید.

A_1 یک مستطیل است	A_2 یک مربع است	A_3 یک مثلث است
$A_1 = L \times b$	$A_2 = L^2$	$A_3 = \frac{L \times b}{2}$
$L = 1^\circ + 1^\circ + 1^\circ = 3^\circ \text{mm}$	$L = 1^\circ \text{mm}$	$b = 15 \text{cm}$
$b = 4^\circ \text{mm}$		$L = 1^\circ \text{cm}$
$A_1 = 3^\circ \text{mm} \times 4^\circ \text{mm} = 12^\circ \text{mm}^2$	$A_2 = 1^\circ \text{mm} \times 1^\circ \text{mm} = 1^\circ \text{mm}^2$	$A_3 = \frac{15 \text{cm} \times 1^\circ \text{cm}}{2} = 75 \text{cm}^2$

اندازه مساحت شکل از محاسبه اندازه رابطه به دست می‌آید.

$$A = A_1 - A_2 - A_3$$

$$A = 1200 - 1000 - 75 = 1025 \text{ mm}^2$$

$$A = 1025 \text{ mm}^2 \times \frac{1 \text{ cm}^2}{100 \text{ mm}^2} = 10.25 \text{ cm}^2$$

در ادامه، به توضیح مثال دوم صفحه ۱۱ کتاب پردازید و شکل و اثر آب‌بندی را روی تخته بکشید و سپس روش محاسبه مساحت را مانند روش پیشین توضیح دهید. آنگاه، روش کار هنرجویان را بررسی و آن‌ها را راهنمایی کنید.

کار در خانه: تمرین‌های صفحه ۱۲ کتاب را به عنوان کار در خانه معرفی نمایید.

آموزه چهارم

هدف‌های رفتاری را روی تخته بنویسید.

هدف‌های رفتاری : با یادگیری این آموزه، هنرجو می‌تواند :

■ سطح جانبی و حجم احجام هندسی (مکعب، مکعب مستطیل، هرم، منشور، استوانه و ...) را محاسبه نماید.

■ یکای اندازه‌گیری حجم را توضیح دهد.

■ حجم، سطح جانبی و سطح کل شکل‌های مرکب هندسی را محاسبه کند.

۴-۱- محاسبه احجام هندسی (۹-۱ صفحه ۱۳)

یکای اندازه‌گیری حجم (صفحه ۱۳ کتاب)

برای شروع بحث، پرسش زیر را مطرح کنید.

پرسش : اگر طول کلاس درس شش متر، عرض پنج متر و بلندی آن سه متر باشد حجم کلاس درس چه اندازه است؟

پس از شنیدن پاسخ هنرجویان و یادداشت موارد درست، پاسخ را روی تخته بنویسید و توضیح دهید.

رابطه حجم مکعب ارتفاع \times مساحت قاعده = حجم

توضیح دهید : در این پرسش سطح یا کف کلاس به شکل مستطیل است. در این صورت اندازه کف محاسبه و در بلندی اتاق

ضرب می‌شود. بنابراین حجم برابر است با :

$$6 \text{ m} = \text{طول اتاق}$$

$$V = A \times h$$

$$4 \text{ m} = \text{عرض اتاق}$$

$$24 \text{ m}^2 = 6 \text{ m} \times 4 \text{ m} = \text{مساحت قاعده}$$

$$3 \text{ m} = \text{بلندی اتاق}$$

$$72 \text{ m}^3 = 24 \text{ m}^2 \times 3 \text{ m} = \text{حجم}$$

$$m^3 = ? = \text{حجم اتاق}$$

بگویید : همان گونه که در پرسش گفته شد، یکای حجم متر مکعب (m^3) است. یک متر مکعب حجم مکعبی است که درازا،

پهنا و بلندی آن یک متر باشد.

$$1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} = 1 \text{ m}^3$$

توضیح دهید اجزای متر مکعب عبارت‌اند از :

$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ dm}^3 = 1000000 \text{ cm}^3 = 1000000000 \text{ mm}^3$$

تمرین : حجم یک مکعب را که درازا، پهنا و بلندی آن یک متر است برحسب دسی متر مکعب و میلی متر مکعب محاسبه کنید.

زمان کافی به هنرجویان بدهید تا پاسخ تمرین را بنویسند. سپس، پاسخ درست را روی تخته بنویسید و توضیح دهید.

در یکاهای طول داشتیم :

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

بنابراین خواهیم داشت :

$$1\text{ m} \times 1\text{ m} \times 1\text{ m} = 1\text{ m}^3$$

حجم مکعب با ابعاد یک متر

$$10\text{ dm} \times 10\text{ dm} \times 10\text{ dm} = 1000\text{ dm}^3$$

حجم آن مکعب برحسب دسی متر مکعب

$$100\text{ cm} \times 100\text{ cm} \times 100\text{ cm} = 1000000\text{ cm}^3$$

حجم آن مکعب برحسب سانتی متر مکعب

$$1000\text{ mm} \times 1000\text{ mm} \times 1000\text{ mm} = 1000000000\text{ mm}^3$$

حجم آن مکعب برحسب میلی متر مکعب

$$1\text{ m}^3 = 1000\text{ dm}^3 = 1000000\text{ cm}^3 = 1000000000\text{ mm}^3$$

روی تخته بنویسید

بیان کنید : برای سنجش مایعات، لیتر (L) به کار می رود. هر لیتر برابر با یک دسی متر مکعب است.

$$1\text{ L} = 1\text{ dm}^3$$

روی تخته بنویسید :

بیان کنید : برای اندازه گیری حجم های کوچک تر از لیتر، اجزای لیتر به کار گرفته می شود که عبارت اند از :

$$1\text{ L} = 10\text{ dL} = 100\text{ cL} = 1000\text{ mL}$$

مثال : حجم مکعبی را که هر ضلع آن یک متر است برحسب لیتر به دست آورید.

پاسخ :

$$1\text{ m}^3 = 1000\text{ dm}^3 = 1000\text{ L} \quad 1\text{ m} \times 1\text{ m} \times 1\text{ m} = 1\text{ m}^3 \quad 1\text{ m}^3 \times \frac{1000\text{ L}}{1\text{ m}^3} = 1000\text{ L}$$

۲-۴- محاسبه حجم، سطح جانبی و سطح کل احجام مرکب (صفحه ۱۴ کتاب)

توضیح دهید : برای محاسبه حجم و سطح احجام مرکب، نخست آن ها را به احجام هندسی ساده و سطح جانبی هندسی تقسیم می شوند، پس از برآورد حجم یا سطح جانبی هر یک از آن ها و جمع جبری، حجم یا سطح جانبی قطعه مرکب را به دست می آورند.

توضیح دهید : برای محاسبه حجم اشکال مختلف می توان از جدول پیوست ۱۰ صفحه ۱۴۳ کتاب استفاده نمود.

مثال : حجم و سطح کل یک مکعب مستطیل را که قاعده آن ۶m در ۵m و بلندی آن ۳m است، به دست آورید.

نخست داده های مسئله را پیدا کنید و جداگانه بنویسید. سپس با به کار بردن رابطه هایی که در جدول صفحه ۱۴۳ کتاب آمده

است خواسته های مسئله را روی تخته به دست آورید.

پاسخ :

$$a = 6\text{ m}$$

$$b = 5\text{ m}$$

$$c = 3\text{ m}$$

$$V = a \times b \times c$$

حجم

$$V = ?$$

$$A = ?$$

$$V = 6\text{ m} \times 5\text{ m} \times 3\text{ m} = 90\text{ m}^3$$

$$A = 2(ab + ac + bc)$$

سطح کل

$$A = 2(6\text{ m} \times 5\text{ m} + 6\text{ m} \times 3\text{ m} + 5\text{ m} \times 3\text{ m})$$

$$A = 2(30\text{ m}^2 + 18\text{ m}^2 + 15\text{ m}^2) = 116\text{ m}^2$$

مشکلات و اشتباهات رایج

درباره یکی نبودن سطح جانبی و سطح کل توضیح دهید :

سطح جانبی از دید فردی که داخل یک مکعب ایستاده است سطوح روبه‌رو، پشت سر، سمت راست و سمت چپ او را شامل می‌شود اما سطح کل، افزون بر سطح جانبی، شامل سطح کف و سقف نیز هست.

تمرین : حجم استوانه‌ای توخالی با قطر داخلی 2 cm ، قطر خارجی 4 cm و ارتفاع 10 cm را به دست آورید.

پاسخ :

$$d = 2\text{ cm} \quad v = \frac{\pi}{4}h(D^2 - d^2) = \frac{3/14}{4} \times 10 \times (4^2 - 2^2) = 942\text{ cm}^3$$

$$D = 4\text{ cm}$$

$$h = 10\text{ cm}$$

$$V = ?\text{ cm}^3$$

$$V = 942\text{ cm}^3$$

کار در خانه : حجم یک مخروط ناقص را، که قطر دایره کف 1 cm ، قطر دایره رأس 5 cm و بلندی آن 8 cm است، به دست آورید.

پاسخ :

$$D = 1\text{ cm}$$

$$d = 5\text{ cm}$$

$$h = 8\text{ cm}$$

$$V = \frac{\pi}{12}h(D^2 + Dd + d^2) = \frac{3/14}{12} \times 8 \times (1^2 + 1 \times 5 + 5^2) = 366/33\text{ cm}^3$$

هنگامی که در تمرین‌ها و پرسش‌ها گفته می‌شود از هنرجویان بخواهید، به رابطه‌های مربوط به پیوست ۱۰ مراجعه نمایند. به آنها بگویید که این پیوست در صفحات ۱۴۳ و ۱۴۴ و ۱۴۵ کتاب آمده است.

مثال صفحه ۱۴ کتاب را روی تخته شرح دهید.

مثال : حجم استوانه‌ای برحسب دسی متر مکعب را که قطر قاعده آن 20 mm و ارتفاع آن 50 mm میلی متر است را به دست آورید.

پاسخ : نخست داده‌های مثال شناسایی و سپس خواسته آن محاسبه می‌گردد، با این توضیح که :

$$1\text{ dm} = 100\text{ mm}$$

$$v = \frac{\pi \times d^2}{4} \times h$$

$$d = 20\text{ mm} = 2\text{ dm}$$

$$v = \frac{3/14 \times (2\text{ dm})^2}{4} \times 5\text{ dm} = 15/7\text{ dm}^3$$

$$h = 50\text{ mm} = 5\text{ dm}$$

مثال دوم صفحه ۱۴ را با توضیح روی تخته پاسخ دهید.

مثال : حجم کره‌ای $523/33\text{ دسی متر مکعب}$ است. قطر آن را محاسبه کنید.

پاسخ:

نخست داده‌های مسئله را روی تخته بنویسید.

$$V = 523/33 \text{ dm}^3 \quad v = \frac{\pi \times d^3}{6} \Rightarrow$$

اندازه d را از رابطه به دست آورید و عدد گذاری کنید:

$$d^3 = \frac{6v}{\pi} \Rightarrow \sqrt[3]{d^3} = \sqrt[3]{\frac{6v}{\pi}} \Rightarrow d = \sqrt[3]{\frac{6v}{\pi}}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{6 \times 523/33}{3/14}} \approx \sqrt[3]{1000} = 10 \text{ dm}^3$$

بگویید: اگر نیاز باشد می‌توانید برای به دست آوردن پاسخ، رابطه‌های داده شده در جدول پیوست ۱۰ را به کار ببرید.

مثال (صفحه ۱۵ کتاب): حجم حلقه‌ای مانند شکل ۲۱-۱ با قطر خارجی ۶۰ میلی‌متر را تعیین نمایید.

پاسخ:

توضیح دهید: در مثال کتاب، قطر داخلی حلقه، قطر سوراخ وسط حلقه است. دایره سطح مقطع نیز در شکل با قطر ۲۰ mm

نشان داده شده است.

رابطه حجم حلقه را روی تخته بنویسید و پاسخ را گام به گام توضیح دهید.

$$V = \text{حجم حلقه} \quad V = A \times d_s \times \pi$$

A = مساحت دایره سطح مقطع

d = ۲۰ cm قطر دایره سطح مقطع

d_s = قطر متوسطd_s = قطر داخلی - قطر خارجی

$$= 60 - 20 = 40 \text{ mm}$$

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3/14 \times 20^2}{4} = 314$$

$$V = A \times d_s \times \pi$$

$$V = 314 \times 40 \times 3/14$$

$$= 39438/4 \text{ mm}^3$$

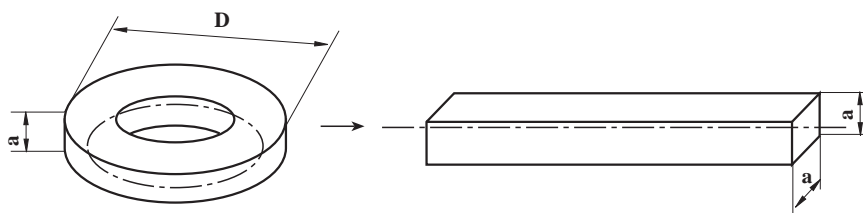
مثال: حلقه‌ای (شکل ۲۳-۱) از فولاد چهارگوش و با مشخصات a = ۸ mm و D = ۹۵ mm ساخته خواهد شد، حساب

کنید:

الف) طول مواد اولیه (طول گسترده) آن را بر حسب میلی‌متر؛

ب) حجم آن را بر حسب سانتی‌متر مکعب؛

ج) سطح کل آن را بر حسب سانتی‌متر مربع.



شکل ۴-۱ (شکل ۲۳-۱ صفحه ۱۵)

پاسخ:

داده‌های مثال را روی تخته بنویسید و شکل‌های مثال را رسم کنید.

رابطه طول اولیه و طول متوسط را می‌نویسیم

ضخامت حلقه $a = 8 \text{ mm}$ $D = 95 \text{ mm}$ $L_s = d_s \times \pi$ طول ماده اولیه؟ L_s (الف) $d_s = D - a$ قطر متوسط حلقه $d_s =$ ب) $V = ? \text{ cm}^3$ ج) $A_o = ? \text{ cm}^2$

الف	ب
$d_s = D - a = 95 - 8 = 87 \text{ mm}$	$V = a \times a \times L_s$
$L_s = d_s \times \pi = 87 \times 3.14 = 273.18 \text{ mm}$	$= 8 \times 8 \times 273.18 \text{ mm}$
$L_s = 273.18 \text{ mm}$	$= 17483.52 \text{ mm}^3 = 17.48 \text{ cm}^3$
	$V = 17.48 \text{ cm}^3$

(ج) (سطح کل)

 $A_o = 4a \times L_s$ $= 4 \times 8 \times 273.18$ $= 8741.76 \text{ mm}^2 = 87.42 \text{ cm}^2$ $A_o = 87.42 \text{ cm}^2$

مثال صفحه ۱۶ کتاب را در کلاس بخوانید و شکل ۲۴-۱ را روی تخته بکشید، سپس داده‌های مثال را کوتاه روی تخته بنویسید و پاسخ مسئله را گام به گام به دست آورید.

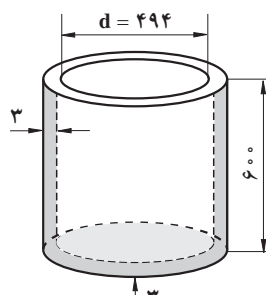
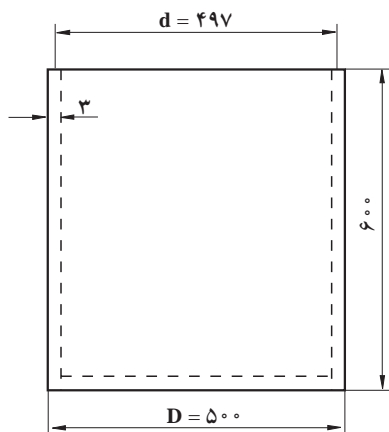
مثال: موارد زیر را برای منبع استوانه‌ای شکلی بدون در با ابعاد داده شده در شکل ۲۴-۱ را، که از ورق آهن ساخته خواهد

شد، حساب کنید:

(الف) طول و ارتفاع سطح جانبی گسترده آن را؛

(ب) سطح ورق اولیه بر حسب متر مربع، اگر ریخت و ریز ۸٪ سطح قطعه ساخته شده باشد؛

(ج) ظرفیت مخزن بر حسب لیتر.



شکل ۲-۲۴-۱ صفحه ۱۶

پاسخ الف)

طول متوسط دیواره $L_s = ?$ قطر متوسط استوانه $d_s =$

$$L_o = d_o \times \pi$$

$$d_s = \frac{500 + 494}{2} = 497 \text{ mm}$$

$$L_s = d_s \times \pi$$

$$L_s = 497 \times 3.14 = 1560.58 \text{ mm}$$

$$d_s = \frac{\text{قطر کوچک} + \text{قطر بزرگ}}{2}$$

پاسخ ب)

توضیح دهید: برای محاسبه سطح ورق اولیه باید مساحت کل سطوح جانبی و کف مخزن محاسبه شود. این اندازه به روش

زیر به دست می آید:

مساحت کل سطوح جانبی و کف مخزن $A_o =$ مساحت کل سطوح جانبی و کف مخزن $A_o =$ مساحت کف مخزن $A_g =$

$$A_g = \frac{\pi d^2}{4} = 0.785 d^2$$

قطر کف مخزن $d =$

$$A_o = A_m + A_g$$

$$A_m = L_s \times h$$

$$A_g = 0.785 d^2$$

توضیح دهید: برای به دست آوردن قطر کف مخزن، ضخامت دیواره جانبی از قطر اولیه کف مخزن کم می شود و چون این

اندازه در دو طرف دیواره است، بنابراین ضخامت دیواره، که ۳ میلی متر است در عدد دو ضرب شده است، یعنی عبارت

$$2 \times 3 = 6 \Rightarrow d = 500 - 6$$

$$A_g = 0.785 d^2 = 0.785 \times 494^2$$

$$A_g = 191568.26 \text{ mm}^2$$

$$A_m = L_s \times h = 1560.58 \times 600 = 936348 \text{ mm}^2$$

$$A_o = 936348 + 191568.26 = 1127916.26 \text{ mm}^2$$

$$1 \text{ m}^2 = 1000000 \text{ mm}^2$$

تبدیل میلی متر مربع به متر مربع

$$A_o = 1127916.26 \text{ mm}^2 \times \frac{1 \text{ m}^2}{1000000 \text{ mm}^2} = 1.128 \text{ m}^2$$

ج) ظرفیت مخزن برابر حجم آن است که از رابطه زیر به دست می آید:

$$V = A_g \times h$$

توضیح دهید: در اینجا عبارت (۳ - ۶۰۰) ارتفاع داخلی مخزن است که در آن از بلندی مخزن، ضخامت کف مخزن کم

شده است.

$$\begin{aligned}
 V &= A_g \times h \\
 &= 191568/26 \times (600 - 3) \\
 &= \boxed{114366251/2 \text{ mm}^3}
 \end{aligned}$$

برای تبدیل میلی متر مکعب به لیتر به ترتیب زیر عمل می شود.

$$\begin{aligned}
 1 \text{ dm}^3 &= 11 = 1000000 \text{ mm}^3 \\
 V &= 114366251/2 \text{ mm}^3 \times \frac{11}{1000000 \text{ mm}^3} = \boxed{114/361}
 \end{aligned}$$

مثال : در قیفی مانند شکل ۲۵-۱ (صفحه ۱۷ کتاب) حساب کنید :

(الف) حجم قیف بر حسب متر مکعب؛

(ب) سطح جانبی آن بر حسب متر مربع، اگر از ضخامت ورق چشم پوشی شود.

نکته

در شکل ۲۵-۱، ابعاد بخش مکعبی قیف اشتباه داده شده است. که پیش از شروع به حل مثال، عددی اشتباهی را درست کنید.

$$800 \text{ m} \Rightarrow 80 \text{ cm}$$

$$400 \text{ m} \Rightarrow 40 \text{ cm}$$

پاسخ الف)

توضیح دهید : قیف از دو بخش مکعب و مخروط ناقص ساخته شده است. باید نخست حجم هر بخش را جداگانه محاسبه کنید.

$$V = \text{حجم کل}$$

$$V_1 = \text{حجم مکعب}$$

$$V = V_1 + V_2$$

$$V_2 = \text{حجم مخروط ناقص}$$

$$h = 60 \text{ cm} = 0/6 \text{ m} \quad \text{بلندی مکعب} \quad V_1 = A_g \times h$$

$$a = 40 \text{ cm} = 0/4 \text{ m} \quad \text{طول ضلع قاعده مکعب} \quad \text{حجم مکعب} = 0/4^3 \times 0/6 = 0/096 \text{ m}^3$$

$$V_1 = ?$$

$$A_g = \text{سطح مقطع مخروط}$$

$$V_2 = \frac{h}{3} (A_g + A_d) + \sqrt{A_g \times A_d} \quad \text{حجم مخروط ناقص}$$

$$A_d = \text{سطح سقف مخروط}$$

$$V_2 = \frac{1/10 - 0/6}{3} (0/4^2 + 0/8^2 + \sqrt{0/4^2 \times 0/8^2})$$

$$V_2 = 0/166 (0/16 + 0/64 + 0/32)$$

$$V_r = 0.166 \times 1.12 = 0.186 \text{ m}^3$$

حجم کل قیف $V = V_1 + V_r$

$$V = 0.096 + 0.186 = 0.282 \text{ m}^3$$

(ب)

A_m = سطح کل

سطح جانبی قیف برابر جمع سطح جانبی مکعب و سطح جانبی مخروط است.

A_{m_1} = سطح جانبی مکعب

A_{m_r} = سطح جانبی مخروط

$$A_m = A_{m_1} + A_{m_r}$$

سطح جانبی مکعب

$$A_{m_1} = U_g \times h$$

محیط قاعده مخروط $= U_g$

$$A_{m_1} = 0.4 \times 4 \times 0.6 = 0.96 \text{ m}^2$$

محیط سقف مخروط $= U_d$

$$A_{m_r} = \frac{U_g + U_d}{2} \times h_s$$

محیط قاعده مخروط $= U_g$

$$= \frac{(0.4 \times 4) + (0.8 \times 4)}{2} \times 0.55 = 1.32 \text{ m}^2 \quad \text{سطح جانبی قیف}$$

$$A_m = A_{m_1} + A_{m_r} = 0.96 + 1.32 \Rightarrow$$

$$A_m = 2.28 \text{ m}^2 \quad \text{سطح جانبی کل}$$

کتاب‌های خواندنی در این باره :

رابطه‌ها، آحاد و ارقام در علوم و مهندسی، ترجمه مهندس مجید بدیعی

آموزه پنجم

هدف‌های رفتاری را روی تخته بنویسید.

هدف‌های رفتاری : با یادگیری این آموزه، هنرجو می‌تواند :

- مفهوم تولرانس در اندازه قطعات را توضیح دهد.
- انواع انطباقات (لق، پرسی و جذب) را توضیح دهد.
- اندازه اسمی قطعه، اندازه حقیقی قطعه و تولرانس را توضیح دهد.
- یکای اندازه‌گیری جرم را توضیح دهد.
- جرم قطعات را اندازه بگیرد.
- جرم ورق‌ها را محاسبه کند.
- جرم قطعات را از روی جرم ویژه محاسبه کند.

۱-۵- انطباق (۱۰-۱- صفحه ۲۰)

موضوع را به روش پرسش و پاسخ تدریس کنید :

پرسش : یک پیچ و مهره در چه شرایطی روی هم بسته می‌شوند و اگر هم اندازه نباشند چه اتفاقی روی می‌دهد؟

پاسخ : اندازه پیچ و مهره سه حالت می‌تواند داشته باشد :

الف) هر دو هم اندازه باشند و قطر مهره کمی بزرگ‌تر از قطر پیچ ساخته شده باشد. در این صورت مهره روی پیچ پیچیده می‌شود.

ب) قطر سوراخ مهره بیش از اندازه بزرگ‌تر از قطر پیچ باشد. در این صورت، دندانه‌های رزوه مهره با دندانه‌های رزوه پیچ درگیر نمی‌شود یا اینکه مهره روی پیچ لق است.

ج) قطر سوراخ مهره کوچک‌تر از قطر پیچ باشد. در این صورت، مهره نمی‌تواند روی پیچ بسته شود.

بیان کنید که از سه حالت یاد شده فقط حالت اول پذیرفتنی است؛ یعنی پیچ و مهره هم اندازه هم باشند.

بگویید : هنگامی که از یک تراش کار، ساخت یک پیچ و مهره به اندازه کاملاً درست را بخواهید، خواهد گفت به علت عملیات

زیادی که روی این دو قطعه انجام می‌شود ساخت پیچ و مهره‌ای، درست به اندازه خواسته شده، امکان‌پذیر نیست. به زبان ساده‌تر، سازنده قطعات را کمی بزرگ‌تر از اندازه درخواستی یا کمی کوچک‌تر از آن می‌سازد.

بیان کنید : اندازه دو قطعه مانند بوش و محور، که یکی در داخل دیگری جای می‌گیرد، در محل درگیری در دامنه‌ای که تغییر

می‌کند اندازه آن‌ها متناسب با شرایط کار، نوع و اندازه قطعه برگزیده می‌شود. به تعیین این اندازه «انطباقات» می‌گویند.

توضیح دهید : در سیستم ISA سه حالت اصلی برای انطباق قطعاتی که در داخل هم جا می‌گیرند وجود دارد، که عبارت‌اند

از :


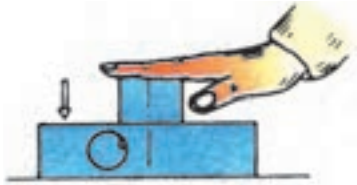
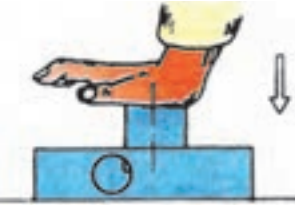
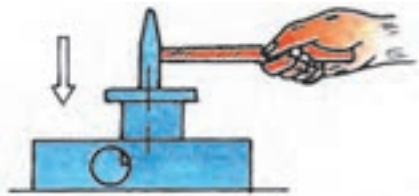
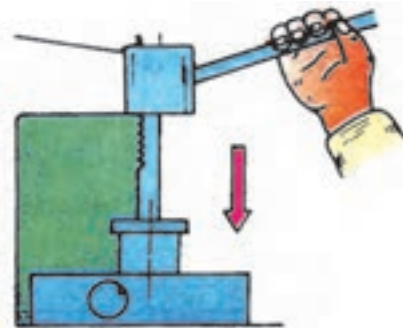
روی تخته بنویسید : انواع انطباقات : انطباق روان یا لق، انطباق پرسی، انطباق جذب

توضیح دهید :

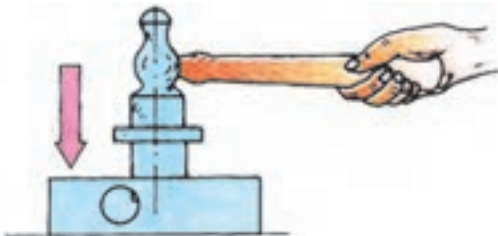
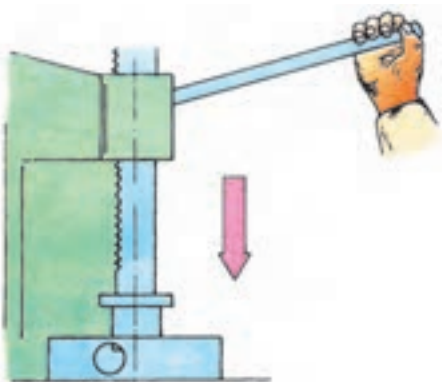
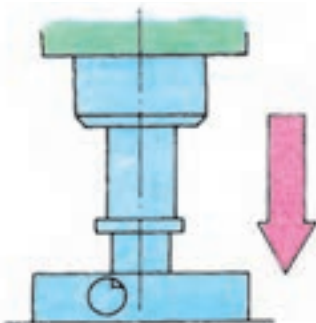
الف) انطباق روان : در این حالت، اندازه قطر میله همواره از اندازه قطر سوراخ کوچک تر است و میله می تواند در داخل سوراخ آزادانه حرکت کند.

شکل ردیف اول از جدول ۱-۵ را روی تخته بکشید و به طور ساده آن را توضیح دهید.

جدول ۱-۵- مربوط به انواع انطباق

نوع انطباق	وضعیت
آزاد یا روان	 <p> - انطباق : لقی زیاد - جازدن : آزاد، برای جازدن نیاز به نیرو نیست. - حرکت دو قطعه نسبت به هم : متحرک نسبت به هم با بازی خیلی زیاد </p>
نسبتاً روان متحرک	 <p> - با لقی متوسط با لقی کم - جازدن : شُل - متحرک نسبت به هم با بازی کم : برای جازدن فشار کم دست کافی است. </p>
فیت لغزشی یا سُرشِی	 <p> - با لقی خیلی کم - جازدن : با فشار زیاد دست - با فشار دست امکان حرکت انتقالی هست. </p>
نسبتاً سفت	 <p> - بدون هیچ گونه لقی - جازدن : جازدن با ضربات چکش سبک میسر است. - دو قطعه با دست حرکت محوری ندارند. </p>
خیلی سفت پرسی سبک	 <p> - تداخل کم - جازدن : به کمک پرس سبک. - اتصال بدون چرخش به کمک ضامن </p>

جدول ۲-۵- مربوط به انواع انطباق سنگین

نوع انطباق	وضعیت
پرسی	 <p> - تداخلی متوسط - نوع اتصال دائم - تداخل با ضربات چکش سنگین - امکان چرخش وجود ندارد، نیاز به ضامن نیست. </p>
پرسی محکم	 <p> - تداخلی - نوع اتصال دائم - تداخل با نیروی زیاد، نیاز به اختلاف دما وجود دارد؛ «یعنی باید دمای سوراخ زیاد و دمای میله کم باشد». </p>
پرسی سنگین	 <p> - تداخلی سخت - نوع اتصال دائم، از نظر استحکام با جوشکاری قابل مقایسه است. - تداخل با نیروی خیلی زیاد و با گرم و سرد کردن قطعات </p>

از هنجریان بپرسید :

پرسش : چند نمونه برای انطباق روان بیان کنید.

■ ضخامت کلید از اندازه سوراخ تویی قفل کم تر است. بنابراین کلید به آسانی به داخل سوراخ تویی قفل وارد می شود.

■ قطر آچار آلن از قطر سوراخ چند وجهی سربیش (گل پیچ) کوچک تر است.

پرسش : از هنجریان بخواهید مثال هایی درباره انطباق لق در تراکتور و ماشین های کشاورزی بیان نمایند.

پاسخ : اتصال سه نقطه اتصال تراکتور به ماشین های سوار با بین.

(ب) انطباق پرسى : در این حالت همواره اندازه قطر میله از اندازه قطر سوراخ بزرگ تر است. بنابراین بین دو قطعه لق وجود

ندارد و برای جازدن میله در سوراخ احتیاج به نیروی زیاد است، مانند گزن بین (انگشتی) که پیستون را به دسته پیستون وصل می کند.

پرسش : چند نمونه از انطباق پرسی در تراکتور یا ماشین‌های کشاورزی نام ببرید.

پاسخ : جازدن بلبرینگ چرخ روی محور آن

ج) انطباق جذب : در این حالت قطر میله و قطر سوراخ تقریباً هم اندازه است. جازدن میله در این حالت با نیروی کم دست یا ضربه ملایم چکش صورت می‌گیرد. نمونه : جازدن پولی روی محور میل لنگ

این حالت می‌تواند بین حالت لق و پرسی باشد.

پرسش : چند نمونه از انطباق جذب را نام ببرید.

پاسخ : قطعات اصلی پمپ انژکتور (بارل و پلانجر)

توضیح دهید : انطباق با نشانه‌های ویژه‌ای در نقشه‌های فنی نشان داده می‌شود که بیان‌کننده اندازه قطعه براساس حد مجاز، طبق استاندارد تعیین شده طراح است.

مطالب گفته شده در کتاب را توضیح دهید.

مثال : اندازه قطعه‌ای در نقشه فنی به صورت $\phi 40^{+0.100}_{-0.100}$ نوشته شده است (اندازه‌ها برحسب میلی‌متر است) اطلاعات استخراج شده را بیان نمایید.

پاسخ : موارد زیر را از علائم می‌توان استخراج کرد.

قطر قطعه ۴۰ میلی‌متر است ($\phi 40$)

این قطعه می‌تواند بین ۳۹/۹۰۰ تا ۴۰/۱۰۰ میلی‌متر ساخته شود ($+0.100$ و -0.100)

قطعه در هر اندازه در دامنه مجاز پذیرفتنی است.

$\phi 40$ اندازه اسمی، $\phi 40/100$ بزرگ‌ترین اندازه و $\phi 39/900$ کوچک‌ترین اندازه است.

مقدار اندازه‌ای که پس از پایان کار به وسیله میکرومتر تعیین می‌شود «اندازه حقیقی» نامیده می‌شود.

اختلاف بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین اندازه را تولرانس (رواداری) می‌گویند.

$$40/100 - 39/900 = 0/200 \text{ mm}$$

تمرین : روی نقشه فنی اندازه یک میله $\phi 40^{-0.009}_{-0.025}$ است. اندازه اسمی، بزرگ‌ترین اندازه و کوچک‌ترین اندازه و همچنین

میزان تولرانس قطعه مورد نظر را مشخص کنید (یکا میلی‌متر است).

پاسخ :

$$\text{اندازه اسمی قطر میله} = 40 \text{ mm}$$

$$\text{بزرگ‌ترین اندازه} = 40 - 0.009 = 39/991 \text{ mm}$$

$$\text{کوچک‌ترین اندازه} = 40 - 0.025 = 39/975 \text{ mm}$$

$$\text{تولرانس} = 39/991 - 39/975 = 0/16 \text{ mm}$$

تمرین : یک قطعه در حال ساخت نیاز به سوراخ‌کاری دارد. ابعاد سوراخ طبق نقشه فنی $\phi 40^{+0.025}_{0.000}$ است. اندازه اسمی،

بزرگ‌ترین اندازه و کوچک‌ترین اندازه و همچنین میزان تولرانس آن را مشخص کنید.

۲-۵- جرم (۱۱-۱- صفحه ۲۵)

پرسش: جرم چیست؟

پاسخ: مقدار ماده موجود در هر جسم را «جرم» آن جسم می‌گویند. یا توده تشکیل دهنده هر جسم را «جرم» آن گویند.

پرسش: یکای اندازه‌گیری جرم چیست؟

پاسخ: پیش از این خواندید که یکای اندازه‌گیری جرم در سیستم بین‌المللی (SI) کیلوگرم است که تقریباً برابر جرم یک دسی متر مکعب آب خالص در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد است.

تمرین: جرم یک متر مکعب آب در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد برحسب کیلوگرم را محاسبه کنید.

پاسخ:

$$1\text{ m}^3 = 1000\text{ dm}^3$$

$$1000 \times 1\text{ Kg} = 1000\text{ kg}$$

$$1\text{ Kg} = \text{جرم یک dm}^3 \text{ آب}$$

توضیح دهید: جرم به وسیله ترازوی شاهین‌دار اندازه‌گیری می‌شود و برای این کار قطعه مورد اندازه‌گیری را در یک کفه ترازو و جرم استاندارد را در کفه دیگر قرار می‌دهند. اگر تعادل برقرار شود جرم قطعه برابر جرم استاندارد خواهد بود.

پرسش: چرا حجم یک‌سانی از چند ماده گوناگون جرم یک‌سانی ندارند؟

به روش بحث گروهی کلاس را هدایت کنید.

پاسخ: ذرات مواد گوناگون به یک اندازه متراکم نیستند. این ذرات در مواد گوناگون می‌توانند تراکم زیاد یا کم داشته باشند.

همچنین جنس این ذرات نیز یک‌سان نیست.

بیان کنید: هر ماده از این نظر ویژه است و این ویژگی را جرم مخصوص یا جرم ویژه می‌گویند.

رابطه جرم مخصوص را روی تخته بنویسید.

$$\rho = \frac{m}{v} \Rightarrow \text{جرم مخصوص} = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}}$$

بیان کنید: بنابر تعریف، اندازه جرمی را که واحد حجم از هر ماده دارد جرم مخصوص یا جرم ویژه آن ماده می‌گویند.

$$\frac{\text{mg}}{\text{mm}^3}, \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}, \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}, \frac{\text{t}}{\text{m}^3}$$

یکای جرم مخصوص در سیستم SI کیلوگرم به متر مکعب ($\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$) است ولی آن را بیشتر برحسب $\frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$ می‌سنجند. برای

$$\text{نمونه جرم مخصوص فولاد } \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} 7850, \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} 7.85, \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} 7.85 \text{ یا } \frac{\text{t}}{\text{m}^3} 7.85 \text{ است.}$$

مثال: با توجه به مثال پیش، جرم مخصوص آب را به دست آورید.

پاسخ: داده‌های مثال پیشین عبارت است از:

$$v = 1000\text{ dm}^3$$

$$m = 1000\text{ kg}$$

با توجه به رابطه چگالی (جرم ویژه) بنویسید.

$$\rho = \frac{m}{v} = \frac{1000\text{ kg}}{1000\text{ dm}^3} = 1 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$$

توضیح دهید: در جدول ۱-۶ صفحه ۲۶ کتاب، جرم مخصوص برای تعدادی از مایعات، جامدات و گازها همچنین آب آمده است. پرسش: چگالی مس و سرب را از جدول ۱-۶ به دست آورید و بیان کنید کدام یک در حجم برابر، جرم بیشتری دارد؟ تمرین: جرم ۱۰۰ دسی متر (لیتر) از بنزین، گازوئیل و آب را حساب کنید.

پاسخ:

روی تخته بنویسید:

$$\rho = \frac{m}{v} \Rightarrow m = v \times \rho$$

بگویید: حجم (v) مواد در متن مثال داده شده و جرم مخصوص (ρ) هر کدام از مواد نیز از جدول ۱-۶ به دست می‌آید.

بنزین	گازوئیل	آب
$v = 100 \text{ dm}^3$	$v = 100 \text{ dm}^3$	$v = 100 \text{ dm}^3$
$\rho = 0.72 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$	$\rho = 0.85 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$	$\rho = 1 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$
$m = ?$	$m = ?$	$m = ?$
$m = v \times \rho = 100 \times 0.72$	$m = v \times \rho = 100 \times 0.85$	$m = v \times \rho = 100 \times 1$
$m = 72 \text{ kg}$	$m = 85 \text{ kg}$	$m = 100 \text{ kg}$

با توجه به اعداد فوق، جرم ۱۰۰ دسی متر مکعب آب از بقیه مواد بیش تر است.

مثال: جرم منشوری فولاد به طول ۱۲۰ میلی متر با سطح مقطعی مطابق شکل ۳۴-۱ صفحه ۲۶ را برحسب کیلوگرم حساب کنید. شکل را روی تخته بکشید.

پاسخ:

رابطه جرم مخصوص را بنویسید.

$$m = v \times \rho$$

در رابطه نوشته شده اندازه ρ از جدول ۱-۶ به دست می‌آید $\rho = 7.85 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$. پس از آن باید حجم منشور فولادی محاسبه شود.

برای محاسبه این حجم، نخست یک مقطع مستطیل 80×60 سانتی متر محاسبه می‌شود و از آن یک مربع 8×6 میلی متر و یک

دوزنقه $\frac{56+8}{2} \times 24$ از آن کم خواهد شد. بنابراین خواهیم داشت:

داده‌ها	محاسبه مساحت مقطع	حجم
مقطع مورد نظر A_g	$A_g = A_1 - A_2 - A_3$	طول منشور \times سطح مقطع = حجم
مقطع مستطیل A_1	$A_1 = L \times b = 80 \times 60 = 4800 \text{ mm}^2$	$V = A_g \times h$
مقطع مربع A_2	$A_2 = L_1 \times b_1 = 8 \times 6 = 48 \text{ mm}^2$	$V = 3984 \times 120 = 478080 \text{ mm}^3$
مقطع دوزنقه A_3	$A_3 = \frac{L_2 + L_1}{2} \times b_2 = \frac{56 + 8}{2} \times 24$	
$h = 120 \text{ mm}$	$= 768 \text{ mm}^2$	
$m = ? \text{ kg}$	$A_g = 4800 - 48 - 768 = 3984 \text{ mm}^2$	

توضیح دهید: چون جرم بر حسب کیلوگرم خواسته شده و یکای جرم ویژه $\frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$ است، بنابراین باید حجم بر حسب دسی متر مکعب محاسبه شود.

$$V = 478 \cdot 8 \cdot \cancel{\text{mm}^3} \times \frac{1 \text{ dm}^3}{1000000 \cancel{\text{mm}^3}} \quad \text{تبدیل یکای حجم به دسی متر مکعب}$$

$$= 0.4788 \text{ dm}^3$$

توضیح دهید: با داشتن حجم و چگالی می توانیم جرم منشور را به دست آوریم.

$$m = \rho \times V \quad V = 0.4788 \text{ dm}^3 \quad m = 0.4788 \cdot 8 \cdot \cancel{\text{dm}^3} \times 7.85 \frac{\text{kg}}{\cancel{\text{dm}^3}} = 3.752 \text{ kg}$$

$$\rho = 7.85 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$$

۳-۵- محاسبه جرم ورق ها (صفحه ۲۷)

رابطه ۳-۱ در صفحه ۲۸ را روی تخته بنویسد و توضیح دهد.

مثال: (صفحه ۲۸) جرم ورق آلومینیومی به ابعاد $2 \text{ mm} \times 3000 \times 1500$ را بر حسب کیلوگرم حساب کنید ($\rho = 2.7 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$).

توضیح دهید: در ابعاد داده شده دو عدد اول ۳۰۰۰ و ۱۵۰۰ درازا و پهنای ورق و عدد ۲ ضخامت ورق است. بنابراین خواهیم داشت:

$$L = 3000 \text{ mm} = 3 \text{ m}$$

$$A = L \times b = 3 \times 1/5 = 4/5 \text{ m}^2$$

$$b = 1500 \text{ mm} = 1/5 \text{ m}$$

$$m = 4/5 \times 2 \times 2.7 = 24/5 = 4.8 \text{ kg}$$

$$\rho = 2.7 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$$

$$S = 2 \text{ mm}$$

$$m = A \times S$$

تمرین: جرم ورق فولادی به ابعاد $2 \text{ mm} \times 3000 \times 1500$ را بر حسب کیلوگرم حساب کنید.

پاسخ:

جرم مخصوص فولاد را از جدول ۶-۱ به دست آورید: ($\rho = 7.85 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$) سپس با رابطه $m = A \times S \times \rho$ جرم ورق را

محاسبه کنید.

$$A = 4/5 \text{ m}^2$$

$$A = L \times b = 3 \times 1/5 = 4/5 \text{ m}^2$$

$$S = 2 \text{ mm}$$

$$m = A \times S \times \rho = 4/5 \times 2 \times 7.85$$

$$\rho = 7.85 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$$

$$m = 70/65 \text{ kg}$$

کار در کلاس: می خواهیم ۲۰۰ ورق مس با ابعاد $25 \text{ mm} \times 2000 \times 1200$ را با یک کامیون که ظرفیت حمل آن ۱۰۰۰۰

کیلوگرم بار است جابه جا کنیم. جابه جایی این تعداد ورق در چند مرتبه انجام خواهد شد.

پاسخ:

از جدول ۱-۶ به دست می‌آید که $\rho = 8/9 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$

داده‌ها

$$L = 2000 \text{ mm} = 2 \text{ m}$$

$$b = 1200 \text{ mm} = 1/2 \text{ m}$$

$$S = 25 \text{ mm}$$

محاسبه حجم

$$A = L \times b$$

$$= 2 \times 1/2 = 2/4 \text{ m}^2$$

$$V = A \times S$$

$$V = 2/4 \times 25 = 60 \text{ dm}^3$$

محاسبه جرم و جابه‌جایی

$$m = V \times \rho$$

$$m = 60 \times 8/9 = 534 \text{ kg}$$

$$M = 534 \times 2000 = 1068000 \text{ kg}$$

وزن کل

$$n = \frac{1068000}{100000} \approx 10/6 \approx 11 \quad \text{تعداد جابه‌جایی}$$

توضیح دهید

برای آسان شدن محاسبه جرم ورق‌ها، جدول شماره ۶ پیوست کتاب تهیه شده است. در این جدول جرم یک متر مربع ورق بر حسب جنس و ضخامت آن داده شده است. بنابراین برای محاسبه جرم ورق‌ها کافی است جرم یک متر مربع از آن‌ها را از جدول به دست آورید و در سطح آن‌ها ضرب کنید. رابطه زیر برای این منظور استفاده می‌شود که در آن:

$$m = m_A \times A$$

جرم قطعه بر حسب کیلوگرم $m =$ جرم یک متر مربع از ورق بر حسب کیلوگرم $m_A =$ سطح ورق بر حسب متر مربع $A =$ مثال: جرم ورق آلومینیومی به ابعاد $1500 \times 3000 \times 2 \text{ mm}$ را بر حسب کیلوگرم حساب کنید.پاسخ: از جدول ۶ پیوست کتاب در قسمت ورق‌های آلومینیوم، در ردیف دوم S_{mm} آن، با انتخاب $S=2$ ، که در زیر آن عدد

۵/۴ به نشانه جرم یک متر مربع از ورق مذکور بر حسب کیلوگرم نوشته شده است، انتخاب می‌گردد.

$$m_A = 5/4 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$A = L \times b = 3 \times 1/5 = 4/5 \text{ m}^2$$

$$m = m_A \times A$$

$$m = 5/4 \times 4/5 = 24/3 \text{ kg}$$

تمرین: جرم ورق فولادی به ابعاد $1500 \times 3000 \times 3 \text{ mm}$ را بر حسب کیلوگرم حساب کنید.پاسخ: از جدول ۶ پیوست در قسمت ورق‌های فولادی برای ورق با ضخامت $S=3 \text{ mm}$ $m_A=23/6$ به دست می‌آید.

$$L = 3000 \text{ mm} = 3 \text{ m}$$

$$b = 1500 \text{ mm} = 1/5 \text{ m}$$

$$m_A = 23/6 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$A = L \times b$$

$$A = 3 \times 1/5 = 4/5 \text{ m}^2$$

$$m = m_A \times A$$

$$= 23/6 \times 1/5 \times 3$$

$$= 106/2 \text{ kg}$$

کار در خانه: ورقی به ابعاد $2 \text{ mm} \times 3000 \times 1500$ را در نظر بگیرید و جرم آن را برای مواد فولاد، روی، سرب، مس، برنج و آلومینیوم محاسبه کنید سپس اندازه جرم آن‌ها را به ترتیب بنویسید.

آموزه ششم

هدف‌های رفتاری را روی تخته بنویسید.

هدف‌های رفتاری : هنرجو با یادگیری این آموزه می‌تواند :

- جرم نیمه‌ساخته‌ها (نبشی، سه‌پری، ناودانی و ...) را محاسبه کند.
- نیرو را توضیح دهد.
- نیروی وزن را توضیح دهد.
- وزن قطعات را از روی اندازه جرم آن‌ها محاسبه کند.
- تفاوت وزن با جرم را توضیح دهد.
- جرم نیم ساخته را از روی جدول استاندارد به دست آورد.

۱-۶- محاسبه جرم نیم ساخته‌ها (صفحه ۲۹)

توضیح دهید : برای سهولت محاسبه جرم نیمه‌ساخته‌ها (مانند پروفیل‌ها، لوله‌ها، میله‌ها) معمولاً جرم یک متر از طول آن‌ها را محاسبه و در جداولی استاندارد گردآوری می‌نمایند. پس از آن می‌توان به آسانی با داشتن اندازه مقطع یا اندازه اسمی و بلندی قطعه با داده‌های جدول استاندارد، جرم نیم ساخته را محاسبه کرد.

بنویسید : رابطه محاسبه جرم نیمه ساخته‌ها

$$m = m_1 \times L$$

که در آن

m = جرم قطعه بر حسب کیلوگرم

m_1 = جرم یک متر بر حسب کیلوگرم

L = طول قطعه بر حسب متر

در ادامه، از هنرجویان بخواهید این صفحات از کتاب را باز کنند و کاربرد جدول‌های پیوست (جدول ۹ صفحه ۱۴۱، ۱۴۲)، را که اطلاعاتی درباره نیمه‌ساخته‌ها داده‌اند، توضیح دهید.

جدول ۹ پیوست، صفحات ۱۴۱ و ۱۴۲ کتاب، اطلاعاتی درباره جرم یک متر برخی از نیمه‌ساخته‌های فولادی بر حسب کیلوگرم است.

توضیح دهید : در جدول صفحه ۱۴۱ در ستون اول از سمت چپ که مربوط به نیمه‌ساخته فولادی به نام نبشی است اطلاعات این نیمه‌ساخته داده شده است.

همان‌گونه که در شکل بالای این ستون می‌بینید، برای نبشی سه اندازه داده شده است. دو ضلع آن که با هم مساوی و عمود بر هم هستند با حرف b و ضخامت آن با حرف d آمده است. شناسه‌های نیم ساخته به روش‌های گوناگون داده می‌شود. برای نمونه اندازه

یک نبشی به دو صورت زیر نوشته می شود :

روی تخته بنویسید :

$$\text{الف) } L = 1000, d = 4, b = 40 \quad \text{ب) } 40, 4, 1000$$

توضیح دهید : در هر دو نوع نوشتن ابعاد نبشی در واقع به یک نوع نبشی اشاره شده که اضلاعی که اندازه آن ها با b مشخص می شود دارای اندازه 40° میلی متر و ضخامت نبشی 4 میلی متر و طول نبشی 1000 میلی متر است. در جدول یاد شده، زیر شکل نبشی دو ستون وجود دارد که ستون اول از سمت چپ ابعاد نبشی ($b \times b \times d$) و ستون دوم (kg/m) جرم هر متر طول نبشی را نشان می دهد.

مثال : جرم یک نبشی به ابعاد $45 \times 45 \times 7$ و طول 3 متر را محاسبه کنید.

پاسخ :

الف) پیدا کردن جرم یک متر از نبشی در جدول : از جدول صفحه ۱۴۱ مربوط به نبشی در ستون ابعاد، اندازه $45 \times 45 \times 7$ را

پیدا کنید. این اندازه در ردیف دهم جدول است. در ستون بعدی (kg/m) همین ردیف جرم یک متر از این نبشی برابر $4/6 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$ آمده است.

ب) محاسبه جرم : داده ها را در رابطه محاسبه جرم نیمه ساخته بگذارید و محاسبه کنید.

$$m_1 = 4/6 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$m = m_1 \times L$$

$$L = 3000 \text{ mm} = 3 \text{ m}$$

$$m = 4/6 \times 3 = 13/8 \text{ kg}$$

بنابراین جرم نبشی $13/8 \text{ kg}$ است.

توضیح دهید : دومین نیم ساخته از سمت چپ در جدول صفحه ۱۴۱ ناودانی است و در آن شکل دو اندازه b و h نشان داده شده است. روش استفاده از جدول در مثال زیر آمده است.

مثال : در ردیف نخست جدول مربوط به ناودانی زیر ستون $h \times b$ مقدار 30×15 آمده، یعنی $h = 30$ و $b = 15$ است. این نوع ناودانی را با نام ناودانی نمرة 30 می شناسند. در ستون دوم (kg/m) این ردیف اندازه جرم یک متر از این ناودانی برابر $1/74$ است.

توضیح دهید : نوشتن ابعاد ناودانی به گونه ای دیگر است. برای نمونه اندازه های یک ناودانی با طول 2000 میلی متر، چنین

نوشته می شود.

$$[30, 2000]$$

الف)

$$h = 30$$

$$b = 15$$

$$L = 2000$$

ب)

مثال : در سازه ای از یک قطعه، ناودانی به ابعاد $[140, 2000]$ به کار رفته است پیدا کنید :

الف) نمرة ناودانی

ب) اضلاع آن

د) جرم ناودانی به کار رفته در سازه

ج) جرم یک متر از آن ناودانی

پاسخ :

الف) نمرة ناودانی 140 mm است.

ب) اضلاع آن عبارت است از $h = 140 \text{ mm}$ و $b = 60 \text{ mm}$

ج) جرم یک متر از این ناودانی بر اساس جدول 16 kg است.

د) جرم ناودانی به کار رفته در سازه برابر

$$L = 2000 \text{ mm} = 2 \text{ m}$$

$$m = m_1 \times L$$

$$m_1 = 16 \text{ kg}$$

$$m = 16 \times 2 = 32$$

$$m = 32 \text{ kg}$$

توضیح دهید: نمونه دیگری از نیمه ساخته‌های فولادی در صفحه ۱۴۲ کتاب آمده است. نام این نیمه ساخته فلزی سپری است.

شکل نشان دهنده ابعاد آن به جز صفحه ۲۹ در بالای جدول صفحه ۱۴۲ نیز آورده شده است. در این جدول گفته شده سه اندازه b ، h و d در ناودانی باید داده شود.

مثال: در یک سازه، فلزی یک سپری به ابعاد $300 \times 30 \perp$ به کار برده شده است. پیدا کنید:

الف) نوع سپری

ب) ابعاد و ضخامت سپری

ج) جرم یک متر از سپری

د) جرم سپری در سازه

پاسخ:

جدول مربوط به سپری در صفحه ۱۴۲ است. علامت $30 \perp$ در اولین ستون سمت چپ جدول (علامت کوتاه \perp) عدد 30 را انتخاب می‌کند (ردیف اول جدول) و بقیه اطلاعات نیز از همین ردیف استخراج می‌شود.

الف) نوع سپری $30 \perp$

ب) ابعاد سپری و ضخامت آن در دومین ستون، $(b=h)$ ذکر شده است که براساس آن $b=h=30 \text{ mm}$ و در سومین ستون

$(s=t)$ ضخامت سپری $s=3 \text{ mm}$ است.

ج) در ستون پنجم، جرم هر متر این سپری $88/0$ کیلوگرم نشان داده می‌شود.

د) در مثال طول نبشی 3000 m تعیین شده است ($3000 \times 30 \perp$) از رابطه زیر جرم سپری مصرفی به دست می‌آید.

$$m_1 = 88 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$L = 3000 \text{ mm} = 3 \text{ m}$$

$$m = m_1 \times L$$

$$m = 88 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times 3 = 264 \text{ kg}$$

مثال: جرم قطعه شکل ۱-۳۵ صفحه ۲۹ کتاب را حساب کنید.

توضیح دهید: قطعه مورد نظر از چند نیمه ساخته تشکیل شده است. نوع و ابعاد نیم ساخته در شکل آمده است.

از هنرجویان بخواهید اسامی نیمه ساخته‌ها را کنار شکل‌هایشان بنویسند.

پاسخ:

نیم ساخته‌های سمت راست شکل ۱-۳۵، به ترتیب از بالا به پائین: نبشی، سپری و نادانی است و سمت چپ شکل از بالا به پائین قطعه از نیمه ساخته و ورق فولادی ساخته شده است.

پاسخ مسئله را با توضیح و رسم شکل روی تخته توضیح دهید:

جرم یک متر مربع ورق فولادی به ضخامت ۵ میلی‌متر از جدول ۶ پیوست به دست می‌آید. در قسمت ورق‌های فولادی، در ردیفی $S_{mm} = 5$ قرار گرفته (ردیف سوم) در زیر عدد ۵ عدد $39/3$ نوشته شده که بیان‌کننده جرم یک متر مربع از ورق فولادی با ضخامت ۵ میلی‌متر است.

$$m_A = 39/3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

اشتباهات رایج:

در جدول ۶ پیوست، هر دو ردیف مکمل یکدیگرند. برای نمونه، در ورق‌های سرب در این جدول، دو ردیف وجود دارد. ردیف اول S_{mm} است که S به معنای ضخامت ورق و علامت mm به معنای میلی‌متر است؛ یعنی ضخامت ورق بر حسب میلی‌متر در ردیف دوم علامت mkg/m^2 آمده است که m به معنی جرم ورق در بخش ورق‌های فولادی نیز به همین شکل از بالا هر دو ردیف با هم مکمل یکدیگر هستند و عدد مورد نظر مثال فوق در دو ردیف سوم از بالای جدول قرار گرفته‌اند. جرم یک متر نبشی فولادی به ابعاد $30 \times 30 \times 3$ میلی‌متر از جدول ۹ پیوست (صفحه ۱۴۱ کتاب) به دست می‌آید.

$$m_L = 1/36 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

جرم یک متر سپری فولادی به ابعاد $30 \times 30 \times 4$ میلی‌متر از جدول ۹ پیوست (صفحه ۱۴۲ کتاب) به نحوی که پیش از این توضیح داده شد، به دست می‌آید. (ردیف سوم جدول)

$$m_L = 1/77 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

جرم یک متر ناودانی فولادی به ابعاد $80 \times 45 \times 6$ میلی‌متر از جدول ۹ پیوست (صفحه ۱۴۱ کتاب) به ترتیبی که پیش از این در این باره گفته شده به دست می‌آید. (این ناودانی تحت عنوان نمرة ۸۰ در جدول مذکور است).

$$m_L = 8/64 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

در ادامه، بعد از مشخص شدن جرم نیمه ساخته آن‌ها، به محاسبه جرم آن‌ها، با توجه به ابعاد داده شده در مثال، پرداخته شود و به صورت مجزا برای هر نیمه ساخته بر روی تخته نوشته و مشخص گردد. محاسبه جرم ورق فولادی به کار رفته در سازه:

$$m_A = 39/3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \quad \text{جرم یک متر مربع ورق}$$

$$m_1 = m_A \times A$$

$$A = \text{مساحت ورق}$$

$$m = 39/3 \times \frac{150}{1000} \times \frac{150}{1000} = 0/884 \text{ kg}$$

$$\text{kg } m_1 = \text{جرم ورق به کار رفته}$$

توضیح دهید: ابعاد ورق فولادی بر حسب میلی‌متر است که برای تبدیل به متر، تقسیم بر 1000 شده و مساحت آن چون مربع است یک ضلع در خودش ضرب می‌شود.

محاسبه جرم نبشی به کار رفته در سازه :

جرم نبشی به کار رفته $m_r = ?$

$$m_r = 1/36 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times 1\text{m} = 1/36 \text{ kg}$$

طول نبشی $L = 1000 \text{ mm} = 1\text{m}$

جرم سپری فولادی به کار رفته در سازه :

$$m_r = m_L \times L$$

جرم سپری به کار رفته $m_r =$

$$m_r = 1/77 \times 1/2 = 2/124 \text{ kg}$$

جرم یک متر سپری $m_L = 1/77 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$

$$L = 1200 \text{ mm} = 1200 \text{ mm} \times \frac{1\text{m}}{1000 \text{ mm}} = 1/2 \text{ m}$$

جرم ناودانی به کار رفته در سازه

$$m_r = m_L \times L$$

جرم ناودانی به کار رفته $m_r =$

جرم یک متر ناودانی $m_L = 8/64 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$

$$m_r = 8/64 \times 2 = 17/28 \text{ kg}$$

$$2000 \text{ mm} = 2000 \text{ mm} \times \frac{1\text{m}}{1000 \text{ mm}} = 2\text{m}$$

محاسبه جرم نیمه ساخته‌های به کار رفته در سازه

$$m = m_1 + m_2 + m_3 + m_4$$

$$m = 0/884 + 1/36 + 2/124 + 17/28 = 21/684 \text{ kg}$$

کار در خانه : تمرین صفحه ۳۱ کتاب را در منزل حل نمایید.

۲-۶- وزن (۱۲-۱- صفحه ۳۱)

توضیح دهید که تمامی اجسام همدیگر را به سمت خود جذب می‌کنند که به آن «نیروی جاذبه بین اجسام» گفته می‌شود. هرچه اندازه جسم بزرگ‌تر باشد جسم دیگر را با نیروی بیشتر جذب خواهد کرد. برای نمونه، کره زمین و ماه همدیگر و سایر اجسام را به سمت خود می‌کشند.

نتیجه‌گیری زیر را روی تخته بنویسید.

به نیرویی که با آن اجسام مختلف جذب کره زمین می‌گردند نیروی وزن گفته می‌شود. یکای کمیت وزن در سیستم SI، نیوتن است و نیوتن عبارت است از «مقدار نیرویی که به جسم یک کیلوگرمی، شتابی برابر یک متر بر مجذور ثانیه وارد کند».

رابطه نیرو که در زیر آمده است روی تخته بنویسید و اجزای آن را تعریف کنید.

$$F = m \times a$$

که در آن

$$F = \text{نیرو بر حسب نیوتن}$$

$$m = \text{جرم بر حسب کیلوگرم}$$

$$a = \text{شتاب جسم بر حسب متر بر مجذور ثانیه}$$

در دنباله آن بگویید یک نیوتن عبارت است از :

$$1\text{N} = 1\text{kg} \times 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1 \frac{\text{kgm}}{\text{s}^2}$$

و اگر شتاب برابر $g = 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ گرفته شود از روابط داده شده وزن به دست می آید.

$$F = m \times a$$

$$w = m \times g$$

نکته : در حل مسائل فنی مربوط به نیرو و وزن مقدار شتاب ثقل زمین را برابر با $9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ در نظر می گیرند.

این اندازه برابر با $9.81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ نیز قابل محاسبه است.

مثال : جرم قطعه ای 100° گرم است وزن آن را محاسبه کنید.

$$m = 100\text{gr} = 0.1\text{kg}$$

$$w = m \times g$$

$$w = m \times g$$

$$w = 0.1\text{kg} \times 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$g = 9.81$$

$$w = 0.981\text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \approx 1\text{N}$$

$$w = ?$$

بنابراین نتیجه گرفته شود جرمی 100° گرمی دارای وزنی در حدود یک نیوتن است.

تمرین : جرم یکی از هنرجویان 60° کیلوگرم است وزن آن را به دست آورید.

پاسخ :

$$m = 60\text{kg}$$

$$w = m \times g$$

$$g = 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$w = 60 \times 9.81$$

$$w = ?\text{N}$$

$$= 588.6\text{N}$$

تمرین : وزن کتابی به جرم یک کیلوگرم را محاسبه کنید.

پاسخ :

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

$$g = 9.81 \frac{m}{s^2}$$

$$w = ? N$$

$$w = m \times g$$

$$w = 1 \times 9.81 = 9.81 N$$

کار در خانه : جرم یک نوزاد ۴ کیلوگرم است وزن این نوزاد در روی زمین و سطح ماه و فضا چقدر است؟
از اعداد زیر برای پرکردن جدول استفاده کنید.

الف) ۶ نیوتون

ب) صفر نیوتون

ج) ۴۰ نیوتون

در اعماق فضا	روی ماه	روی زمین	
			جرم نوزاد
			وزن نوزاد

پاسخ :

در اعماق فضا	روی ماه	روی زمین	
۴ Kg	۴ Kg	۴ Kg	جرم نوزاد
۰ N	۶ N	۴۰ N	وزن نوزاد

توضیح دهید : جرم ماه کمتر از جرم زمین است. بنابراین شتاب جاذبه ماه حدود $\frac{1}{6}$ شتاب جاذبه زمین است. اما اندازه جرم نوزاد در هر دو جای یکسان است.

همان گونه که گفته شده است، نیروی وزن اجسام را می توان از حاصل ضرب جرم جسم در شتاب ثقل آن یا از راه حجم و جرم مخصوص محاسبه کرد، مانند :

$$w = m \times g$$

$$w = v \times \rho \times g$$

$$\text{چون } m = v \times \rho \text{ پس}$$

که در این روابط

$$w = \text{نیروی وزن جسم بر حسب نیوتن}$$

$$m = \text{جرم جسم بر حسب کیلوگرم}$$

$$g = \text{شتاب ثقل بر حسب متر بر مجذور ثانیه}$$

$$\rho = \text{جرم مخصوص بر حسب کیلوگرم بر دسی متر مکعب}$$

$$v = \text{حجم جسم بر حسب دسی متر مکعب}$$

مثال : حجم ۱۰ دسی متر مکعب از آب چند نیوتن وزن دارد؟ جرم مخصوص آب $۱ \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$ است.

$$v = ۱۰ \text{ dm}^3$$

$$w = v \times \rho \times g$$

$$\rho = ۱ \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$$

$$w = ۱۰ \times ۱ \times ۹/۸۱$$

$$g = ۹/۸۱ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$w = ۹۸/۱ \text{ N}$$

کار در خانه : تمرین های صفحه ۳۳ کتاب را حل کنید.

کتاب هایی برای خواندن بیشتر

فرمول ها، آحاد و ارقام در علوم مهندسی، ترجمه مهندس مجید بدیعی

فیزیک زنده، ترجمه اسفندیار معتمدی

آموزه هفتم

هدف‌های رفتاری را روی تخته بنویسید.

هدف‌های رفتاری : هنرجو با یادگیری این آموزه می‌تواند :

- مفهوم زاویه، مقدار زاویه، یکاهای زاویه را توضیح دهد.
- زوایا را به یکاهای مختلف تبدیل کند.
- یکاهای کوچک‌تر درجه را توضیح دهد.
- زاویه مرکزی و زاویه بین دو ضلع در چند ضلعی‌های منتظم را توضیح دهد و محاسبه نماید.
- مجموع زوایای داخلی سه ضلعی و چهارضلعی بسته را توضیح دهد.
- زاویه داخلی سه ضلعی و چهارضلعی بسته را محاسبه کند.
- چهار عمل جبری را روی زوایا انجام دهد.

۷-۱- زاویه (۲-۱- صفحه ۳۴)

شکل ۲-۱ کتاب را روی تخته بکشید و توضیح دهید.

در شکل ۲-۱ یک دایره به مرکز O وجود دارد که دو

شعاع OA و OB از مرکز تا پیرامون دایره رسم شده‌اند.

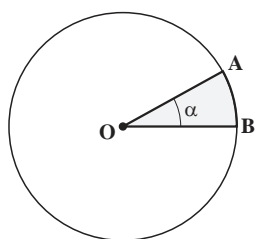
سطح درونی آن دو شعاع را زاویه می‌نامیم و در شکل

با نشانه α نشان می‌دهیم.

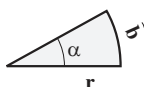
توضیح دهید : برای نشان دادن زاویه بیشتر حروف

یونانی به کار برده می‌شود برخی از این حروف عبارتند از :

α = (آلفا)، β = (بتا)، γ = (گاما)، δ = (دلتا)، ε = (ایپسیلن)، روی تخته بنویسید.



شکل ۷-۱ (۲-۱ کتاب)



۷-۲- یکای زاویه (صفحه ۳۴)

توضیح دهید : می‌دانید که زاویه با درجه اندازه‌گذاری می‌شود. درجه یکایی است که در صنعت نیز به کار می‌رود.

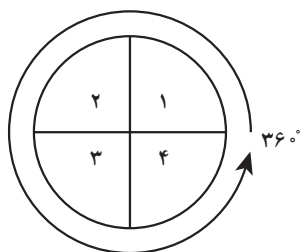
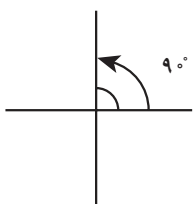
دو خط عمود با هم زاویه 90° درجه می‌سازند

که به آن زاویه قائمه یا راست می‌گویند. چون یک

دایره چهار زاویه راست دارد، پس یک دایره 360°

درجه است.

شکل ۷-۲ را روی تخته رسم کنید.



شکل ۷-۲ (زاویه قائمه و 360° درجه)

توضیح دهید: یکای دیگری نیز برای اندازه گیری زاویه به کار می رود که رادیان نامیده می شود. رادیان با rad نشان داده می شود.

اندازه رادیان: اگر روی محیط دایره از نقطه ای مانند A کمانی به اندازه شعاع دایره رسم کنیم و نقطه دوم (B) را به مرکز دایره (O) وصل کنیم اندازه زاویه به دست آمده یک «رادیان» خواهد بود. اندازه زاویه از رابطه زیر به دست می آید:

(رابطه را روی تخته بنویسید)

$$\text{اندازه زاویه بر حسب رادیان} = \frac{\text{طول کمان مقابل به زاویه}}{\text{شعاع دایره}}$$

بر اساس شکل ۲-۱ کتاب، اندازه زاویه بر حسب رادیان به این ترتیب نوشته می شود:

$$\alpha = \frac{\widehat{b}}{r}$$

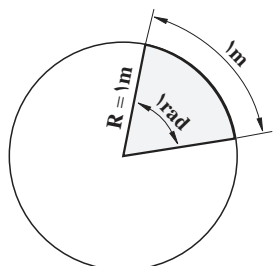
که در آن:

α = اندازه زاویه بر حسب رادیان

\widehat{b} = طول کمان مقابل به زاویه

r = شعاع دایره (طول ضلع زاویه)

شکل ۲-۲ را روی تخته بکشید



توضیح دهید: در این شکل یکای زاویه رادیان (rad) است. «اندازه رادیان در دایره ای به شعاع یک متر، برابر است با نسبت طول کمانی به اندازه یک متر به شعاع آن دایره». رابطه زیر را روی تخته بنویسید.

شکل ۲-۳ (شکل ۲-۲ کتاب)

$$1 \text{ rad} = \frac{1 \text{ m}}{1 \text{ m}}$$

توضیح دهید: به عبارت دیگر یک رادیان زاویه مرکزی در یک دایره است که طول کمان روبه روی آن، برابر شعاع دایره باشد.

مثال: شعاع دایره ای ۲۰۰ سانتی متر است. طول کمان روبه رو به زاویه ای از این دایره که برابر یک رادیان است چه اندازه

خواهد بود؟

پاسخ:

توضیح دهید: چون در زاویه یک رادیان طول کمان روبه رو برابر با شعاع دایره است و شعاع دایره در مثال برابر ۲۰۰

سانتی متر، بنابراین طول کمان مقابل به زاویه نیز ۲۰۰ سانتی متر خواهد بود.

مثال ۱ (صفحه ۳۵): در دایره ای به شعاع ۱۰۰ میلی متر حساب کنید:

الف) زاویه مقابل به کمانی به طول $\widehat{b} = 150 \text{ mm}$

ب) زاویه دایره کامل بر حسب رادیان

پاسخ:

توضیح دهید: نخست داده ها و خواسته مثال را می نویسیم و پاسخ را با رابطه ۲-۱ به دست می آوریم:

شعاع دایره: $r = 100 \text{ mm}$

طول کمان $\widehat{b} = 150 \text{ mm}$

$\alpha = ?$: زاویه مقابل به طول کمان

$$\alpha = \frac{\widehat{b}}{r} = \frac{۱۵^\circ \text{mm}}{۱۰^\circ \text{mm}} = ۱/۵ \text{rad} \quad (\text{الف})$$

(ب) برای زاویه کامل دایره، دور تا دور دایره یا پیرامون آن

$$\alpha = \frac{\widehat{b}}{r}$$

طول قوس کامل یک دایره \widehat{b} برابر محیط دایره است که آن برابر $u = 2r\pi$ است.

بنابراین خواهیم داشت :

$$\alpha = \frac{2r\pi}{r} = 2\pi \quad \text{زاویه دایره کامل بر حسب رادیان}$$

$$\alpha = \frac{2 \times ۱۰^\circ \times ۳/۱۴}{۱۰^\circ} = ۶/۲۸$$

توضیح دهید : زاویه داخلی یک دایره در مثال 2π به دست آمد که این زاویه چون 360° درجه است پس :

$$2\pi \text{ rad} = 360^\circ \text{ از این رابطه می توان برابری های زیر را نوشت :}$$

روی تخته بنویسید :

$$\frac{360^\circ}{4} = \frac{2\pi \text{ rad}}{4} \Rightarrow 90^\circ = \frac{\pi}{2} \text{ rad}$$

توضیح دهید : با توجه به این که زاویه راست 90° یا $\frac{\pi}{2}$ رادیان است، پس می توان نوشت :

$$\frac{1}{90^\circ} L = \frac{\pi}{90^\circ} \Rightarrow 1^\circ = \frac{\pi}{180^\circ} \text{ rad}$$

شکل ۳-۷ را روی تخته رسم کنید و توضیح دهید.

برآورد برابری رادیان و درجه تناسب زیر را روی تخته بنویسید.

$$\frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rad}} = \frac{360^\circ}{x^\circ} \Rightarrow x^\circ = \frac{1 \text{ rad} \times 360^\circ}{2\pi \text{ rad}} = 57/3^\circ$$

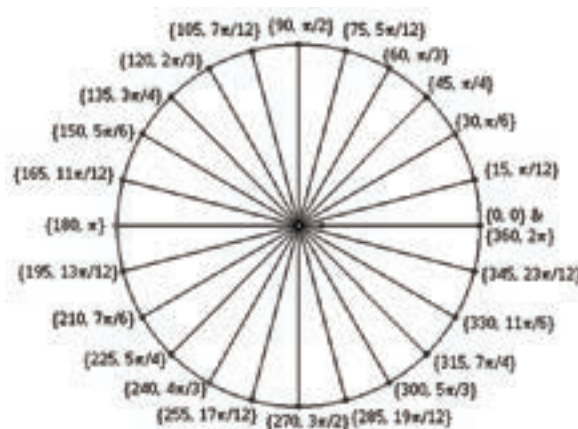
$$1 \text{ rad} = 57/3^\circ$$

برابری رادیان و درجه را روی تخته بنویسید و توضیح دهید :

$$1^\circ = \frac{\pi}{180^\circ} \text{ rad}$$

$$1 \text{ rad} = 57/3^\circ$$

شکل ۴-۷ برای چند زاویه بر حسب درجه و رادیان



مثال دوم صفحه ۳۵ کتاب : زاویه $\alpha = 3^\circ$ را به رادیان تبدیل کنید.

پاسخ : ابتدا رابطه مقدار یک درجه بر حسب رادیان نوشته شود

$$\alpha = 1^\circ = \frac{\pi}{180^\circ} \text{ rad}$$

به هنجریان بگویید : یک درجه برابر $\frac{\pi}{180^\circ} \text{ rad}$ است، پس 3° درجه برابر خواهد بود :

$$\alpha = 3^\circ = 3^\circ \times \frac{\pi}{180^\circ} \text{ rad} = \frac{3^\circ \times \pi}{180^\circ} = \frac{\pi}{60} \text{ rad}$$

مثال : زاویه $\alpha = 6^\circ$ را به رادیان تبدیل کنید.

پاسخ :

$$\alpha = 6^\circ = 6^\circ \times \frac{\pi}{180^\circ} \text{rad} = \frac{\pi}{30} \text{rad}$$

تمرین : زاویه $\alpha = 12^\circ$ را به رادیان تبدیل کنید.

$$\alpha = 12^\circ = 12^\circ \times \frac{\pi}{180^\circ} \text{rad} = \frac{2\pi}{30} \text{rad}$$

کار در خانه : زوایای $\alpha = 15^\circ$ و $\alpha = 21^\circ$ را به رادیان تبدیل کنید.

پاسخ :

$$\alpha = 15^\circ = 15^\circ \times \frac{\pi}{180^\circ} \text{rad} = \frac{5\pi}{60} \text{rad}$$

$$\alpha = 21^\circ = 21^\circ \times \frac{\pi}{180^\circ} \text{rad} = \frac{7\pi}{60} \text{rad}$$

مثال سوم صفحه ۳۵ : زاویه $\beta = 733^\circ$ چند درجه است؟

پاسخ : چون در موارد فوق محاسبه گردید که $1 \text{rad} = 57/3^\circ$ بنابراین خواهیم داشت :

$$\beta = 733^\circ \text{rad} = 733^\circ \times 1 \text{rad}$$

$$= 733^\circ \times 57/3^\circ$$

$$= 42^\circ$$

مثال : زاویه $\alpha = \frac{\pi}{6} \text{rad}$ برحسب درجه محاسبه شود.

پاسخ :

$$\alpha = \frac{\pi}{6} \text{rad} = \frac{\pi}{6} \times 57/3^\circ = \frac{3/14}{6} \times 57/3^\circ = 3^\circ$$

تمرین : زاویه $\alpha = \frac{\pi}{4} \text{rad}$ برحسب درجه محاسبه شود .

پاسخ :

$$\alpha = \frac{\pi}{4} \text{rad} = \frac{\pi}{4} \times 57/3^\circ$$

$$= \frac{3/14}{4} \times 57/3^\circ$$

$$= 45^\circ$$

کار در خانه : زاویه $\alpha = \frac{3\pi}{4} \text{rad}$ را برحسب درجه محاسبه نمایید.

پاسخ :

$$\alpha = \frac{3\pi}{4} \text{rad} = \frac{3\pi}{4} \times 57/3^\circ$$

$$= \frac{3 \times 3/14}{4} \times 57/3^\circ$$

$$= 27^\circ$$

۳-۷- اجزای درجه (صفحه ۳۵)

نام	علامت
درجه	°
دقیقه	'
ثانیه	"

توضیح دهید: یکاهای کوچکتر درجه عبارت‌اند از دقیقه و ثانیه.

موارد زیر را در باره علامت هر کدام و تبدیل یکا روی تخته بنویسید.
تبدیلات

$$1^{\circ} = 60'$$

$$1' = 60''$$

$$1^{\circ} = 60' = 3600''$$

توضیح دهید: در محاسبات صنعتی معمولاً اندازه زاویه به صورت اعشاری به دست می‌آید، بنابراین نیاز است که این اعداد

به درجه، دقیقه و ثانیه تبدیل شوند.

مثال: اندازه $45/4^{\circ}$ را برحسب درجه و اجزای آن به دست آورید.

پاسخ: مثال را با روش زیر حل کنید.

$$\begin{array}{rcl} 45^{\circ} & = & 45^{\circ} \\ 0/4^{\circ} = 0/4 \times 60' & = & 24' \\ \hline 45/4^{\circ} & = & 45^{\circ}, 24' \end{array}$$

مثال: $64/38^{\circ}$ را برحسب درجه و اجزای آن به دست آورید.

$$\begin{array}{rcl} 64^{\circ} & = & 64^{\circ} \\ 0/38^{\circ} = 0/38 \times 60' & = & 22/8' \\ 0/8' = 0/8 \times 60'' & = & 48'' \\ \hline 64/38^{\circ} & = & 64^{\circ}, 22', 48'' \end{array}$$

پاسخ:

تمرین: اندازه زاویه‌ای $\alpha = 5/71^{\circ} 6'$ است، اندازه آن را برحسب درجه و اجزای آن به دست آورید.

پاسخ:

$$\begin{array}{rcl} 5^{\circ} & = & 5^{\circ} \\ 0/71^{\circ} 6' = 0/71 \times 60' + 6' & = & 42/636' \\ 0/636' = 0/636 \times 60'' & = & 3816'' \\ \hline 5/71^{\circ} 6' & = & 5^{\circ}, 42', 38''/16 \end{array}$$

کار در خانه: زاویه مخروطی $2^{\circ}, 51', 4''$ است. اندازه این زاویه را برحسب درجه حساب کنید.

$$\begin{array}{rcl} 2^{\circ} & = & 2^{\circ} \\ 51' = \frac{51^{\circ}}{60} & = & 0/85 \\ 4'' = \frac{4^{\circ}}{60 \times 60} & = & 0/011 \\ \hline S \quad 2^{\circ}, 51', 4'' & = & 2/861^{\circ} \end{array}$$

در ادامه، زاویه‌های n ضلعی‌های منظم شکل ۲-۳ را روی تخته بکشید و زوایای α و β روی آن را مشخص کنید. سپس رابطه‌های ۲-۳ و ۲-۴ را روی تخته بنویسید و اجزای آن‌ها را توضیح دهید.

$$\alpha = \frac{36^\circ}{n} \quad (2-3)$$

$$\beta = 180^\circ - \frac{36^\circ}{n} \quad (2-4)$$

که در آن‌ها

α = زاویه مرکزی مقابل به یک ضلع در چندضلعی منتظم

n = تعداد اضلاع

β = زاویه بین دو ضلع چند ضلعی منتظم

مثال: در یک پنج ضلعی منتظم، زاویه مرکزی مقابل به یک ضلع (α) و زاویه بین دو ضلع (β) را به دست آورید.

پاسخ: از رابطه ۲-۳ مقدار α را به دست آورید.

$$n=5$$

$$\alpha=?$$

$$\beta=?$$

$$\alpha = \frac{36^\circ}{n} = \frac{36^\circ}{5} = 7.2^\circ$$

و از رابطه (۲-۴) مقدار β را به دست آورید.

$$\beta = 180^\circ - \frac{36^\circ}{n}$$

$$= 180^\circ - \frac{36^\circ}{5}$$

$$= 172.8^\circ$$

تمرین: زاویه مرکزی مقابل به ضلع و نیز زاویه بین دو ضلع یک شش ضلعی منتظم را به دست آورید.

پاسخ:

$$n=6$$

$$\alpha = \frac{36^\circ}{n} = \frac{36^\circ}{6} = 6^\circ$$

$$\alpha=?$$

$$\beta=?$$

$$\beta = 180^\circ - \frac{36^\circ}{6} = 174^\circ$$

کار در خانه: زاویه مرکزی مقابل به ضلع و نیز زاویه بین دو ضلع را در یک دوازده ضلعی منتظم محاسبه نمایید.

پاسخ:

$$n=12$$

$$\alpha = \frac{36^\circ}{n}$$

$$\alpha=?$$

$$\beta=?$$

$$= \frac{36^\circ}{12} = 3^\circ$$

$$\beta = 180^\circ - \alpha = 180^\circ - 3^\circ$$

$$\beta = 177^\circ$$

۴-۷- چهار عمل اصلی زوایا (صفحه ۳۶)

— جمع درجه

توضیح دهید: در جمع زاویه‌ها اعدادی که کمیت‌های یکسان دارند با هم (به ترتیب ثانیه با ثانیه و دقیقه با دقیقه و درجه با درجه) جمع می‌شوند و باید در نظر گرفت که به ازای هر 60° ثانیه یکی به دقیقه و به ازای هر 60° دقیقه یکی به درجه اضافه می‌شود.

مثال: حاصل جمع دو زاویه را به دست آورید.

$$30^\circ, 40', 50'' + 20^\circ, 30', 40''$$

پاسخ: موارد زیر را با حل مثال توضیح دهید.

ابتدا اندازه دو زاویه را زیر هم بنویسید، به گونه‌ای که درجه زیر درجه، دقیقه زیر دقیقه و ثانیه زیر ثانیه باشد. سپس حاصل را محاسبه کنید.

$$30^\circ, 40', 50''$$

$$+ 20^\circ, 30', 40''$$

$$\begin{array}{r} \text{-----} \\ = 50^\circ, 70', 90'' \end{array}$$

$$= 50^\circ, 71', 30''$$

$$= 51^\circ, 11', 30''$$

تبدیل ثانیه به دقیقه

تبدیل دقیقه به درجه

در پاسخ به دست آمده به ازای هر 60° ثانیه یک واحد به دقیقه و به ازای هر 60° دقیقه یک واحد به درجه اضافه می‌شود. بنابراین خواهیم داشت 60° ثانیه کم و یک واحد به دقیقه اضافه می‌شود.

$$50^\circ, 71', 30''$$

$$60^\circ \text{ دقیقه کم و یک واحد به درجه اضافه می‌شود. } 51^\circ, 11', 30''$$

— تفریق درجه

درباره تفریق زاویه‌ها توضیح دهید:

در تفریق زاویه‌ها به ترتیب ثانیه از ثانیه و دقیقه از دقیقه و درجه از درجه کسر می‌شود و باید در نظر گرفت که اگر عدد بالایی ثانیه از عدد پایینی کوچک‌تر باشد 60° ثانیه به عدد بالا اضافه و یک یکان از رقم دقیقه بالایی کم می‌شود و به همین ترتیب در مورد دقیقه نیز عمل می‌گردد.

$$\text{مثال: (صفحه ۳۷)} \quad 38^\circ, 36', 37'' - 61^\circ, 34', 42''$$

پاسخ:

توضیح دهید: نخست اعداد با کمیت یکسان را به ترتیب گفته شده زیر هم بنویسید.

$$61^\circ, 34', 42''$$

$$- 38^\circ, 36', 37''$$

چون در ستون دقیقه عدد $36'$ از عدد $34'$ بزرگ‌تر است پس یک واحد از ستون درجه کم و 60° دقیقه به ستون دقیقه در

$$60^\circ, 94', 42''$$

$$- 38^\circ, 36', 37''$$

$$\text{-----}$$

$$22^\circ, 58', 15''$$

عدد رویی اضافه می‌گردد.

— ضرب درجه

توضیح دهید: زاویه‌ها را در یکدیگر نمی‌توان ضرب کرد ولی زاویه را به منظور چند برابر کردن می‌توان در عددی ضرب کرد. به این صورت که عدد به ترتیب در ثانیه و دقیقه و درجه ضرب و حاصل ضرب هر کدام جداگانه نوشته می‌شود. اگر حاصل ضرب ثانیه و دقیقه بیشتر از عدد 60° باشد به ازای هر 60° ثانیه اضافی یک واحد به دقیقه و هم چنین به ازای هر 60° دقیقه اضافی یک واحد به درجه حاصل ضرب اضافه و نتیجه ساده شده نوشته می‌شود.

مثال صفحه ۳۸ و توضیح پاسخ را روی تخته بنویسید.

$$5 \times (62^\circ, 34', 56'')$$

مثال:

پاسخ: عدد ۵ جداگانه در درجه، دقیقه و ثانیه ضرب می‌گردد.

$$62^\circ \times 5 = 310^\circ$$

$$34' \times 5 = 170'$$

$$56'' \times 5 = 280''$$

$$310^\circ, 170', 280''$$

سپس به روش گفته شده حاصل ضرب ساده شود.

$$312^\circ, 54', 40''$$

— تقسیم زاویه

توضیح دهید: دو زاویه را نمی‌توان بر هم تقسیم نمود، ولی زاویه را می‌توان به عددی تقسیم کرد. به این ترتیب که نخست اندازه زاویه بر حسب درجه به عدد مورد نظر تقسیم می‌شود. اگر باقی مانده‌ای به دست آمد در 60° ضرب و با عدد دقیقه همان زاویه جمع و بر عدد مقسوم علیه تقسیم می‌شود و این عمل را در مورد دقیقه و ثانیه نیز انجام می‌دهند.

کار در خانه: زاویه $33^\circ, 17', 28''$ را بر ۴ تقسیم کنید.

$$33^\circ, 17', 28'' \div 4$$

$$33^\circ \div 4 = \boxed{8^\circ}$$

$$\underline{-32^\circ}$$

$$1^\circ \Rightarrow 60'$$

$$+17'$$

$$= 77' \Rightarrow 77' \div 4 = \boxed{19'}$$

$$\underline{-76'}$$

$$= 1' = 60'' \Rightarrow 60''$$

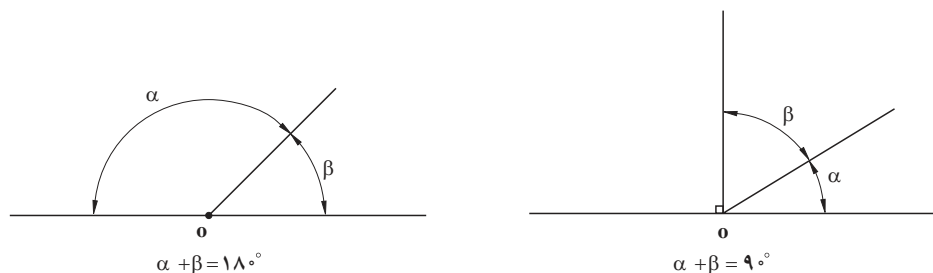
$$+ 28''$$

$$= 88'' \Rightarrow 88'' \div 4 = \boxed{22''}$$

$$\underline{-88''}$$

$$= 0 \Rightarrow \underline{33^\circ, 17', 28''} \div 4 = \boxed{8^\circ 19' 22''}$$

یادآوری برخی از قضایای هندسی (۲-۲ صفحه ۳۸)
 شکل سمت چپ از شکل ۲-۴ را روی تخته رسم کنید.



شکل ۷-۵ (شکل ۲-۴ کتاب سمت چپ)

توضیح دهید: دو زاویه را متمم گویند اگر مجموع زوایای آنها 90° درجه باشد و در ادامه، رابطه دو زاویه متمم را روی تخته بنویسید.

$$\alpha + \beta = 90^\circ \text{ رابطه دو زاویه متمم}$$

مثال: اگر β و α دو زاویه متمم باشند و اندازه $\alpha = 4^\circ$ است، اندازه زاویه β را به دست آورید.

پاسخ:

$$\alpha = 4^\circ$$

$$\beta = ?$$

$$\alpha + \beta = 90^\circ$$

$$\beta = 90^\circ - \alpha$$

$$\beta = 90^\circ - 4^\circ = 86^\circ$$

تمرین: دو زاویه β و α متمم یکدیگرند. اگر اندازه زاویه α دو برابر اندازه β باشد اندازه دو زاویه را به دست آورید.

پاسخ:

اگر اندازه زاویه $\beta = 1$ فرض کنیم، اندازه زاویه $\alpha = 2 \times 1 = 2$ خواهد بود و چون اندازه زاویه متمم برابر 90° می باشد خواهیم داشت:

$$\alpha + \beta = 90^\circ$$

$$\alpha = 2\beta$$

$$\alpha = ?$$

$$\beta = ?$$

$$\alpha + \beta = 90^\circ$$

$$2\beta + \beta = 90^\circ$$

$$3\beta = 90^\circ \Rightarrow \beta = \frac{90^\circ}{3} = 30^\circ$$

$$\alpha = 30^\circ \times 2 = 60^\circ$$

توضیح دهید: اگر مجموع دو زاویه 180° باشد آن دو زاویه را مکمل یکدیگر گویند.

رابطه دو زاویه مکمل را روی تخته بنویسید.

$$\alpha + \beta = 180^\circ$$

مثال: دو زاویه β و α مکمل یکدیگرند. اگر اندازه $\alpha = 5^\circ$ باشد اندازه β را به دست آورید.

پاسخ:

$$\alpha = 5^\circ$$

$$\beta = ?$$

$$\alpha + \beta = 180^\circ$$

$$\beta = 180^\circ - \alpha$$

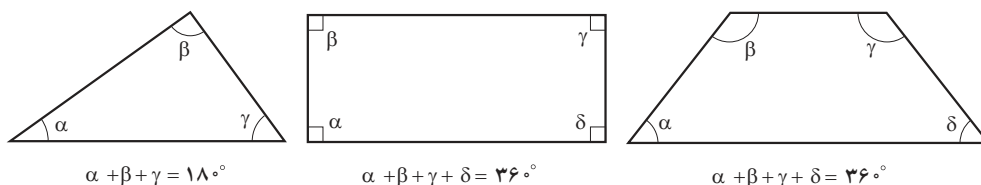
$$\beta = 180^\circ - 5^\circ = 175^\circ$$

تمرین : اندازه $\alpha = 38^\circ$ و $\beta = 52^\circ$ است. متمم یا مکمل بودن این دو زاویه را با یکدیگر بررسی کنید.
پاسخ :

$$52^\circ + 38^\circ = 90^\circ$$

طبق تعریف، دو زاویه α و β با یکدیگر متمم هستند.

شکل ۲-۵ صفحه ۳۹ کتاب را روی تخته رسم نمایید.



شکل ۷-۶ (شکل ۲-۵ کتاب)

توضیح دهید : مجموع زوایای داخلی هر مثلث 180° و مجموع زوایای داخلی هر چهارضلعی بسته 360° است .
مثال های زیر را در کلاس با ارائه توضیح حل کنید.

پرسش : اندازه یک زاویه مثلث قائم الزاویه ای $\alpha = 3^\circ$ است. اندازه زاویه دیگر آن را معین کنید.

پاسخ : مثلث قائم الزاویه است پس یک زاویه آن 90° و زاویه دیگر آن با شرح مثال 3° است و چون مجموع زوایای یک مثلث 180° است، بنابراین خواهیم داشت :

$$\begin{aligned} \alpha &= 3^\circ & \alpha + \beta + \gamma &= 180^\circ \\ \beta &= 90^\circ & 3^\circ + 90^\circ + \gamma &= 180^\circ \\ \alpha + \beta + \gamma &= 180^\circ & \gamma &= 180^\circ - 12^\circ = 6^\circ \\ \gamma &=? \end{aligned}$$

مثال : در یک چهار ضلعی بسته، اندازه زوایای داخلی برابر هم اند. اندازه هر کدام از زوایای آن را محاسبه نمایید.

پاسخ : توضیح دهید : چون چهار ضلعی بسته است، بنابراین چون مجموع زوایای داخلی آن 360° درجه و هر چهار زاویه داخل با هم برابرند، بنابراین اندازه هر زاویه با هم برابر خواهد بود.

روی تخته بنویسید :

$$\begin{aligned} \alpha + \beta + \gamma + \delta &= 360^\circ & \alpha + \beta + \gamma + \delta &= 360^\circ \\ \alpha = \beta = \gamma = \delta & & 4\alpha &= 360^\circ \\ & & \alpha &= \frac{360^\circ}{4} = 90^\circ \end{aligned}$$

کار در خانه : تمرین های صفحه ۳۹ و ۴۰ کتاب را برای جلسه آینده حل کنید.

آموزه هشتم

تمرین‌های دوره‌ای

آموزه نهم

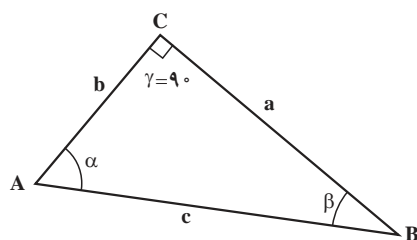
هدف‌های رفتاری را روی تخته بنویسید.

هدف‌های رفتاری : هنرجو با یادگیری این آموزه می‌تواند :

- قضیه اول فیثاغورث را توضیح دهد و مسائل مربوط به آن را حل کند.
- قضیه دوم فیثاغورث را توضیح دهد و مسائل مربوط به آن را حل کند.
- قضیه تالس را توضیح دهد و مسائل مربوط به آن را حل کند.

۹-۱- اشکال هندسی، زوایا، مباحث عمومی هندسه

قضیه فیثاغورث (صفحه ۴۰)



شکل ۹-۱ (شکل ۲-۹ کتاب)

شکل ۹-۱ را روی تخته رسم نماید و توضیح دهد گوشه‌های مثلث را بیشتر با حروف بزرگ A, B, C و اضلاع مثلث را با حروف کوچک a, b, c و زوایای مثلث را با α, β, γ مشخص می‌نمایند.

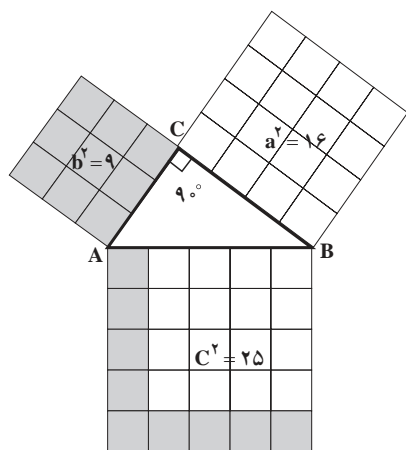
توضیح دهید: «اگر مساحت مربعی که یک ضلع آن a باشد با مساحت مربعی که یک ضلع آن b است جمع شود، حاصل جمع برابر مساحت مربعی می‌شود که ضلع آن برابر c است و رابطه زیر بین اضلاع آن سه مربع برقرار است:

$$c^2 = a^2 + b^2$$

مثال: در مثلث قائم‌الزاویه شکل ۹-۲، دو ضلع مجاور زاویه قائمه به ترتیب $a=4$ و $b=3$. اندازه وتر آن مثلث را به دست آورید.

پاسخ: اندازه وتر آن (c)، با توجه به شکل ۹-۲، مشخص می‌گردد که مساحت مربع ضلع c برابر مساحت مربع ضلع a است، به علاوه مساحت مربع ضلع b.

برای نشان دادن درستی این موضوع، از هنرجویان خواسته شود تعداد مربع‌های کوچک داخل هر ضلع را در شکل ۹-۲ بشمارند.



شکل ۹-۲ (شکل ۲-۱۰ کتاب)

۹-۱-۱ قضیه اول فیثاغورث:

قضیه اول فیثاغورث را روی تخته بنویسید.

پاسخ: در هر مثلث راست گوشه، مربع وتر با مجموع مربع دو ضلع دیگر برابر است.

$$c^2 = a^2 + b^2 \Rightarrow \begin{cases} a^2 = c^2 - b^2 \\ b^2 = c^2 - a^2 \end{cases} \quad \text{روی تخته بنویسید :}$$

مثال (صفحه ۴۱ کتاب): در یک مثلث قائم الزاویه (راست گوشه)، ضلع مجاور به زاویه راست $a = ۸۵$ میلی متر و وتر آن $c = ۱۶۰$ میلی متر است. حساب کنید :

الف) ضلع سوم (b)

ب) مساحت مثلث بر حسب سانتی متر مربع

پاسخ :

الف) طول سوم (b)

پاسخ : داریم

$$a = ۸۵ \text{ mm}$$

$$c^2 = a^2 + b^2$$

$$b^2 = ۱۸۳۷۵$$

$$c = ۱۶۰ \text{ mm}$$

$$۱۶۰^2 = ۸۵^2 + b^2$$

$$b = \sqrt{۳۲۸۲۵}$$

$$b = ?$$

$$b \approx ۱۳۵ / ۵ \text{ mm}$$

ب) مساحت مثلث بر حسب سانتی متر مربع

$$\frac{g.h}{۲}$$

$$g = b = ۱۳۵ \text{ mm} = ۱۳ / ۵ \text{ cm}$$

$$h = a = ۸۵ \text{ mm} = ۸ / ۵ \text{ cm}$$

$$A = \frac{۱۳ / ۵ \times ۸ / ۵}{۲} = ۵۷ / ۳۸ \text{ cm}^2$$

$$A = ? \text{ cm}^2$$

تمرین : در مثلث قائم الزاویه‌ای که ضلع‌های مجاور به زاویه قائمه آن به ترتیب $a = ۹ \text{ mm}$ و $b = ۱۲ \text{ mm}$ است طول وتر و مساحت آن را بر حسب سانتی متر مربع محاسبه نمایید.

پاسخ :

طول وتر :

$$a = ۹ \text{ mm}$$

$$c^2 = a^2 + b^2$$

$$b = ۱۲ \text{ mm}$$

$$c = \sqrt{۹^2 + ۱۲^2}$$

$$c = ?$$

$$A = ? \text{ cm}^2$$

$$c = ۱۵ \text{ mm}$$

مساحت مثلث :

$$g = b = ۱۲ \text{ mm} = ۱ / ۲ \text{ cm}$$

$$A = \frac{g.h}{۲}$$

$$h = a = ۹ \text{ mm} = ۰ / ۹ \text{ cm}$$

$$A = \frac{۱ / ۲ \times ۰ / ۹}{۲} = ۰ / ۵۴ \text{ cm}^2$$

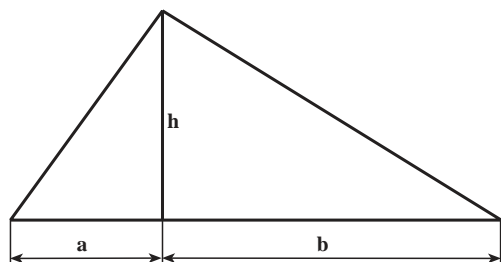
کار در خانه : طول ضلع مثلث قائم الزاویه‌ای را که وتر آن ۳۵ میلی متر و ارتفاع آن ۲۱ میلی متر است، محاسبه نمایید.

پاسخ:

$$c = 35 \text{ mm} \quad \text{ارتفاع} = a$$

$$a = 21 \text{ mm} \quad \text{قاعده} = b \quad b^2 = c^2 - a^2$$

$$b = ? \quad \text{وتر} = c \quad b = \sqrt{35^2 - 21^2} = 28 \text{ mm}$$



$$h^2 = a \cdot b$$

شکل ۹-۳ (شکل ۲-۱۲ کتاب)

۲-۱-۹ قضیه دوم فیثاغورث:

شکل ۲-۱۲ را روی تخته رسم کنید.

توضیح دهید: در هر مثلث راست گوشه ارتفاع وارد بر وتر واسطه

هندسی بین دو قطعه تقسیم شده وتر است.

رابطه زیر را روی تخته بنویسید.

$$h^2 = a \cdot b$$

که در آن ارتفاع وارد بر وتر است.

اشتباه رایج: برخی از هنرجویان در این رابطه می‌پندارند a و b دو

ضلع مثلث است. برای جلوگیری از این اشتباه شاید بهتر باشد این رابطه را

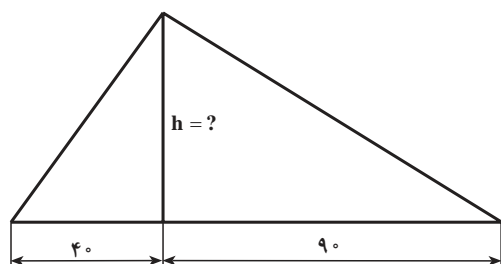
به روش زیر بنویسید. $h^2 = c_1 \times c_2$

مثال (صفحه ۴۲ کتاب): در مثلث راست گوشه شکل ۲-۱۳ ارتفاع وارد بر وتر (h) را حساب کنید.

پاسخ:

شکل ۲-۱۳ کتاب را روی تخته رسم و عدد گذاری کنید.

روش پاسخ را روی تخته بنویسید و توضیح دهید.



شکل ۹-۴ (شکل ۲-۱۳ کتاب)

$$a = 40 \text{ mm} \quad h^2 = a \cdot b \quad h = \sqrt{40 \times 90}$$

$$b = 90 \text{ mm} \quad h = \sqrt{a \cdot b} \quad h = \sqrt{3600}$$

$$h = ? \quad h = 60 \text{ mm}$$

تمرین: در مثلث راست گوشه شکل ۲-۱۴ مقادیر $h = 50 \text{ mm}$ و $b = 30 \text{ mm}$ است، مقدار a را به دست آورید.

پاسخ:

$$h = 50 \text{ mm}$$

$$b = 30 \text{ mm}$$

$$a = ?$$

$$h^2 = a \cdot b$$

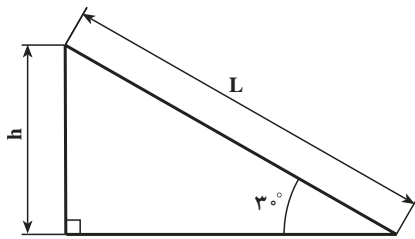
$$a = \frac{h^2}{b}$$

$$a = \frac{50^2}{30} = \frac{2500}{30}$$

$$a = 83 \text{ mm}$$

۹-۲- قضیه تالس (صفحه ۴۲)

شکل ۱۴-۲ (صفحه ۴۲) را روی تخته رسم کند.



$$h = \frac{1}{2}L$$

شکل ۵-۹ (شکل ۱۴-۲ کتاب)

بنویسید و توضیح دهید :

قضیه تالس : در هر مثلث راست گوشه ضلع روبه روی زاویه 30° نصف وتر است.

$$h = \frac{1}{2}L$$

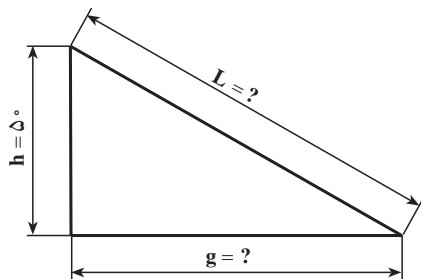
که در آن

L - وتر مثلث قائم الزاویه

h - ضلع مقابل به زاویه 30°

مثال (مثال دوم صفحه ۴۲) : طول ضلع g را در شکل ۱۵-۲ محاسبه

کنید.



شکل ۶-۹ (شکل ۱۵-۲ کتاب)

L - وتر مثلث راست گوشه

h - ضلع روبه روی زاویه 30° درجه

پاسخ :

توضیح دهید : پاسخ این مسئله را می توانیم از رابطه تالس و فیثاغورث به

دست آوریم. ابتدا اندازه ضلع L را به دست می آوریم.

$$h = 50 \text{ mm}$$

$$h = \frac{1}{2}L$$

$$L = ?$$

$$g = ?$$

$$L = 2 \times h$$

$$L = 2 \times 50 = 100 \text{ mm}$$

سپس با قضیه اول فیثاغورث اندازه g را به دست آورید.

$$a^2 = c^2 - b^2$$

$$g^2 = L^2 - h^2$$

$$L = 100$$

$$g = \sqrt{L^2 - h^2}$$

$$g = \sqrt{100^2 - 50^2}$$

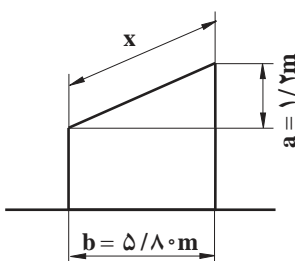
$$b = 50$$

$$g = \sqrt{7500} \Rightarrow g = 86.6$$

مثال را به ترتیب زیر، همراه با توضیح دادن، روی تخته حل نماید.

مثال (صفحه ۴۳ کتاب) : برای ساخت سقف گاراژی اندازه x مورد نیاز است. با توجه

به ابعاد داده شده، اندازه آن را به دست آورید.



شکل ۷-۹ (شکل ۱۶-۲ کتاب)

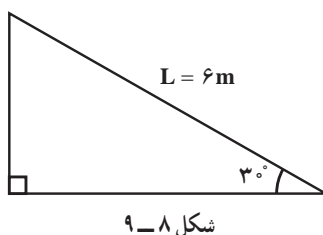
پاسخ:

توضیح دهید: اگر بخش بالایی شکل ۱۶-۲ را بررسی کنید در آن مثلثی می بینید که ضلع قاعده آن $b = 5/8$ m و ارتفاع آن $a = 1/2$ m است. چون این مثلث راست گوشه است، بنابراین برای به دست آوردن پاسخ می توانید رابطه اول فیثاغورث را به کار ببرید.

$$\begin{array}{llll} a = 1/2 \text{ m} & x^2 = a^2 + b^2 & x = \sqrt{1/2^2 + 5/8^2} & x = \boxed{5/92 \text{ m}} \\ b = 5/8 \text{ m} & x = \sqrt{a^2 + b^2} & x = \sqrt{35/64} & \\ x = ? & & & \end{array}$$

تمرین: اگر در مثلث راست گوشه ای مانند شکل ۱۴-۲ $L = 6$ m باشد

محیط این مثلث چند متر است؟



پاسخ: برای محاسبه محیط مثلث باید اندازه هر سه ضلع را به دست آورید. از رابطه تالس خواهیم داشت:

$$\begin{array}{ll} L = 6 \text{ m} & h = \frac{1}{2} c \\ \angle \alpha = 30^\circ & h = \frac{1}{2} \times 6 = 3 \text{ m} \\ b = ? & \\ h = ? \text{ ضلع روبرو به زاویه } 30^\circ \text{ درجه} & \end{array}$$

توضیح دهید: برای محاسبه قاعده مثلث قضیه اول فیثاغورث به کار برده می شود.

$$\begin{array}{lll} L = 6 \text{ m} & b^2 = c^2 - a^2 & \text{محیط مثلث برابر خواهد بود} \\ h = 3 \text{ m} & g^2 = L^2 - h^2 & u = L + h + g \\ \text{قاعده مثلث? } g & g = \sqrt{L^2 - h^2} = \sqrt{6^2 - 3^2} & u = 6 + 3 + 5 = 14 \text{ m} \\ & g = \sqrt{25} = 5 \text{ m} & \end{array}$$

آموزه دهم

هدف‌های رفتاری را روی تخته بنویسید.

هدف‌های رفتاری: هنرجو با یادگیری این آموزه می‌تواند:

- روابط مثلثاتی را توضیح دهد.
- روابط بین زوایا را توضیح دهد.
- روابط بین زوایا و اضلاع در مثلث راست گوشه را توضیح دهد.

۱-۱- روابط مثلثاتی (۳-۲ صفحه ۴۴)

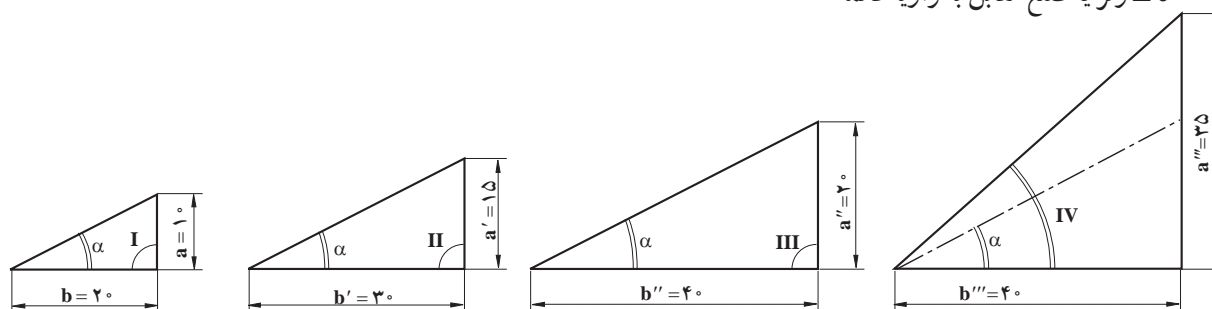
شکل ۲۱-۲ را روی تخته رسم نمایید.

توضیح دهید:

a - ضلع مقابل به زاویه α و مجاور به زاویه β

b - ضلع مقابل به زاویه β و مجاور به زاویه α

c - وتر یا ضلع مقابل به زاویه قائمه



شکل ۱-۱- (شکل ۲-۲ کتاب)

به هنرجویان یادآور شوید ترتیب گفته شده اضلاع و زوایا در طول این آموزه تغییر نمی‌کند و بر مبنای آن‌ها مطالب مورد نظر

گفته می‌شود.

روابط بین زوایا و اضلاع در مثلث قائم الزامیه

شکل ۲۲-۲ را روی کتاب توضیح دهد و مشخصات هر مثلث و تفاوت مثلث‌ها را با هم به ترتیب زیر مطرح نماید.

در مثلث I زاویه آن با α و اضلاع آن با a و b مشخص شده است.

در مثلث II زاویه آن با α و اضلاع آن با a' و b' مشخص شده است.

در مثلث III زاویه آن با α و اضلاع آن با a'' و b'' مشخص شده است.

در مثلث IV اضلاع آن با a'' و b'' مشخص شده، اما همان گونه که در شکل دیده می شود زاویه آن برابر α نیست. در مثلث I و II و III زاویه α با همدیگر مساوی اند اما در مثلث IV زاویه α با زاویه مشابه در دیگر مثلث ها یکی نیست. توضیح دهید: از بررسی سه مثلث می توان فهمید:

چون زاویه α در مثلث های راست گوشه I و II و III با هم برابرند نسبت اضلاع آن ها نیز با هم برابر خواهند بود. روی تخته بنویسید.

در مثلث I	در مثلث II	در مثلث III
$\frac{a}{b} = \frac{1^\circ}{2^\circ} = \frac{1}{2} = 0.5$	$\frac{a'}{b'} = \frac{1^\circ}{2^\circ} = \frac{1}{2} = 0.5$	$\frac{a''}{b''} = \frac{2^\circ}{4^\circ} = \frac{1}{2} = 0.5$

و همچنین در نسبت های دیگر

در مثلث I	در مثلث II	در مثلث III
$\frac{b}{a} = \frac{2^\circ}{1^\circ} = \frac{2}{1} = 2$	$\frac{b'}{a'} = \frac{2^\circ}{1^\circ} = \frac{2}{1} = 2$	$\frac{b''}{a''} = \frac{4^\circ}{2^\circ} = \frac{2}{1} = 2$

به هنجاریان بگویید: با در نظر گرفتن نسبت ها می توان گفت که در سه نسبت اول پاسخ نسبت ها برابر 0.5 بود:

$$\frac{\text{ضلع مقابل به زاویه } \alpha}{\text{ضلع مجاور به زاویه } \alpha} = 0.5$$

$$\frac{\text{ضلع مجاور به زاویه } \alpha}{\text{ضلع مقابل به زاویه } \alpha} = 2$$

و سه نسبت دوم نیز:

$$\frac{\text{ضلع مجاور به زاویه } \alpha}{\text{ضلع مقابل به زاویه } \alpha} = 2$$

هر دو نوع نسبت در مثلث های I و II و III برابر است. بنابراین می توان گفت:

«چون زاویه α در مثلث های راست گوشه I و II و III با هم برابرند نسبت اضلاع آن ها نیز با هم برابر خواهند بود»

تمرین: اگر در شکل ۲۲-۲ اندازه های داده شده به ترتیب زیر باشند و زاویه α در هر مثلث برابر باشند، نسبت اضلاع در

مثلث های راست گوشه I و II و III را به دست آورید.

پاسخ:

$$\text{در مثلث I} \begin{cases} a = 2^\circ \\ b = 4^\circ \end{cases}$$

$$\frac{b}{a} = \frac{4^\circ}{2^\circ} = \frac{2}{1} = 2$$

$$\frac{b'}{a'} = \frac{6^\circ}{3^\circ} = \frac{2}{1} = 2$$

$$\frac{b''}{a''} = \frac{8^\circ}{4^\circ} = \frac{2}{1} = 2$$

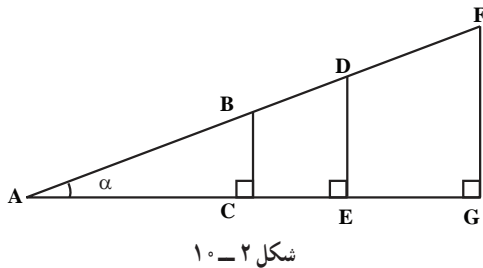
$$\text{در مثلث II} \begin{cases} a' = 3^\circ \\ b' = 6^\circ \end{cases}$$

$$\frac{a}{b} = \frac{2^\circ}{4^\circ} = \frac{1}{2} = 0.5$$

$$\frac{a'}{b'} = \frac{3^\circ}{6^\circ} = \frac{1}{2} = 0.5$$

$$\frac{a''}{b''} = \frac{4^\circ}{8^\circ} = \frac{1}{2} = 0.5$$

$$\text{در مثلث III} \begin{cases} a'' = 4^\circ \\ b'' = 8^\circ \end{cases}$$



شکل ۲-۱۰

کاردرخانه: در شکل زیر سه مثلث ABC و ADE و AFG رسم شده است که زاویه α در همه آنها یکی است آیا نسبت اضلاع در آنها برابر است؟ پاسخ:

بنویسید و توضیح دهید: چون سه مثلث، راست گوشه هستند و زاویه α در آنها برابر است، نسبت اضلاع سه مثلث رسم شده نیز با هم برابر است؛ یعنی:

$$\frac{BC}{AC} = \frac{DE}{AE} = \frac{FG}{AG}$$

$$\frac{AC}{BC} = \frac{AE}{DE} = \frac{AG}{FG}$$

دومین نتیجه شکل ۲۲-۲ را به صورت زیر بیان کنید:

اگر اندازه زاویه α در مثلث III مطابق شکل ۲۲-۲ با مثلث IV تغییر کند، نسبت اضلاع آن نیز تغییر خواهد کرد. نسبت‌ها را روی تخته نوشته و توضیح دهید:

$$\frac{a'''}{b'''} = \frac{35^\circ}{6^\circ} = \frac{7}{1} = 7/1$$

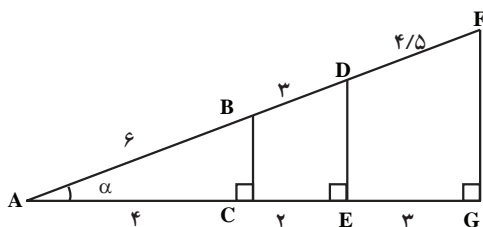
در مثلث IV

$$\frac{b'''}{a'''} = \frac{6^\circ}{35^\circ} = \frac{1}{7} = 1/7$$

این نسبت‌ها با نسبت‌های اضلاع در مثلث‌های I و II و III یکسان نیست زیرا زاویه α در مثلث IV تغییر کرده است.

مثال: نسبت‌های $\frac{AC}{AB}, \frac{AE}{AD}, \frac{AG}{AF}$ را در شکل زیر به دست آورید و اندازه آنها را با هم مقایسه نمایید.

پاسخ:



شکل ۳-۱۰

$$\frac{AC}{AB} = \frac{4}{6} = \frac{2}{3}$$

$$\frac{AE}{AD} = \frac{4+2}{6+3} = \frac{6}{9} = \frac{2}{3}$$

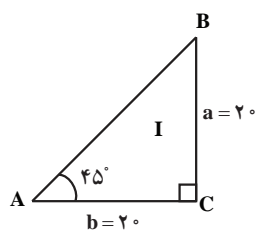
$$\frac{AG}{AF} = \frac{4+2+3}{6+3+4.5} = \frac{9}{13.5} = \frac{2}{3}$$

چون مثلث راست گوشه است و در همه کسرها، نسبت ضلع مجاور به وتر مثلث برابر است پس نسبت‌ها با هم برابرند.

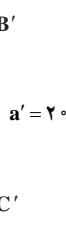
تمرین: در مثلث‌های زیر نسبت اضلاع را که اندازه آنها داده شده است بیابید و سپس این نسبت‌ها را با هم مقایسه کنید.

پاسخ: نسبت اضلاع:

در مثلث I



شکل ۴-۱۰



$$\frac{b}{a} = \frac{2^\circ}{2^\circ} = 1$$

$$\frac{a}{b} = \frac{2^\circ}{2^\circ} = 1$$

$$\frac{b'}{a'} = \frac{3^\circ}{2^\circ} = \frac{3}{2}$$

$$\frac{a'}{b'} = \frac{2^\circ}{3^\circ} = \frac{2}{3}$$

در مثلث II

نسبت اضلاع مثلث‌ها با هم برابر نیست و علت آن یکی نبودن زاویه α در آن‌هاست.

توضیح دهید:

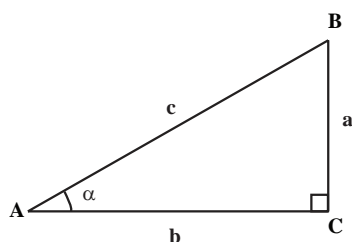
■ «در مثلث راست گوشه اندازه زوایای α و β و نسبت اضلاع با هم بستگی دارد.»

■ «در هر مثلث راست گوشه با داشتن نسبت اضلاع می‌توان اندازه زاویه و با داشتن زاویه نسبت اضلاع را به دست آورد.»

■ بنویسید و توضیح دهید:

«هم بستگی نسبت‌های اضلاع و زاویه در مثلث راست گوشه را روابط مثلثاتی گویند.»

شکل ۲۳-۲ را رسم کنید و روابط مثلثاتی را روی تخته بنویسید و روی شکل توضیح دهید.



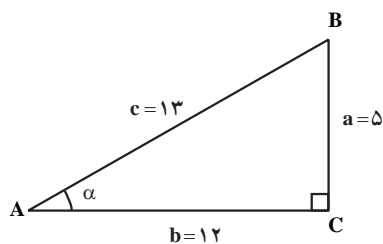
شکل ۵-۱۰ (شکل ۲۳-۲ کتاب)

$$\cos \alpha = \frac{\text{ضلع مجاور}}{\text{وتر}} = \frac{b}{c}$$

$$\sin \alpha = \frac{\text{ضلع مقابل}}{\text{وتر}} = \frac{a}{c}$$

$$\cot \alpha = \frac{\text{ضلع مجاور}}{\text{ضلع مقابل}} = \frac{b}{a}$$

$$\tan \alpha = \frac{\text{ضلع مقابل}}{\text{ضلع مجاور}} = \frac{a}{b}$$



شکل ۶-۱۰

مثال: در مثلث راست گوشه زیر نسبت‌های مثلثاتی زاویه α را به دست آورید.

پاسخ:

$$\cos \alpha = \frac{b}{c} = \frac{12}{13}$$

$$\sin \alpha = \frac{a}{c} = \frac{5}{13}$$

$$\cot \alpha = \frac{b}{a} = \frac{12}{5}$$

$$\tan \alpha = \frac{a}{b} = \frac{5}{12}$$

تمرین: نسبت‌های مثلثاتی زاویه β را در مثلث راست گوشه زیر به دست آورید.

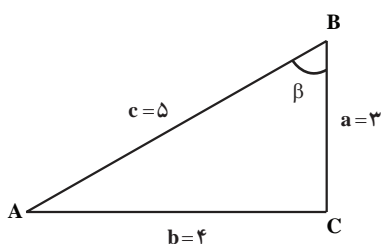
پاسخ:

$$\cos \beta = \frac{a}{c} = \frac{3}{5}$$

$$\sin \beta = \frac{b}{c} = \frac{4}{5}$$

$$\cot \beta = \frac{a}{b} = \frac{3}{4}$$

$$\tan \beta = \frac{b}{a} = \frac{4}{3}$$



شکل ۷-۱۰

تمرین : در مثلث راست گوشه زیر نسبت های مثلثاتی زوایای α و β را با ماشین حساب به دست آورید.

پاسخ :

$$\cos \beta = \frac{a}{c} = \frac{2}{4} = 0.5$$

$$\sin \beta = \frac{b}{c} = \frac{\sqrt{12}}{4} = 0.866$$

$$\cot \beta = \frac{a}{b} = \frac{2}{\sqrt{12}} = 0.577$$

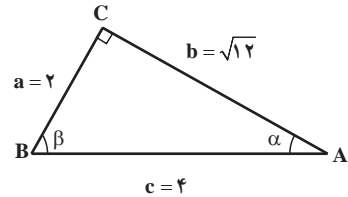
$$\tan \beta = \frac{b}{a} = \frac{\sqrt{12}}{2} = 1.732$$

$$\cos \alpha = \frac{b}{c} = \frac{\sqrt{12}}{4} = 0.866$$

$$\sin \alpha = \frac{a}{c} = \frac{2}{4} = 0.5$$

$$\cot \alpha = \frac{b}{a} = \frac{\sqrt{12}}{2} = 1.732$$

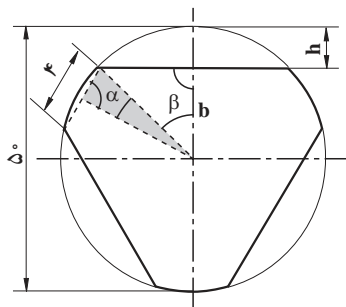
$$\tan \alpha = \frac{a}{b} = \frac{2}{\sqrt{12}} = 0.577$$



توضیح دهید : روابط مثلثاتی در حل بسیاری از مسائل فنی به کار برده می شوند.

مثال صفحه ۴۶ کتاب را با رسم شکل و توضیح چگونگی تشکیل مثلث راست گوشه و محاسبه زوایای α و β

توضیح دهید.



شکل ۸-۱۰ - (شکل ۲-۲۴ کتاب)

مثال : از میله گردی به قطر $d = 50 \text{ mm}$ قطعه ای مانند شکل ۲-۲۴ ساخته خواهد

شد. اگر پهنای سطوح تخت شده با هم برابر باشد، عمق بار (h) را حساب کنید.

پاسخ :

توضیح دهید : پاسخ این گونه مسائل بیشتر با تشکیل مثلث راست گوشه و روابط

مثلثاتی به دست می آید.

شکل ۲-۲۴ را بررسی کنید یک مثلث با زاویه α که یک رأس آن روی مرکز دایره

است و ضلع مقابل زاویه α نزدیک به محیط دایره قرار گرفته، اندازه این ضلع برابر (نصف

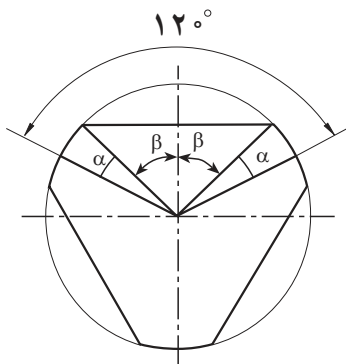
اندازه آن قسمت از محیط دایره که برابر $\frac{4}{3}$ در شکل نشان داده شده) است.

اندازه طول وتر مثلث برابر شعاع دایره یا $\frac{50}{2}$ (نصف قطر دایره) است،

که در شکل ۲-۲۵ مشخص شده و $\frac{1}{3}$ محیط دایره با زاویه 120° مشخص شده است. در

این قسمت دو زاویه α و دو زاویه β وجود دارد.

برای به دست آوردن زاویه α از رابطه مثلثاتی سینوس استفاده می شود.



شکل ۹-۱۰ - (شکل ۲-۲۵ کتاب)

$$\sin \alpha = \frac{a}{c}$$

$$\sin \alpha = \frac{\frac{4}{3}}{\frac{50}{2}} = 0.8$$

$$\Rightarrow \alpha = 4^\circ, 30'$$

توضیح دهید : اندازه $\alpha = 4^\circ, 30' \Rightarrow \sin \alpha = 0.8$ را می توانید از جداول مثلثاتی یا با ماشین حساب به دست آورید.

توضیح دهید : برای به دست آوردن اندازه زاویه β ، در شکل ۲-۲۵، داریم.

$$2\beta + 2\alpha = 120^\circ$$

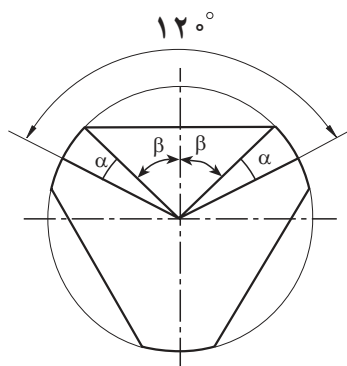
$$2\beta = 120^\circ - 2\alpha$$

$$\alpha = 4^{\circ}, 3'$$

$$\beta = \frac{12^{\circ} - 2\alpha}{2} = 6^{\circ} - \alpha$$

$$\beta = 6^{\circ} - (4^{\circ}, 3')$$

$$\beta = 55^{\circ}, 3'$$



شکل ۱۰-۱ (قسمت β از
شکل ۲۵-۲ کتاب)

توضیح دهید: از رابطه کسینوس زاویه β مقدار b در شکل ۲۴-۲ به دست می آید.

$$\beta = 55^{\circ}, 3'$$

$$\cos \beta = \frac{b}{r}$$

$$\cos \beta = 0.5664$$

$$b = \cos \beta \times r$$

$$r = \frac{D}{2} = \frac{50}{2} = 25$$

$$b = 0.5664 \times 25 = 14.16 \text{ mm}$$

$$h = ?$$

$$h = r - b = 25 - 14.16 = 10.84 \text{ mm}$$

کار در خانه: از هنرجویان بخواهید تمرین صفحه ۴۷ کتاب را در خانه انجام دهند و در جلسه آینده ارائه نمایند.

منابع برای مطالعه بیشتر هنرآموز:

کتاب حساب دیفرانسیل و انتگرال، تألیف کردودیس، ترجمه ابوالقاسم لاله، مرکز نشر دانشگاهی تهران.

آموزه یازدهم

هدف‌های رفتاری را روی تخته بنویسید.

هدف‌های رفتاری: با یادگیری این آموزه، هنرجو می‌تواند:

- حرکت را تعریف کند و انواع حرکت را نام ببرد.
- سرعت را تعریف کند و انواع سرعت را نام ببرد.
- رابطه سرعت خطی را در مسائل به کار برد.
- رابطه سرعت دورانی (زاویه ای، محیطی) را در مسائل به کار برد.

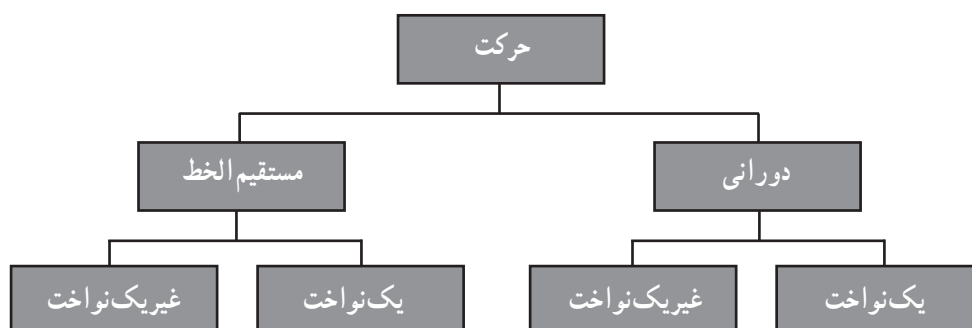
۱۱-۱- حرکت (۱-۳ صفحه ۴۸)

از هنرجویان بخواهید تا حرکت را تعریف کنند. پاسخ‌های هنرجویان را با توضیح خود تکمیل کنید.

توضیح دهید که انواع حرکت از نظر نوع مسیر بر دو نوع است، در راه راست (مستقیم‌الخط) و دورانی. برای حرکت مستقیم‌الخط نمونه‌هایی مانند حرکت قطار روی ریل مستقیم، حرکت جسم روی نقاله تسمه‌ای و حرکت پیاله‌های نقاله پیاله‌ای در طول مسیر و برای حرکت دورانی نمونه‌های حرکت چرخ تراکتور، حرکت تسمه در نقاله تسمه‌ای و پیاله‌ها در نقاله پیاله‌ای در انتهای مسیر، حرکت چرخ زنجیرها و چرخ دنده‌ها و چرخ تسمه‌ها و مانند آن‌ها.

حرکت یک‌نواخت و غیر یک‌نواخت را با طرح سؤال و پاسخ توضیح دهید. برای مثال بپرسید: «آیا کسی می‌داند تفاوت حرکت یک‌نواخت با حرکت غیر یک‌نواخت چیست؟»

پس از پاسخ‌گویی چند هنرجو، توضیح دهید: «حرکت یک‌نواخت، حرکتی است که در زمان‌های مساوی، مسیرهای برابر طی می‌گردد مانند حرکت قطار با سرعت ثابت روی ریل.»
در پی آن انواع کلی حرکت را با نمودار زیر دسته‌بندی کنید.



۲-۱۱- سرعت (۲-۳ صفحه ۴۸)

پرسش از کلاس «سرعت را تعریف کنید». با بیان این پرسش دانش آموزان پاسخ می دهند. سپس بیان کنید: «یکی از کمیت های مهم در اندازه گیری حرکت، اندازه گیری سرعت است. اگر مسافت طی شده را بر زمان حرکت تقسیم کنیم عدد به دست آمده کمیت سرعت خواهد بود که یک کمیت فرعی است.»

توضیح دهید: «سرعت چندین گونه است که در این کتاب چهار نوع آن که عبارت اند از: سرعت خطی، سرعت دورانی، سرعت محیطی و سرعت زاویه ای، بررسی می شوند».

۳-۱۱- سرعت خطی (صفحه ۴۹)

در کلاس این سؤال را مطرح کنید: «سرعت خطی را تعریف کنید». پس از تعریف درست، از هنرجویان بخواهید تا در زمینه استفاده از سرعت خطی در ماشین های کشاورزی نمونه هایی را بیان کنند.

پرسش: «با ذکر مثال، اهمیت اندازه گیری یا محاسبه سرعت خطی را در ماشین های کشاورزی بیان کنید.»

پاسخ: «اندازه گیری یا محاسبه سرعت خطی در انجام فعالیت های کشاورزی، که توسط ماشین های مختلف انجام می گیرد، برای تخمین زمان یا تعداد ماشین های مورد نیاز یا محاسبه عملکرد ماشین و دیگر موارد کاربرد دارد. برای نمونه، هنگامی که کارهای گوناگون زراعی در مزرعه با دنباله بندها یا ماشین های کشاورزی انجام می شود، با مشخص بودن سرعت پیشروی ماشین، مساحت مزرعه و عرض کار ماشین، می توان زمان مورد نیاز را برآورد کرد. با محاسبه سرعت خطی تسمه یک نقاله تسمه ای، می توان عملکرد نقاله را در ساعت محاسبه کرد.»

رابطه سرعت خطی (رابطه ۱-۳ کتاب) را روی تخته بنویسید و آن را شرح دهید:

$$V: \text{سرعت بر حسب متر بر ثانیه } \left(\frac{m}{s}\right)$$

$$S: \text{مسافت طی شده بر حسب متر } (m)$$

$$t: \text{زمان طی شده بر حسب ثانیه } (s)$$

$$V = \frac{S}{t}$$

بیان کنید: «سرعت نیز مانند سایر کمیت ها یکایی دارد. یکای سرعت در سیستم متریک، متر بر ثانیه $\left(\frac{m}{s}\right)$ است. ما از این یکا هنگامی استفاده می کنیم که مسافت با متر و زمان با ثانیه تعیین شده باشد. در رابطه سرعت، یکای انتخاب شده برای سرعت متناسب با یکای به کار رفته برای مسافت و زمان است. در مواردی شاید به کار بردن یکای دیگر برای سرعت بهتر باشد. برای نمونه برای تعیین سرعت وسایل حمل و نقل مثل ماشین یا قطار، چون مسافت با کیلومتر و زمان با ساعت سنجیده می شود سرعت با یکای کیلومتر بر ساعت $\left(\frac{km}{h}\right)$ تعیین می شود.»

چند یکای سرعت رایج را روی تخته بنویسید و با بیان کاربردهای آنها را شرح دهید.

- سرعت نور- کیلومتر بر ثانیه $\left(\frac{km}{s}\right)$
- سرعت برش در سوراخ کاری، تراش کاری - متر بر دقیقه $\left(\frac{m}{min}\right)$
- سرعت صوت - متر بر ثانیه $\left(\frac{m}{s}\right)$
- سرعت پیشروی در ماشین های فرز و سنگ زنی - میلی متر بر دقیقه $\left(\frac{mm}{min}\right)$

کار در کلاس: از هنرجویان بخواهید تا فاصله ای را در کلاس بر حسب متر تعیین کنند. سپس از یک هنرجو بخواهید تا در ابتدای مسیر بایستد. حال از او بخواهید تا طول مسیر را قدم بزند و همزمان دیگر هنرجویان زمان راه رفتن وی روی مسیر را با ساعت اندازه گیری کنند. اکنون از هنرجویان بخواهید سرعت وی را برآورد کنند.

کار در خانه: از هنرجویان بخواهید تا پنج مورد از یکای سرعت در ماشین های کشاورزی و کاربرد آن را بیان کنند.

مثال صفحه ۴۹ کتاب را بخوانید و با روشن کردن پیچیدگی هایش، آن را حل کنید.

مثال ۱: تراکتوری هنگام کار در مزرعه، طول ۱۵۵ متری زمین را در مدت یک دقیقه و ۴۰ ثانیه می پیماید. سرعت خطی این

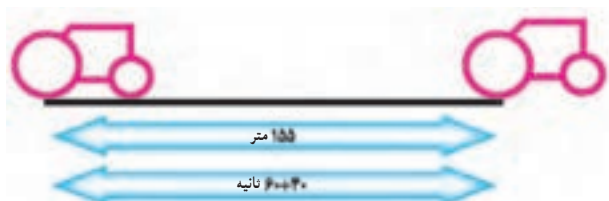
تراکتور چقدر است؟

پاسخ:

$$s = 155 \text{ m}$$

$$t = 1' + 40'' = 100 \text{ s}$$

$$V = ? \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



شکل ۱۱-۱

$$V = \frac{s}{t} = \frac{155}{100} \Rightarrow V = 1/55 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

روش تبدیل واحد $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ به $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ را با به کار بردن رابطه زیر شرح دهید.

$$1 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} \times \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} = 3/6 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

یکای مثال حل شده را با روش زیر به $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ تبدیل کنید.

بیان کنید: اگر بخواهیم سرعت به دست آمده (متر بر ثانیه) را بر پایه کیلومتر در ساعت محاسبه کنیم، آن را باید در عدد ۳/۶

ضرب کنیم.

$$V = 1/55 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} \times \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} = 5/6 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

مثال دوم صفحه ۴۹ را با روش گفته شده حل کنید.

برای درک بهتر هنجریان، تمرین های بیان شده در این آزمون را در کلاس مطرح کنید و از آن ها بخواهید تمرین ها را حل کنند.

سپس از داوطلبی درخواست کنید تا مسئله را پای تخته حل کند. در این مرحله اشتباه های هنجرو را به او یادآور شوید.

تمرین ۱- برای حمل گندم در یک سیلو نقاله پیاله ای به کار می رود. اگر سرعت

تسمه نقاله پیاله ای ۵/۰ متر بر ثانیه باشد و ۴۰ ثانیه طول بکشد تا هر پیاله از پایین به بالای

مسیر برسد، طول مسیر چقدر است؟

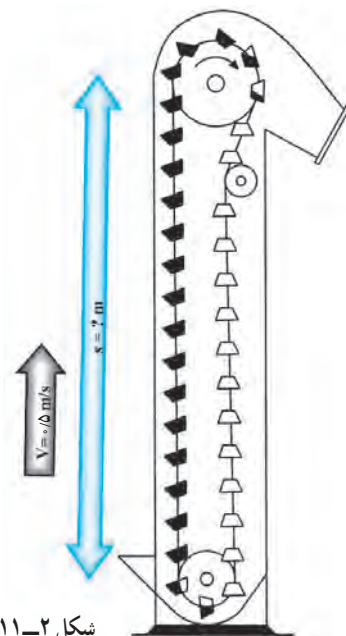
پاسخ:

$$V = 5/0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

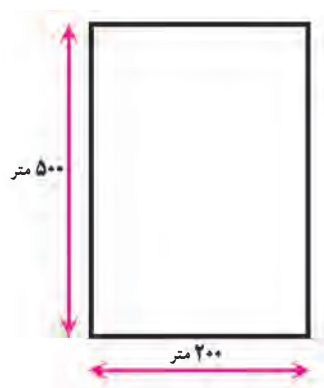
$$t = 40 \text{ s}$$

$$s = ?$$

$$V = \frac{s}{t} \Rightarrow s = V \times t \Rightarrow s = 5/0 \times 40 \Rightarrow s = 200 \text{ m}$$



شکل ۱۱-۲



شکل ۱۱-۳

تمرین ۲- مزرعه‌ای به اندازه نشان داده شده در شکل باید شخم زده شود. اگر سرعت پیشروی تراکتور هنگام شخم زدن ۴ کیلومتر در ساعت باشد، با چشم پوشی از زمان دورزدن و با فرض این که شخم زدن با گاواهن سه‌خیش دو طرفه با عرض کار ۱/۳ متر انجام می‌شود، کمترین زمان مورد نیاز برای شخم زدن این زمین بر حسب ساعت را برآورد کنید.

پاسخ:

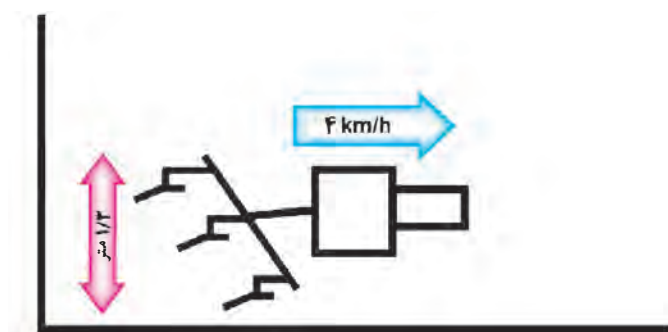
$$\text{طول زمین} = 500 \text{ m}$$

$$\text{عرض زمین} = 200 \text{ m}$$

$$\text{عرض کار} = 1/3 \text{ m}$$

$$V = 4 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$t = ? \text{ h}$$



شکل ۱۱-۴

$$s = 500 \text{ m} \times \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} = 0.5 \text{ km}$$

زمان مورد نیاز برای پیمودن درازای زمین:

$$V = \frac{s}{t} \Rightarrow t = \frac{s}{V} = \frac{0.5}{4} \Rightarrow t = 0.125 \text{ h}$$

تعداد پیمایش زمین با تراکتور برای شخم کل زمین:

$$n = \text{عرض کار گاواهن} \div \text{عرض زمین} \Rightarrow n = 200 \div 1/3 = 154$$

$$T = 0.125 \times 154 = \boxed{T = 19.25 \text{ h}}$$

کل زمان طی شده:

کار در خانه (۱): عملیات کاشت در یک مزرعه به ابعاد 300×650 متر مربع قرار است با یک ردیف‌کار نیوماتیک ۴ ردیفه انجام شود. فاصله ردیف‌های کاشت ۷۵ سانتی‌متر و سرعت پیشروی تراکتور ۶ کیلومتر در ساعت در نظر گرفته شده است. با چشم پوشی از زمان لازم برای دور زدن، کمترین زمان لازم را، برای انجام عملیات کاشت در این مزرعه، بر حسب ساعت محاسبه کنید.

کار در خانه (۲): تمرین‌های صفحه ۵۰ و ۵۱ را پاسخ دهید.

۱۱-۳- سرعت دورانی (صفحه ۵۱)

از هنجریان بخواهید تا چند مورد حرکت دورانی را، که در ماشین‌های کشاورزی یا اجزای آن‌ها وجود دارد، بیان کنند.

پرسش: اهمیت اندازه‌گیری یا محاسبه سرعت دورانی در ماشین‌های کشاورزی را با یک نمونه بیان کنید.

پاسخ: سرعت دورانی در ماشین‌های کشاورزی و در مکانیزم‌هایی که دارای حرکت دورانی هستند کاربرد دارد. برای نمونه، دنباله‌بندهایی که نیروی مورد نیاز خود را از محور انتقال نیرو می‌گیرند یا ماشین‌هایی که توان مورد نیازشان از الکتروموتور تأمین می‌گردد. سرعت دورانی الکتروموتورها در دامنه ویژه‌ای تعیین شده است و در انجام محاسبات برای ماشین‌هایی که در آن‌ها از الکتروموتور استفاده می‌شود، مورد نیاز است.

از هنرجویان بپرسید: «دور ویژه محور انتقال نیرو در تراکتور MF ۲۸۵ چقدر است؟».

پس از پاسخ‌گویی چند هنرجو توضیح دهید: ۵۴۰ یا ۱۰۰۰ دور در دقیقه، عدد گفته شده معرف سرعت دورانی محور انتقال نیرو است. تعداد چرخشی که یک جسم گردان در ۱ دقیقه انجام می‌دهد معرف سرعت دورانی آن است که با n یا N مشخص می‌شود. یکای سرعت دورانی دور در دقیقه است که با rpm یا RPM یا $\frac{\text{rev}}{\text{min}}$ نشان داده می‌شود.

کار در کلاس: یک صفحه مقوایی گرد را با یک میخ از مرکز مقوا روی دیوار قرار دهید. نقطه‌ای روی محیط دایره را با ماژیک علامت‌گذاری کنید. حال از هنرجویان بخواهید تا وقتی که شما صفحه را ۱۰ دور کامل می‌چرخانید، زمان را با ساعت یا زمان‌سنج اندازه‌گیری کنند. سپس از هنرجویان بخواهید سرعت دورانی صفحه را محاسبه کنند.

سرعت محیطی (صفحه ۵۱)

شکل روبه‌رو را روی تخته رسم و سپس بیان کنید: «این چرخ زنجیر با قطر d با سرعت دورانی ۱۰۰ دور در دقیقه می‌چرخد».

توضیح دهید: اگر بخواهیم تعیین کنیم که دنده نشان داده شده در شکل یا هر نقطه روی جسم گردان چه مسافتی را در زمان مشخص می‌پیماید باید سرعت محیطی را محاسبه کنیم. سرعت محیطی یک جسم دوار، سرعت نقطه‌ای را مشخص می‌کند که روی محیط آن جسم قرار دارد. یکای این سرعت مانند سرعت خطی است.

رابطه ۲-۳ کتاب را روی تخته بنویسید و اجزای آن را شرح

دهید.

$$V = \frac{d \times \pi \times n}{1000 \times 60}$$

V : سرعت محیطی بر حسب متر بر ثانیه ($\frac{\text{m}}{\text{s}}$)

d : قطر بر حسب میلی‌متر (mm)

n : سرعت دورانی بر حسب تعداد دور در دقیقه (RPM)

شکل ۱۱-۶ را روی تخته رسم کنید و موارد زیر را با کمک آن شرح دهید.

«محاسبه سرعت محیطی در کار با چرخ زنجیرها، چرخ دنده‌ها،

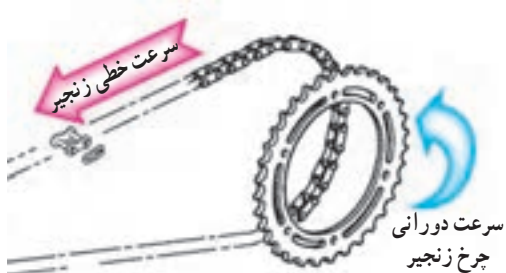
چرخ تسمه‌ها و دیگر اجزای گردنده مورد نیاز است. برای نمونه، اگر

بخواهید سرعت خطی یک زنجیر در حرکت را بیابید بیشتر باید سرعت

محیطی چرخ زنجیر را محاسبه کنید. محاسبه سرعت تسمه نقاله نیز وابسته

به سرعت محیطی است و بر پایه محاسبه، سرعت دورانی الکتروموتور

محرك آن انجام می‌شود.»



شکل ۱۱-۶

توضیح دهید : «در رابطه سرعت محیطی باید یادآور شد هر چه قطر بیشتر باشد اندازه سرعت محیطی نیز بیشتر می شود. یعنی در دو دایره دوار با سرعت دورانی مساوی، سرعت محیطی دایره ای بیشتر است که قطر بزرگ تری دارد. برای نمونه اگر در یک اتومبیل به جای چرخ های محرک آن، چرخ های با قطر بیشتر بسته شود با این که فشار زیادی به موتور وارد می شود ولی سرعت آن افزایش می یابد.»

اکنون مثال صفحه ۵۲ کتاب را پاسخ دهید.

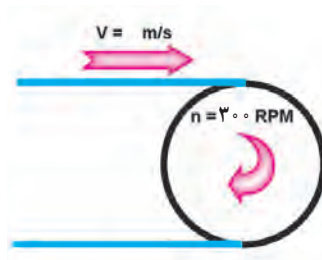
تمرین ۳- چرخ زنجیری با سرعت دورانی 300° دور در دقیقه می چرخد اگر سرعت خطی زنجیر متصل به آن ۵ متر بر ثانیه باشد، اندازه قطر چرخ زنجیر را به دست آورید .
پاسخ :

$$n = 300 \text{ RPM}$$

$$V = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$V = \frac{d \times \pi \times n}{60000} \Rightarrow d = \frac{60000 \times V}{\pi \times n} = \frac{60000 \times 5}{3.14 \times 300} \Rightarrow d = 318.5 \text{ mm}$$

$$d = ?$$



شکل ۷-۱

تمرین ۴- قطر چرخ عقب تراکتوری 120° سانتی متر است و با سرعت دورانی 80° دور در دقیقه می چرخد. سرعت پیشروی تراکتور را بر حسب کیلومتر در ساعت محاسبه کنید.
پاسخ :

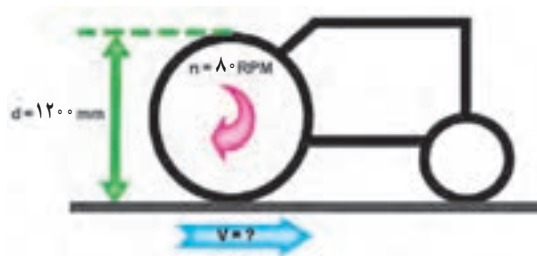
$$d = 1200 \text{ mm}$$

$$n = 80 \text{ RPM}$$

$$V = ? \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$V = \frac{d \times \pi \times n}{60000} = \frac{1200 \times 3.14 \times 80}{60000} \Rightarrow V = 5.024 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$V = 5.024 \times \frac{3600}{1000} \Rightarrow V = 18.1 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$



شکل ۸-۱۱

کاردرخانه (۲) : سرعت خطی تسمه یک نقاله تسمه ای $1/5$ متر بر ثانیه است. اگر قطر پولی محرک 40° سانتی متر باشد، سرعت دورانی پولی محرک را محاسبه کنید.
از هنرجویان بخواهید تمرین های صفحه ۵۲ کتاب را به منظور کار در خانه پاسخ دهند.

آموزه دوازدهم

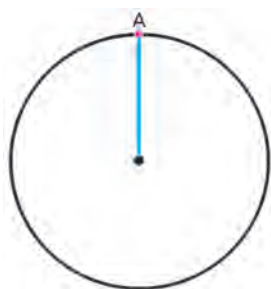
هدف‌های رفتاری را روی تخته بنویسید.

هدف‌های رفتاری: با یادگیری این آموزه، هنرجو می‌تواند:

- نحوه انتقال حرکت با تسمه و چرخ تسمه را شرح دهد.
- انواع تسمه و چرخ تسمه را، برای انتقال حرکت و حالت‌های انتقال، شرح دهد.
- روابط مربوط به انتقال حرکت با تسمه و چرخ تسمه را توضیح دهد.
- روابط مربوط به انتقال حرکت با تسمه و چرخ تسمه را در حل مسائل مربوط به کار برد.
- محاسبات انتقال قدرت و تغییر دور را انجام دهد.

۱-۱۲ - سرعت زاویه‌ای (صفحه ۵۳)

دایره‌ای مانند شکل ۱-۱۲ را رسم کنید.



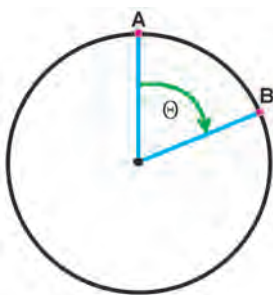
شکل ۱۲-۲



شکل ۱۲-۱

نقطه A را روی دایره مشخص کنید و شعاع آن را رسم کنید (شکل ۱۲-۲).

توضیح دهید: «فرض کنید این دایره در حال دوران است و در مدت زمان t نقطه A به اندازه زاویه θ جابه‌جا می‌شود و به نقطه B می‌رسد». شکل ۱۲-۲ را مانند شکل ۱۲-۳ کامل کنید.



شکل ۱۲-۳

از روی شکل توضیح دهید: «اگر بخواهیم بدانیم این دایره در زمان‌های معین بر حسب زاویه چه اندازه می‌چرخد باید زاویه مرکزی شعاع نقطه جابه‌جا شده را بر زمان تقسیم کنیم، به‌طوری که عدد به دست آمده با سرعت زاویه‌ای متحرک برابر گردد. سرعت زاویه‌ای با حرف یونانی ω (اُمگا) نشان داده می‌شود».

اکنون تعریف سرعت زاویه‌ای را روی تخته بنویسید:

«سرعت زاویه‌ای عبارت است از زاویه‌ای که جسم متحرک در واحد زمان طی می‌کند.»

رابطه سرعت زاویه‌ای (رابطه ۳-۳ کتاب) را به صورت زیر روی تخته بنویسید و شرح دهید.

$$\omega = \frac{\theta}{t}$$

ω : سرعت زاویه‌ای بر حسب رادیان بر ثانیه ($\frac{\text{rad}}{\text{s}}$)

θ : زاویه بر حسب رادیان (rad)

t : زمان بر حسب ثانیه (s)

مثال ۱- سرعت زاویه‌ای عقربه شماره ساعت، چه اندازه است؟

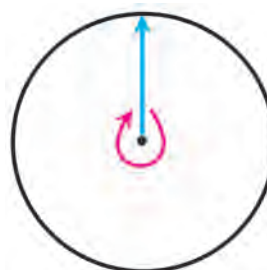
پاسخ:

$$\theta = 2\pi \text{ rad}$$

$$t = 60 \text{ s}$$

$$\omega = ? \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$\omega = \frac{\theta}{t} = \frac{2\pi}{60} \Rightarrow \omega = 0.105 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$



شکل ۴-۱۲

برای درک بهتر هنجریان، از آنان بخواهید تمرین‌های داده شده در این آزمون را پاسخ دهند. سپس از یک هنجرو بخواهید تا مسئله را روی تخته پاسخ دهد.

تمرین ۱- سرعت زاویه‌ای عقربه دقیقه شمار ساعت چقدر است؟

پاسخ:

$$\theta = 2\pi \text{ rad}$$

$$t = 3600 \text{ s}$$

$$\omega = ? \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$\omega = \frac{\theta}{t} = \frac{2\pi}{3600} \Rightarrow \omega = 0.00174 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

توضیح دهید: سرعت دورانی و زاویه‌ای با هم متناسب هستند.

رابطه زیر (رابطه ۳-۴ کتاب) را روی تخته بنویسید و شرح دهید.

$$\omega = \frac{2\pi n}{60}$$

ω : سرعت زاویه‌ای بر حسب رادیان بر ثانیه ($\frac{\text{rad}}{\text{s}}$)

n : سرعت دورانی بر حسب تعداد دور در دقیقه (RPM)

مثال صفحه ۵۴ را حل کنید.

تمرین ۲- سرعت زاویه‌ای محور انتقال نیرو تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵ را در دور 54° دور در دقیقه محاسبه کنید.

پاسخ:

$$n = 540 \text{ RPM}$$

$$\omega = ? \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} = \frac{2\pi \times 540}{60} \Rightarrow \boxed{\omega = 56.52 \frac{\text{rad}}{\text{s}}}$$

تمرین ۳- سرعت زاویه‌ای یک پولی ۳۰ رادیان بر ثانیه است. سرعت دورانی آن را محاسبه کنید.

پاسخ:

$$\omega = 30 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$n = ? \text{ RPM}$$

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} \Rightarrow n = \frac{\omega \times 60}{2\pi} = \frac{30 \times 60}{2\pi} \Rightarrow \boxed{n = 286.6 \text{ RPM}}$$

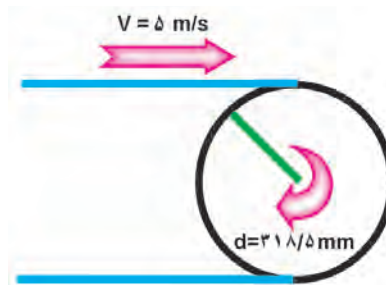
تمرین ۴- چرخ زنجیری با قطر ۳۱۸/۵ میلی‌متر دارای سرعت محیطی ۵ متر بر ثانیه است. سرعت زاویه‌ای آن را محاسبه کنید.

پاسخ:

$$d = 318.5 \text{ mm}$$

$$V = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\omega = ? \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$



شکل ۵-۱۲

$$V = \frac{d \times \pi \times n}{60000} \Rightarrow n = \frac{60000 \times V}{\pi \times d} = \frac{60000 \times 5}{3.14 \times 318.5} \Rightarrow \boxed{n = 300 \text{ RPM}}$$

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} = \frac{2\pi \times 300}{60} \Rightarrow \boxed{\omega = 31.4 \frac{\text{rad}}{\text{s}}}$$

کار در خانه (۱): سرعت دورانی یک پولی را، که سرعت زاویه‌ای آن ۴۵ رادیان بر ثانیه است، محاسبه کنید.

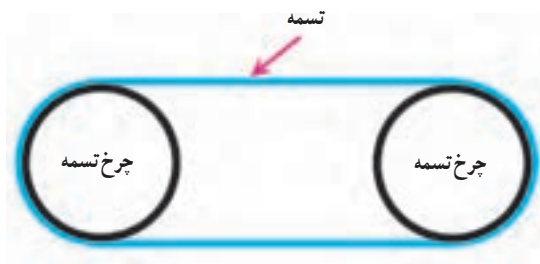
کار در خانه (۲): سرعت خطی تسمه در یک نقاله تسمه‌ای ۳ متر بر ثانیه است. اگر قطر پولی محرک ۴۰۰ میلی‌متر باشد،

سرعت زاویه‌ای پولی محرک آن را محاسبه کنید.

تمرین‌های صفحه ۵۴ کتاب را به عنوان کار در خانه ارائه دهید.

۱۲-۲- انتقال حرکت به وسیله تسمه و چرخ تسمه‌ها (۳-۳- صفحه ۵۴)

درس را با بیان این نکته که هنجریان با مکانیزم چرخ تسمه و تسمه در درس اجزای ماشین آشنا شده‌اند آغاز کنید. سپس توضیح دهید: «در ماشین‌ها، دستگاه‌ها و مکانیزم‌های مختلف، سیستم‌های گوناگونی به کار می‌روند تا حرکت و نیرو را جابه‌جا کنند. حرکت ممکن است خطی یا دورانی یا انواع دیگر باشد که هنگام انتقال می‌توان نوع و اندازه آن را تغییر داد. برای نمونه در موتور، میل‌لنگ پس از دریافت نیرو از دسته پیستون هنگام انتقال، حرکت خطی پیستون را به حرکت چرخشی تبدیل می‌کند. برای انتقال



شکل ۶-۱۲

حرکت چرخشی سامانه‌های گوناگونی مانند چرخ دنده، زنجیر و چرخ زنجیر، تسمه و چرخ تسمه و غیر آن‌ها به کار برده می‌شود.

شکل ۶-۱۲ را روی تخته رسم کنید و بیان کنید که یکی از ساده‌ترین سامانه‌ها برای انتقال حرکت چرخشی دو چرخ تسمه همراه با یک تسمه است.

توضیح دهید: «برای انتقال حرکت در مکانیزم نشان داده شده

به یک چرخ تسمه محرک، چرخ تسمه متحرک و تسمه نیاز است. شاید

این پرسش به ذهن شما برسد که چرا در برخی جاها از چرخ تسمه و تسمه و در جاهای دیگر از مکانیزم‌های دیگر استفاده می‌گردد. هر مکانیزمی دارای برتری‌ها و نارسایی‌هایی است که با توجه به برتری‌ها و نارسایی‌های سامانه‌ها، یکی از آن‌ها برای انتقال حرکت و نیرو برگزیده می‌شود. برجسته‌ترین برتری‌های تسمه و چرخ تسمه را را روی تخته بنویسید و شرح دهید.

■ ارزانی بها.

■ مناسب بودن برای انتقال حرکت، هنگامی که فاصله دو محور محرک و متحرک زیاد باشد.

■ انتقال حرکت به دلیل ویژگی الاستیسیته تسمه به نرمی، بدون سر و صدا و کوبش انجام می‌شود.

دانشنی‌های معلم: برخی برتری‌های دیگر تسمه و چرخ تسمه عبارت‌اند از:

– نیازی به روغن کاری ندارند.

– تسمه به دلیل امکان لغزش روی چرخ تسمه می‌تواند در صورت گیر کردن مجموعه به صورت کلاچ عمل کند و با گرفتن

ضربه‌ها از خرابی بیشتر جلوگیری نماید.

۱-۲-۱۲- انتقال حرکت با انواع تسمه و چرخ تسمه (صفحه ۵۵)

توضیح دهید: «شکل سطح مقطع تسمه و شیار چرخ تسمه که محل درگیری تسمه با چرخ تسمه است عوامل مختلفی بر میزان درگیری و چگونگی توزیع نیرو بین تسمه و چرخ تسمه، حداکثر سرعت و نیروی انتقال داده شده تأثیر می‌گذارد. در برخی دستگاه‌ها مانند ضبط صوت باید از تسمه و چرخ تسمه بسیار کوچک و مخصوص استفاده کرد. زمانی که قرار است از تسمه به عنوان نقاله استفاده شود یا زمانی که از این مکانیزم برای انتقال نیرو استفاده می‌شود از نوع تسمه دیگری استفاده می‌گردد. مقطع تسمه‌ها شکل گوناگونی دارند که هر کدام برای برآورده کردن شرایط ویژه‌ای ساخته شده‌اند».

روی تخته بنویسید: «برخی از مهم‌ترین انواع تسمه‌ها عبارت‌اند از: تسمه تخت، تسمه دوزنقه‌ای، تسمه گرد و تسمه دندانه‌دار».

۲-۲-۱۲- انتقال حرکت با تسمه‌های تخت (۱-۳-۳- صفحه ۵۵)

با رسم شکل روبه‌رو توضیح دهید: «ساده‌ترین نوع تسمه، تسمه تخت

با سطح مقطع (برش‌گاه) چهارگوش است».



شکل ۷-۱۲

بیان کنید: «شکل چرخ تسمه برای این تسمه استوانه ساده است. از این

مکانیزم به روش‌های گوناگون در جابه‌جایی حرکت و نیرو استفاده می‌شود تا اندازه

و راستای نیرو تغییر داده شود». شکل ۱۲-۳ صفحه ۵۵ کتاب را شرح دهید.

بیان کنید: «از برتری‌های این نوع تسمه، کاربرد آن برای انتقال نیرو در هنگامی است که دو چرخ تسمه، از یکدیگر بسیار

دورند، مانند نقاله‌های تسمه‌ای. در مکانیزم‌های تسمه و چرخ تسمه پارامترهای زیادی مانند بیشترین نیروی انتقال داده شده، فاصله بین دو چرخ تسمه و... وجود دارند که باید محاسبه شوند. شما در این درس با محاسبات اولیه برای به دست آوردن سرعت دورانی چرخ تسمه‌ها و سرعت محیطی چرخ تسمه‌ها، که با سرعت خطی تسمه برابر است، آشنا می‌شوید».

کار در خانه: از هنرجویان بخواهید تا فهرست برخی از انواع تسمه به کار رفته در تراکتورهای موجود در هنرستان را تهیه کنند.

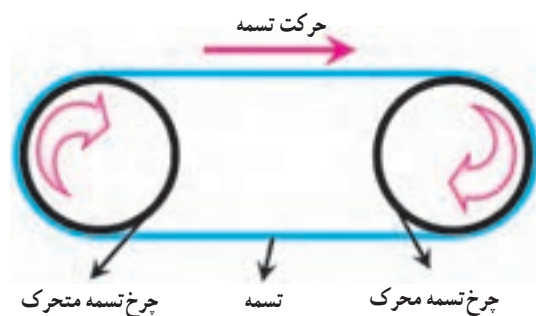
کار در خانه: از هنرجویان بخواهید تا ماشین‌های کشاورزی موجود در هنرستان را از نظر وجود تسمه و چرخ تسمه در آن‌ها بررسی و چگونگی انتقال سرعت در آن‌ها را به صورت گزارش تهیه کنند.

۳-۲-۱۲- انتقال حرکت با یک زوج چرخ تسمه (نسبت ساده) (۲-۳-۳- صفحه ۵۶)

شکل ۸-۱۲ را روی تخته رسم کنید (قطر چرخ تسمه‌ها مساوی باشند).



شکل ۸-۱۲



شکل ۹-۱۲

شرح دهید: «ساده‌ترین مکانیزم چرخ تسمه و تسمه تخت از دو چرخ تسمه با قطر مساوی که یکی محرک (که با موتور به حرکت در می‌آید) و دیگری متحرک است و یک تسمه تخت تشکیل شده است».

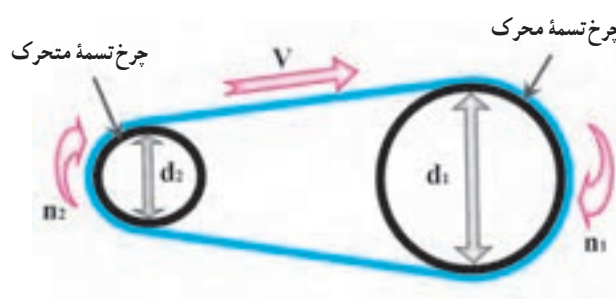
اکنون اجزای مکانیزم را مانند شکل ۹-۱۲ نام‌گذاری کنید و سوی حرکت چرخ تسمه‌ها و تسمه را روی شکل با توضیح نشان دهید.

این نکته را توضیح دهید که تسمه همیشه توسط چرخ تسمه محرک کشیده می‌شود و سوی حرکت تسمه به سمت چرخ تسمه محرک است.

شرح دهید: «در شکل نشان داده شده قطر دو چرخ تسمه با هم برابر است. پس سرعت محیطی، سرعت دورانی و سرعت زاویه‌ای هر دو چرخ تسمه با هم برابرند و نیز سرعت خطی تسمه برابر است با سرعت محیطی دو چرخ تسمه. از این مکانیزم به صورت گسترده در نقاله‌های تسمه‌ای که برای انتقال مواد و اجسام توسط تسمه به کار می‌روند، استفاده می‌شود».

بیان کنید: «در بیشتر موارد که هدف انتقال حرکت و نیرو از چرخ تسمه محرک به چرخ تسمه متحرک است ممکن است نیاز به تغییر سرعت و دور در چرخ تسمه متحرک باشد. به طور مثال، اگر دستگاه تراکتوری با سرعت دورانی ۲۰۰۰ RPM کار کند و قرار باشد حرکت را از محور انتقال نیرو تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵، که دارای سرعت دورانی ۵۴۰ دور در دقیقه است، تأمین کند و انتقال حرکت نیز از طریق تسمه و چرخ تسمه انجام شود، باید از دو چرخ تسمه با قطرهای مختلف استفاده کرد. ولی پرسش اینجاست که قطر این دو چرخ تسمه چگونه به دست می‌آید. این یک نمونه از اهمیت محاسبه کمیت‌های مربوط به سرعت در مکانیزم تسمه و چرخ تسمه است».

شکل زیر را روی تخته رسم کنید.



شکل ۱۰-۱۲

پرسش: با توجه به شکل چرا سرعت محیطی چرخ تسمه محرک و متحرک و سرعت خطی تسمه با هم مساوی هستند؟
پاسخ: چون تسمه با هر دو چرخ تسمه درگیر است پس سرعت محیطی هر دو چرخ تسمه باید با سرعت خطی تسمه برابر باشد.
بیان کنید: «اگر سرعت محیطی چرخ تسمه محرک را با V_1 و سرعت محیطی چرخ تسمه متحرک را با V_2 مشخص کنیم، می‌توانیم بنویسیم». رابطه زیر را روی تخته بنویسید.

$$V_1 = V_2$$

بیان کنید: «سرعت محیطی دو چرخ تسمه را می‌توان با استفاده از سرعت‌های دورانی آن‌ها محاسبه کرد». روابط زیر (رابطه ۵-۳ کتاب) را روی تخته بنویسید و شرح دهید.

$$\left. \begin{aligned} V_1 &= V_2 \\ V_1 &= \frac{d_1 \times \pi \times n_1}{1000 \times 60} \\ V_2 &= \frac{d_2 \times \pi \times n_2}{1000 \times 60} \end{aligned} \right\} \frac{d_1 \times \pi \times n_1}{1000 \times 60} = \frac{d_2 \times \pi \times n_2}{1000 \times 60} \Rightarrow d_1 \times n_1 = d_2 \times n_2$$

V_1 : سرعت محیطی چرخ تسمه محرک ($\frac{m}{s}$)

V_2 : سرعت محیطی چرخ تسمه متحرک ($\frac{m}{s}$)

d_1 : قطر چرخ تسمه محرک (mm)

d_2 : قطر چرخ تسمه متحرک (mm)

n_1 : سرعت دورانی چرخ تسمه محرک (RPM)

n_2 : سرعت دورانی چرخ تسمه متحرک (RPM)

نکته: همواره تسمه‌های تخت روی چرخ تسمه‌ها به اندازه کمی شُر می‌خورد و این موضوع روی سرعت چرخ تسمه متحرک تأثیر دارد. ما در این محاسبه‌ها از آن چشم پوشی کرده‌ایم.

اکنون رابطه دور دو چرخ تسمه را مانند رابطه ۳-۶ کتاب روی تخته بنویسید :

$$d_1 \times n_1 = d_2 \times n_2 \Rightarrow \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1}$$

بیان کنید: در رابطه ۳-۶ نسبت $\frac{n_1}{n_2}$ «نسبت/انتقال» نامیده می‌شود و با حرف i نشان داده می‌شود.
رابطه ۳-۷ کتاب را روی تخته بنویسید :

$$i = \frac{d_2}{d_1}, i = \frac{n_1}{n_2}$$

جدول ۳-۱ کتاب را روی تخته بنویسید و به شرح زیر توضیح دهید.

- اگر قطر دو چرخ تسمه با هم مساوی باشند در نتیجه $i=1$ خواهد شد و سرعت دورانی دو چرخ تسمه برابر هستند.
 - اگر قطر چرخ تسمه محرک بیشتر از چرخ تسمه متحرک باشد در نتیجه $i < 1$ خواهد شد و سرعت دورانی چرخ تسمه متحرک بیشتر از چرخ تسمه محرک خواهد بود.
 - اگر قطر چرخ تسمه محرک کمتر از چرخ تسمه متحرک باشد، در نتیجه $i > 1$ خواهد شد و سرعت دورانی چرخ تسمه متحرک بیشتر از چرخ تسمه متحرک خواهد بود.
- کار در کلاس: از هنرجویان بخواهید تا چند مورد از کاربرد تسمه و چرخ تسمه را برای تغییر دور در ماشین‌های کشاورزی بیان کنند.

بیان کنید: «با داشتن نسبت انتقال و سرعت دورانی یکی از چرخ تسمه‌ها می‌توان قطر و سرعت دورانی چرخ تسمه دیگر را به دست آورد. با محاسبه سرعت‌های دورانی، سرعت محیطی دو چرخ تسمه و سرعت خطی تسمه محاسبه می‌گردد. برای نمونه اگر سرعت دورانی چرخ تسمه محرک و نسبت انتقال را داشته باشیم می‌توانیم سرعت دورانی چرخ تسمه متحرک را به دست آوریم».

$$i = \frac{n_1}{n_2} \Rightarrow n_2 = \frac{n_1}{i}$$

کار در کلاس: روابط فوق را با داشتن نسبت انتقال برای به دست آوردن قطرهای دو چرخ تسمه، مطابق کتاب، توضیح دهید.

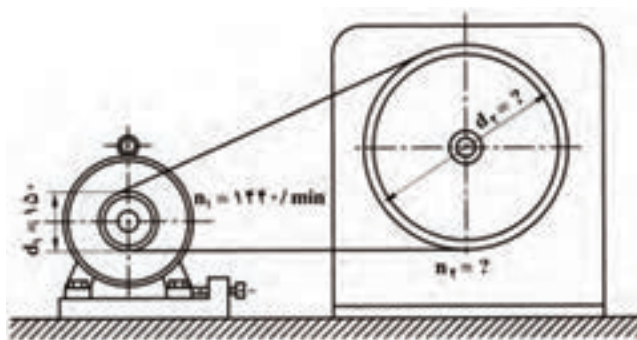
مسئله صفحه ۵۷ کتاب را پاسخ دهید.

از هنرجویان بخواهید مسئله صفحه ۵۸ را پاسخ دهند، سپس از یک داوطلب برای پاسخ دادن به مسئله پای تخته دعوت کنید.

تمرین ۵- در دستگاه انتقال حرکت، مانند شکل، اگر نسبت انتقال $i=4$ باشد حساب کنید:

الف) سرعت دورانی چرخ تسمه متحرک (n_2)

ب) قطر چرخ تسمه متحرک (d_2)



شکل ۱۱-۱۲

پاسخ:

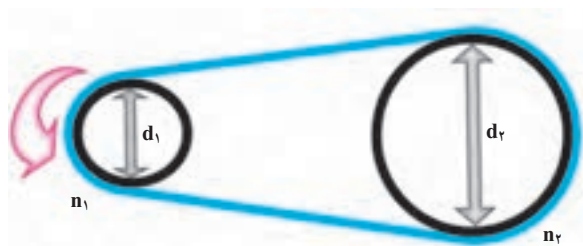
$$i = 4$$

$$n_1 = 1440 \text{ RPM}$$

$$d_1 = 150 \text{ mm}$$

$$n_2 = ?$$

$$d_2 = ?$$



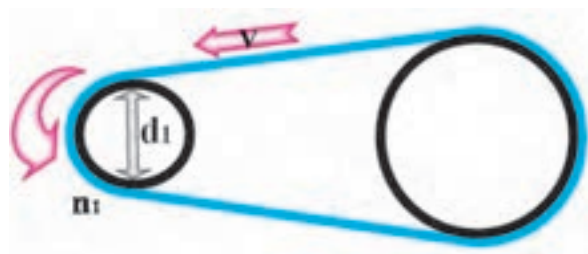
شکل ۱۲-۱۲

$$i = \frac{n_1}{n_2} \Rightarrow n_2 = \frac{n_1}{i} \Rightarrow n_2 = \frac{1440}{4} \Rightarrow \boxed{n_2 = 360 \text{ RPM}}$$

$$i = \frac{d_2}{d_1} \Rightarrow d_2 = d_1 \times i \Rightarrow d_2 = 150 \times 4 \Rightarrow \boxed{d_2 = 600 \text{ mm}}$$

تمرین ۶- در تمرین قبل سرعت خطی تسمه چقدر است؟

پاسخ: از آنجایی که سرعت خطی تسمه با سرعت محیطی هر دو چرخ تسمه برابر است کافی است تا سرعت محیطی یکی از چرخ تسمه‌ها محاسبه شود.



شکل ۱۲-۱۳

$$n_1 = 1440 \text{ RPM}$$

$$d_1 = 150 \text{ mm}$$

$$V = ?$$

$$V = V_1$$

$$V_1 = \frac{d_1 \times \pi \times n}{1000 \times 60} = \frac{150 \times \pi \times 1440}{1000 \times 60} \Rightarrow V_1 = 11.3 \frac{\text{m}}{\text{s}} \Rightarrow \boxed{V = 11.3 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

کار در خانه (۳): در یک ماشین کاه خردکن، انتقال حرکت از الکتروموتور به استوانه خردکننده توسط تسمه و چرخ تسمه انجام می‌شود. سرعت دورانی الکتروموتور ۱۷۰۰ دور در دقیقه و قطر چرخ تسمه ۲۰۰ میلی‌متر است. اگر نسبت انتقال $i=3$ باشد، حساب کنید:

(الف) قطر چرخ تسمه متحرک (متصل به محور استوانه خردکن)

(ب) سرعت دورانی و زاویه‌ای چرخ تسمه متحرک

کار در خانه: چند مسئله طرح کنید و از هنرجویان بخواهید آن‌ها را برای کار در خانه حل کنند.

آموزه سیزدهم

هدف‌های رفتاری را روی تخته بنویسید.

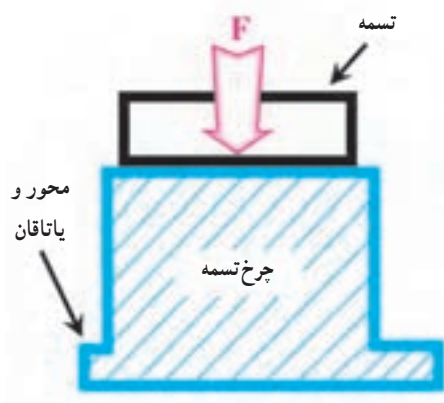
هدف‌های رفتاری: هنرجو با یادگیری این آموزه می‌تواند:

- تسمه دوزنقه‌ای را شرح دهد.
- چرخ دنده را تعریف کند.
- چگونگی درگیری دو چرخ دنده و شرایط درگیری آن‌ها را شرح دهد.
- مسائل مربوط به چرخ دنده‌ها را محاسبه کند.
- انتقال نیرو بین چند چرخ دنده را محاسبه کند.

۱۳-۱- انتقال حرکت با تسمه‌های دوزنقه‌ای (۲-۳-۳- صفحه ۵۹)

توضیح دهید: تسمه دوزنقه‌ای برای انتقال حرکت و نیروی زیاد در مواردی مانند کولر خانگی، کمباین، نقاله، اتومبیل و... آن‌ها به کار می‌رود.

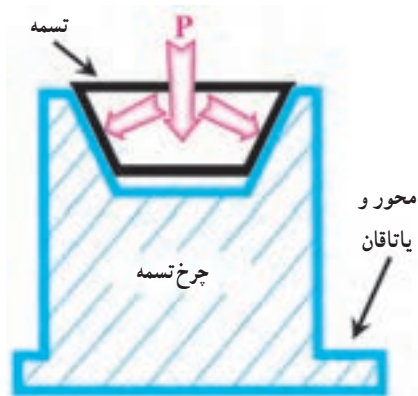
شکل ۱۳-۱ را روی تخته رسم کنید.



شکل ۱۳-۱

بیان کنید: «انتقال نیرو از تسمه به چرخ تسمه در تمام انواع تسمه‌ها از طریق نیروی اصطکاکی که بین تسمه و چرخ تسمه وجود دارد انجام می‌شود. همان‌طور که در شکل ۱۳-۱ می‌بینید در تسمه‌های تخت هنگامی که نیروی عمودی F از تسمه به چرخ تسمه وارد می‌شود، بین سطوح تسمه و چرخ تسمه نیروی اصطکاکی ایجاد می‌شود، این نیرو باعث انتقال نیرو از تسمه به چرخ تسمه می‌شود. اندازه نیروی اصطکاک به اندازه نیروی F ، جنس تسمه و چرخ تسمه، وضعیت زبری و نرمی دو سطح تماس و اندازه سطح تماس بین تسمه و چرخ تسمه (پهنای تسمه) بستگی دارد. اگر میزان کشیدگی تسمه کم شود، نیروی F و در نتیجه نیروی اصطکاک بین تسمه و چرخ تسمه کاهش می‌یابد و تسمه روی

چرخ تسمه می‌لغزد و نیروی کمی منتقل می‌شود. به دلیل محدود بودن سطح بین تسمه و چرخ تسمه و مقدار ضریب اصطکاک، نیروی اصطکاک بین این دو سطح تا اندازه‌ای افزایش می‌یابد. اگر نیروی F به قدری زیاد باشد که نیروی اصطکاک از حد مجاز بیشتر شود، باز نیرو به درستی منتقل نمی‌شود. بنابراین می‌توان گفت هر تسمه و چرخ تسمه تخت بر اساس جنس تسمه و چرخ تسمه و پهنای آن‌ها، توانایی انتقال نیروی معینی را دارند».



شکل ۲-۱۳

شکل ۲-۱۳ را روی تخته بکشید. تلاش کنید پهنای تسمه در این شکل برابر با تسمه شکل قبل باشد.

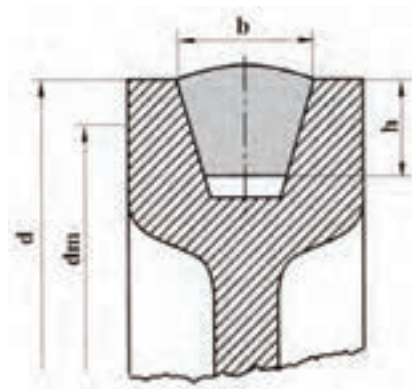
بیان کنید: «در تسمه‌های دوزنقه‌ای، انتقال نیرو از طریق سطوح جانبی تسمه و دیواره‌های جانبی چرخ تسمه انجام می‌شود. بین سطح پایین تسمه و کف شیار فاصله‌ای وجود دارد تا نیرو از طریق سطح پایین تسمه و کف شیار انجام نشود. چون تماس این دو سطح باعث می‌شود که سطح جانبی تسمه با چرخ تسمه از هم دور شوند و تسمه دوزنقه‌ای مانند تسمه تخت عمل نماید. با فرسوده شدن دیواره‌های تسمه، تسمه کمی پایین می‌آید و دوباره نیروی درگیری سطح جانبی تا اندازه لازم تأمین می‌شود.»

فرض کنید پهنای این تسمه دوزنقه‌ای با پهنای تسمه تخت شکل قبل مساوی باشد. همان‌طور که می‌بینید، اگر هدف انتقال نیروی P باشد، این نیرو به دو مؤلفه عمود بر سطوح جانبی شیار چرخ تسمه تجزیه می‌شود. چون سطح درگیری در تسمه و چرخ تسمه دوزنقه‌ای بیشتر از تسمه تخت است بنابراین نیروی اصطکاک و ظرفیت انتقال نیرو در این نوع تسمه بیشتر از تسمه تخت خواهد شد.»

بیان کنید: «همان‌طور که در شکل‌ها مشاهده می‌کنید، در تسمه تخت تمام نیرو به صورت عمودی به کف شیار چرخ تسمه و از طریق آن به یاتاقان نگه‌دارنده محور چرخ تسمه اعمال می‌شود. در صورتی که در تسمه‌های دوزنقه‌ای نیروی اعمال شده از تسمه به شیار چرخ تسمه به دیواره‌های جانبی منتقل می‌شود. چون برای انتقال نیروی چرخشی با تسمه دوزنقه‌ای نیاز به نیروی عمودی کمتری در مقایسه با تسمه تخت است. بنابراین در تسمه‌های دوزنقه‌ای نیروی عمودی کمتری به یاتاقان‌ها اعمال می‌گردد.»

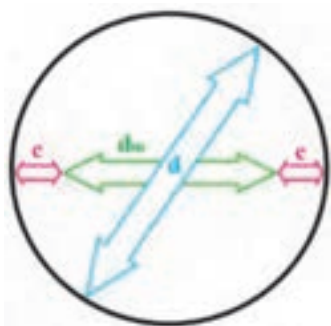
حال شرح دهید: «محاسبات مربوط به سرعت دورانی، نسبت انتقال و سرعت محیطی در این تسمه مشابه تسمه تخت است با این تفاوت که در اینجا به جای استفاده از قطر خارجی چرخ تسمه‌ها (d) از قطر مؤثر چرخ تسمه (d_m) استفاده می‌شود.»

اکنون شکل ۱۷-۳ کتاب را روی تخته رسم کنید.



شکل ۳-۱۳ (شکل ۱۷-۳ کتاب)

توضیح دهید: «برخلاف چرخ تسمه تخت در چرخ تسمه‌های دوزنقه‌ای برای انجام محاسبات باید قطر مؤثر جای‌گزین شود.»



شکل ۴-۱۳

شکل ۴-۱۳ را روی تخته رسم کنید.

بیان کنید: «شکل رسم شده محیط یک چرخ تسمه را نشان می‌دهد که در آن قطر خارجی و متوسط مشخص شده است. قطر خارجی قابل اندازه‌گیری است. c مقداری است که به عرض تسمه بستگی دارد و از جدول‌هایی مانند جدول ۲-۳

صفحه ۶۰ کتاب به دست می آید.

جدول ۳-۲ کتاب را شرح دهید.

بیان کنید: «پس از اندازه گیری قطر خارجی چرخ تسمه و پیدا کردن c ، قطر متوسط محاسبه می شود».

رابطه زیر (رابطه ۳-۱۱ کتاب) را روی تخته بنویسید و شرح دهید.

$$d_m = d - 2c \quad (\text{رابطه ۳-۱۱ کتاب})$$

توضیح دهید: «اگر چرخ تسمه محرکی با قطر مؤثر d_{m1} و سرعت دورانی n_1 ، چرخ تسمه متحرکی به قطر مؤثر d_{m2} و سرعت دورانی n_2 را به حرکت درآورد، سرعت دورانی آن ها با هم متناسب است». رابطه زیر (رابطه ۳-۱۰ کتاب) را روی تخته بنویسید و شرح دهید:

$$i: \text{نسبت انتقال (بدون واحد)} \quad d_{m1} \times n_1 = d_{m2} \times n_2$$

d_{m1} : قطر مؤثر چرخ تسمه محرک (mm)

d_{m2} : قطر مؤثر چرخ تسمه متحرک (mm)

n_1 : سرعت دورانی چرخ تسمه محرک (RPM)

n_2 : سرعت دورانی چرخ تسمه متحرک (RPM)

$$i = \frac{n_1}{n_2}$$

$$i = \frac{d_{m2}}{d_{m1}}$$

c : فاصله قطر مؤثر تا قطر خارجی چرخ تسمه (mm)

بیان کنید: «هر تسمه و چرخ تسمه توانایی انتقال اندازه مشخصی نیرو را دارد. اگر نیاز باشد نیروی بیشتری منتقل شود چرخ تسمه های دو شیاره، سه شیاره یا بیشتر با چند تسمه دوزنقه ای به کار برده می شود، که تعداد شیارها بر پایه اندازه نیرو تعیین می شود. هر چه تعداد شیارها و تسمه ها بیشتر باشد توانایی انتقال نیرو بیشتر خواهد بود».

مسئله صفحه ۶۱ کتاب را حل کنید.

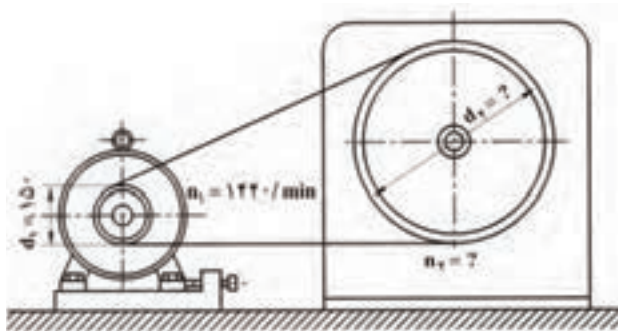
برای درک بهتر هنجریان، تمرین های بیان شده در این آزمون را در کلاس مطرح کنید و از آن ها بخواهید تا این

تمرین ها را حل کنند. سپس از داوطلبی بخواهید تا مسئله را پای تخته حل کند و اشتباهات هنجرو را به او یادآور شوید.

تمرین ۱: در دستگاه انتقال حرکت، مطابق شکل، از تسمه دوزنقه ای با عرض ۲۲ mm استفاده شده است. اگر نسبت انتقال $i=4$ باشد، حساب کنید:

الف) سرعت دورانی چرخ تسمه متحرک (n_2)

ب) قطر چرخ تسمه متحرک (d_2)



شکل ۵-۱۳

$$i = 4$$

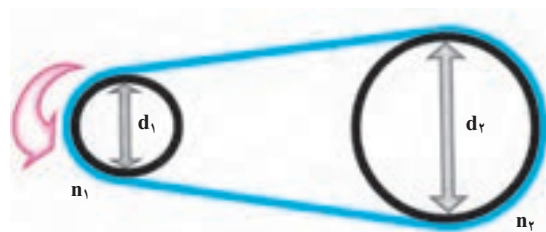
$$b = 22 \text{ mm}$$

$$n_1 = 1440 \text{ RPM}$$

$$d_1 = 150 \text{ mm}$$

$$n_2 = ?$$

$$d_2 = ?$$



پاسخ:

شکل ۶-۱۳

از جدول :

$$c = 7\text{mm} \Rightarrow d_{m1} = d - 2c \Rightarrow d_{m1} = 150 - 2 \times 7 \Rightarrow \boxed{d_{m1} = 136\text{mm}}$$

$$i = \frac{d_{m2}}{d_{m1}} \Rightarrow 4 = \frac{d_{m2}}{136} \Rightarrow \boxed{d_{m2} = 544\text{mm}}$$

$$c = 7\text{mm} \Rightarrow d_{m2} = d_2 - 2c \Rightarrow d_2 = 544 + 2 \times 7 \Rightarrow \boxed{d_2 = 558\text{mm}}$$

$$i = \frac{n_1}{n_2} \Rightarrow n_2 = \frac{n_1}{i} \Rightarrow n_2 = \frac{1440}{4} \Rightarrow \boxed{n_2 = 360\text{RPM}}$$

کار در خانه: در یک ماشین کاه خردکن، الکتروموتور با تسمه دوزنقه‌ای و پولی استوانه خردکننده را به حرکت در می‌آورد. سرعت دورانی الکتروموتور 1700° دور در دقیقه و قطر پولی 200° میلی‌متر است. اگر نسبت انتقال $i=3$ باشد، حساب کنید :

(الف) قطر چرخ تسمه متحرک (متصل به محور استوانه خردکن)

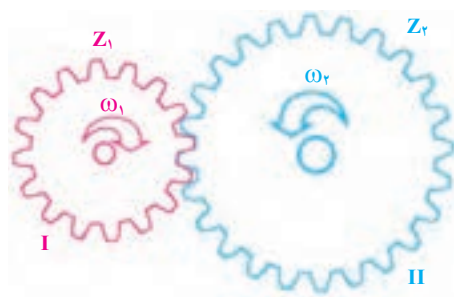
(ب) سرعت دورانی و زاویه‌ای چرخ تسمه متحرک

کار در خانه: مسائل صفحه ۶۱ و ۶۲

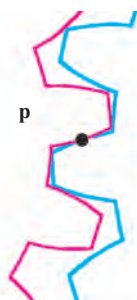
۱۳-۲ چرخ دنده (۴-۳- صفحه ۶۳)

توضیح دهید: «برای جابه‌جایی حرکت دورانی و نیرو می‌توان از چرخ دنده استفاده کرد (قبلاً در درس اجزای ماشین با انواع و کاربردهای آن آشنا شده‌اید). چرخ دنده، بیشتر در موتور، ماشین‌های کشاورزی و به ویژه در جعبه دنده‌ها برای جابه‌جایی، تغییر اندازه و جهت حرکت و نیرو به کار می‌رود. چرخ دنده، نسبت به تسمه و چرخ تسمه، برتری‌هایی دارد که که برخی از آن‌ها عبارت‌اند از:

- انتقال نیروی بیشتر در حجم کم؛
 - نبود لغزش هنگام انتقال حرکت - از این رو برای زمان‌بندی (تایمینگ) مکانیزم‌ها، تسمه - به جز تسمه دندانه‌دار - کارایی ندارد و برای این کار بیشتر چرخ دنده به کار می‌رود؛
 - عمر بیشتر؛
 - نیاز کمتر به سرویس و نگهداری.
- در سیستم چرخ دنده‌ای، انتقال نیرو و حرکت با درگیر شدن دو دندانه مجاور انجام می‌شود.
- شکل ۲۲-۳ الف) کتاب را روی تخته رسم کنید. می‌توانید به جای رسم چرخ دنده‌ها، دایره یا چرخ دنده‌هایی با تعداد دندانه کم تر رسم کنید.

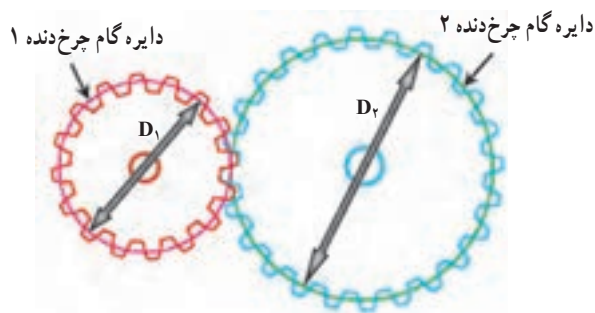


شکل ۷-۱۳



شکل ۸-۱۳

بیان کنید: «برای مشخص کردن تعداد دندانه‌های یک چرخ دنده از حرف انگلیسی Z استفاده می‌شود. در زمان انتقال نیرو از یک دندانه به دندانه دیگر، دو دندانه روی یک نقطه مشترک با هم تماس پیدا می‌کنند. فرض کنید که این نقطه P نام دارد». نقطه P را روی شکل مشخص کنید (شکل ۸-۱۳).



شکل ۹-۱۳

توضیح دهید: «می‌توان به مرکز هر دو چرخ دنده دو دایره رسم کرد که در نقطه P بر هم مماس باشند». شکل ۷-۱۳ را به صورت روبه‌رو تکمیل کنید.

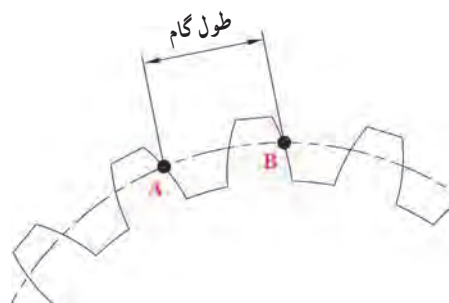
بیان کنید: «هرکدام از این دایره‌ها با قطرهای D_1 و D_2 ، دایره‌های گام چرخ دنده‌های ۱ و ۲ هستند که با هم مماس‌اند. همان‌طور که می‌دانید هنگام دوران، دو چرخ دنده نسبت به هم لغزش ندارند. بنابراین مانند آنچه در تسمه و چرخ تسمه گفته شد، نسبت قطر دو چرخ دنده با سرعت دورانی آن‌ها برابر است».

رابطه زیر (رابطه ۱۲-۳ کتاب) را روی تخته بنویسید و شرح دهید.

$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

بیان کنید: «برای استفاده از رابطه فوق لازم است قطر D_1 و D_2 تعیین گردد. ولی چون دایره‌های گام روی چرخ دنده‌ها قابل دیدن نیستند، قطر آن‌ها نیز به راحتی اندازه‌گیری نمی‌شود. روی هر چرخ دنده تعداد مشخصی دندانه با فواصل مساوی نسبت به هم وجود دارد. به فاصله بین دندانه‌ها «گام دندانه» گفته می‌شود که با t مشخص می‌گردد».

شکل ۱۰-۱۳ را روی تخته بکشید و شرح دهید.



شکل ۱۰-۱۳

بیان کنید: «همان‌طور که روی شکل می‌بینید، طول گام با طول کمان AB (که روی دایره گام قرار دارد) متناسب است، بنابراین مجموع طول گام‌های یک چرخ دنده با محیط دایره گام متناسب است. پس اگر محیط دایره گام بر تعداد دندانه‌ها تقسیم شود، طول گام به دست می‌آید». رابطه زیر (رابطه ۱۳-۳ کتاب) را روی تخته بنویسید و شرح دهید.

t : گام دندانه (mm)

D : قطر دایره گام (mm)

Z : تعداد دندانه‌های چرخ دنده

$$t = \frac{\pi D}{Z}$$

بیان کنید: «از طرف دیگر گام دندانه‌ها در دو چرخ دنده درگیر با هم مساوی ساخته می‌شوند تا دندانه‌های چرخ دنده در شیار چرخ دنده دیگر قرار گیرد. بنابراین تعداد دندانه‌ها و قطر گام دو چرخ دنده درگیر باید با هم متناسب باشند».

روابط زیر (رابطه ۱۴-۳ کتاب) را روی تخته بنویسید و شرح دهید.

$$\left. \begin{aligned} t &= \frac{\pi D_1}{Z_1} \\ t &= \frac{\pi D_2}{Z_2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{\pi D_1}{Z_1} = \frac{\pi D_2}{Z_2} \Rightarrow \frac{D_1}{Z_1} = \frac{D_2}{Z_2} \Rightarrow \frac{D_1}{D_2} = \frac{Z_2}{Z_1}$$

چون $\frac{D_1}{D_2} = \frac{n_2}{n_1}$ پس می‌توان نوشت:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{Z_2}{Z_1}$$

تمرین ۲: دو چرخ دنده با هم درگیر هستند. سرعت دورانی چرخ دنده اول 24° دور در دقیقه است. اگر تعداد دندانه‌های چرخ دنده اول ۳۶ عدد و تعداد دندانه‌های چرخ دنده دوم ۱۲ عدد باشد، سرعت دورانی چرخ دنده دوم را محاسبه کنید.

پاسخ:

$$Z_1 = 36$$

$$Z_2 = 12$$

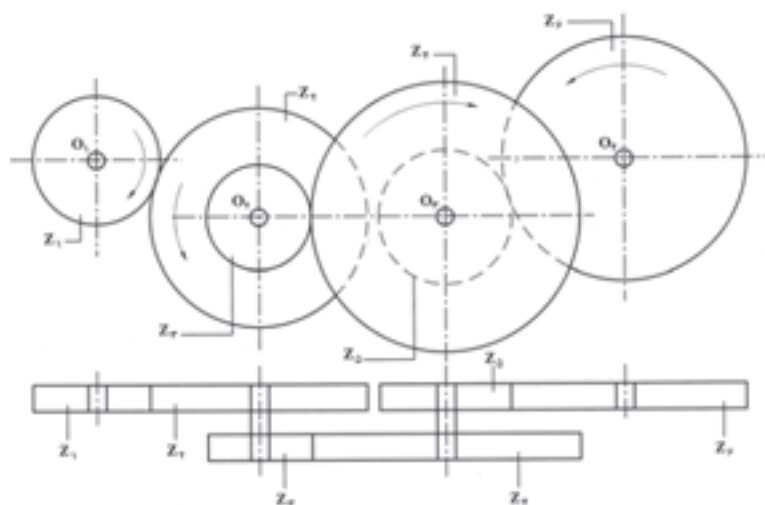
$$n_1 = 24^\circ \text{ RPM}$$

$$n_2 = ?$$

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{Z_2}{Z_1} \Rightarrow n_2 = \frac{n_1 \times Z_1}{Z_2} = \frac{24 \times 36}{12} \Rightarrow \boxed{n_2 = 72^\circ \text{ RPM}}$$

۳-۱۳- محاسبه سرعت دورانی در بیش از دو چرخ دنده (صفحه ۶۵)

توضیح دهید: «در بیشتر مکانیزم‌های انتقال نیرو با چرخ دنده، مانند جعبه دنده‌ها برای انتقال و تغییر اندازه یا جهت نیرو بین محورهای محرک و متحرک دو یا چند چرخ دنده به کار می‌رود. در برخی از جعبه دنده‌ها، چرخ دنده‌های هرزگردی هستند



که برای تغییر اندازه یا جهت حرکت و نیرو به کار می‌روند. روش کار برای به دست آوردن سرعت دورانی محورهای ورودی، خروجی و چرخ دنده‌ها شبیه مراحل گفته شده است، با این تفاوت که در اینجا باید در مسیر انتقال حرکت از محور ورودی تا محور خروجی سرعت دورانی و تغییر سوی حرکت تمام چرخ دنده‌های درگیر مشخص شود تا سرانجام سرعت دورانی و سوی چرخش عضو مورد نظر به دست آید».

شکل ۱۱-۱۳ (۲۳-۳ صفحه ۶۵)

شکل ۱۱-۱۳- (شکل ۲۳-۳ کتاب)

کتاب) را روی تخته رسم کنید.

بیان کنید: «همانطور که می بینید در شکل رسم شده، ۶ چرخ دنده وجود دارد. چرخ دنده ۱ روی محور محرک ۱ قرار دارد و سرعت دورانی و سوی چرخش هر دو مساوی است. چرخ دنده های ۲ و ۳ روی محور ۲ قرار دارند و هر سه عضو با یک سرعت دورانی و در یک سو می چرخند. چرخ دنده های ۴ و ۵ روی محور ۳ قرار دارند و هر سه عضو با یک سرعت دورانی و هم سو می چرخند. چرخ دنده ۶ نیز روی محور ۴ قرار دارد و سرعت دورانی و سوی چرخش آن ها برابر است. حرکت از چرخ دنده ۱ به ۲ منتقل می شود و سوی چرخش و مقدار آن تغییر می کند. می توان سرعت دورانی چرخ دنده ۲ را محاسبه کرد».

رابطه زیر را روی تخته بنویسید و شرح دهید.

$$n_2 = \frac{n_1 Z_1}{Z_2}$$

بیان کنید: «چرخ دنده ۲ و ۳ روی محور ۲ قرار دارند و هم دور و هم سو هستند»
رابطه زیر را روی تخته بنویسید و شرح دهید.

$$n_2 = n_3 = n_{sh2}$$

بیان کنید: « n_{sh2} معرف سرعت دورانی محور ۲ است. سپس حرکت از چرخ دنده ۳ به چرخ دنده ۴ با تغییر در جهت و اندازه دور منتقل می گردد».

$$n_4 = \frac{n_3 Z_3}{Z_4}$$

بیان کنید: «چون چرخ دنده های ۴ و ۵ روی محور ۳ قرار دارند، بنابراین اندازه و سرعت دورانی و سوی حرکت این ۳ قطعه با هم برابر است».

$$n_4 = n_5 = n_{sh3}$$

بیان کنید: «سرانجام حرکت از چرخ دنده ۵ به چرخ دنده ۶ با تغییر در جهت و اندازه سرعت دورانی منتقل می شود».

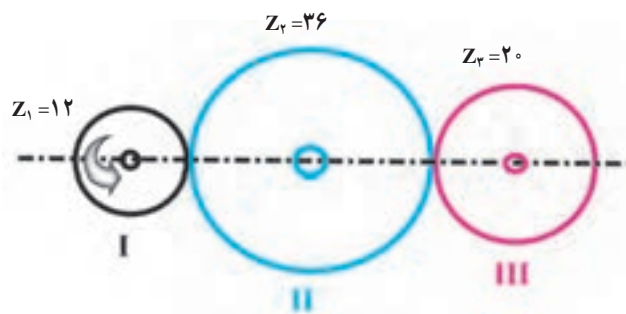
$$n_6 = \frac{n_5 Z_5}{Z_6}$$

بیان کنید: «سرعت دورانی محور ۴ نیز با چرخ دنده ۶ یعنی n_6 برابر است».

نکته: برای پیدا کردن سوی چرخش چرخ دنده متحرک، باید توجه کنید که اگر چرخ دنده ها هر کدام روی یک محور جداگانه باشند یعنی روی یک محور دو چرخ دنده وجود نداشته باشد و تعداد محورهایی که بین چرخ دنده اول و آخر قرار می گیرند زوج باشد، سوی حرکت چرخ دنده متحرک خلاف سوی چرخش چرخ دنده محرک است و اگر تعداد محورهای بین آن ها فرد باشد سوی حرکت آن ها یکی خواهد شد.

مسئله صفحه ۶۶ کتاب را حل کنید.

تمرین ۳: سه چرخ دنده نشان داده شده در شکل باهم درگیرند. سرعت دورانی چرخ دنده اول 15° دور در دقیقه است. سرعت و سوی چرخش چرخ دنده سوم را محاسبه کنید.



شکل ۱۲-۱۳

پاسخ:

$$Z_1 = 12$$

$$n_2 = \frac{n_1 Z_1}{Z_2} \Rightarrow n_2 = \frac{150 \times 12}{36} \Rightarrow \boxed{n_2 = 50 \text{ RPM}}$$

$$Z_2 = 36$$

سوی چرخش چرخ دنده ۲ خلاف سوی چرخش چرخ دنده ۱ یعنی هم‌سوی حرکت عقربه‌های ساعت است.

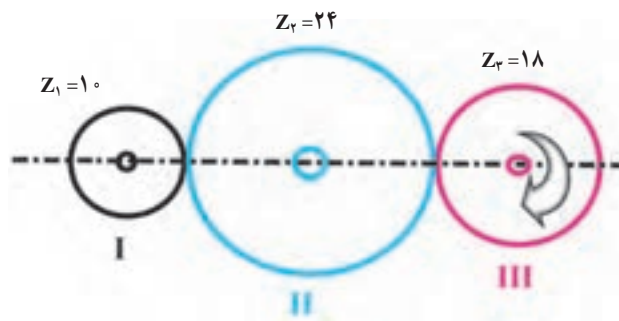
$$Z_3 = 20$$

$$n_1 = 150 \text{ RPM}$$

$$n_3 = \frac{n_2 Z_2}{Z_3} \Rightarrow n_3 = \frac{50 \times 36}{20} \Rightarrow \boxed{n_3 = 90 \text{ RPM}}$$

$$n_2 = ?$$

سوی چرخش دوران چرخ دنده ۳ خلاف سوی چرخش چرخ دنده ۲ یعنی خلاف حرکت عقربه‌های ساعت است. کار در خانه (۲): سه چرخ دنده نشان داده شده در شکل با هم درگیرند. سرعت دورانی چرخ دنده سوم 150° دور در دقیقه است. سرعت و سوی چرخش چرخ دنده اول را محاسبه کنید.



شکل ۱۳-۱۳

از هنجریان بخواهید مسائل صفحه ۶۷ کتاب را برای کار در خانه حل کنند.

آموزه چهاردهم

تمرین‌های دوره‌ای دوم از صفحه ۱ تا ۶۷ برای آمادگی آزمون نیم‌سال اول

آموزه پانزدهم

آزمون نیم سال اول

آموزه شانزدهم

هدف‌های رفتاری را روی تخته بنویسید.

هدف‌های رفتاری: هنرجو با یادگیری این آموزه می‌تواند:

- مفهوم نیرو، نیروی مقاوم و نیروی محرک را شرح دهد.
- یکاهای رایج نیرو را بیان کند و تبدیل یکاهای نیرو را با جدول انجام دهد.
- مفهوم گشتاور نیرو و کاربرد آن در ماشین‌های کشاورزی را با آوردن چند نمونه شرح دهد.
- یکای گشتاور را بیان کند و تبدیل یکای گشتاور را انجام دهد.
- رابطه گشتاور را برای حل مسائل مربوط به ماشین‌های کشاورزی حل کند.

۱۶-۱- نیرو (۱-۴ صفحه ۶۸)

از هنرجویان بخواهید نیرو را تعریف کنند. گفته‌های هنرجویان را روی تخته بنویسید و آن‌ها را برای رسیدن به پاسخ درست هدایت کنید.

تعریف نیرو: نیرو عاملی است که باعث می‌شود یک جسم از حالت سکون شروع به حرکت کند، یا جسمی که در حرکت است متوقف شود، نیرو همچنین می‌تواند باعث شود یک جسم سریع‌تر یا آهسته‌تر حرکت نماید، یا مسیر حرکت جسم تغییر کند.

اکنون از هنرجویان بخواهید نمونه‌ای برای نیرو بیان کنند، مانند:

■ نیروی پیش‌راننده موتور باعث می‌شود تراکتور به حرکت بيفتد.

■ نیروی رو به جلوی تراکتور گاوآهن را از حالت سکون به سمت جلو به حرکت می‌اندازد.

■ نیروی وزن باعث سقوط بذر در لوله سقوط خطی کار می‌گردد.

بیان کنید: «برخی نیروها باعث ایجاد حرکت جسم می‌شوند که به آن‌ها نیروی محرک می‌گویند». در این زمینه با استفاده

از روش پرسش و پاسخ مثال بیاورید، مانند:

■ نیروی الکتروموتور برای به حرکت انداختن تسمه در نقاله تسمه‌ای؛

■ نیروی دست برای به حرکت انداختن دسته‌های قیچی باغبانی.

سپس بیان کنید: «نیروهایی که از حرکت جسم جلوگیری می‌کنند یا از سرعت آن می‌کاهند، «نیروی مقاوم» نامیده می‌شوند.

اگر نیروی مقاومی وجود نداشت تمام اجسامی که در حرکت‌اند، بدون به کار بردن نیرو، به حرکت خود ادامه می‌دادند». مانند:

■ نیروی ترمز چرخ‌ها برای متوقف کردن تراکتور؛

■ مقاومت هوا در هنگام افتادن برگ درختان.

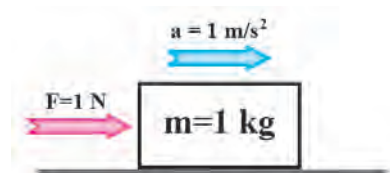
بیان کنید: «گاهی ترکیب چند نیرو به صورت نیروی مقاوم عمل می‌کنند. برای نمونه تراکتوری که در یک سر بالایی حرکت

می‌کند و راننده در مسیر ترمز می‌گیرد نیروی ترمز، نیروی مقاومت هوا (هرچند ناچیز) و وزن تراکتور ناشی از شیب باعث کم شدن

سرعت و سرانجام ایستادن تراکتور می شود. در این وضعیت همه این نیروها به صورت نیروی مقاوم عمل می کنند. در مسائل و شکل ها معمولاً نیرو با F و جهت نیرو با یک پیکان مشخص می شود. یکای نیرو در سیستم متریک (SI) نیوتن است و با حرف N مشخص می گردد».

روی تخته بنویسید: «یک نیوتن (N) مقدار نیرویی است که اگر به جسمی به جرم یک کیلوگرم اعمال شود جسم با شتاب یک متر بر مجذور ثانیه حرکت خواهد کرد».

شکل ۱-۱۴ را روی تخته بکشید.



شکل ۱-۱۶

شرح دهید: این تعریف زمانی صادق است که نیروی مقاومی به جسم اعمال نشود

یا برابند نیروها برابر یک نیوتن باشد. بنابراین می توان نوشت:

$$1N = 1kg \times 1m/s^2 \quad \text{یا} \quad 1N = 1kg \times \frac{m}{s^2}$$

بیان کنید: «نیرو در هر سیستم اندازه گیری یکای ویژه ای دارد، برای نمونه،

یکای نیرو در سیستم MKS کیلوگرم نیرو (kgf) و در سیستم انگلیسی پوند نیرو (lbf) است. می توان یکاهای نیرو در سیستم های مختلف را به یکدیگر تبدیل کرد. برای این کار می توانید از پیوست جدول ۱ صفحه ۱۳۲ کتاب استفاده کنید».

(با نوشتن مطالب زیر روی تخته، روش استفاده از جدول را شرح دهید).

$$1N = 1lbf \times 4/45 \Rightarrow 1lbf = \frac{1N}{4/45}$$

$$1N = 1kgf \times 9/81 \Rightarrow 1kgf = \frac{1N}{9/81}$$

برای درک بهتر هنرجویان، تمرین های مطرح شده در این آزمون را در کلاس ارائه دهید و از آن ها بخواهید تا تمرین ها را حل کنند. یکی از هنرجویان را پای تخته بیاورید تا مسئله را حل کند. جاهایی را که هنرجو اشتباه می کند یادآور شوید.

تمرین ۱: $3/5$ نیوتن چند پوند نیرو و چند کیلوگرم نیرو است؟

پاسخ:

$$F = 3/5 N$$

$$F = ? lbf \quad 1lbf = \frac{1N}{4/45} \Rightarrow F = \frac{3/5 N}{4/45} \Rightarrow \boxed{F = 0/787 lbf}$$

$$F = ? kgf$$

$$1kgf = \frac{1N}{9/81} \Rightarrow F = \frac{3/5 N}{9/81} \Rightarrow \boxed{F = 0/357 Kg}$$

تمرین ۲: 10 پوند نیرو چند نیوتن و چند کیلوگرم نیرو است؟

پاسخ:

$$F = 10 lbf$$

$$1N = 1lbf \times 4/45 \Rightarrow F = 10 \times 4/45 \Rightarrow \boxed{F = 44/5 N}$$

$$F = ? N$$

$$F = ? \text{ kgf}$$

$$1 \text{ kgf} = \frac{1 \text{ N}}{9.81} \Rightarrow F = \frac{44.5 \text{ N}}{9.81} \Rightarrow \boxed{F = 4.536 \text{ Kgf}}$$

کار در خانه: ۵۶ پوند نیرو چند نیوتن و چند کیلوگرم نیرو است؟

کار در خانه: از هنرجویان بخواهید تا هر کدام نیروهای محرک اعمال شده به یک وسیله کشاورزی در حرکت و نیروهای مقاوم آن را مشخص کند.

کار در خانه: از هنرجویان بخواهید تا به صورت گروهی ارقام مختلفی را برای نیرو با واحدهای مختلف انتخاب کنند، سپس هر هنرجو در منزل آن نیروها را به واحدهای دیگر تبدیل کند و در جلسه آینده، پاسخ به دست آمده را با دیگر هنرجویان مقایسه نماید.

کار در خانه: چند مسئله برای کار در خانه هنرجویان طرح و به آنان ارایه کنید.

۲-۱۶- تعادل نیروها (۲-۴- صفحه ۶۹)

نخست با استفاده از روش پرسش و پاسخ بیان کنید «نیرو یک کمیت برداری است و از این رو برای تعیین یک نیرو باید مقدار، نقطه اثر، امتداد و جهت آن را داشت و نیز جمع بردارها به صورت برداری انجام می‌گردد».

شرایط دو نیروی هم راستای متعادل را با رسم شکل بیان کنید. اکنون با رسم شکل برآیند دو نیرو و نیرویی را که با آن نیرو در تعادل است شرح دهید.

پیشنهاد می‌شود که تعادل گشتاورها و رابطه آن‌ها را پس از تدریس گشتاور نیرو بیان کنید.

نکته: در این کتاب، تعادل جسم در حالت تعادل همزمان نیروها و گشتاور به صورت همزمان مورد نظر نیست و تنها تعادل نیروها بدون در نظر گرفتن گشتاور مورد نظر است.

با پرسش و پاسخ، پارامترهای مورد نیاز را برای تعیین یک نیرو معین کنید. از هنرجویان بپرسید: «فرض کنید به یک جسم در حال سکون، نیرو اعمال شده است و می‌خواهید آن را بررسی کنید. اولین پرسشی که از ذهن شما در مورد نیروی اعمال شده پدید می‌آید چیست؟»

پاسخ هنرجویان را روی تخته بنویسید و موارد را به صورت زیر تکمیل کنید:

■ مقدار نیرو؛

■ نقطه اثر نیرو (نقطه‌ای از جسم که نیرو به آن اعمال می‌گردد)؛

■ راستای نیرو؛

■ جهت نیرو.

بیان کنید: «با دانستن پارامترهای فوق می‌توانید نیروی اعمال شده به جسم را بررسی کنید و در صورت نیاز محاسبات مربوط به آن را انجام دهید».

بپرسید: «کدام نوع از کمیت‌ها هستند که برای تعیین آن‌ها نیاز به پارامترهای فوق است». پس از پاسخ دادن هنرجویان تأکید

کنید که کمیت‌های برداری دارای این ویژگی هستند و از این موضوع نتیجه‌گیری کنید که نیرو یک کمیت برداری است.

بیان کنید: «عملیات ریاضی کمیت‌های برداری روش خاصی دارد و از آنجایی که نیرو یک کمیت برداری است، برای جمع

دو یا چند نیرو باید از جمع برداری استفاده کرد».

اشتباه رایج

برخی دانش آموزان برای انجام عملیات ریاضی روی کمیت‌های برداری از روش‌های معمولی، که در ریاضی برای کمیت‌های اسکالر آموخته‌اند، استفاده می‌کنند. به هنجریان این نکته را یادآوری و تأکید کنید که در صورت انجام این اشتباه به پاسخی غلط خواهند رسید. بهتر است برای درک اهمیت موضوع چند مثال در کلاس مطرح و آن‌ها را حل کنید.

شکل ۱۶-۲ را روی تخته رسم و بیان کنید نیروی F_1 به یک جسم ساکن اعمال

می‌شود.

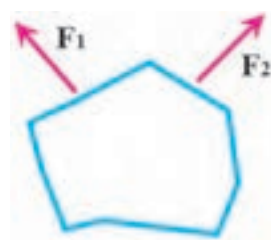


شکل ۱۶-۲



شکل ۱۶-۳

بپرسید: «برای خنثی کردن نیروی اعمال شده به جسم چه باید انجام دهیم؟». پس از پاسخ هنجریان بیان کنید: «باید نیروی F_2 را که مساوی، هم‌راستا و در جهت مخالف نیروی F_1 است، به جسم اعمال کنیم». شکل فوق را به صورت روبه‌رو تکمیل کنید.



شکل ۱۶-۴

بیان کنید: در این وضعیت نیروهای اعمال شده به جسم همدیگر را خنثی می‌کنند

و جسم در حال تعادل است.

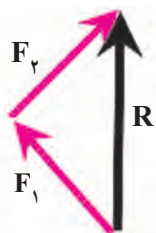
شکل ۱۶-۴ را روی تخته رسم و بیان کنید که نیروهای F_1 و F_2 به یک جسم ساکن اعمال

می‌شوند.

بیان کنید: «این جسم پس از اعمال دو نیرو از حالت سکون خارج می‌شود و به حرکت در

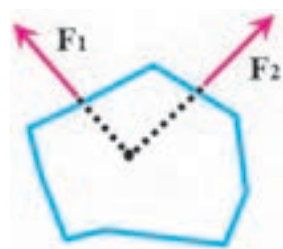
می‌آید».

بپرسید: «جسم در کدام سو حرکت می‌کند F_1 یا F_2 ؟»



شکل ۱۶-۵

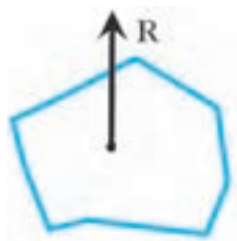
پس از پاسخ چند هنجرو بیان کنید: «جسم در راستا و سوی برداری که برابر با حاصل جمع دو نیروی F_1 و F_2 است حرکت می‌کند. به این بردار، برآیند دو نیروی F_1 و F_2 می‌گویند. برای پیدا کردن برآیند نیروها که بیشتر با حرف R نشان داده می‌شود از جمع برداری استفاده می‌شود». شکل روبه‌رو را رسم کنید و جمع برداری به روش مثلث را شرح دهید.



شکل ۱۶-۶

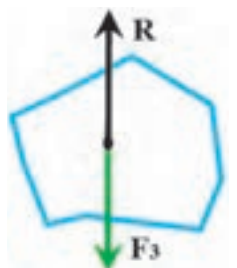
بیان کنید: «امتداد دو نیروی اعمال شده به جسم را باید رسم کنید تا در یک نقطه یکدیگر

را قطع کنند. نیروی برآیند R را در این نقطه قرار دهید». سپس شکل روبه‌رو را رسم کنید.



شکل ۱۶-۷

بیان کنید: «می‌توان دو نیرو را از شکل حذف کرد و به جای آن‌ها برآیند R را به جسم در نقطه تعیین شده اعمال کرد». شکل ۱۶-۷ رسم کنید.



شکل ۱۶-۸

بیان کنید: «اگر بخواهیم جسم بایستد و یا به بیان دیگر به حالت تعادل برسد باید یک نیروی مساوی، هم راستا با راستای نیروی R در سوی مخالف به جسم اعمال کنیم». شکل ۱۶-۷ را مانند شکل ۱۶-۸ تکمیل کنید.

با یادآوری این موضوع که نیروی F_3 در واقع نیروهای F_1 و F_2 را خنثا می‌کند، روابط ریاضی آن را به صورت زیر و با شکل‌های رسم شده شرح دهید:

■ مرحله اول: جمع دو نیرو

$$F_1 + F_2 = R \quad (1)$$

■ مرحله دوم: مطابق شرط تعادل مجموع تمام نیروهای اعمال شده برابر صفر است.

$$\sum F = 0$$

یعنی:

$$R + F_3 = 0 \quad (2)$$

■ مرحله سوم: در رابطه ۲ به جای R مساوی آن را از رابطه ۱ بگذارید:

$$\left. \begin{array}{l} F_1 + F_2 = R \\ R + F_3 = 0 \\ F_1 + F_2 + F_3 = 0 \end{array} \right\} \Rightarrow F_1 + F_2 = -F_3$$

نیروی F_3 مساوی و خلاف سوی حاصل جمع برداری نیروهای F_1 و F_2 است. بنابراین جسم با اعمال نیروی F_3 به تعادل می‌رسد یا می‌ایستد.

۱۶-۳- گشتاور نیرو (۳-۴- صفحه ۷۰)

پرسید: «اگر نتوانید با دست و بدون ابزار یک مهره را که روی یک پیچ بسته شده است باز کنید، از آچار استفاده می‌کنید. در این حالت با اعمال همان نیرو مهره باز می‌شود. چرا؟ یا هنگام جابه‌جایی اجسام سنگین، چرا از اهرم استفاده می‌کنید؟»

بیان کنید: «در تمام کارهای گفته شده و مانند آن از ویژگی یک کمیت فیزیکی به نام گشتاور استفاده می‌گردد».

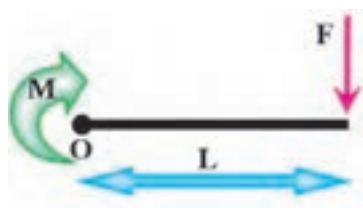
تعریف گشتاور را روی تخته بنویسید: لنگر یا گشتاور نیرو نسبت به یک نقطه برابر است با حاصل ضرب نیرو در فاصله عمودی نقطه تا امتداد نیرو.

شکل روبه‌رو را رسم کنید.



شکل ۹-۱۶

بیان کنید: «اگر به طول L را فرض کنید که به لولای O متصل است و به انتهای دیگر آن نیروی F اعمال می‌گردد. گشتاور به وجود آمده در اثر نیروی F ، که با حرف M مشخص می‌شود، تمایل دارد تا اهرم را در جهت عقربه‌های ساعت بچرخاند».



شکل ۱۰-۱۶

شکل ۹-۱۶ را مانند شکل ۱۰-۱۶ تکمیل کنید.

اکنون رابطه گشتاور را با توجه به شکل ۱۰-۱۶ شرح دهید.

$$M = F \times L$$

M : گشتاور نیرو بر حسب نیوتن متر (N.m)

F : نیرو بر حسب نیوتن (N)

L : فاصله عمودی نیرو تا مرکز دوران یا بازوی گشتاور بر حسب متر (m)

بیان کنید: «جهت گشتاور روی شکل با یک علامت پیکان گرد مشخص می‌شود که بیشتر کنار مرکز دوران رسم می‌شود. البته می‌توان این علامت پیکان گرد را کنار پیکان نیروی عامل گشتاور و یا هر جای دیگری نزدیک بازوی گشتاور رسم نمود. اگر اهرم در سوی عقربه‌های ساعت بچرخد، علامت گشتاور مثبت و اگر خلاف عقربه‌های ساعت بچرخد با علامت منفی نشان داده می‌شود».

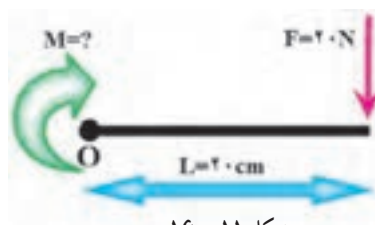
مثال ۱: در شکل زیر مقدار نیرو 2° نیوتن و بازوی گشتاور 2° سانتی‌متر است. گشتاور نیرو حول نقطه O را محاسبه کنید.

پاسخ:

$$F = 2^\circ \text{ N}$$

$$L = 2^\circ \text{ cm} = 0/2 \text{ m}$$

$$M = ? \text{ N.m}$$



شکل ۱۱-۱۶

$$M = F \times L$$

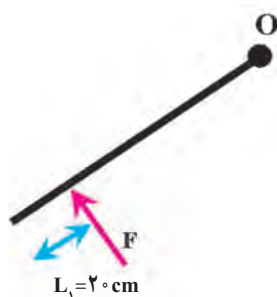
$$\Rightarrow M = 2^\circ \times 0/2 \Rightarrow M = +4/0 \text{ N.m}$$

شرح دهید: چون نیروی F تمایل دارد اهرم را در جهت عقربه‌های ساعت بچرخاند پس علامت گشتاور مثبت است.

تمرین ۳: در شکل نشان داده شده، نیروی 6° نیوتنی به اهرمی به طول 2 متر اعمال می‌شود.

گشتاور نیرو حول نقطه O را محاسبه کنید.

پاسخ:



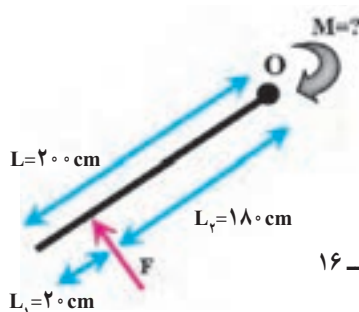
شکل ۱۲-۱-۱۶

$$F = 6^\circ \text{ N}$$

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

$$M = ? \text{ N.m}$$

$$L_2 = L - L_1 = 2 - 0/2 = 1/8 \text{ m}$$



شکل ۱۲-۲-۱۶

$$M = F \times L$$

$$\Rightarrow M = 60 \times 1/8 \Rightarrow \boxed{M = +1.8 \text{ N.m}}$$

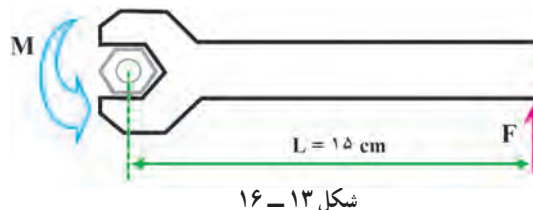
شرح دهید: چون نیروی F تمایل دارد اهرم را هم سو با عقربه های ساعت بچرخاند پس علامت گشتاور مثبت است.
کار در خانه (۲): مهره ای به وسیله آچار ترک متر با گشتاور 200 N.m روی پیچی بسته شده است. اگر فاصله دست تا مهره روی آچار ۱۵ سانتی متر باشد، نیروی مورد نیاز برای باز کردن مهره چقدر است؟

پاسخ:

$$M = 200 \text{ N.m}$$

$$L = 15 \text{ cm} = 0.15 \text{ m}$$

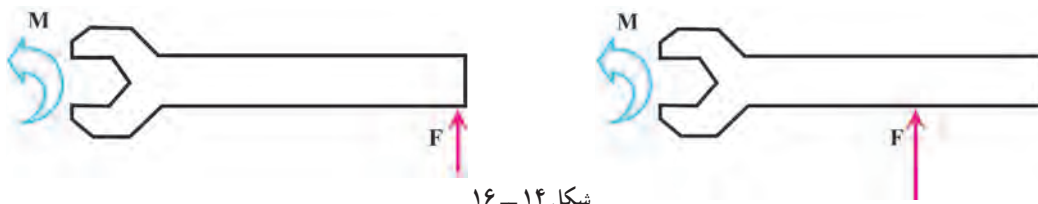
$$F = ?$$



شکل ۱۳-۱۶

$$M = F \times L \Rightarrow 200 = F \times 0.15 \Rightarrow \boxed{F = 1333.33 \text{ N}}$$

بیان کنید: «هنگامی که می خواهید مهره یا پیچی را با آچار باز کنید، نیروی لازم دست برای باز کردن مهره به فاصله قرارگیری دست روی آچار - که همان بازوی گشتاور است - تا مهره بستگی دارد».
شکل های ۱۴-۱۶ را رسم کنید و شرح دهید: «هر چه دست از مهره دورتر باشد، بازوی گشتاور زیاده تر می شود، بنابراین گشتاور افزایش می یابد پس برای باز کردن مهره به نیروی کمتری نیاز است».
پرسش: از هنرجویان پرسید چرا برای بستن پیچ و مهره در قطعات حساس، از آچار ترک متر استفاده می شود؟

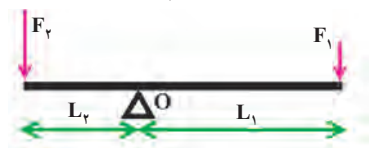


شکل ۱۴-۱۶

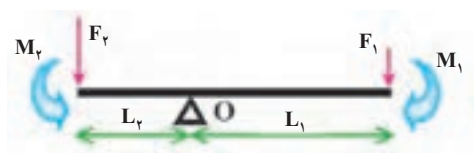
پاسخ: برای اینکه گشتاور بیش از حد به پیچ یا مهره یا قطعه اعمال نشود و از بریدن پیچ، خرابی مهره یا اعمال نیروی زیاد به قطعه جلوگیری شود.

شکل ۱۵-۱۶ را رسم کنید.

بیان کنید: «اهرم نشان داده شده روی یک پایه در نقطه O قرار دارد. نیروی F_1 و F_2 مانند شکل به اهرم اعمال می گردد. فرض کنید F_1 از F_2 کمتر است و اهرم هم ثابت است و نمی چرخد. نیروی F_1 گشتاور M_1 و نیروی F_2 گشتاور M_2 را حول نقطه O ایجاد می کنند. گشتاور M_1 تمایل دارد تا اهرم را هم سو با عقربه های ساعت بچرخاند و علامت آن مثبت است و گشتاور M_2 تمایل دارد تا اهرم را خلاف عقربه های ساعت بچرخاند و علامت آن منفی است».



شکل ۱۵-۱۶



شکل ۱۶-۱۶

شکل ۱۵-۱۶ را به صورت شکل ۱۶-۱۶ تکمیل کنید و سوی

چرخش را نسبت به تکیه‌گاه نشان دهید.

بیان کنید: «از آنجایی که اهرم ثابت است و نمی‌چرخد پس آشکار

است که دو گشتاور همدیگر را خنثا می‌کنند و مجموع آن‌ها برابر صفر است.

در این وضعیت اهرم در حالت تعادل است و گشتاورها با هم برابرند با این که نیروها برابر نیستند».

روابط زیر را روی تخته بنویسید و شرح دهید.

$$\Sigma M = 0 \Rightarrow M_1 + (-M_2) = 0 \Rightarrow M_1 - M_2 = 0 \Rightarrow M_1 = M_2$$

پس می‌توان نوشت:

$$F_1 \times L_1 = F_2 \times L_2 \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{L_2}{L_1}$$

مثال ۲: در شکل ۱۶-۱۷ اگر نیروهای F_1 و F_2 به ترتیب ۲۰ و ۵۰ کیلو نیوتن و فاصله F_2 تا نقطه O، ۴۰ سانتی‌متر باشند،

فاصله F_1 تا نقطه O باید چقدر باشد تا اهرم در حالت تعادل قرار بگیرد؟

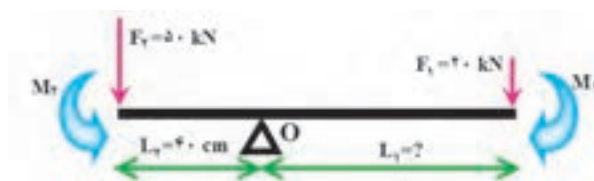
پاسخ:

$$F_1 = 20 \text{ kN} = 20000 \text{ N}$$

$$F_2 = 50 \text{ kN} = 50000 \text{ N}$$

$$L_2 = 40 \text{ cm} = 0.4 \text{ m}$$

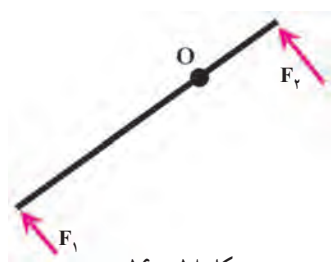
$$L_1 = ?$$



شکل ۱۶-۱۷

$$M_1 = M_2$$

$$\Rightarrow F_1 \times L_1 = F_2 \times L_2 \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{L_2}{L_1} \Rightarrow \frac{20000}{50000} = \frac{0.4}{L_1} \Rightarrow \boxed{L_1 = 1 \text{ m}}$$



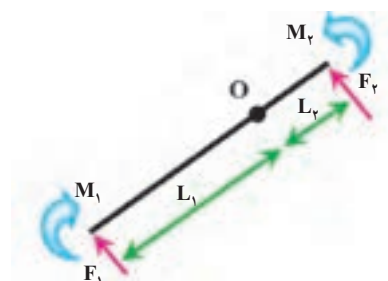
شکل ۱۶-۱۸

تمرین ۴: در شکل روبه‌رو نیروی ۶۰ کیلو نیوتنی F_1 به اهرم اعمال می‌شود. فاصله

F_1 تا نقطه O، ۸۵ سانتی‌متر است. اگر فاصله F_2 تا نقطه O، ۳۵ سانتی‌متر باشد، اندازه نیروی

F_2 چقدر باید باشد تا اهرم در حالت تعادل قرار بگیرد؟

پاسخ:



شکل ۱۶-۱۹

$$F_1 = 60 \text{ kN} = 60000 \text{ N}$$

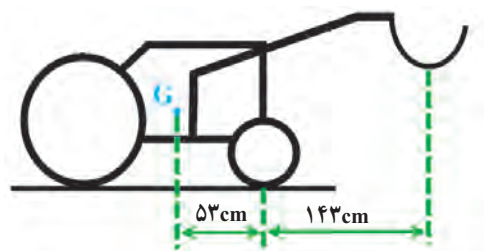
$$F_2 = ? \text{ kN}$$

$$L_1 = 85 \text{ cm} = 0.85 \text{ m}$$

$$L_2 = 35 \text{ cm} = 0.35 \text{ m}$$

$$M_1 = M_2 \Rightarrow F_1 \times L_1 = F_2 \times L_2 \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{L_2}{L_1}$$

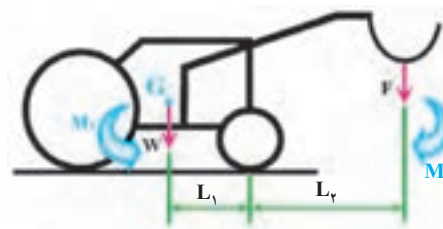
$$\frac{60000}{R_1} = \frac{0/35}{0/85} \Rightarrow R_1 = 201681 \text{ N}$$



شکل ۱۶-۲۰

کاردرخانه (۳): بیل نصب شده‌ای در تراکتوری به جرم ۹۸۰ کیلوگرم در موقعیت نشان داده شده در شکل روبه‌رو قرار دارد. مرکز ثقل تراکتور با نقطه G تعیین شده است. بیشترین وزنه‌ای را که زنبه تراکتور می‌تواند بارگیری کند، بدون این که تراکتور واژگون شود چه اندازه است؟ از وزن شناسی زنبه چشم‌پوشی می‌شود.

پاسخ:



شکل ۱۶-۲۱

$$m = 980 \text{ kg}$$

$$L_1 = 53 \text{ cm} = 0/53 \text{ m}$$

$$L_2 = 143 \text{ cm} = 1/43 \text{ m}$$

$$F = ?$$

$$W = mg = 980 \times 9/8 \Rightarrow W = 9604 \text{ N}$$

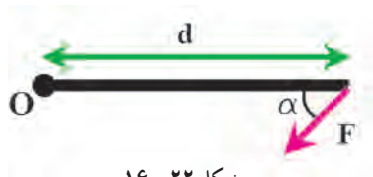
$$M_1 = M_2$$

$$\Rightarrow W \times L_1 = F \times L_2 \Rightarrow \frac{W}{F} = \frac{L_2}{L_1} \Rightarrow \frac{9604}{F} = \frac{1/43}{0/53} \Rightarrow F = 3560 \text{ N}$$

بپرسید: «وقتی با آچار می‌خواهید یک پیچ را باز کنید آیا اگر بازوی شما عمود بر طول آچار باشد نیروی بیشتری می‌توانید وارد کنید یا زمانی که بازوی شما عمود بر آچار نباشد؟»

پس از پاسخ دادن هنرجویان توضیح دهید که امتداد نیرو می‌تواند بر امتداد بازوی گشتاور عمود نباشد، مانند آنچه در شکل نشان داده شده است.

شکل ۱۶-۲۲ را روی تخته رسم کنید.



شکل ۱۶-۲۲

بیان کنید: «در این حالت مقدار گشتاور را نمی‌توان از رابطه‌ای که پیش از این گفته شد به دست آورد؛ یعنی برای محاسبه گشتاور نیروی F حول نقطه O، نمی‌توان F را در d ضرب کرد. چون، همان‌طور که در تعریف گشتاور بیان شد، گشتاور برابر است با حاصل ضرب نیرو در فاصله عمودی نقطه تا امتداد نیرو، یعنی F تا فاصله L».

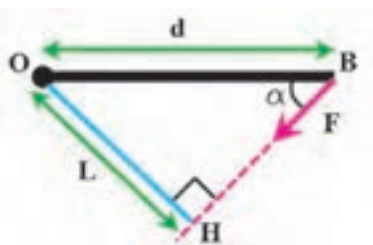
شکل ۱۶-۲۲ را مانند شکل ۱۶-۲۳ کامل کنید.

بیان کنید: «در شکل ایجاد شده گشتاور برابر خواهد شد با»:

$$M = F \times L$$

توضیح دهید که در مثلث OHB، d وتر است و برای زاویه alpha می‌توان نوشت:

$$\sin \alpha = \frac{L}{d} \Rightarrow L = d \times \sin \alpha$$



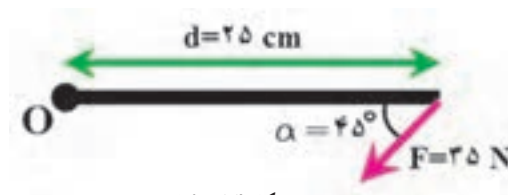
شکل ۱۶-۲۳

پس خواهیم داشت :

$$\left. \begin{array}{l} M = F \times L \\ L = d \times \sin \alpha \end{array} \right\} M = F \times d \times \sin \alpha$$

مثال ۳: در شکل ۱۶-۲۴ مقدار نیرو ۳۵ نیوتن و طول d برابر ۲۵ سانتی متر و زاویه α برابر ۴۵ درجه است. گشتاور نیرو حول نقطه O را محاسبه کنید.

پاسخ:



شکل ۱۶-۲۴

$$F = 35 \text{ N}$$

$$d = 25 \text{ cm} = 0.25 \text{ m}$$

$$M = ?$$

$$M = F \times d \times \sin \alpha$$

$$M = 35 \times 0.25 \times \sin 45^\circ \Rightarrow M = +6.19 \text{ N.m}$$

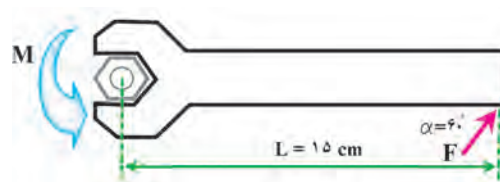
پرسش: «چرا هنگامی که نیرو عمود بر بازوی گشتاور است، اندازه گشتاور بیشتر است؟».

پاسخ: زیرا در این حالت اندازه زاویه α ، ۹۰ درجه و سینوس این زاویه برابر یک است که بیشترین عدد برای سینوس زاویه است پس در این وضعیت گشتاور بیشترین خواهد بود.

مثال صفحه ۷۱ را حل کنید.

تمرین ۵: مهره‌ای به وسیله آچار ترکمتر با گشتاور ۲۰۰ N.m روی پیچی بسته شده است. اگر فاصله دست تا مهره روی آچار ۱۵ سانتی متر باشد و نیرو با زاویه ۶۰ درجه نسبت به بازوی آچار به آن اعمال شود، نیروی مورد نیاز برای باز کردن مهره چقدر خواهد بود؟

پاسخ:



شکل ۱۶-۲۵

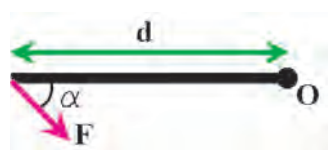
$$M = 200 \text{ N.m}$$

$$L = 15 \text{ cm} = 0.15 \text{ m}$$

$$F = ?$$

$$M = F \times d \times \sin \alpha$$

$$200 = F \times 0.15 \times \sin 60^\circ \Rightarrow F = 154 \text{ N}$$



شکل ۱۶-۲۶

کار در خانه (۴): در شکل مقابل، مقدار نیرو ۷۰ نیوتن و طول d برابر ۵۵ سانتی متر و زاویه α برابر ۴۵ درجه است. گشتاور نیرو حول نقطه O را محاسبه کنید.

کار در خانه (۵): از چند نفر از هنرجویان بخواهید تا هر کدام فهرستی تهیه کنند که در آن کاربرد گشتاور نیرو در ماشین‌های کشاورزی نام برده شده باشد و شکل ساده‌ی یکی از موارد نام برده شده را رسم کنند و در جلسه آینده در کلاس ارائه دهند.

آموزه هفدهم

هدف‌های رفتاری را روی تخته بنویسید.

هدف‌های رفتاری : هنرجو با یادگیری این آموزه می‌تواند:

- گشتاور گردشی را تعریف کند.
- اندازه گشتاور گردشی یا کویل دورانی را بیان کند و محاسبات مرتبط را انجام دهد.
- عوامل مؤثر در نیروی اصطکاک را شرح دهد.
- انواع اصطکاک را شرح دهد.
- محاسبات اصطکاک لغزشی را انجام دهد.

۱۷-۱- گشتاور گردشی یا کویل دورانی (۴-۴- صفحه ۷۲)

چرخ دنده شکل ۱۷-۱ را روی تخته رسم کنید.

توضیح دهید: این چرخ دنده بر روی یک محور ثابت قرار گرفته است. محور را در داخل سوراخ مرکزی نشان دهید (شکل ۱۷-۲).

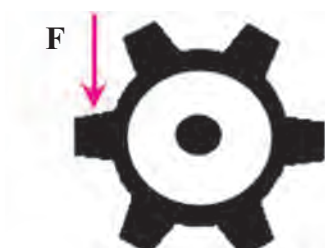


شکل ۱۷-۲

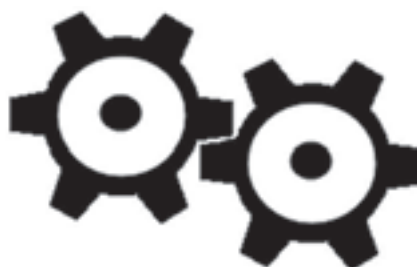


شکل ۱۷-۱

چرخ دنده دیگری کنار این چرخ دنده مطابق شکل ۱۷-۳ رسم کنید.



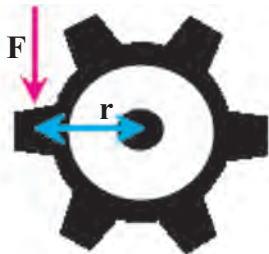
شکل ۱۷-۴



شکل ۱۷-۳

توضیح دهید: «فرض کنید چرخ دنده دوم محرک است در این صورت دندانه آن به دندانه چرخ دنده اول نیرو اعمال می کند». اکنون چرخ دنده دوم را پاک کنید و به جای آن نیروی اعمال شده از طرف دندانه چرخ دنده دوم به اول را مانند شکل ۱۷-۴ رسم نمایید.

از هنرجویان بپرسید: «در اثر اعمال نیرو به چرخ دنده چه اتفاقی می افتد؟»



شکل ۱۷-۵

پس از پاسخ هنرجویان، توضیح دهید: «این نیرو چون مماس بر محیط چرخ دنده است به آن نیروی مماسی گفته می شود. به دلیل نصب شدن چرخ دنده بر روی محور ثابت، چرخ دنده و محور نمی توانند جابه جا شوند ولی چرخ دنده می تواند حول محور بچرخد. نیروی مماسی F باعث به وجود آمدن گشتاوری حول محور ثابت می شود. بازوی گشتاور معادل شعاع دایره گام (فاصله نقطه درگیری دو دندانه تا مرکز محور ثابت) است». شکل ۱۷-۴ را مانند شکل ۱۷-۵ تکمیل کنید.

توضیح دهید: «چون گشتاور اعمال شده باعث چرخیدن چرخ دنده حول محور می شود از این رو به آن گشتاور دورانی یا کوپل می گویند». اکنون رابطه گشتاور دورانی را روی تخته نوشته و شرح دهید.

$$M = F \times r$$

که در آن:

M : گشتاور نیرو بر حسب نیوتن متر (N.m)؛

F : نیرو بر حسب نیوتن (N)؛

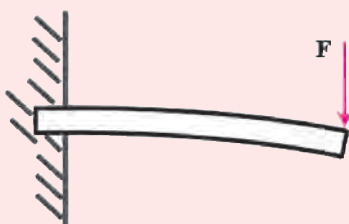
r : شعاع چرخ دنده بر حسب متر (m).

بیان کنید: «گشتاور دورانی در مکانیزم هایی مانند تسمه و چرخ تسمه، چرخ دنده ها، چرخ زنجیرها و غیر آنها ایجاد می شود».

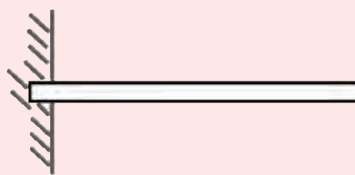
پرسش: از هنرجویان بخواهید تا نمونه هایی از کاربرد گشتاور دورانی در ماشین های کشاورزی بیان کنند. اکنون مثال صفحه ۷۲ کتاب را حل کنید.

یادآوری برای هنرآموز

گشتاور را می توان بر پایه اثری که در جسم می گذارد نام گذاری کرد. یک تیر فلزی را در نظر بگیرید که یک سر آن درون دیوار ثابت شده و انتهای دیگر آن آزاد است (شکل ۱۷-۶). تیر با اعمال نیرو به سر آزاد آن، خمیده می شود (شکل ۱۷-۷).



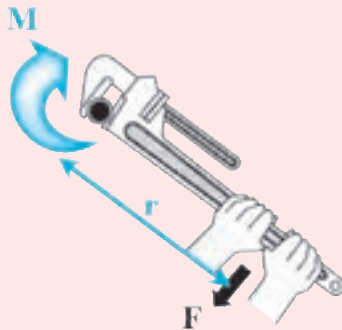
شکل ۱۷-۷



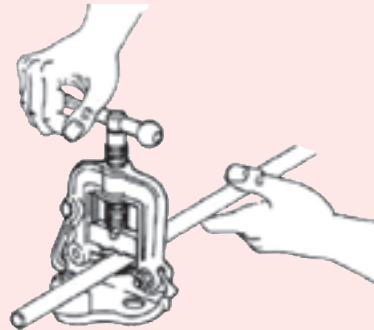
شکل ۱۷-۶

نیروی F با گشتاور M ، که به تیر وارد می کند، باعث خم شدن تیر می شود. از این رو به این گشتاور، گشتاور خمشی می گویند.

گشتاور پیچشی – لوله فلزی را در نظر بگیرید که یک سر آن بین دو فک گیره محکم شده است و سر دیگر آن آزاد است (شکل ۱۷-۸).



شکل ۱۷-۹



شکل ۱۷-۸

اگر با یک آچار لوله گیر نیروی F را به انتهای لوله اعمال کنیم آچار، گشتاور M را به انتهای لوله اعمال می کند (شکل ۱۷-۹).

در اثر این گشتاور، پیچیدگی در لوله حول محور طولی ایجاد می شود. از این رو به این گشتاور، گشتاور پیچشی می گویند. نوع دیگری از این گشتاور در فنر میله ای پیچشی وجود دارد (شکل ۱۷-۱۰).



شکل ۱۷-۱۰

۱۷-۲- نیروی اصطکاک (۵-۴- صفحه ۷۳)

۱- ۱۷-۲- اصطکاک در حال سکون : از هنجریان تعریف نیروی اصطکاک را بیبرسید و گفته های آنها را روی تخته

بنویسید و نوشته ها را با گفته های دیگر هنجریان تکمیل کنید تا سرانجام به پاسخ زیر برسید :

«هر گاه جسمی روی سطح جسم دیگری بلغزد، هر یک از دو سطح بر یکدیگر نیرویی وارد می کند که این نیرو در امتداد سطح

است و مانع حرکت دو جسم روی یکدیگر می شود. این نیرو را نیروی اصطکاک می نامند».

از هنجریان بخواهید «مثال هایی از کاربرد نیروی اصطکاک بیان کنند».

شما نیز می توانید مثال های دیگری مطرح کنید، مانند: نیروی اصطکاک بین لنت ترمز و کاسه چرخ، لاستیک و زمین، تسمه و

چرخ تسمه و غیر آنها.

شکل ۱۷-۱۱ را روی تخته رسم کنید.



شکل ۱۷-۱۲



شکل ۱۷-۱۱

بیان کنید: «فرض کنید به جسمی که روی جسم دیگر قرار دارد نیروی کمی برابر با T اعمال شود. بر پایه دانسته‌های پیش، این جسم باید حرکت کند ولی این پیش‌بینی رخ نمی‌دهد. زیرا نیروی برابر و هم راستا و غیر هم سو با نیروی T ، که بین سطح دو جسم پدید می‌آید، نیروی T را خنثی می‌کند. این نیرو، نیروی اصطکاک است و تا زمانی که جسم شروع به حرکت نکند برابر با نیروی T است. به این نیروی مقاوم، نیروی اصطکاک ساکن می‌گویند و آن را با f_s نشان می‌دهند.» شکل ۱۱-۱۷ را مانند شکل ۱۲-۱۷ تکمیل کنید.



شکل ۱۳-۱۷

بیان کنید: «اگر نیروی T به قدری افزایش یابد که جسم شروع به حرکت کند در این مرحله نیروی اصطکاک از نیروی T کمتر است و به آن نیروی اصطکاک در حال حرکت یا نیروی اصطکاک جنبشی می‌گویند که با علامت f_k نشان داده می‌شود.» شکل ۱۳-۱۷ را رسم کنید.

از هنرجویان بپرسید: «عوامل مؤثر بر نیروی اصطکاک چیست؟»

پاسخ هنرجویان را روی تخته بنویسید تا به صورت زیر تکمیل شود و هر کدام را کوتاه شرح دهید.

■ اندازه نیروی عمود بر سطح تماس؛

■ صافی یا زبری سطح تماس،

■ جنس دو قطعه در سطح تماس.

۲-۱۷-۲- انواع اصطکاک جنبشی (۱-۵-۴ صفحه ۷۴): از هنرجویان بپرسید: «اصطکاک و محاسبه آن چه

اهمیتی در ماشین‌های کشاورزی دارد. با ذکر مثال توضیح دهید.»

پاسخ: «از آنجایی که ما در ماشین‌های کشاورزی با انواع مختلف اجسام، ماشین، مکانیزم و قطعات سروکار داریم که با هم درگیر هستند و نسبت به هم حرکت دارند یا بر هم نیرو وارد می‌کنند باید بتوانیم نوع نیروی اصطکاک بین آن‌ها را تشخیص دهیم و مقدار آن را محاسبه کنیم.»

از هنرجویان بپرسید: «بر اساس نوع حرکت اجسام نسبت به یکدیگر چند نوع اصطکاک موجود است؟»

سپس پاسخ ایشان را با بیان نام اصطکاک لغزشی و اصطکاک غلتشی تکمیل کنید و روی تخته به صورت زیر بنویسید.

لغزشی	} انواع اصطکاک جنبشی
غلتشی	

کار در کلاس: از هنرجویان بخواهید تا برای هر نوع اصطکاک مثال‌هایی بیان کنند.

پاسخ‌ها را به صورت زیر روی تخته بنویسید:

اصطکاک لغزشی: بین لنت ترمز و کاسه چرخ تراکتور، بین خاک و صفحه برگردان گاوآهن برگرداندار، بین جسم متحرک

و سطح شیب‌دار و...

اصطکاک غلتشی: بین چرخ تراکتور و سطح زمین هنگام حرکت تراکتور، بین سطح خارجی ساچمه و سطح داخلی کنس‌های

بلبرینگ.

بیان کنید: «اصطکاک لغزشی خود دارای دو نوع اصطکاک در حال سکون و در حال حرکت است که پیش‌تر توضیح داده

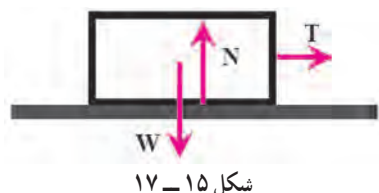
شده است.» نمودار زیر را روی تخته بنویسید.

در حال سکون	} انواع اصطکاک لغزشی
جنبشی	

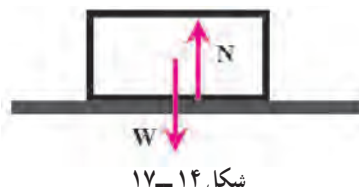
الف) اصطکاک لغزشی (صفحه ۷۵)

بیان کنید: «جسمی به وزن W روی سطح قرار دارد و از آنجایی که جسم در حال سکون است پس در حال تعادل است. می دانیم به جسم نیروی وزن وارد می شود ولی چون این جسم در وضعیت تعادل است پس نیروی دیگر به جسم وارد می شود که نیروی وزن جسم را خنثی می کند».

شکل ۱۴-۱۷ را رسم کنید:



شکل ۱۵-۱۷



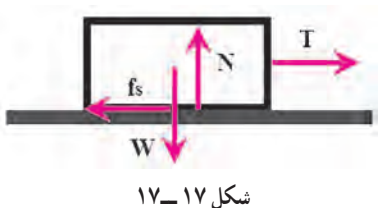
شکل ۱۴-۱۷

بیان کنید: «این نیرو باید با W برابر، هم راستا و در سوی مخالف باشد. به این نیرو که به جسم اعمال می گردد تا W را خنثی کند «نیروی عمود بر سطح» می گوئیم و آن را با N نشان می دهیم».

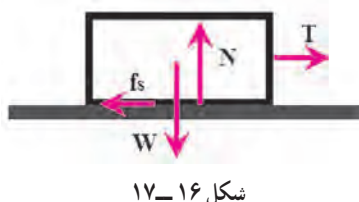
حال شکل ۱۵-۱۷ را کنار شکل فوق رسم و بیان کنید که در شکل ها از گشتاورها صرف نظر شده است.

بیان کنید: «فرض کنید این جسم با نیروی T کشیده می شود. مقدار نیروی T به قدری کم است که جسم به حرکت نمی افتد ولی مقدار آن به تدریج افزایش می یابد. نیروی T هر مقداری که باشد باید باعث حرکت جسم شود ولی پس از اعمال نیروی T یک نیروی عکس العمل f_s بین سطح تماس دو جسم پدید می آید که T را خنثا می کند».

شکل ۱۵-۱۷ را به صورت شکل ۱۶-۱۷ تکمیل کنید.



شکل ۱۷-۱۷



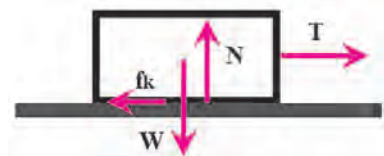
شکل ۱۶-۱۷

بیان کنید: « f_s نیروی اصطکاک در حالت سکون است. با افزایش نیروی T ، نیروی f_s نیز افزایش می یابد، ولی در این مرحله مقدار آن همواره برابر T است، زیرا جسم آغاز به حرکت نمی کند. اکنون فرض کنید که نیروی T به اندازه ای افزایش یابد که نیروی f_s نتواند به آن اندازه افزایش یابد و جسم در آستانه حرکت قرار گیرد. اکنون بیشترین نیروی اصطکاک در حال سکون پدید می آید که قابل محاسبه است».

شکل ۱۷-۱۷ را که در آن افزایش دو نیروی f_s و T دیده می شود رسم کنید.

بیان کنید: «پس از آغاز حرکت جسم، دیگر نیروی اصطکاک در حال سکون وجود ندارد و بین دو سطح اصطکاک در حال حرکت یا اصطکاک جنبشی پدیدار می شود که با f_k مشخص می گردد و در برابر حرکت ایستادگی می کند».

شکل ۱۷-۱۸ را رسم کنید.



شکل ۱۸-۱۷

بیان کنید: «مقدار نیروی اصطکاک جنبشی از مقدار نیروی اصطکاک در آستانه حرکت کمتر است. بنابراین با آغاز حرکت جسم، نیروی کمتری برای حرکت جسم نیاز خواهد بود. برای محاسبه نیروی اصطکاک در آستانه حرکت و نیروی اصطکاک

جنبشی از روابط زیر استفاده می‌شود». روابط زیر را روی تخته بنویسید و کاملاً شرح دهید.

$$f_s = \mu_s \cdot N$$

$$f_k = \mu_k \cdot N$$

f_s : نیروی اصطکاک در حال سکون (در آستانه حرکت) بر حسب نیوتن (N)

μ_s : ضریب اصطکاک در حال سکون (بدون یکا)

f_k : نیروی اصطکاک در حال حرکت بر حسب نیوتن (N)

μ_k : ضریب اصطکاک در حال حرکت (بدون یکا)

N: نیرو عکس‌العمل سطح بر جسم بر حسب نیوتن (N)

حال بیان کنید: « μ_k و μ_s ضرایب اصطکاک برای دو وضعیت اصطکاک ساکن و جنبشی هستند. معمولاً μ_s از μ_k بیشتر

است. ضریب اصطکاک به اندازه سطح بستگی ندارند».

پرسید: «به نظر شما ضریب اصطکاک به چه چیزی بستگی دارد؟». پاسخ‌های درست هنرجویان را روی تخته بنویسید و

به صورت زیر تکمیل کنید:

■ نوع جسم

■ ماهیت جسم

■ درجه صیقلی بودن سطوح

■ دما

■ رطوبت

اکنون جدول ۱-۴ صفحه ۷۶ کتاب را توضیح دهید.

مثال اول صفحه ۷۶ کتاب را حل کنید.

تمرین ۱: تنه درختی به جرم 400 kg روی سطح بتنی قرار دارد. اگر قرار باشد این تنه به وسیله یک تراکتور جابه‌جا شود،

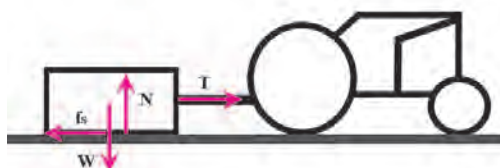
برای شروع حرکت، چه نیرویی باید اعمال کند. ضریب اصطکاک ساکن چوب روی بتن 0.62 است.

پاسخ:

$$m = 400 \text{ kg}$$

$$\mu_s = 0.62$$

$$f_s = ?$$



شکل ۱۹-۱۷

$$W = mg = 400 \times 9.81 \Rightarrow W = 3924 \text{ N}$$

$$N = W \Rightarrow N = 3924 \text{ N}$$

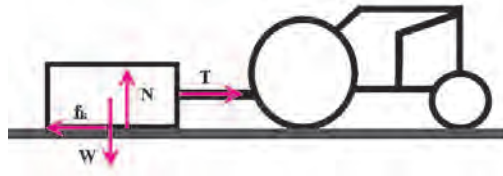
$$f_s = \mu_s \cdot N \Rightarrow f_s = 0.62 \times 3924 \Rightarrow f_s = 2432.88 \text{ N}$$

$$T = f_s \Rightarrow T = 2432.88 \text{ N}$$

کاردرخانه (۱): در تمرین قبل پس از آغاز حرکت، تراکتور چه نیرویی باید اعمال کند؟ ضریب اصطکاک جنبشی چوب روی

بتن 0.3 است.

پاسخ:



شکل ۲۰-۱۷

$$m = 400 \text{ kg}$$

$$\mu_k = 0.3$$

$$f_k = ?$$

$$W = mg = 400 \times 9.81 \Rightarrow W = 3924 \text{ N}$$

$$N = W \Rightarrow N = 3924 \text{ N}$$

$$f_k = \mu_k \cdot N \Rightarrow f_k = 0.3 \times 3924 \Rightarrow \boxed{f_k = 1177.2 \text{ N}}$$

$$T = f_k \Rightarrow \boxed{T = 1177.2 \text{ N}}$$

حال مثال دوم صفحه ۷۶ کتاب را با شرح کامل حل کنید.

شرح دهید: «بر پایه آنچه در تمرین پیش اثبات شد، اندازه ضریب اصطکاک در سطح شیبدار به زاویه شیب بستگی دارد».

روابط زیر را روی تخته بنویسید.

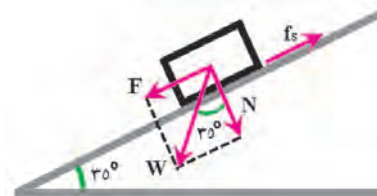
$$\mu > \tan \alpha \quad \text{حالت سکون}$$

$$\mu = \tan \alpha \quad \text{حالت تعادل}$$

$$\mu < \tan \alpha \quad \text{در حال حرکت}$$

تمرین ۲: بسته علوفه‌ای به جرم 60 kg روی یک نقاله تسمه‌ای شیبدار قرار دارد. نقاله تسمه‌ای خاموش است و تسمه حرکت نمی‌کند. در این حالت زمانی که زاویه شیب نقاله به 35° تغییر می‌کند، بسته به سمت پایین حرکت می‌کند. نیروی اصطکاک ساکن جسم و تسمه چقدر است؟

پاسخ:



شکل ۲۱-۱۷

$$m = 60 \text{ kg}$$

$$\alpha = 35^\circ$$

$$f_s = ?$$

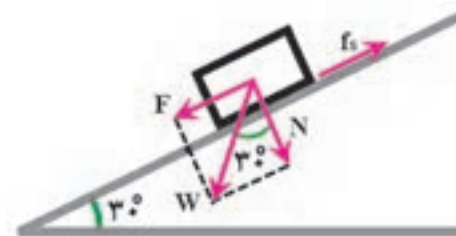
$$\mu_s = \tan \alpha = \tan 35^\circ \Rightarrow \mu_s = 0.7$$

$$N = W \times \cos \alpha = m \times g \times \cos \alpha = 60 \times 9.81 \times \cos 35^\circ \Rightarrow \boxed{N = 482.2 \text{ N}}$$

$$f_s = \mu_s \times N \Rightarrow f_s = 0.7 \times 482.2 \Rightarrow \boxed{f_s = 337.5 \text{ N}}$$

کار در خانه (۲): بسته‌ای به جرم 100 kg روی یک نقاله تسمه‌ای شیبدار قرار دارد. نقاله تسمه‌ای خاموش است و تسمه حرکت نمی‌کند. در این حالت زمانی که زاویه شیب نقاله به 3° تغییر می‌کند، بسته به سمت پایین حرکت می‌کند. نیروی اصطکاک ساکن جسم و تسمه چقدر است؟

پاسخ:



شکل ۲۲-۱۷

$$m = 100 \text{ kg}$$

$$\alpha = 3^\circ$$

$$f_s = ?$$

$$\mu_s = \tan \alpha = \tan 3^\circ \Rightarrow \mu_s = 0.577$$

$$N = W \times \cos \alpha = m \times g \times \cos \alpha = 100 \times 9.81 \times \cos 3^\circ \Rightarrow N = 850 \text{ N}$$

$$f_s = \mu_s \times N \Rightarrow f_s = 0.577 \times 850 \Rightarrow f_s = 490 \text{ N}$$

کار در خانه (۳): از هنرجویان بخواهید نمونه‌هایی از انواع اصطکاک را، که در ماشین‌های کشاورزی روی می‌دهد، تهیه

کنند.

آموزه هیجدهم

هدف‌های رفتاری را روی تخته بنویسید.

هدف‌های رفتاری: هنرجو با یادگیری این آموزه می‌تواند:

- اصطکاک غلتشی را شرح دهد.
- روش‌های انتقال نیرو با استفاده از اصطکاک غلتشی را شرح دهد.
- نیروی اصطکاک غلتشی مؤثر را برآورد کند.
- مفهوم کار را شرح دهد.
- رابطه کار را در حل مسئله به کار برد.

۱-۱۸- اصطکاک غلتشی (ب- صفحه ۷۷)

از هنرجویان پرسید: «چرا چرخ‌های محرک روی یک سطح لیز بکسوات می‌کنند، در صورتی که روی مسیرهای آسفالت بدون سر خوردن به سمت جلو حرکت می‌کنند؟».

پس از پاسخ هنرجویان بیان کنید: «هنگام غلتیدن یک جسم دوار روی یک مسیر، بین دو جسم اصطکاک غلتشی ایجاد می‌شود. اصطکاک غلتشی عامل حرکت اجسام روی مسیرها یا عامل انتقال نیرو از یک جسم دوار به جسمی دیگر است. اصلی‌ترین کاربرد این نیرو در تمام وسایل نقلیه اتفاق می‌افتد؛ یعنی بین چرخ‌های محرک و سطح مسیر. بین چرخ‌های یک خودرو و سطح مسیر تا زمانی که خودرو در حال حرکت است اصطکاک غلتشی وجود دارد، ولی پس از ترمز کردن به دلیل نبود حرکت دورانی چرخ‌ها، بین چرخ‌ها و سطح مسیر اصطکاک لغزشی پدید می‌آید که مقدار آن بسیار بیشتر از اصطکاک غلتشی است و باعث متوقف شدن خودرو می‌شود. از اصطکاک غلتشی در ماشین‌ها و مکانیزم‌ها به شکل‌های مختلف استفاده می‌شود. برای نمونه، از این اصطکاک در چرخ‌های اصطکاک مخروطی، که در شکل ۷-۴ کتاب نمونه‌هایی از آن نشان داده شده است، برای انتقال حرکت بین اجسام مخروطی شکل استفاده شده است».

چگونگی انتقال حرکت و نیرو را در شکل ۷-۴ کتاب شرح دهید.

بیان کنید: «در سیستم‌های انتقال توان با استفاده از مخروط خارجی و مخروط داخلی یا در چرخ دنده‌ها نیز از نیروی اصطکاک غلتشی برای انتقال نیرو و حرکت استفاده می‌شود.

با توجه به شکل ۸-۴ کتاب، مسیر انتقال نیرو و حرکت را شرح دهید.

مکانیزم‌های دیگری را که می‌توان نام برد چرخ‌های اصطکاکی بشقابی هستند. در این مکانیزم که بیشتر از دو بشقاب عمود بر هم تشکیل شده است (با توجه به شکل ۹-۴ کتاب) حرکت از یک بشقاب محرک به بشقاب دیگر منتقل می‌شود. در این مکانیزم همراه با انتقال حرکت، سرعت دورانی و سوی حرکت تغییر می‌کند».

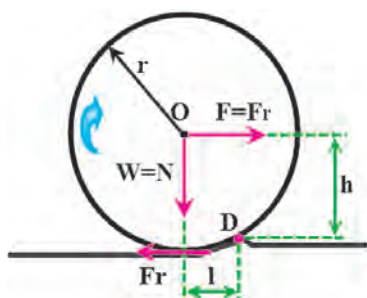
از هنرجویان بپرسید: «چرا در این مکانیزم سرعت دورانی تغییر می کند؟»

پاسخ: سرعت خطی دایره درگیر دو بشقاب در نقطه تماس با هم برابر است، چون قطر دو دایره تماس بشقاب ها با هم برابر نیستند بنابراین سرعت دورانی دو بشقاب به نسبت قطر درگیر خواهد بود.

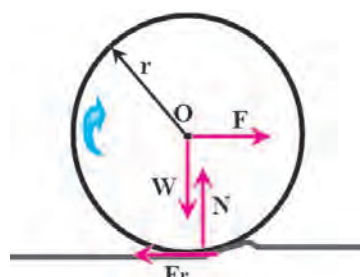
بیان کنید: می خواهیم چگونگی محاسبه اصطکاک غلتشی را یاد بگیریم.

شکل ۱۸-۱ را رسم کنید.

بیان کنید: «این چرخ، با نیروی F با حرکت غلتشی به سمت جلو به حرکت در می آید. نیروی اصطکاک غلتشی F_r بین چرخ و سطح زمین ایجاد می شود که جهت آن مخالف سوی حرکت چرخ یعنی به سمت چپ است. فرض می کنیم وزن این چرخ W و شعاع آن r باشد. چرخ با سرعت ثابت حرکت می کند. بنابراین نیروها با هم در تعادل هستند؛ یعنی نیروی پیشروی F با نیروی اصطکاک غلتشی F_r و نیروی وزن W نیز با نیروی عمودی سطح یعنی N خنثا شده و با آن برابر است. توجه کنید که برای سادگی محاسبات فرض کرده ایم که در نقطه تماس جسم فرو رفتگی ایجاد نمی شود و از تغییرات کوچک چرخ چشم پوشی می کنیم. در مقابل چرخ یک برجستگی ایجاد می شود که چرخ برای چرخیدن و حرکت به سمت جلو باید از آن عبور کند.» شکل ۱۸-۱ را به صورت شکل ۱۸-۲ تکمیل کنید.



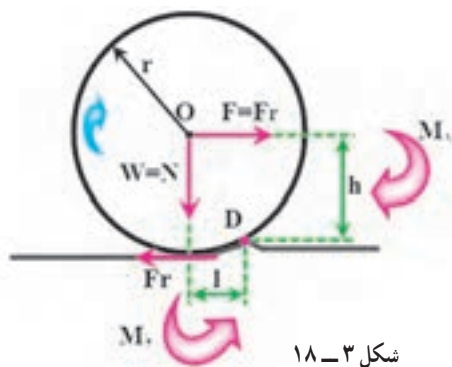
شکل ۱۸-۲



شکل ۱۸-۱

بیان کنید: «نقطه D از برجستگی را در نظر بگیرید که چرخ باید برای عبور از برجستگی حول آن بچرخد. ابعاد برجستگی نشان داده شده در شکل بسیار بزرگ تر از آن چیزی است که اتفاق می افتد. فاصله افقی O تا D یعنی l بسیار کوچک است و فاصله عمودی O تا D یعنی h تقریباً برابر شعاع دایره r است. نیروهای F و W دو گشتاور حول نقطه D به وجود می آورند.» شکل ۱۸-۲ را به صورت شکل ۱۸-۳ تکمیل و گشتاورها را روی شکل، مشخص کنید و آن ها را شرح دهید.

نکته: فاصله عمودی Fr تا نقطه D به قدری کوچک است که گشتاور آن صفر در نظر گرفته می شود.



شکل ۱۸-۳

بیان کنید: «برای غلتیدن چرخ حول این نقطه، مجموع این دو گشتاور

باید مساوی صفر باشد.»

روابط زیر را روی تخته بنویسید و آن ها را شرح دهید.

$$\sum M_D = 0 \Rightarrow M_1 + (-M_2) = 0$$

$$\Rightarrow F_r \times h - N \times l = 0 \Rightarrow F_r \times h = N \times l$$

که در آن:

F_r : نیروی اصطکاک غلتشی بر حسب نیوتن (N)

h : طول مؤثر گشتاور محرک بر حسب متر (m)

N : نیرو عکس العمل سطح بر جسم بر حسب نیوتن (N)

l : طول مؤثر گشتاور مقاوم بر حسب متر (m)

بیان کنید: در رابطه نشان داده شده $F=F_r$ و $W=N$ و طول h نزدیک به شعاع دایره، یعنی r است. پس می توان نوشت. رابطه زیر را روی تخته بنویسید.

$$F_r \times r = N \times l$$

بیان کنید: « F_r که همان نیروی اصطکاک غلتشی است از رابطه نشان داده شده محاسبه می گردد. در این رابطه N نیروی عمود بر سطح است».

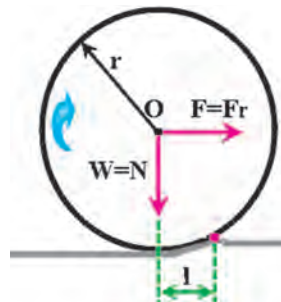
شرح دهید: «اگر با دقت این رابطه را با رابطه اصطکاک لغزشی مقایسه کنید (رابطه اصطکاک لغزشی را روی تخته بنویسید

$f_f = \mu N$) متوجه می شوید که نسبت $\frac{1}{r}$ معادل μ یعنی ضریب اصطکاک است. در اصطکاک غلتشی نسبت l/r ضریب اصطکاک غلتشی است که با μ_l مشخص می شود». رابطه زیر را روی تخته بنویسید.

$$F_r = \frac{1}{r} \times N$$

تمرین ۱: نیروی لازم برای غلتاندن تنه درختی به قطر 7° cm و جرم 100° kg را، در صورتی که طول مؤثر گشتاور مقاوم آن 2° cm باشد، محاسبه کنید.

پاسخ:



شکل ۴-۱۸

$$r = 7^\circ \text{ cm} = 0.07 \text{ m}$$

$$l = 2^\circ \text{ cm} = 0.02 \text{ m}$$

$$m = 100^\circ \text{ kg}$$

$$F = ?$$

$$N = m \times g = 100 \times 9.81 \Rightarrow N = 981 \text{ N}$$

$$F_r = \frac{1}{r} \times N \Rightarrow F_r = \frac{0.02}{0.07} \times 981 \Rightarrow \boxed{F_r = 28 \text{ N}}$$

$$F = F_r \Rightarrow \boxed{F = 28 \text{ N}}$$

مثال صفحه ۸۰ را حل کنید.

کار در خانه (۱): اگر در مثال صفحه ۸۰، نیروی لازم برای به حرکت در آوردن تریلر 120° نیوتن باشد، وزن آن چقدر خواهد

بود؟

۲-۱۸- کار (۴-۶- صفحه ۸۰)

از هنرجویان بخواهید: کار را تعریف کنند.

پاسخ هنرجویان را تکمیل کنید و به صورت زیر روی تخته بنویسید:

«اگر جسمی تحت اثر نیرو جابه‌جا شود کار انجام شده است».

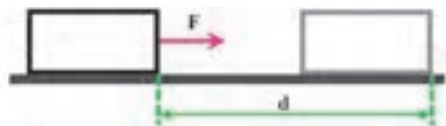
بیان کنید: «نیروی اعمال شده به جسم و جابه‌جایی جسم می‌توانند

هم‌راستا و هم‌جهت باشند، مانند آنچه در شکل ۱۸-۵ می‌بینید».

شکل ۱۸-۵ را روی تخته رسم کنید و شرح دهید.

بیان کنید در حالت نشان داده شده در شکل، کار از رابطه زیر به دست می‌آید.

رابطه را روی تخته بنویسید و شرح دهید.



شکل ۱۸-۵

$$W = F \times d$$

W: کار بر حسب ژول (J)

F: نیرو بر حسب نیوتن (N)

d: جابه‌جایی بر حسب متر (m)

بیان کنید: «یکای کار در سیستم SI نیوتن متر (N.m) است که با ژول (J) مشخص می‌گردد».

اشتباه رایج: از هنرجویان پرسید: «واحد گشتاور چیست؟».

پاسخ دهید: یکای گشتاور نیز N.m است ولی در روابط، کار را همیشه با یکای ژول نشان می‌دهند.

تمرین ۲: تنه درختی به جرم 400 kg روی سطح بتنی قرار دارد.

برای کشیدن این تنه به وسیله تراکتور نیرویی معادل 1177 N اعمال می‌شود. اگر تراکتور تنه درخت را 100 m جابه‌جا کند، کار انجام شده

چقدر خواهد بود؟

پاسخ:



شکل ۱۸-۶

$$m = 400 \text{ kg}$$

$$F = 1177 \text{ N}$$

$$d = 100 \text{ m}$$

$$W = ?$$

$$W = F \times d$$

$$W = 1177 \times 100 \Rightarrow F = 117700 \text{ J}$$

کار در خانه (۲): اگر در تمرین ۲، تنه درخت مسافت 220 m جابه‌جا شود، کار انجام شده چقدر خواهد شد. با مقایسه پاسخ

به دست آمده و پاسخ تمرین ۲ چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

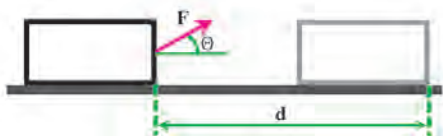
اکنون شکل روبه‌رو را رسم کنید.

بیان کنید: «نیروی اعمال شده به جسم و جابه‌جایی جسم می‌توانند

هم‌راستا و هم‌جهت نباشند، مانند آنچه در شکل ۱۸-۷ می‌بینید. در حالت نشان

داده شده در شکل ۱۸-۷ اندازه کار از رابطه زیر به دست می‌آید». رابطه زیر

را روی تخته بنویسید و شرح دهید.



شکل ۱۸-۷

$$W = F \times d \times \cos \theta$$

که در آن θ زاویه بین راستای بردار نیرو و راستای جابه‌جایی است.

تمرین ۳: در تمرین ۲ اگر تنه درخت به وسیله میله‌ای که با سطح افق زاویه 3° دارد، با تراکتور کشیده شود، کار انجام شده

چقدر خواهد بود؟

پاسخ:

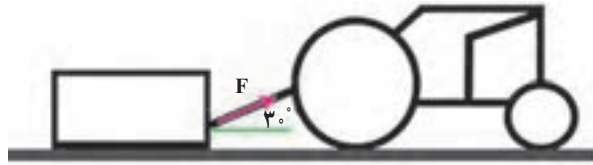
$$m = 400 \text{ kg}$$

$$F = 1177 \text{ N}$$

$$d = 100 \text{ m}$$

$$\theta = 3^\circ$$

$$W = ?$$



شکل ۸-۱۸

$$W = F \times d \times \cos \theta$$

$$W = 1177 \times 100 \times \cos 3^\circ \Rightarrow F = 101931/2 \text{ J}$$

کار در خانه (۳): اگر در تمرین ۳، زاویه میله با سطح افق 45° باشد، کار انجام شده چقدر خواهد شد؟ با مقایسه پاسخ به دست

آمده و پاسخ تمرین ۳ چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

آموزه نوزدهم

هدف‌های رفتاری را روی تخته بنویسید.

هدف‌های رفتاری: شما در این جلسه یاد می‌گیرید:

- انرژی را تعریف کنید.
- انواع انرژی مکانیکی را نام ببرید.
- انرژی پتانسیل را شرح دهید.
- اندازه انرژی پتانسیل جسم را محاسبه کنید.
- انرژی جنبشی را شرح دهید.
- اندازه انرژی جنبشی جسم را محاسبه کنید.
- نیروی گریز از مرکز را توضیح دهید.
- رابطه انرژی گریز از مرکز را در حل برخی مسائل به کار برید.

۱۹-۱- انرژی (۷-۴- صفحه ۸۰)

الف) انرژی پتانسیل:

از هنرجویان بخواهید انرژی را تعریف کنند. پاسخ را روی تخته بنویسید.

«انرژی، عامل انجام دهنده کار است و واحد آن ژول است».

از هنرجویان بخواهید: چند نوع انرژی را بیان کنند.

پاسخ را روی تخته بنویسید، به نحوی که انرژی مکانیکی نیز در پاسخ باشد.

بیان کنید: «انرژی مکانیکی در زندگی روزمره بیشتر کاربرد دارد».

از هنرجویان پرسید: انواع انرژی مکانیکی را نام ببرید.

پاسخ: انرژی پتانسیل، انرژی جنبشی.

از هنرجویان بخواهید: انرژی پتانسیل را تعریف و برای آن نمونه‌ای را بیان کنند.

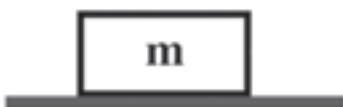
پاسخ: «انرژی پتانسیل، انرژی ذخیره شده‌ای در جسم است که می‌تواند مورد استفاده قرار بگیرد. مثل انرژی ذخیره شده

در فنر جمع شده یا جسمی که در بلندی h نسبت به سطح زمین قرار گرفته است. اگر فنر و جسم رها شوند، انرژی خود را آزاد می‌کنند».

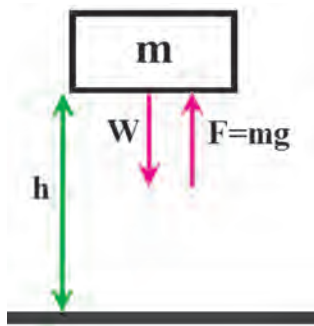
روش محاسبه انرژی پتانسیل

شکل ۱-۱۹ را روی تخته رسم کنید.

بیان کنید: «اگر این جسم به ارتفاع h برده شود نیروی برابر با نیروی وزن آن برای



شکل ۱-۱۹



شکل ۱۹-۲

بالا بردن جسم به ارتفاع h لازم است که اندازه آن $F = mg$ است.»

رابطه $F = mg$ را روی تخته بنویسید و شکل ۱۹-۲ را رسم کنید.

حال بیان کنید: «کار انجام شده در این حالت را، که با W_p نشان داده می‌شود می‌توان

به آسانی محاسبه کرد.»

رابطه زیر را روی تخته بنویسید و شرح دهید: در اینجا مقدار نیروی F برابر وزن،

یعنی mg و جابه‌جایی d برابر بلندی h است (رابطه ۴-۸ کتاب).

$$W_p = F \times d \Rightarrow W_p = m \times g \times h$$

بیان کنید: «کار انجام شده در جسم به صورت انرژی در جسم ذخیره می‌گردد که با E_p

نشان داده می‌شود. در مواردی مانند آن، انرژی پتانسیل را می‌توان مستقیماً محاسبه کرد.»

رابطه ۴-۹ کتاب را روی تخته بنویسید.

$$E_p = W \times h$$

پرسش: «چرا واحد کار و انرژی یکی است؟»

پاسخ: چون انرژی پتانسیل همان کار انجام شده است، که در جسم به صورت انرژی ذخیره می‌شود.

مثال اول صفحه ۸۲ را حل کنید.

تمرین ۱: منبع آبی در ارتفاع 80 m از زمین قرار دارد. جرم آب موجود در این منبع 800 kg است. انرژی پتانسیل ذخیره

شده در آب این منبع چقدر است؟

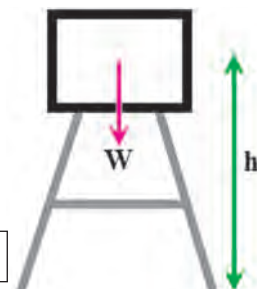
پاسخ:

$$m = 800\text{ kg}$$

$$h = 80\text{ m}$$

$$E_p = ?$$

$$E_p = W \times h = m \times g \times h = 800 \times 9.8 \times 80 \Rightarrow E_p = 627,200\text{ J}$$



شکل ۱۹-۳

کار در خانه (۱): اگر ارتفاع منبع در تمرین ۱ به 100 متر تغییر کند، انرژی پتانسیل ذخیره شده چقدر خواهد بود. با مقایسه

پاسخ به دست آمده با پاسخ تمرین ۱ چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

(ب) انرژی جنبشی (صفحه ۸۲)

پرسش: انرژی جنبشی را تعریف کنید و برای آن یک نمونه بیان نمایید.

پاسخ: انرژی جنبشی را با بیان مطلب زیر تکمیل کنید:

پاسخ: «هر جسمی که در حرکت باشد دارای انرژی جنبشی است، مانند پیستون در سیلندر یک موتور روشن، تراکتور

دارای حرکت در یک مزرعه و بذری که در لوله سقوط به سمت زمین سقوط می‌کند».

پرسید: اندازه انرژی جنبشی به چه عواملی بستگی دارد؟

پاسخ: «انرژی جنبشی به جرم جسم و سرعت آن بستگی دارد و واحد آن ژول است. انرژی جنبشی با E_c نشان داده

می‌شود.»

رابطه روبه‌رو را روی تخته بنویسید و شرح دهید.

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2$$

که در آن :

E_c : انرژی جنبشی بر حسب ژول (J)

m : جرم جسم بر حسب متر (m)

v : سرعت جسم بر حسب متر بر ثانیه (m/s)

مثال دوم صفحه ۸۲ را حل کنید.

تمرین ۲ : تراکتوری به جرم 800 kg یک پی‌نورد به جرم 1500 kg را با سرعت 20 km/h می‌کشد. انرژی جنبشی تراکتور با پی‌نورد را محاسبه کنید.

پاسخ :

$$m_1 = 800 \text{ kg} \quad m = m_1 + m_2 = 800 + 1500 \Rightarrow m = 2300 \text{ kg}$$

$$m_2 = 1500 \text{ kg}$$

$$v = 20 \text{ km/h} \quad V = 20 \times \frac{1000}{3600} = 5.6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$E_c = ? \quad E_c = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 2300 \times 5.6^2 \Rightarrow \boxed{E_c = 36064 \text{ J}}$$

کار در خانه (۲): تراکتوری به جرم 2250 kg یک پی‌نورد را که جرم آن 200 kg است با سرعت 15 km/h بر ساعت می‌کشد. انرژی جنبشی تراکتور با پی‌نورد را محاسبه کنید.

۲-۱۹- نیروی گریز از مرکز (۸-۴- صفحه ۸۳)

از هنرجویان بخواهید :

نیروی گریز از مرکز را با ذکر مثال توضیح دهند.

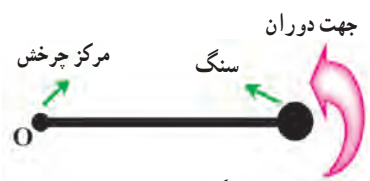
پاسخ هنرجویان را با بیان مطلب زیر تکمیل کنید :

پاسخ : «فرض کنید سنگی را به یک ریسمان بسته‌اید و این سنگ را با ریسمان، به صورتی که در شکل نشان داده می‌شود، می‌چرخانید».

شکل ۴-۱۸ را رسم کنید.



شکل ۵-۱۹



شکل ۴-۱۹

توضیح دهید : «زمانی که سرعت سنگ زیاد باشد، نیروی کششی را در دست خود احساس می‌کنید به گونه‌ای که اگر ریسمان پاره شود و یا شما ریسمان را رها کنید سنگ پرتاب می‌شود. پرتاب شدن سنگ به دلیل نیرویی است که به آن «گریز از مرکز» می‌گویند که بر اثر حرکت چرخشی ایجاد شده در آن است. این نیرو در راستای شعاع دَوَران، که در اینجا ریسمان است، قرار دارد و جهت آن به سمت خارج دایره مسیر حرکت سنگ است.

شکل ۱۹-۴ را به صورت شکل ۱۹-۵ تکمیل کنید و سپس آن را شرح دهید. این نیرو از طرف سنگ به ریسمان و محوری که سنگ به دور آن می‌چرخد اعمال می‌گردد».

بیان کنید: «از طرف دیگر نیرویی به نام نیروی مایل به مرکز از طرف محور و ریسمان به جسم اعمال می‌گردد که مساوی نیروی گریز از مرکز است، ولی سوی آن مخالف سوی نیروی گریز از مرکز است. این دو نیرو همدیگر را خنثا می‌کنند».

شکل ۱۹-۶ را رسم کنید و شرح دهید.

بیان کنید: برای محاسبه نیروی گریز از مرکز متناسب با اینکه سرعت خطی یا دورانی جسم در دست باشد، می‌توان از دو رابطه استفاده کرد. رابطه‌های زیر را روی تخته بنویسید و شرح دهید.



شکل ۱۷-۶

$$F = \frac{mv^2}{r}$$

$$F = m \times r \times \omega^2$$

که در آن:

F : نیروی گریز از مرکز بر حسب نیوتن (N)

m : جرم جسم بر حسب کیلوگرم (kg)

v : سرعت خطی جسم بر حسب متر بر ثانیه (m/s)

r : شعاع دوران جسم بر حسب متر (m)

ω : سرعت دورانی جسم بر حسب رادیان بر ثانیه (rad/s)

مثال صفحه ۸۴ را حل کنید.

تمرین ۳: سرعت محیطی صفحه گردان یک کودپاش گریز از مرکز 20 m/s است. نیروی گریز از مرکز یک عدد کود شیمیایی به جرم 2 kg را که در فاصله 10 cm از مرکز صفحه قرار گرفته است، محاسبه کنید.

پاسخ:

$$m = 2 \text{ kg} = 2000 \text{ g}$$

$$v = 20 \text{ m/s}$$

$$r = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}$$

$$F = ?$$

$$F = \frac{mv^2}{r} = \frac{2000 \times 20^2}{0.1} \Rightarrow \boxed{F = 80000 \text{ N}}$$

کار در خانه ۳: در یک دروگر بشقابی که در آن تیغه 80° گرمی به فاصله 210 mm از مرکز بشقاب در چرخش است، نیروی گریز از مرکزی که از تیغه به بین اعمال می‌گردد 1200 N است. سرعت دورانی بشقاب را محاسبه کنید.

کار در خانه ۴: از هنرجویان بخواهید تا تمرین‌های صفحه ۸۴ و ۸۵ را حل کنند.

آموزه بیستم

هدف‌های رفتاری را روی تخته بنویسید.

هدف‌های رفتاری: هنرجو با یادگیری این آموزه می‌تواند:

- مفهوم مقاومت مصالح را شرح دهد.
- نیروهای وارد بر جسم را شرح دهد.
- مفهوم تنش و انواع آن را شرح دهد.
- رابطه تنش را در حل مسائل به کار برد.

بیان کنید: «کتاب علوم شامل مباحث فیزیک، شیمی، زیست‌شناسی و زمین‌شناسی است که در دوره دبیرستان هر یک از آنها به طور جداگانه بررسی می‌شوند. همچنین هر یک از این مباحث در مقاطع بالاتر علمی به شاخه‌های دیگر تقسیم می‌شوند. برای نمونه در دوره کارشناسی رشته مکانیک ماشین‌های کشاورزی موضوع فیزیک به شاخه‌های استاتیک و دینامیک تقسیم می‌شوند».

روی تخته بنویسید:

استاتیک: نیروهای مختلف وارد بر یک جسم در حالت تعادل ساکن. دینامیک: حرکت اجسام و ارتباط آن با نیروهای وارد بر جسم متحرک. مقاومت مصالح: چگونگی طراحی شکل ظاهری و جنس یک جسم برای تحمل نیروهای وارد بر آن و کارایی	}	فیزیک
در شرایط ویژه.		

توضیح دهید: در فیزیک استاتیک چگونگی محاسبه نیروهای مختلف وارد بر یک جسم ساکن در حالت تعادل را می‌آموزید، مانند نیروهایی که از طرف عوامل مختلف نظیر وزن خودرو، باد و غیر آن‌ها به یک پل اعمال می‌شوند و نیروهای عکس‌العمل مانند نیروهایی که از تکیه‌گاه زمین به آن اعمال می‌شوند تا از ریختن پل جلوگیری کند و آن را در حالت تعادل نگه دارند. در فیزیک دینامیک بررسی حرکت اجسام و ارتباط آن را با نیروهای وارد بر جسم متحرک می‌آموزید.

نمونه مسائل در مکانیک: برای حرکت تراکتوری به جرم 800 کیلوگرم با سرعت 4 کیلومتر در ساعت چه مقدار نیرو لازم است. محور انتقال نیرو در تراکتور در دور و توان ویژه چه اندازه‌ای نیرو منتقل می‌کند. محاسبه نیروهای منتقل و تحمل شده چگونه است.

بیان کنید: محور توان دهی تراکتور باید دارای چه ابعاد و مشخصات ظاهری و ساختمانی باشد تا نیروهای وارد شده را تحمل کند؟ درک و توانایی محاسبه کمیت‌هایی در این زمینه در علمی به نام «مقاومت مصالح» آموزش داده می‌شود.

بنویسید: در مقاومت مصالح می‌آموزیم که ویژگی‌های ظاهری و جنس یک جسم را طراحی کنیم به گونه‌ای که:

■ ایمن باشد.

■ جسم بتواند نیروها را تحمل کند و کار خود را به درستی انجام دهد.

■ از نظر هزینه اقتصادی به صرفه باشد.

یک تکنسین ماشین‌های کشاورزی با درک مفاهیم مقاومت مصالح می‌تواند انواع ماشین‌های کشاورزی را به نحوی به کار برد که نیروهایی که در کار به آن وارد می‌شود در اندازه طراحی شده باشد تا عمر دستگاه بیشتر شود و هزینه کاربرد و نگهداری آن به حداقل برسد. سودی که از این راه به دست خواهد آمد بیشتر است. دستگاه نیز با کمترین خرابی به کار خود ادامه خواهد داد.

یادآوری برای هنرآموز

مباحث مرتبط با مکانیک جامدات (Mechanics of Solid) یا مکانیک مصالح (Mechanics of Material) که در ایران اغلب با نام مقاومت مصالح (Strength of Material) از آن یاد می‌شود شاخه‌ای از علم مکانیک است که با استفاده از روش‌های تحلیلی به بررسی و تعیین مقاومت (Strength) و صلبیت (Rigidity) و نیز پایداری ارتجاعی (Elastic Stability) اعضای باربر می‌پردازد.

۱-۲۰- نیروهای وارد بر اجسام (۱-۵- صفحه ۸۶)

از کلاس پرسید: «چه نیروهایی به قلاب نگه‌دارنده تخته سیاه یا وایت برد اعمال می‌شود؟» پاسخ‌های هنرجویان را پس از بررسی روی تخته بنویسید. این نیروها می‌توانند شامل نیروی وزن تخته و نیروی نگه‌دارنده دیوار باشند.

بیان کنید: «هر نیرویی که از عوامل یا اجسام خارجی به جسمی اعمال شود، نیروی خارجی اعمال شده به آن جسم است. در این مثال، نیروهای اعمال شده از طرف تخته و دیوار به قلاب، نیروهای خارجی‌ای هستند که به قلاب اعمال می‌شوند». در این زمینه نمونه‌های دیگری مانند نیروهایی را که به میز هنرآموز یا صندلی هنرجو اعمال می‌شود مطرح کنید تا به درک مطلب کمک نماید.

بیان کنید: «هر جسم از ذرات بسیار ریزی تشکیل شده است که با نیروی جاذبه زیاد کنار هم قرار گرفته‌اند و با هم یک جسم را می‌سازند. زمانی که یک نیروی خارجی به جسم اعمال می‌شود، این نیرو به ذرات داخلی جسم اعمال می‌گردد و ذرات جسم در برابر این نیروها از خود واکنش نشان می‌دهند. نیروهای خارجی اعمال شده به جسم توسط ذرات به یکدیگر منتقل می‌شوند و نیروی واکنشی در داخل جسم در برابر نیروهای خارجی پدید می‌آید که به آن «نیروهای داخلی» می‌گویند. نیروهای داخلی با نیروهای خارجی در تعادل هستند. اگر نیروهای خارجی از نیروی جاذبه بین ذرات بیشتر شود، باعث جدا شدن ذرات از یکدیگر می‌گردد و به زبان دیگر جسم در اثر نیرو از هم گسیخته می‌شود. در «مقاومت مصالح» با انجام محاسباتی تلاش می‌شود که این اتفاق نیفتد».

نکته: تا می‌توانید با رسم شکل‌های ساده‌ای از قطعات، نیروهای خارجی و داخلی را روی شکل توضیح دهید.

یادآوری برای هنرآموز- ترسیم آزاد

برای تحلیل نیروهای خارجی اعمال شده به یک جسم خاص یا مجموعه مکانیکی، نخست باید آن مجموعه یا جسم را بدون هیچ گونه ابهام تعریف کنیم و همه نیروهای وارد بر آن را به روشنی و به طور کامل بیان کنیم و آن‌ها را به روشنی و درستی نشان دهیم. پیامد حذف یک نیروی وارد شده یا به حساب آوردن نیروی وارد نشده بر جسم، تحلیل را دچار اشتباه خواهد نمود. یک مجموعه مکانیکی به صورت یک جسم یا گروهی از اجسام تعریف می‌شود که بتواند از اجزای دیگر مجزا شود. چنین مجموعه‌ای می‌تواند یک جسم یگانه یا ترکیبی از اجسام متصل به یکدیگر باشد.

همین که تصمیم گرفتیم که کدام جسم یا ترکیب اجسام باید مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد، آن جسم یا ترکیب اجسام را به صورت جسمی یگانه از سایر اجسام وابسته به آن جدا می‌کنیم. این جداسازی به وسیله ترسیم آزاد جسم انجام می‌پذیرد که تصویر یا نموداری از جسم یا ترکیب اجسام جدا شده به مفهوم یک جسم یکتاست. در این نمودار، همه نیروهای وارد شده با تماس مکانیکی با سایر اجسام نشان داده می‌شود که فرضاً از مجموعه مورد نظر جدا شده‌اند. نیروهای قابل توجه مثل وزن، نیز در ترسیم آزاد جسم به نمایش در می‌آیند. ترسیم آزاد جسم، مهم‌ترین مرحله در تحلیل مسائل مکانیک است».

رسم ترسیم آزاد دارای مراحل زیر است:

مرحله اول: گزینش جسم؛

مرحله دوم: جدا کردن. جسم یا مجموعه برگزیده از محیط وابسته خود جدا می‌گردد و در شکلی نشان داده می‌شود که مرز خارجی کامل آن مشخص شده است.

مرحله سوم: نشان دادن نیروهای وارد بر جسم. در این مرحله همه نیروهای وارد بر جسم مجزا شده را، همان گونه که توسط اجسام وابسته و جدا گشته وارد می‌آمدند، در موقعیت درست خود در ترسیم مجزا شده نشان می‌دهیم. این نیروها شامل همه نیروهای کششی، فشاری، معلوم، مجهول، وزن، گشتاورها، کوپل‌ها و... است. نیروها را می‌توان به صورت مؤلفه‌های مستطیلی نمایش داد. در مورد نیروها و گشتاورهای مجهول، نیروها را با پیکان در جهتی دل خواه — که سعی شود این جهت، صحیح انتخاب گردد — مشخص کنید و در صورتی که علامت نیرو یا گشتاور در نتیجه تحلیل منفی به دست آمد، جهت اشتباه انتخاب شده است.

مرحله چهارم: رسم دستگاه محورها مختصات. دستگاه محورها مختصات انتخاب شده مستقیماً روی ترسیم آزاد مشخص شود.

نکته: نباید ترسیم آزاد را با رسم نیروهای اضافی، که به این جسم مجزا مربوط نمی‌شوند، شلوغ کرد. در عین حال، نباید هیچ نیروی خارجی ای را، که به این جسم اعمال می‌گردد، حذف نمود؛ هرچند به ظاهر در محاسبات تأثیری نداشته باشد، زیرا امکان بروز اشتباه با حذف برخی نیروها افزایش می‌یابد.



شکل ۱-۲۰

شکل ۱-۲۰ را بدون هیچ توضیحی روی تخته رسم کنید تا ذهن

کنجکاو هرجو برای دانستن علت رسم شکل تحریک شود.

بیان کنید: «در شکل، تخته نشان داده شده در نقطه B روی تکیه‌گاه قرار

دارد و در دو انتهای آن دو جسم با جرم‌های نشان داده شده قرار گرفته‌اند. تخته در تعادل است. به نظر شما چه نیروهای خارجی به آن اعمال می‌شود؟».

پس از پاسخ هرجویان، پاسخ درست را روی تخته بنویسید و شرح دهید: «وزن تخته (W)، وزن قطعه ۱ (W_1)، وزن قطعه

۲ (W_2) و نیروی تکیه‌گاه در نقطه B (R_B)»

بیان کنید: «برای نشان دادن نیروهای اعمال شده به تخته نیاز نیست کل شکل رسم شود و تنها آن قسمت از شکل را که

می‌خواهیم نیروهای اعمال شده به آن را نشان دهیم — که در اینجا تخته است — رسم می‌کنیم».

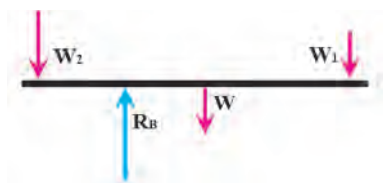
شکل ۲۰-۲ را رسم کنید.

بیان کنید: «حال نیروهای اعمال شده به تخته را با رسم پیکانی در محل اعمال نیرو که محل و جهت نیرو را نشان می‌دهد (با نام نیروها در کنار هر پیکان) نشان می‌دهیم».

شکل ۲۰-۲ را مانند شکل ۲۰-۳ تکمیل کنید.

بیان کنید: «به شکل ۲۰-۳ رسم شده، ترسیم آزاد می‌گویند. این شکل، چگونگی اعمال نیروها به جسم را نشان می‌دهد».

شکل ۲۰-۲



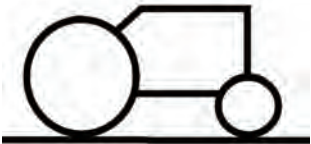
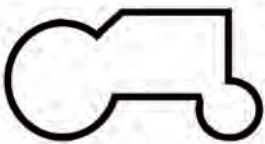

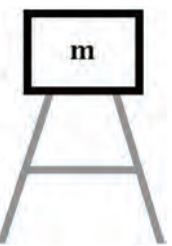

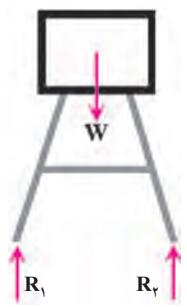
شکل ۲۰-۳

نکته: به هنجاریان یادآور شوید که گشتاورها را نیز می‌توان روی ترسیم آزاد نشان داد، مبحثی که جای آن در سطح دوره متوسطه نیست.

شکل (۱-۵-الف) کتاب را رسم کنید و با کمک هنجاریان، ترسیم آزاد آن را مانند شکل ۱-۵-ب کتاب

تهیه نمایید.

تمرین ۱: برای تمرین، نخست شکل‌های زیر را روی تخته رسم کنید و سپس با کمک دانش‌آموزان ترسیم آزاد آن‌ها را بکشید و نیروهای روی آن‌ها را تعیین کنید.

شکل اولیه	ترسیم آزاد بدون تعیین نیروها	ترسیم آزاد پس از تعیین نیروها
		
		

روش مقطع زدن برای نمایش نیروهای داخلی

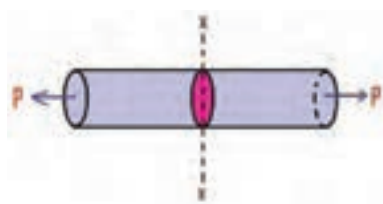
بیان کنید: «برای محاسبه نیروهای داخلی نیز می‌توان ترسیم آزاد جسم را رسم کرد، که البته با روش بیان شده برای رسم

ترسیم آزاد نیروهای خارجی، کمی متفاوت است».

شکل ۲۰-۴ را روی تخته رسم کنید.

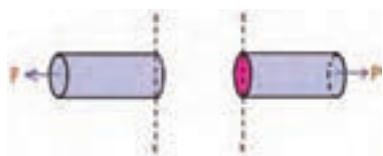


شکل ۲۰-۴



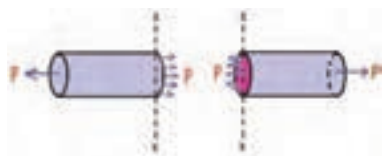
شکل ۵-۲۰

بیان کنید: «اگر بخواهیم نیروهای داخلی این جسم را در نقطه‌ای مشخص مورد بررسی قرار دهیم از آن نقطه، صفحه فرضی عمودی به نام مقطع عبور می‌دهیم». شکل ۵-۲۰ را رسم کنید.



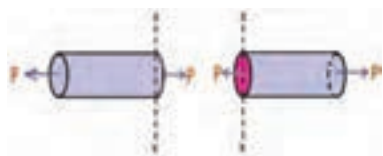
شکل ۶-۲۰

توضیح دهید: «فرض می‌شود که این صفحه قطعه را به دو بخش جدا می‌کند». شکل ۶-۲۰ را رسم نمایید.



شکل ۷-۲۰

با یادآوری قانون سوم نیوتون، توضیح دهید: «برای خنثی شدن نیروی P ، که به دو قطعه جدید اعمال می‌شود، نیروهای داخلی بین ذرات جسم ایجاد می‌شود». شکل ۷-۲۰ را رسم کنید.



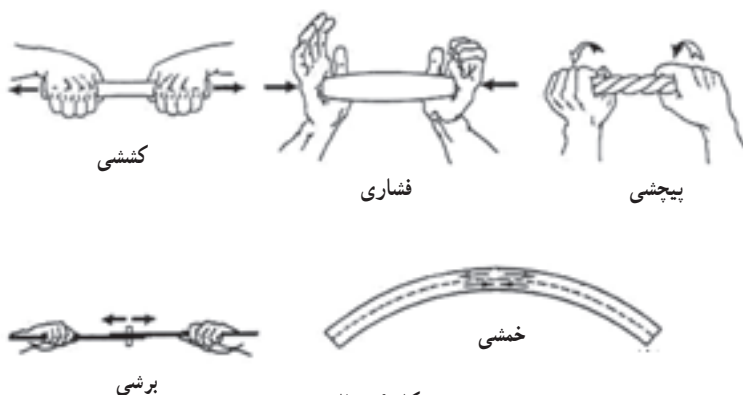
شکل ۸-۲۰

سرانجام با بیان اینکه جمع، یا به عبارت دیگر برآیند نیروهای داخلی، مساوی و در خلاف جهت نیروی P است، به همین دلیل می‌توان برآیند را جای‌گزین نمود. شکل ۸-۲۰ را رسم کنید.

۲-۲۰ تنش چیست؟ (۲-۵- صفحه ۸۸)

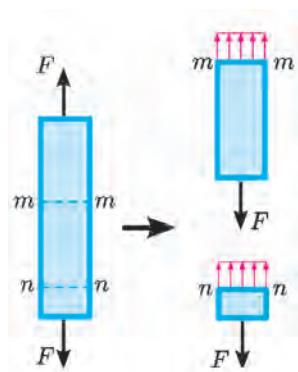
از هنرجویان بپرسید: «نیروهای خارجی به چه حالت‌هایی به یک جسم اعمال می‌شوند؟» کلاس را برای رسیدن به پاسخ هدایت کنید. در پی آن روی یک خودکار، چگونگی اعمال نیروهای خارجی به اجسام را تشریح کنید و نام هر یک را توضیح دهید.

با رسم ساده‌ای از شکل ۹-۲۰ مطالب گفته شده را برای هنرجویان روشن کنید.



شکل ۹-۲۰

با یادآوری قانون سوم نیوتن، تشکیل نیروهای داخلی از طرف ذرات داخلی جسم در مقابل نیروهای خارجی را توضیح دهید و بگویید که ذرات داخلی هر جسم برای ایستادگی در برابر انواع نیروهای خارجی ای که بر آنها وارد می‌شود، نوعی نیروی داخلی را در خود ایجاد می‌کنند.



شکل ۱۰-۲۰

توضیح دهید: «ساده‌ترین نوع نیرو که بر اجسام وارد می‌شود نیروهای کششی است که پیش از این گفته شد». شکل ۱۰-۲۰ را رسم کنید.

توضیح دهید: «با اعمال نیروهای کششی از دو سر یک جسم، نیروهای داخلی بین ذرات آن ایجاد می‌گردد. اگر از هر نقطه از این جسم یک صفحه عرضی عبور دهیم و تمام نیروهای داخلی کوچکی را که روی آن صفحه وجود دارند جمع کنیم، با مقدار نیروی اعمال شده در انتهای جسم برابر است. اکنون اگر این مقدار نیرو را بر مساحت آن صفحه تقسیم کنیم عددی به دست می‌آید که نشان می‌دهد نیروهای داخلی در کل مقطع جسم به چه مقدار توزیع شده است. این عدد کمیتی است که به آن **تنش** گفته می‌شود. تنش با حرف یونانی σ (سیگما) نشان داده می‌شود. از آنجایی که نیروی خارجی اعمال شده عمود بر سطح مقطع است به تنش وابسته به آن **تنش عمودی** گفته می‌شود. در جایی که نیروی خارجی به وجود آورنده از نوع کششی باشد جسم در

حالت کشش قرار می‌گیرد و تنش ناشی از این نیرو، **تنش کششی** نامیده می‌شود. اگر تنش کششی وارد بر سطح مقطع جسم بیشتر از تحمل آن باشد، جسم گسیخته (پاره) می‌گردد. نیروی خارجی می‌تواند از نوع فشاری باشد. این نوع بارگذاری در جسم تنش فشاری ایجاد می‌کند. اگر تنش فشاری موجود در سطح مقطع بیشتر از تحمل قطعه بشود، جسم خم یا خرد می‌گردد».

بیان کنید: «اندازه تنش از نسبت اندازه نیرو به اندازه سطح مقطعی که نیرو بر آن وارد می‌شود به دست می‌آید».

رابطه زیر (رابطه ۱-۵ کتاب) را روی تخته بنویسید و شرح دهید.

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

بیان کنید: «چون در سیستم متریک (SI) نیرو بر حسب نیوتن (N) و سطح مقطع بر حسب متر مربع (m^2) است، لذا یکای تنش

بر حسب نیوتن بر متر مربع ($\frac{N}{m^2}$) به دست می‌آید. نام دیگر این یکا پاسکال (Pa) است. چون پاسکال یکای بسیار کوچکی است در

عمل این یکا را با ضرایبی مانند کیلو پاسکال (kPa)، مگا پاسکال (MPa) و گیگا پاسکال (GPa) به کار می‌برند».

نکته: در روابط تنش برای مشخص کردن تنش کششی از فشاری، تنش کششی را مثبت و تنش فشاری منفی می‌گیرند.

مثال صفحه ۸۹ را حل کنید.

تمرین ۲: به قطعه‌ای فلزی با مقطع مستطیلی به ابعاد 40×20 میلی‌متر مربع، نیروی عمودی فشاری 70 kN اعمال می‌شود.

تنش موجود در قطعه را محاسبه کنید.

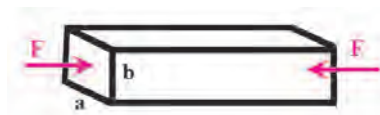
پاسخ:

$$a = 40 \text{ mm}$$

$$b = 20 \text{ mm}$$

$$F = 70 \text{ kN}$$

$$\sigma = ?$$



شکل ۱۱-۲۰

$$\sigma = -\frac{F}{A} = -\frac{70000}{(0/02) \times (0/04)} = -8750000 \text{ Pa} \Rightarrow \boxed{\sigma = 87/5 \text{ MPa}}$$

کار در خانه (۱): به محوری با مقطع دایره‌ای به قطر ۵ سانتی‌متر، نیروی کششی ۱۵۰ kN اعمال می‌شود. تنش موجود در محور را محاسبه کنید.

کار در خانه (۲): به محوری با مقطع دایره‌ای به قطر ۵ سانتی‌متر، نیروی کششی ۲۰۰ kN اعمال می‌شود. تنش موجود در محور را محاسبه کنید. پاسخ به دست آمده را با پاسخ تمرین قبل مقایسه کنید، چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟



پرسش: شکل ۱۲-۲۰ را روی تخته رسم کنید و از هنرجویان بپرسید اگر نیرو در راستای خط رسم شده وارد شده باشد نوع نیرویی را که موجب تغییر شکل جسم شده است بیان کنید.

شکل ۱۲-۲۰

کار در خانه (۳): به لوله‌ای با قطر ۶ سانتی‌متر با ضخامت دیواره ۲/۵ میلی‌متر، نیروی فشاری ۱۲۰ kN اعمال می‌شود. تنش موجود در میله را محاسبه کنید.

کار در خانه (۴): به لوله‌ای با قطر ۶ سانتی‌متر با ضخامت دیواره ۴ میلی‌متر، نیروی فشاری ۱۲۰ kN اعمال می‌شود. تنش موجود در میله را محاسبه کنید. پاسخ به دست آمده را با پاسخ تمرین قبل مقایسه کنید، چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

آموزه بیست و یکم

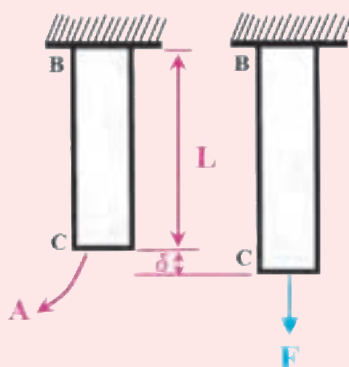
هدف‌های رفتاری را روی تخته بنویسید.

هدف‌های رفتاری : هنرجو با یادگیری این آموزه می‌تواند:

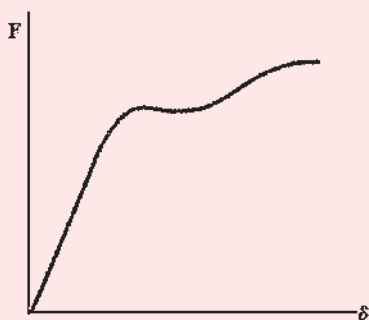
- مفهوم کرنش را شرح دهد.
- رابطه کرنش را برای حل مسائل به کار ببرد.
- رابطه بین تنش و کرنش را شرح دهد.
- مفهوم استحکام کششی را شرح دهد.
- تنش مجاز و ضریب اطمینان را توضیح دهد.
- رابطه بین تنش مجاز و ضریب اطمینان را در حل مسائل به کار ببرد.

۱-۲۱- تغییر طول نسبی در کشش و فشار (کرنش) (۳-۵- صفحه ۹۰)

یادآوری برای هنرآموز



شکل ۲۱-۱



شکل ۲۱-۲

یکی از جنبه‌های مهم در تجزیه و تحلیل و طراحی سازه‌ها، تغییر شکل آن‌ها در اثر نیروهای وارد شده است. بدیهی است که در هر سازه باید از تغییر شکل بیش از حد جلوگیری کرد، زیرا تغییر شکل در یک سازه به کاهش کارایی لازم و دور شدن از هدف اصلی ساخت سازه می‌انجامد. میله فلزی به طول L و سطح مقطع یک نواخت A را در نظر می‌گیریم. میله مزبور از نقطه B آویخته شده است. اگر نیرویی مثل F را از انتهای C اعمال کنیم، بلندی میله به اندازه δ زیاد می‌شود.

با پیدا کردن تغییر شکل مربوطه δ برای مقادیر مختلف نیروی F و رسم آن روی محورهای مختصات، منحنی تغییرات نیرو نسبت به تغییر شکل به دست خواهد آمد. این منحنی دارای اطلاعات مفیدی برای تجزیه و تحلیل میله مورد نظر است، لیکن نمی‌توان آن را برای پیش‌بینی تغییر شکل میله دیگری از جنس مشابه ولی با اندازه دیگر به کار برد.

بررسی‌ها نشان می‌دهند که اگر در اثر نیروی F تغییر شکل δ در میله BC به وجود آید، در میله دیگری به طول L ولی با سطح مقطع $2A$

برای ایجاد همان تغییر شکل نیرویی برابر $2F$ لازم خواهد بود. از طرفی اعمال نیروی F به میله‌ای با سطح مقطع A و طول $2L$ باعث بوجود آمدن تغییر شکلی برابر 2δ در میله می‌شود. ولی نسبت اندازه تغییر شکل بر طول یا کرنش ϵ در هر دو مورد برابر است. با یافتن نقاطی مربوط به تنش در مقابل کرنش بر روی محورهای مختصات، منحنی مشخصه‌ای برای ماده به دست می‌آید که شکل آن به ابعاد نمونه آزمایشی بستگی ندارد. این منحنی را نمودار تنش-کرنش می‌نامند.

به روش پرسش و پاسخ مطالب زیر را تدریس کنید.

پرسش: «اگر به میله‌ای فلزی نیروی کششی اعمال شود، آیا طول آن تغییر می‌کند؟ طول میله افزایش می‌یابد یا کم می‌شود؟»
پاسخ: «طول میله زیاد می‌شود».

پرسش: «مقدار افزایش طول با نیرو چه رابطه‌ای دارد؟»

پاسخ: «هر چه نیرو بیشتر باشد افزایش طول بیشتر است».

پرسش: «اگر به میله‌ای فلزی نیروی فشاری اعمال شود، آیا طول آن تغییر می‌کند؟ طول میله افزایش می‌یابد یا کم می‌شود؟»
پاسخ: «طول میله کم می‌شود».

پرسش: «آیا تغییر طول اجسام در اثر اعمال نیرو اهمیت دارد؟ با یک نمونه شرح دهید».

پاسخ: «این موضوع بسیار با اهمیت است. اگر تغییرات طول و ابعاد در قطعات یک مکانیزم، که در اثر اعمال نیرو اتفاق می‌افتد، بیش از حد باشد، آن مکانیزم کار نمی‌کند و یا کارایی‌اش کاهش می‌یابد».

بیان کنید: «مقدار افزایش طول به عوامل مختلفی مانند مقدار و جهت نیرو، جنس جسم و ابعاد جسم بستگی دارد. در محاسبات، به جای تغییر طول، از نسبت تغییر طول به طول اولیه استفاده می‌شود که به این نسبت «تغییر طول نسبی» یا «کرنش» می‌گویند و با حرف یونانی ϵ (اپسیلون) مشخص می‌شود». رابطه زیر (رابطه ۲-۵) کتاب را روی تخته بنویسید و شرح دهید.

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

که در آن:

ϵ : تغییر طول نسبی یا کرنش (بدون یکا)

x : افزایش یا کاهش طول بر حسب متر (m)

L : طول اولیه بر حسب متر (m)

پرسش: «چرا کرنش بدون یکاست؟»

پاسخ: «همان‌طور که در رابطه مشاهده می‌شود، کرنش از تقسیم دو کمیت همانند که دارای یک واحدند به دست می‌آید. در تقسیم انجام شده واحدها از هم ساده شده و نتیجه تقسیم که کرنش است بدون واحد خواهد شد».

بیان کنید: «اگر به جسم نیروی کششی اعمال شود و در آن افزایش طول داشته باشیم کرنش مثبت و اگر نیروی فشاری اعمال شود و در آن کاهش طول پدید آید، کرنش منفی خواهد شد».

مثال ۱: به میله‌ای با مقطع مستطیلی به طول 40 mm و عرض 20 mm نیروی عمودی فشاری اعمال می‌شود. طول اولیه میله $2/8 \text{ m}$ است. پس از اعمال نیروی فشاری 70 kN طول آن به $1/2 \text{ mm}$ کاهش می‌یابد. کرنش در میله را حساب کنید.

پاسخ:

$$l = 2/8 \text{ m}$$

$$x = -1/2 \text{ mm}$$

$$\varepsilon = ?$$

$$\varepsilon = \frac{X}{l} = \frac{-0.00012}{2/8} \Rightarrow \boxed{\varepsilon = -4/29 \times 10^{-4}}$$

تمرین ۱: به میله‌ای نیروی کششی به مقدار 100 kN اعمال شده است. طول میله $2/3 \text{ mm}$ افزایش پیدا کرده است. محاسبات نشان می‌دهد که کرنش پدید آمده در این میله 561×10^{-6} است. طول اولیه میله را محاسبه کنید.

پاسخ:

$$l = ? \text{ m}$$

$$x = +2/3 \text{ mm}$$

$$\varepsilon = 561 \times 10^{-6}$$

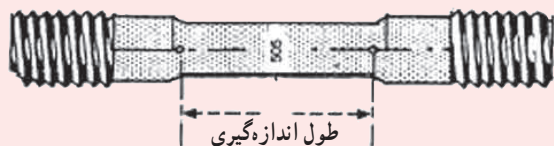
$$\varepsilon = \frac{X}{l} \Rightarrow l = \frac{X}{\varepsilon} = \frac{2/3}{561 \times 10^{-6}} \Rightarrow \boxed{l = 4/1 \text{ m}}$$

کار در خانه (۱): قطعه‌ای فلزی با طول اولیه میله $1/6 \text{ m}$ است. پس از اعمال نیروی کششی 150 kN طول آن $3/2$ میلی‌متر افزایش می‌یابد. کرنش در قطعه را حساب کنید.

کار در خانه (۲): به محوری فلزی نیروی فشاری به مقدار 150 kN اعمال شده، به طوری که طول محور $3/3 \text{ mm}$ کاهش پیدا کرده است. محاسبات نشان می‌دهد که کرنش پدید آمده در این میله 81×10^{-6} است. طول نخستین محور را محاسبه کنید.

۲-۲۱- رابطه بین تنش و تغییر طول نسبی (۴-۵- صفحه ۹۱)

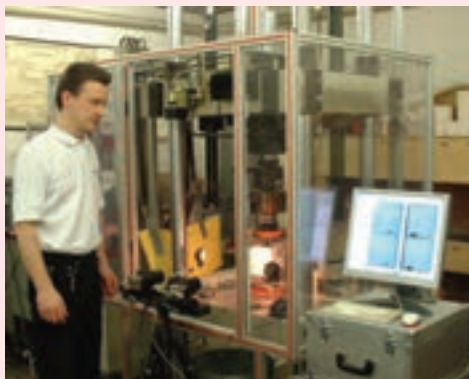
یادآوری برای هنرآموز



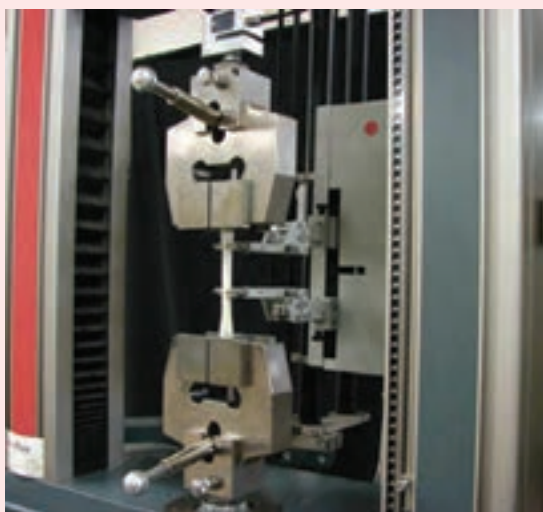
شکل ۳-۲۱- نمونه آزمایشی برای آزمون کشش

نمودار تنش و کرنش برای یک ماده ویژگی مهمی است. برای یافتن نمودار تنش - کرنش برای یک ماده، روی نمونه‌ای از آن ماده آزمون کشش انجام می‌شود. این آزمون روی یک نمونه استوانه‌ای شکل، که سطح مقطع بخش میانی آن با دقت تعیین شده است، انجام می‌شود. روی این استوانه دو نشانه اندازه‌گیری درج شده است که به آن طول اندازه‌گیری می‌گویند.

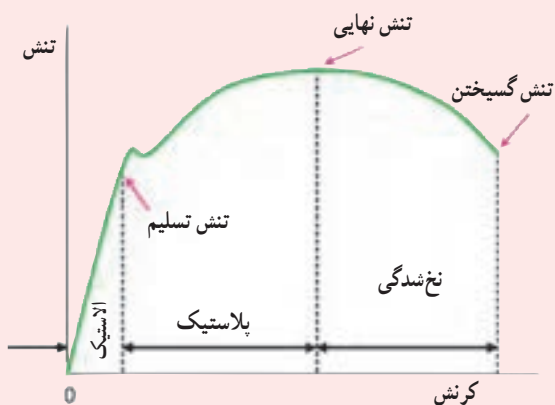
این نمونه آزمایشی در دستگاه آزمون گذاشته می‌شود. دستگاه آزمون برای اعمال نیروهای محوری در اندازه دل‌خواه ساخته شده است.



شکل ۲۱-۴- دستگاه آزمون کشش



شکل ۲۱-۵



شکل ۲۱-۶- نمودار تنش - کرنش یک فلز نرم

با افزایش بار، فاصله بین دو نشانه نیز زیاد می‌شود. ازدیاد طول به ازای نیروهای اعمال شده اندازه‌گیری و ثبت می‌شود.

به ازای هر سری از اندازه‌های به دست آمده برای نیرو و تغییر طول، مقدار تنش از تقسیم F بر سطح مقطع A و مقدار کرنش از تقسیم ازدیاد طول بر طول اولیه بین دو علامت محاسبه می‌گردند. سپس با قرار دادن مقادیر تنش و کرنش روی محورهای مختصات، نمودار تنش - کرنش به دست می‌آید.

نمودارهای تنش - کرنش برای مواد مختلف بسیار گوناگون است. آزمون‌های متعدد کششی بر روی یک نوع ماده ممکن است ما را به نتایج متفاوتی برساند. وجود تفاوت و مقدار آن به دمای نمونه آزمایشی و سرعت بارگذاری بستگی دارد.

می‌توان برخی از ویژگی‌های مشترک بین نمودارهای مواد گوناگون را از هم جدا کرد. بر اساس این ویژگی‌ها، مواد در دو دسته بزرگ مواد نرم و مواد شکننده جای دارند. مواد نرم در برگرنده فولاد ساختمانی و آلیاژهایی است که از فلزات گوناگون ساخته می‌شوند. هنگامی که در دمای محیط نمونه‌ای از این مواد، زیر بار قرار می‌گیرند، با افزایش بار نخست، طول آن به طور خطی و با نرخ بسیار آهسته تغییر می‌کند.

بنابراین اولین قسمت از نمودار تنش - کرنش یک خط مستقیم با شیب تند است. این وضعیت تا رسیدن

تنش به تنش تسلیم (تنش بحرانی) δ_y ادامه می‌یابد. اگر تا این مرحله اعمال نیرو قطع شود، ابعاد جسم به وضعیت قبل از اعمال نیرو برمی‌گردد. به این مرحله، که با اعمال نیرو تغییر دائمی در جسم ایجاد نمی‌شود، مرحله الاستیک می‌گویند.

نمونه آزمایشی، پس از رسیدن به تنش تسلیم (تنش بحرانی) δ_y ، به مرحله‌ای می‌رسد که با افزایش بار به اندازه کم، تغییر شکل زیاد می‌شود. در نمودار تنش - کرنش دیده می‌شود که در بالای نقطه تسلیم ازدیاد طول نمونه آزمایشی ممکن است ۲۰۰ برابر بیشتر از مقدار آن قبل از رسیدن به نقطه مزبور باشد. در مرحله جدید با اعمال نیرو در نمونه، افزایش دائمی طول ایجاد می‌شود. به این صورت که اگر اعمال نیرو قطع شود دیگر جسم به حالت اولیه بر نمی‌گردد. به این مرحله پلاستیک می‌گویند.

پس از این که بار اعمال شده به بیشترین اندازه رسید قطر نمونه آزمایشی در بخش میانی کاهش می‌یابد. این پدیده را اصطلاحاً لاغر شدن یا نخ شدگی می‌نامند. پس از آغاز مرحله نخ شدگی افزایش طول قطعه آزمایشی، با نیروی کمتری ادامه می‌یابد و سرانجام نمونه آزمایشی با اعمال نیرو از هم گسیخته می‌شود.



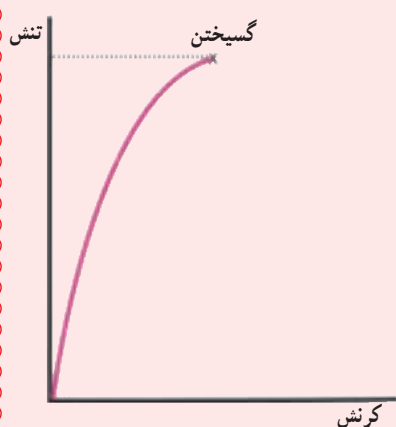
شکل ۲۱-۲۰- نمونه آزمایشی قبل از اعمال نیرو و پس از رسیدن به مرحله نخ شدگی

بر این اساس سه تنش زیر معرفی می‌شوند:

تنش تسلیم δ_y تنش است که در آن مرحله تسلیم آغاز می‌شود.
تنش نهایی δ_u تنش است که در اثر حداکثر بار اعمال شده بر نمونه آزمایشی به وجود می‌آید.

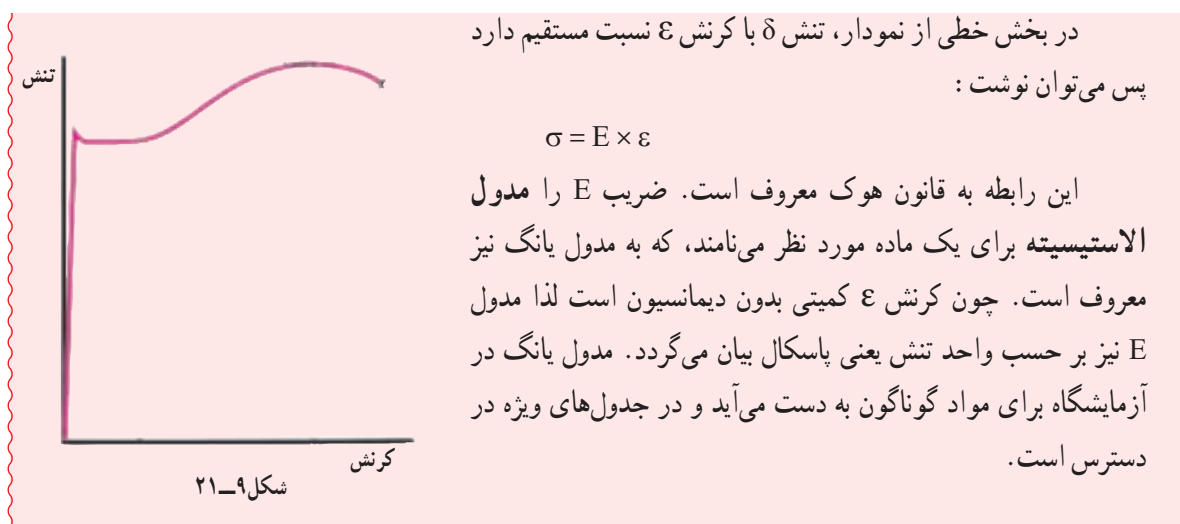
تنش گسیختن δ_B تنش است که در زمان گسیختن یا بریدن به وجود می‌آید.

مواد شکننده مثل چدن، شیشه و سنگ در برابر تحمل تنش ویژه‌اند. در این نوع مواد گسیختن بی‌خبر و بدون افزایش نرخ ازدیاد طول رخ می‌دهد. بنابراین در مواد شکننده، بین تنش نهایی و تنش گسیختن تفاوتی وجود ندارد و در مقایسه با مواد نرم، کشش و زمان گسیختن آنان نیز به مراتب کمتر است.



شکل ۲۱-۸- نمودار تنش - کرنش یک ماده شکننده

بیشتر سازه‌های مهندسی به گونه‌ای طراحی می‌شوند که تغییر شکل در آنان کم باشد. برای رسیدن به این هدف همواره بخش خطی نمودار تنش - کرنش در نظر گرفته می‌شود.



توضیح دهید: «اگر به یک قطعه کیش نیروی کششی وارد شود، طول افزایش می‌یابد. این افزایش در مواد دیگر مانند فلزات نیز حاصل می‌شود، فلزات نیز در برابر نیروهای کششی افزایش طول و در برابر نیروهای فشاری کاهش طول دارند. البته در فلزات اندازه تغییر طول بسیار کم است و با چشم تشخیص داده نمی‌شود. هنگامی که اثر نیروی کششی از روی کیش برداشته می‌شود کیش به طول پیشین برمی‌گردد ولی اگر نیروی کششی زیاد باشد، کیش تحمل نمی‌کند و پاره می‌شود. فلزات نیز نیروی کششی را تا حدی تحمل می‌کنند و پس از قطع نیرو، طول آن‌ها به حالت پیشین برمی‌گردد. به این حالت قابلیت ارتجاعی یا الاستیسیته گفته می‌شود. اگر اندازه نیرو بیش از اندازه‌ای باشد که فلز تاب و توان آن را دارد، پس از برداشتن نیرو طول قطعه به اندازه نخست بازمی‌گردد و تغییر شکل دائمی پیدا می‌کند که به این حالت پلاستیک می‌گویند. دانستن مقدار نیرویی که جسم توان آن را دارد تا در حالت الاستیک بماند بسیار مهم است. زیرا اگر قطعات با اعمال نیرو تغییر طول بدهند دیگر برای انجام کاری که برای آن ساخته شده‌اند مناسب نخواهند بود. بنابراین طراحان این موضوع را در طراحی سازه در نظر می‌گیرند و کاربران نیز باید اندازه بیشترین نیروی را که می‌توانند به اجسامی که با آن کار می‌کنند وارد کنند بدانند».

۳-۲۱- استحکام کششی (۵-۵- صفحه ۹۳)

یادآوری برای هنرآموز

در طراحی و ساخت، رعایت موارد ایمنی از اهمیت زیادی برخوردار است. باید بدانیم که مصالح مورد نظر در بارگذاری چگونه عمل می‌کنند. این اطلاعات درباره مواد گوناگون از راه آزمون‌های ویژه روی نمونه‌های از قبل تعیین شده به دست می‌آید. مثلاً نمونه‌ای از فولاد مورد نظر در دستگاه آزمون تحت نیروی کششی قرار می‌گیرد. با افزایش نیروی وارد بر نمونه آزمایشی تغییرات مختلف حاصل در آن مثل تغییر طول و قطر اندازه‌گیری می‌شوند. در نهایت، بزرگ‌ترین مقدار نیروی ممکن بر نمونه اعمال می‌شود. در این مرحله نمونه یا گسیخته می‌شود و یا شروع به تحمل بار کمتری می‌نماید. بزرگ‌ترین نیروی اعمال شده را بار نهایی می‌نامند و آن را با F_u نمایش می‌دهند. تنش نهایی در کشش یا تنش عمودی نهایی یا استحکام کششی نیز از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\sigma_u = \frac{F_u}{A}$$

بیان کنید: «اجسام با اعمال نیرویی بیش از اندازه ویژه تغییر طول دائمی می‌دهند. اکنون اگر مقدار نیرو باز هم افزایش یابد قطعه به جایی می‌رسد که گسیخته شود و به بیان دیگر جسم از هم پاره می‌شود. این رویداد در برخی قطعات می‌تواند فاجعه آمیز باشد. برای جلوگیری از این رخداد، طراح و در برخی موارد کاربر باید بدانند هر قطعه‌ای تا چه مقدار نیرو را می‌تواند تحمل کند. به این نیرو بیشترین بار وارده می‌گویند و آن را با F_u نشان می‌دهند. مقدار این نیرو در فلزات مختلف، متفاوت است برای نمونه اندازه این نیرو در فولاد بسیار بیشتر از آلومینیوم است. هرچند آستانه تحمل جسم به سطح مقطع آن نیز بستگی دارد و هر چه قطر جسم بیشتر باشد نیروی بیشتری را تحمل می‌کند. نسبت این نیرو به سطح مقطع، که همان تنش است، برای هر فلزی ثابت است. تنش به وجود آمده در جسم برای بیشترین بار وارده به جسم، بیشترین تنش است که آن جسم (فلز) می‌تواند تحمل کند، پیش از این که گسیخته شود. به این تنش استحکام کششی یا تنش نهایی می‌گویند و آن را با σ_u نشان می‌دهند».

رابطه ۴-۵ کتاب را روی تخته بنویسید و شرح دهید:

$$\sigma_u = \frac{F_u}{A}$$

که در آن:

σ_u : استحکام کششی یا تنش نهایی بر حسب پاسکال (Pa)

F_u : بیشترین بار وارده بر حسب نیوتن (N)

A : سطح مقطع بر حسب مترمربع (m^2)

بیان کنید: «استحکام کششی تمام مواد در آزمایشگاه‌ها تعیین شده و اندازه آن‌ها در جدول‌های مقاومت مصالح آمده است تا طراحان و تولیدکنندگان با توجه به آن‌ها جنس مطلوب را برای قطعاتی که می‌سازند برگزینند».

مثال ۲: به قطعه‌ای فولادی با سطح مقطع 30×20 میلی‌متر مربع، حداکثر چه مقدار نیروی کششی می‌توان وارد کرد؟ استحکام کششی فولاد را 420 MPa در نظر بگیرید.

پاسخ:

$$A = 30 \times 20 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_u = 420 \text{ MPa}$$

$$F_u = ?$$

$$\sigma_u = \frac{F_u}{A} \Rightarrow F_u = \sigma_u \times A = (420 \times 10^6) \times (30 \times 20 \times 10^{-6}) \Rightarrow$$

$$F_u = 252000 \text{ N} = 252 \text{ kN}$$

تمرین ۲: بیشترین نیروی کششی، که یک محور آلومینیومی به قطر ۵ سانتی‌متر تاب آن را دارد، چه اندازه است؟ استحکام کششی فولاد را 100 MPa در نظر بگیرید.

پاسخ:

$$d = 5 \text{ cm}$$

$$\sigma_u = 100 \text{ MPa}$$

$$F_u = ?$$

$$A = \pi r^2 = 3/14 \times (0/25)^2 \Rightarrow A = 1/96 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$\sigma_u = \frac{F_u}{A} \Rightarrow F_u = \sigma_u \times A = (100 \times 10^6) \times (1/96 \times 10^{-3}) \Rightarrow$$

$$F_u = 196000 \text{ N} = 196 \text{ kN}$$

کار در خانه (۳): کمترین قطر یک محور فولادی با استحکام کششی 420 MPa چه اندازه باید باشد تا نیروی کششی 300 kN را تحمل کند؟

۴-۲۱- تنش مجاز و ضریب اطمینان (۶-۵- صفحه ۹۳)

یادآوری برای هنرآموز

قطعات سازه یا ماشین باید به گونه‌ای طراحی شود که بار نهایی در آن‌ها به مراتب بیش از نیرویی باشد که در شرایط معمول کاری مجاز است. این نیروی کمتر به بار مجاز، بار عملی یا بار طراحی معروف است. بنابراین هنگامی که بار مجاز اعمال می‌شود تنها درصدی از ظرفیت مجاز تحمل بار در عضو به کار گرفته می‌شود. بخش باقی‌مانده از ظرفیت تحمل بار عضو برای ایمنی کار به نشانه ضریب اطمینان حفظ می‌شود. نسبت بار نهایی به بار مجاز را ضریب اطمینان یا ضریب ایمنی می‌نامند.

$$S.F. = \frac{F_u}{F_{al}}$$

چون تنش و بار رابطه خطی دارند پس:

$$S.F. = \frac{\sigma_u}{\sigma_{al}}$$

گزینش ضریب ایمنی در طراحی بسیار مهم است. اگر ضریب ایمنی بیش از اندازه کوچک انتخاب شود امکان خرابی به حد غیر قابل قبولی بالا می‌رود و از سوی دیگر اگر بیش از اندازه بزرگ باشد فرآورده کار از نظر طراحی غیراقتصادی و غیرعملی خواهد بود. گزینش ضریب ایمنی به عوامل گوناگونی بستگی دارد که برخی از آن‌ها عبارت‌اند از:

- ✓ تغییراتی که در خواص و کیفیت مصالح رخ می‌دهد؛
 - ✓ تعداد دفعات بارگذاری که در طول عمر مفید سازه یا ماشین پیش‌بینی می‌شود؛
 - ✓ نوع و شرایط بارگذاری پیش‌بینی شده در طراحی یا شرایطی که امکان رخ دادن آن در آینده وجود خواهد داشت؛
 - ✓ نوع خرابی و امکان آن؛
 - ✓ تردید در مورد روش‌های تجزیه و تحلیل به کار گرفته شده؛
 - ✓ فرسایش ممکن در آینده بر اثر ننگ‌داری نشدن، تعمیرات صحیح نداشتن یا عوامل غیر قابل اجتناب طبیعی؛
 - ✓ اهمیت دادن به یک عضو مشخص در هم‌بستگی کل ساختمان یا سازه.
- برای بیشتر کاربردها، در کتابچه‌های طراحی که به وسیله مؤسسات معتبر تعیین شده‌اند، ضرایب ایمنی اعلام می‌شود.

بیان کنید: «اجسام با اعمال بیشترین بار وارده F_u گسیخته می‌شود ولی آیا قطعات باید طوری ساخته شوند که در شرایط اعمال این نیرو قرار بگیرند. به بیان دیگر، آیا در زمان طراحی یک قطعه برای تعیین جنس و سطح مقطع، اعمال بیشترین بار F_u به قطعه را در محاسبات مد نظر قرار می‌دهند؟ اگر این کار انجام می‌شود، برای نمونه شناسی یک گاوآهن چهار خیش طوری طراحی می‌شد که تحمل نیروی کششی گاوآهن در خاک را داشته باشد. در این صورت با برخورد خیش به یک مانع، که نیروی زیادتری را به شناسی اعمال می‌کند، شناسی می‌شکست. در طراحی تمام قطعات، نسبتی از استحکام کششی برگزیده می‌شود تا هنگام کار، تنش از تنشی که جسم می‌تواند تحمل کند کمتر باشد. به این تنش، تنش مجاز می‌گویند و آن را با σ_{al} نشان می‌دهند. برای به دست آوردن تنش مجاز، استحکام کششی فلز مورد نظر را به عددی تقسیم می‌کنند که به آن ضریب اطمینان گفته می‌شود و با $S.F.$ مشخص می‌گردد». رابطه

۵-۵ کتاب را روی تخته بنویسید و شرح دهید:

$$\sigma_{al} = \frac{\sigma_u}{S.F.}$$

که در آن:

σ_{al} : تنش مجاز بر حسب پاسکال (Pa)

σ_u : استحکام کششی یا تنش نهایی بر حسب پاسکال (Pa)

S.F.: ضریب اطمینان (بدون واحد)

بیان کنید: «با اعمال ضریب اطمینان هنگام طراحی و ساخت قطعات، استحکام آن‌ها در برابر نیروهای بیشتر و پیش‌بینی نشده حفظ می‌شود. اما مقدار ضریب اطمینان به موارد مختلفی مثل شرایط کار قطعه، دقت محاسبات، نوع و مرغوبیت مواد مورد استفاده بستگی دارد. برای نمونه، ضریب اطمینان به کار رفته در یک گاوآهن کمتر از ضریب اطمینان به کار رفته در قطعات یک هواپیما است، زیرا در هواپیما جان صدها مسافر، که در آسمان و در برخورد با شرایط پیش‌بینی نشده‌اند، به طراحی این قطعات بستگی دارد. هر چند اندازه ضریب ایمنی برای شرایط گوناگون تعیین می‌شود و دارای استاندارد است».

مثال صفحه ۹۴ کتاب را حل کنید و جدول ۵-۲ کتاب را توضیح دهید.

تمرین ۳: قطعه‌ای آلومینیومی با سطح مقطع ۴۰×۲۰ میلی‌متر مربع، تحت نیروی کششی قرار می‌گیرد. اگر استحکام کششی آلومینیوم مصرفی ۱۰۰ MPa و ضریب ایمنی $۲/۵$ باشد، حداکثر نیروی مجاز را محاسبه کنید.

پاسخ:

$$A = ۴۰ \times ۲۰ \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{al} = \frac{\sigma_u}{S.F.} = \frac{۱۰۰}{۲/۵} \Rightarrow \sigma_{al} = ۴۰ \text{ MPa}$$

$$\sigma_u = ۱۰۰ \text{ Mpa}$$

$$S.F. = ۲/۵$$

$$F_a = ?$$

$$\sigma_a = \frac{F_a}{A} \Rightarrow F_a = \sigma_a \times A = (۴۰ \times ۱۰^{-۶}) \times (۴۰ \times ۲۰ \times ۱۰^{-۶}) \Rightarrow$$

$$F_a = ۳۲۰۰۰ \text{ N} = ۳۲ \text{ kN}$$

کار در خانه (۴): کمترین قطر یک محور فولادی با استحکام کششی ۴۲۰ MPa باید چقدر باشد تا در برابر نیروی کششی ۳۰۰ kN ایستادگی کند؟ ضریب ایمنی را ۳ در نظر بگیرید.

آموزه بیست و دوم

هدف‌های رفتاری را روی تخته بنویسید.

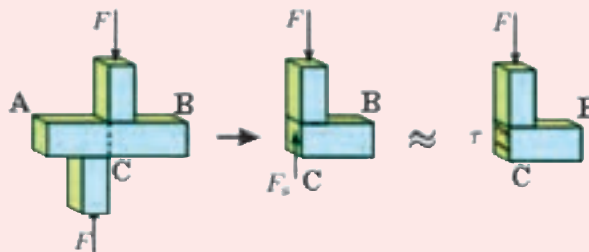
هدف‌های رفتاری: هنرجو با یادگیری این آموزه می‌تواند:

- تنش برشی را توضیح دهد.
- رابطه تنش برشی را توضیح دهد و آن را در حل مسئله به کار برد.
- استحکام برشی را توضیح دهد.
- تنش برشی مجاز را توضیح دهد.
- رابطه تنش برشی مجاز و استحکام برشی را در حل مسائل به کار برد.

۲۲-۱- تنش برشی (۷-۵- صفحه ۹۵)

یاد آوری برای هنرآموز

نیروهای داخلی مورد بحث در بخش‌های پیش و تنش‌های وابسته، همگی بر مقطع بخش عمود بودند، از این رو به تنش‌های کششی و فشاری «تنش عمودی» می‌گویند. اگر نیروی F به طور عرضی بر قطعه اعمال شود یک نوع تنش متفاوت به دست می‌آید. با برش دادن عضو از نقطه C ، بخش BC را از عضو AB (مانند شکل ۲۲-۱) جدا می‌کنیم.



شکل ۲۲-۱

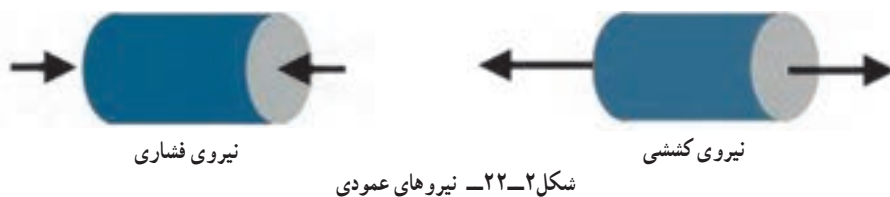
قطعه جدا شده چون در وضعیت تعادل است پس در سطح برش خورده نیروهای داخلی وجود دارند که مماس بر سطح هستند. برآیند این نیروها را با F_s نشان می‌دهیم. این نیروهای داخلی کوچک را نیروهای برشی (نیروهای مماسی) می‌نامند و برآیند آنان نیروی برشی مؤثر در آن مقطع است. از آنجایی که در این حالت نیروهای داخلی مماس بر سطح مقطع اند بنابراین به تنش به وجود آمده در این وضعیت «تنش مماسی» می‌گویند و چون با افزایش این تنش در

سطح مقطع برش ایجاد می‌شود به آن «تنش برشی» گفته می‌شود و با حرف یونانی τ نشان داده می‌شود. تنش برشی میانگین از رابطه زیر محاسبه می‌گردد.

$$\tau_{ave} = \frac{F_s}{A}$$

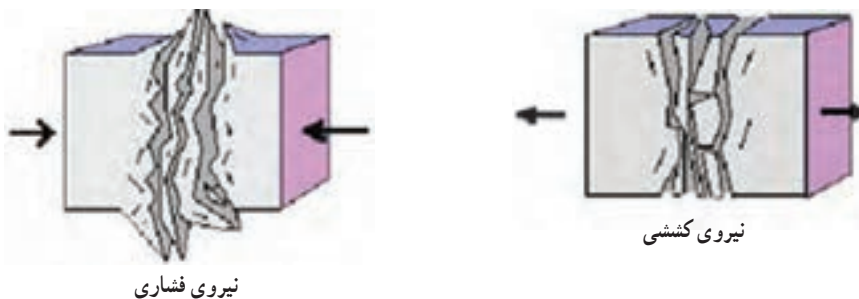
تنش‌های برشی بیشتر در پیچ‌ها، پین‌ها و پرچ‌های مورد استفاده و در انواع عضوهای سازه‌ای و محورهای انتقال گشتاور چرخشی دیده می‌شوند. باید تأکید شود که اندازه تنش برشی به دست آمده از رابطه بالا، میانگین تنش برشی در کل مقطع در نظر گرفته شده است. بر عکس آنچه پیش‌تر درباره تنش‌های عمودی گفته شد، توزیع تنش‌های برشی در سطح مقطع را نمی‌توان یک‌نواخت فرض نمود. اندازه واقعی تنش برشی بر روی سطح مقطع از صفر تا حداکثر τ_{MAX} تغییر می‌کند. حداکثر مقدار می‌تواند به مراتب بیشتر از مقدار میانگین τ_{ave} باشد.

توضیح دهید: «پیش‌تر دیدید که اگر یک قطعه استوانه‌ای شکل را بین دو فک یک گیره آهن‌گری قرار دهیم و گیره را محکم کنیم، از طرف گیره نیروی فشاری به سطح مقطع استوانه اعمال می‌شود. این نیرو عمود بر سطح مقطع است. نیروی کششی نیز عمود بر سطح مقطع است». شکل‌های زیر را روی تخته رسم کنید و توضیح دهید که به این نیروها، نیروهای عمودی گفته می‌شود و تنش‌ها که این نیروها ایجاد می‌کنند تنش عمودی است.

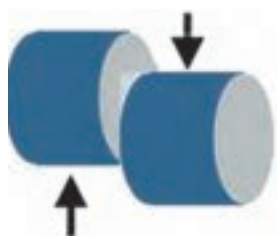


شکل ۲۲-۲- نیروهای عمودی

طرحی از شکل‌های زیر را روی تخته رسم و سپس بیان کنید: «نیروی کششی و تنش ناشی از آن سرانجام به گسیختن یا پاره شدن قطعه می‌انجامد و نیروی فشاری و تنش ناشی از آن قطعه را خرد یا خم می‌کند».



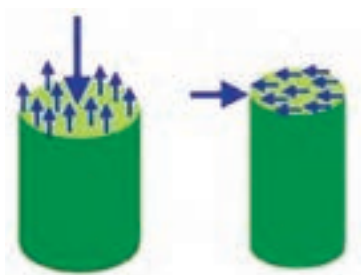
شکل ۲۲-۳- گسیختن یا خرد شدن قطعه پس از اعمال حداکثر نیروهای عمودی



شکل ۲۲-۴- اعمال نیروهای مماسی

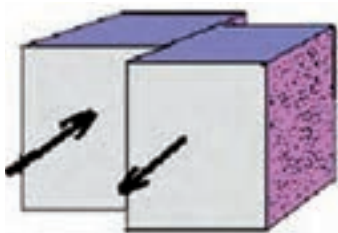
شکل ۲۲-۴ را روی تخته رسم کنید.

بیان کنید: «اگر همین استوانه را از گیره باز کنیم و بین دو لبه قیچی آهن‌بر قرار دهیم و بخواهیم با قیچی استوانه را ببریم، نیروهای داخلی چگونه خواهند بود؟»



شکل ۵-۲۲ - مقایسه نیروهای داخلی در دو حالت مماسی و عمودی

شکل ۵-۲۲ را روی تخته رسم کنید و توضیح دهید: «در این حالت نیروهای داخلی که در استوانه شکل می‌گیرد عمود بر سطح نخواهد بود بلکه بر سطح مماس اند».



شکل ۶-۲۲ - برش قطعه در اثر نیروهای برشی

شکل ۶-۲۲ را رسم و سپس بیان کنید: «نیروهای داخلی مماسی باعث ایجاد تنش برشی (تنش مماسی) در جسم می‌شوند که اگر از حد مجاز بیشتر شوند جسم در سطح مقطعی که نیروها اعمال می‌شوند، بریده می‌شود. تنش برشی با حرف τ (تاو) نشان داده می‌شود».

بیان کنید: «تنش برشی بیشتر در پیچ‌ها، پین‌ها، پرچ‌ها و محورهای انتقال گشتاور چرخشی مانند محور گاردان ایجاد می‌گردد. اگر جنس و ابعاد این قطعات به درستی محاسبه و انتخاب نشوند، زیر بار بریده خواهند شد».

رابطه ۵-۶ کتاب را روی تخته بنویسید و شرح دهید.

$$\tau = \frac{F}{A}$$

که در آن:

F : نیروی مماس بر سطح برش (نیروی برشی) بر حسب نیوتن (N)

A : سطح مقطعی که نیروی مماسی (نیروی برشی) بر آن اعمال می‌شود بر حسب متر مربع (m^2)

τ : تنش برشی بر حسب پاسکال (Pa)

مثال صفحه ۹۶ را حل کنید.

تمرین ۱: در یک دروگر بشقابی که در آن تیغه به وسیله یک پین به بشقاب در حال چرخش متصل شده، نیروی گریز از مرکزی که از تیغه به پین اعمال می‌گردد 1200 نیوتن است. اگر قطر پین 1 سانتی‌متر باشد، تنش برشی در پین را محاسبه کنید.

پاسخ:

$$d = 1 \text{ cm}$$

$$A = \pi r^2 = \frac{3}{14} \times (0.005)^2 \Rightarrow A = 7.85 \times 10^{-5} \text{ m}^2$$

$$F = 1200 \text{ N}$$

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{1200}{7.85 \times 10^{-5}} \Rightarrow \boxed{\tau \approx 153 \text{ MPa}}$$

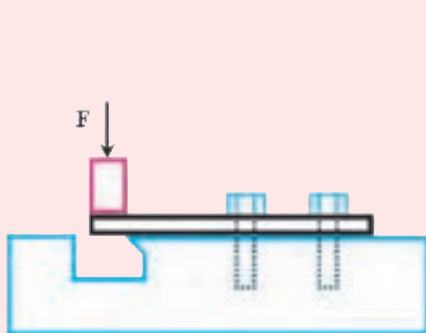
$$\tau = ?$$

کار در خانه (۱): اگر نیروی برشی بر پین شکل ۸-۵ کتاب برابر 500 نیوتن باشد و تنش برشی مجاز پین 380 MPa باشد، قطر پین را حساب کنید.

۲-۲۲- استحکام برشی (۸-۵- صفحه ۹۷)

یادآوری برای هنرآموز

برای تعیین تنش برشی نهایی یا استحکام نهایی برشی یک ماده، روش‌های آزمون متعددی وجود دارد. یک روش عبارت است از قفل کردن بخشی از میله آزمایشی با مقطع مستطیل یا دایره شکل از جنس دل‌خواه در دستگاه آزمون برش و اعمال نیروی F و افزایش آن تا اندازه‌ای که بار نهایی F_u برای برش به دست آید.



شکل ۷-۲۲- دستگاه آزمون استحکام کششی

اندازه تنش‌های مجاز مواد گوناگون، که در طراحی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند، در جداول مقاومت مصالح موجود است.

استحکام کششی و ارتباط آن با استحکام برشی را یادآوری کنید. سپس توضیح دهید: «مواد در مقابل نیروهای برشی، ایستادگی گوناگونی دارند. اگر به یک قطعه نیروی برشی اعمال شود و این نیرو افزایش پیدا کند، قطعه تا رسیدن نیرو به مقدار معینی که به آن بار نهایی می‌گویند، در برابر نیرو ایستادگی می‌کند. بار نهایی با F_u نشان داده می‌شود. اگر اندازه نیرو بیش از بار نهایی افزایش یابد جسم برش می‌خورد. به تنش برشی که در اثر این بار در سطح مقطع ایجاد می‌شود تنش برشی نهایی یا استحکام برشی می‌گویند که با τ_u نشان داده می‌شود».

رابطه ۷-۵ کتاب را روی تخته بنویسید و شرح دهید.

$$\tau_u = \frac{F_u}{A}$$

که در آن :

F_u : نیروی نهایی بر حسب نیوتن (N)

A : سطح مقطع بر حسب متر مربع (m^2)

τ_u : استحکام برشی بر حسب پاسکال (Pa)

بیان کنید: «استحکام برشی همه فلزات و بیشتر مواد تعیین شده است و اندازه آن در جدول‌های ویژه آمده است تا طراحان و تولیدکنندگان برپایه این اندازه‌ها جنس دل‌خواه را برای قطعاتی که می‌سازند مشخص کنند».

جدول ۳-۵ کتاب را شرح دهید.

استحکام برشی چند فلز

فلز	استحکام برشی $\frac{MN}{m^2}$
فولاد نرم	۳۲۰ تا ۳۹۰
آهن چکش خوار	۳۰۰
چدن	۲۰۰ تا ۹۰
برنج	۱۵۰

پرسید: «چرا نباید در محاسبات طراحی‌ها از استحکام برشی استفاده شود؟»
 بیان کنید: باید تنش به مراتب کمتر از حد تحمل قطعه را در نظر گرفت، که به آن تنش برشی مجاز گفته می‌شود و با τ_{al} نشان داده می‌شود. رابطه زیر (رابطه ۸-۵ کتاب) را روی تخته بنویسید و شرح دهید.

$$\tau_{al} = \frac{\tau_u}{S.F.}$$

که در آن :

τ_{al} : تنش برشی مجاز بر حسب پاسکال (Pa)

τ_u : استحکام برشی بر حسب پاسکال (Pa)

S.F. : ضریب اطمینان (بدون یکا)

برای یادگیری بهتر استحکام برشی می‌توانید موارد عملی مانند طول دسته آچار را، که در کتاب گفته شد، برای دانش آموزان بگویید همچنین دلیل کاربرد پین برشی را در ماشین‌های کشاورزی و به کار نبردن مواد محکم‌تر را به جای آن توضیح دهید.
 مثال صفحه ۹۷ را شرح دهید.

تمرین ۲: در یک دروگر بشقابی که در آن تیغه به وسیله یک پین به بشقاب در حال چرخش بسته شده است نیروی گریز از مرکزی که از تیغه به پین اعمال می‌گردد ۱۵۰° نیوتن است. اگر پین از جنس برنج باشد، کمترین قطر مجاز پین را محاسبه کنید. ضریب ایمنی ۳ است.

راهنمایی: استحکام برشی برنج از جدول ۳-۵ کتاب به دست می‌آید.

پاسخ:

$$F = ۱۵۰^\circ \text{ N} \quad \tau_{al} = \frac{\tau_u}{S.F.} = \frac{۱۵۰^\circ}{۳} \Rightarrow \tau_{al} = ۵^\circ \text{ MPa}$$

$$\tau_u = ۱۵۰^\circ \text{ MPa} \quad \tau = \frac{F}{A} \Rightarrow A = \frac{F}{\tau} = \frac{۱۵۰^\circ}{۵^\circ \times ۱۰^6} \Rightarrow A = ۳ \times ۱۰^{-5} \text{ m}^2$$

$$S.F. = ۳$$

$$d = ?$$

$$A = \pi r^2 \Rightarrow r = \sqrt{\frac{A}{\pi}} = \sqrt{\frac{۳ \times ۱۰^{-5}}{۳.۱۴}} = ۳ / ۱ \times ۱۰^{-3} \text{ m} \Rightarrow \boxed{d = ۶ / ۲ \text{ mm}}$$

کار در خانه (۲): حداقل قطر پین شکل ۸-۵ کتاب با جنس فولاد نرم باید چقدر باشد تا نیروی برشی ۳۰° kN را تحمل کند؟ ضریب ایمنی را $۲/۵$ در نظر بگیرید.

کار در خانه (۳): از هنجریان بخواهید تمرین‌های آخر فصل را پاسخ دهند.

آموزه ییست و سوم

تمرین های دوره ای

آموزه بیست و چهارم

آزمون سوم

آموزه بیست و پنجم

هدف‌های رفتاری را روی تخته بنویسید.

هدف‌های رفتاری: هنرجو با یادگیری این آموزه می‌تواند:

- توان را شرح دهد.
 - تبدیل یکای توان را انجام دهد.
 - رابطه توان را در پاسخ به مسئله به کار برد.
 - توان داخلی، توان مفید و توان مصرفی موتور را شرح دهد.
 - توان داخلی موتور را در حل مسئله به کار برد.
- در آغاز جلسه، پرسش‌های هنرجویان را درباره آزمون سوم پاسخ دهید.

۱-۲۵- توان (صفحه ۱۰۰)

بیان کنید: «توانایی محاسبه توان برای تکنسین ماشین‌های کشاورزی ارزش ویژه‌ای دارد. او باید بتواند با محاسبه، توان موردنیاز را برای انجام کارهای گوناگون برآورد کند تا منبع تولید توان مناسب برای آن را انتخاب کند. برای نمونه یک تکنسین ماشین‌های کشاورزی باید بتواند تراکتور مناسب برای کار هر ماشین کشاورزی را از نظر توان برگزیند یا موتوری را برای راه‌اندازی پمپ آب روی شاسی آن ببندد. اگر در این زمینه اشتباهی رخ دهد، یا کار انجام نمی‌شود یا به تراکتور و موتوری که منبع توان است و به ماشینی که برای انجام کار توان می‌گیرد، آسیب می‌رسد».

از هنرجویان تعریف توان را بپرسید. سپس تعریف زیر را روی تخته بنویسید و شرح دهید.

«توان یا قدرت، سرعت انجام کار را نشان می‌دهد و عبارت است از کار انجام شده در یکای زمان.»

بیان کنید: «برای نمونه تراکتوری می‌تواند با بیشترین توانی که دارد با گاوآهنی ۱۰ هکتار زمین را در ۸ ساعت شخم بزند. می‌توان همان ۱۰ هکتار را در ۴ ساعت شخم زد اگر از تراکتوری که توان آن ۲ برابر توان تراکتور پیشین است و از گاوآهنی با عرض کار بیشتر استفاده کنیم. توان با حرف P نشان داده می‌شود و یکای آن در سیستم متریک وات (W) است.»

رابطه زیر (رابطه ۲-۶ کتاب) را روی تخته بنویسید و شرح دهید.

$$P = \frac{W}{t}$$

که در آن:

P: میانگین توان دستگاه بر حسب وات (W)

W: کار انجام شده بر حسب ژول (J)

t: زمان انجام کار بر حسب ثانیه (s)

مثال اول صفحه ۱۰۱ را حل کنید.

تمرین ۱: تراکتوری برای کشیدن جسمی روی سطح صاف به فاصله ۲ متر ۵ kW در مدت ۵ ثانیه نیرو صرف کرده است. نیرویی که از تراکتور به جسم اعمال شده چقدر است؟ پاسخ:

$$P = 5 \text{ kW}$$

$$t = 5 \text{ s}$$

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

$$F = ? \text{ N}$$

$$P = \frac{W}{t} \Rightarrow W = P \times t = 5000 \times 5 \Rightarrow \boxed{W = 25000 \text{ J}}$$

$$W = F \times d \Rightarrow F = \frac{W}{d} = \frac{25000}{5} \Rightarrow \boxed{F = 5000 \text{ N}}$$

کار در خانه (۱): نیروی ۱۰/۵ kN از طرف تراکتوری برای کشیدن جسمی روی سطحی به فاصله ۵ متر در مدت ۸ ثانیه صرف شده است. توان مصرفی تراکتور برای انجام این کار را محاسبه کنید. پرسش: «یک وات چه مقدار کار انجام می‌دهد؟» پاسخ: یک وات توانی است که برای انجام ۱ ژول کار در مدت زمان ۱ ثانیه مورد نیاز است. اگر جسمی به وزن ۱ نیوتن، فاصله‌ای به طول ۱ متر جابه‌جا شود، در این حالت ۱ ژول کار انجام شده است. روابط زیر را روی تخته بنویسید و آن را شرح دهید.

$$W = F \cdot d \Rightarrow W = 1 \text{ N} \times 1 \text{ m} = 1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \text{ J}$$

بیان کنید: «اگر این ۱ ژول کار در ۱ ثانیه انجام شده باشد، ۱ وات توان صرف شده است».

$$P = \frac{W}{t} = \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ s}} = 1 \text{ W}$$

رابطه روبه‌رو را روی تخته بنویسید و شرح دهید.

۲-۲۵- تبدیل یکای توان

بیان کنید: «چون وات یکای کوچکی است برای توان‌های بیشتر یکای کیلو وات (kW) به کار می‌رود.» رابطه زیر را روی تخته بنویسید.

$$1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}$$

بیان کنید: «یکای دیگری که در سیستم متریک برای سنجش توان به کار می‌رود اسب بخار است که با hp مشخص می‌شود.»

رابطه زیر را روی تخته بنویسید.

$$1 \text{ hp} = 746 \text{ W} \Rightarrow 1 \text{ hp} = 0.746 \text{ kW} \Rightarrow 1 \text{ kW} = 1/0.746 \text{ hp}$$

بیان کنید: «اسب بخار در سیستم انگلیسی نیز تعریف شده است که با Ps نشان داده می‌شود و اندازه آن با اسب بخار متریک یکی نیست».

رابطه زیر را روی تخته بنویسید.

$$1 \text{ Ps} = 736 \text{ W} \Rightarrow 1 \text{ Ps} = 0.736 \text{ kW} \Rightarrow 1 \text{ kW} = 1/0.736 \text{ Ps}$$

مثال صفحه ۱۰۷ را حل کنید.

تمرین ۲: توان موتوری ۴۵ اسب بخار متریک است. توان این موتور را بر حسب کیلووات حساب کنید.

پاسخ:

$$P = 45 \text{ hp} \quad 45 \left(\frac{\text{hp}}{1} \right) \times 736 \left(\frac{\text{W}}{1 \text{ hp}} \right) = 33120 \text{ W}$$

$$P = ? \text{ kW} \quad 33120 \frac{\text{W}}{1} \times \frac{1 \text{ kW}}{1000 \text{ W}} \Rightarrow \boxed{P = 33.12 \text{ kW}}$$

کار در خانه (۲): توان یک الکتروموتور ۵۰ کیلوواتی چند اسب بخار است؟
بیان کنید: «برای محاسبه توان می توان رابطه سرعت خطی را نیز به کار برد. این رابطه از رابطه قبلی به دست می آید».
روابط زیر را روی تخته بنویسید و آن ها را شرح دهید.

$$\left. \begin{array}{l} P = \frac{W}{t} \\ W = F \times d \end{array} \right\} \begin{array}{l} P = \frac{F \times d}{t} \\ V = \frac{d}{t} \end{array} \quad P = F \times V$$

که در آن:

P: توان متوسط دستگاه بر حسب وات (W)

F: نیروی وارد بر جسم بر حسب نیوتن (N)

V: سرعت جسم بر حسب متر بر ثانیه ($\frac{\text{m}}{\text{s}}$)

مثال دوم صفحه ۱۰۱ را حل کنید.

تمرین ۳: یک گاواهن با نیروی ۱۰۲۲ N و با سرعت ۴ کیلومتر بر ساعت کشیده می شود. توان مورد نیاز را بر حسب اسب بخار برآورد کنید.

پاسخ:

$$F = 1022 \text{ N}$$

$$V = 4 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$P = ? \text{ hp}$$

$$V = 4 \frac{\text{km}}{\text{h}} \times \frac{3.6 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = 14.4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$P = F \cdot V = 1022 \times 14.4 / 4 \Rightarrow \boxed{P = 14716.8 \text{ W}}$$

$$P = 14716.8 \frac{\text{W}}{1} \times \frac{1 \text{ hp}}{736 \text{ W}} \Rightarrow \boxed{P = 20 \text{ hp}}$$

کار در خانه (۳): تراکتوری با نیروی ۱۵۰۰ N یک پی نورد را می کشد و برای این کار ۲۵ hp توان صرف می کند. سرعت تراکتور را محاسبه کنید.

بیان کنید: «ممکن است جسم دارای سرعت دورانی باشد. برای محاسبه توان در این حالت رابطه ای به کار گرفته می شود که سرعت بر حسب سرعت دورانی باشد».
روابط زیر را روی تخته بنویسید و آن ها را شرح دهید.

$$\left. \begin{array}{l} P = F \times V \\ V = \pi \times d \times n \end{array} \right\} P = F \times \pi \times d \times n$$

که در آن:

P: توان متوسط دستگاه بر حسب وات (W)

d : قطر دایره مسیر دوران بر حسب متر (m)

n : سرعت دورانی جسم بر حسب دور در ثانیه

مثال دوم صفحه ۱۰۲ را حل کنید.

تمرین ۴: در یک نقاله پیاپی، ۱۵۰ پیاله هر کدام با جرم تقریبی ۲ Kg از پایین به بالا منتقل می‌شود. اگر قطر چرخ تسمه محرک ۷۵ سانتی متر و سرعت دورانی آن ۶۰ rpm باشد، با چشم‌پوشی از وزن تسمه و پولی‌ها، کمترین توان مورد نیاز را برای الکتروموتوری که چرخ تسمه محرک را به حرکت می‌اندازد محاسبه کنید.

پاسخ:

$$m = 2 \text{ kg} \times 150 = 300 \text{ kg}$$

$$F = m \times g = 300 \times 9.81 = 2943 \text{ N}$$

$$d = 0.75 \text{ m}$$

$$P = F \times \pi \times d \times n = 2943 \times 3.14 \times 0.75 \times \frac{60}{60} \Rightarrow \boxed{P = 6931 \text{ W}}$$

$$n = 60 \text{ rpm}$$

$$P = ? \text{ W}$$

۳-۲۵- توان موتور (۱-۶- صفحه ۱۰۲)

نکته: در این بخش، هنجریان روابط زیاد و کم و بیش پیچیده‌ای را برای محاسبه توان موتور می‌خوانند. هدف از آوردن این روابط در کتاب آشنایی هنجریان با کمیت‌ها و پارامترهای مؤثر در توان موتور است و نباید از آنان کاربرد این روابط را در مسائل خواست.

بیان کنید: «موتور احتراقی دستگاهی است که با استفاده از آن انرژی حاصل از احتراق مخلوط سوخت شیمیایی و هوا به انرژی مکانیکی تبدیل می‌شود. انرژی مکانیکی به دست آمده از موتور به صورت کارهای مکانیکی در ماشین‌های مختلف به کار برده می‌شود. بیشترین انرژی مکانیکی، که در موتورهای مختلف تولید می‌شود، یا اندازه کاری را که در واحد زمان انجام می‌دهد، توان آن موتور می‌نامند.

توان موتور با تغییر دور میل‌لنگ، تغییر می‌کند. از این رو توان موتور را در یک دور ویژه اندازه‌گیری می‌کنند. تمام انرژی حاصل از سوخت موتور به کار مکانیکی تبدیل نمی‌شود. بنابراین توان‌های مختلفی برای موتور تعریف شده است. برای نمونه، مقدار انرژی حاصل از انفجار سوخت در سیلندر، که باعث حرکت پیستون‌ها می‌گردد، توان داخلی موتور است. توانی که از محور میل‌لنگ دریافت می‌شود که توان خروجی موتور است، توان مفید نیز است. توان مفید همیشه از توان داخلی موتور کمتر است».

پرسش: چرا توان خروجی موتور همیشه از توان داخلی کمتر است؟

پاسخ: توان مفید از توان داخلی موتور کمتر است زیرا برای غلبه بر نیروهای اعمال شده به اجزای داخلی موتور، مانند نیروی اصطکاک بین قطعات، مقداری از توان صرف می‌شود که به آن توان مصرفی می‌گویند.

توضیح دهید: برای اندازه‌گیری توان مصرفی موتور، موتور را در حالت خاموش با دور ثابت به حرکت در می‌آورند. مقدار توان مورد نیاز برای این کار توان مصرفی تراکتور است.

پرسش: چرا سفارش می‌شود که برای راه‌اندازی و کار با ماشین‌های مختلف کشاورزی و دنباله‌بندها تراکتور باید در دور

ویژه کار کند؟

پاسخ: چون ماشین‌های مختلف کشاورزی برای کار در دور ویژه و توان مشخص شده در این دور طراحی می‌شوند و در این دور بهترین راندمان را دارند.

بخش مطالعه آزاد کتاب

اگر بخواهید مطالعه آزاد را تدریس کنید روش کار به شرح زیر خواهد بود.

بیان کنید: «توان یک موتور به عوامل گوناگونی بستگی دارد که یکی از آن‌ها حجم مخلوط هوا و سوختی است که در سیلندر محترق می‌شود و نیروی مورد نیاز را فراهم می‌کند. برای محاسبه حجم، نخست باید سطح دهانه سیلندر را اندازه‌گیری کرد.

رابطه ۴-۶ کتاب را روی تخته بنویسید و شرح دهید.

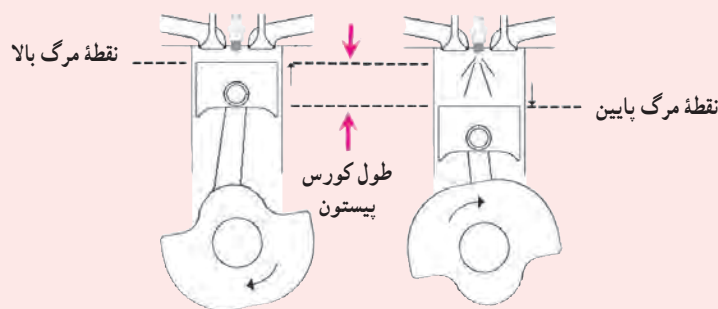
$$A = \frac{d^2 \times \pi}{4}$$

که در آن:

A: سطح دهانه سیلندر بر حسب سانتی‌متر مربع (cm^۲)

d: قطر دهانه سیلندر بر حسب سانتی‌متر (cm)

بیان کنید: «برای محاسبه حجم جابه‌جایی یا مفید سیلندر، که پیستون در آن جابه‌جا می‌شود، سطح دهانه سیلندر را در کورس پیستون یعنی فاصله بین نقطه مرگ بالا و پایین ضرب می‌کنند». طرح ساده‌ای از شکل ۱-۲۵ را روی تخته رسم کنید و آن را شرح دهید.



شکل ۱-۲۵

رابطه ۵-۶ کتاب را روی تخته بنویسید و آن را شرح دهید.

$$V_h = A \times S$$

که در آن:

V_h: حجم مفید یک سیلندر بر حسب سانتی‌متر مکعب (cm^۳)

A: سطح دهانه سیلندر بر حسب سانتی‌متر مربع (cm^۲)

S: کورس پیستون بر حسب سانتی‌متر (cm)

بیان کنید: «یکاهایی که در سیستم متریک برای اندازه‌گیری حجم کاربرد دارند متر مکعب و لیتر است ولی چون این یکاها برای سنجش حجم موتور، بزرگ‌اند یکای کوچک‌تر سانتی‌متر مکعب یا سی‌سی به کار برده می‌شود».

بیان کنید: «موتور ممکن است یک تا چند سیلندر داشته باشد. برای محاسبه حجم مفید سیلندره‌ای یک موتور، باید حجم مفید یک سیلندر را در تعداد سیلندره‌ای موتور ضرب کرد».

رابطه ۶-۶ کتاب را روی تخته بنویسید و آن را شرح دهید.

$$V_H = V_h \times k$$

که در آن:

V_H : حجم مفید سیلندره‌ای یک موتور بر حسب سانتی متر مکعب (cm^3)

V_h : حجم مفید یک سیلندر بر حسب سانتی متر مکعب (cm^3)

k : تعداد سیلندره‌ای موتور



شکل ۲-۲۵

بیان کنید: «چون در مراحل مختلف کار موتور، فشار داخلی آن یکسان نیست برای محاسبات میانگین، فشار داخلی موتور به کار گرفته می‌شود که با P_m نشان داده می‌شود با این فرض که فشار داخل سیلندر در کورس پیستون ثابت است. طرح ساده‌ای شبیه شکل روبه‌رو را روی تخته رسم کنید و موارد فوق را به کمک آن شرح دهید.



شکل ۳-۲۵

فشار میانگین با اعمال نیرو بر سطح پیستون، آن را به سمت نقطه مرگ پایین می‌راند. به این نیرو، نیروی مؤثر احتراق روی پیستون می‌گویند. طرح ساده‌ای شبیه شکل روبه‌رو را روی تخته رسم کنید و شرح دهید.

رابطه ۷-۶ کتاب را روی تخته بنویسید و آن را روی شکل ۳-۲۲

شرح دهید.

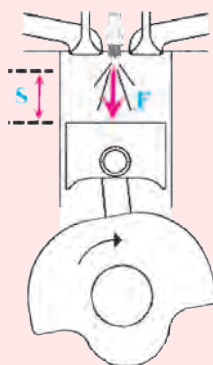
$$F = A \times P_m$$

که در آن:

F : نیروی مؤثر احتراق روی پیستون بر حسب نیوتن (N)

P_m : فشار متوسط احتراق روی پیستون بر حسب نیوتن بر سانتی متر مربع ($\frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$)

A : سطح دهانه سیلندر بر حسب سانتی متر مربع (cm^2)



شکل ۴-۲۵

بیان کنید: «با جابه‌جایی پیستون به سمت نقطه مرگ پایین، که در اثر نیروی مؤثر انجام می‌شود، کاری انجام می‌گردد که به آن کار پیستون می‌گویند. برای محاسبه کار پیستون، اندازه نیروی مؤثر احتراق در جابه‌جایی پیستون، که کورس پیستون است، ضرب می‌گردد». طرح ساده‌ای شبیه شکل روبه‌رو را روی تخته رسم کنید و آن را شرح دهید.

رابطه ۸-۶ کتاب را روی تخته بنویسید و با استفاده از شکل ۴-۲۵ آن را شرح دهید.

$$W = F \times S$$

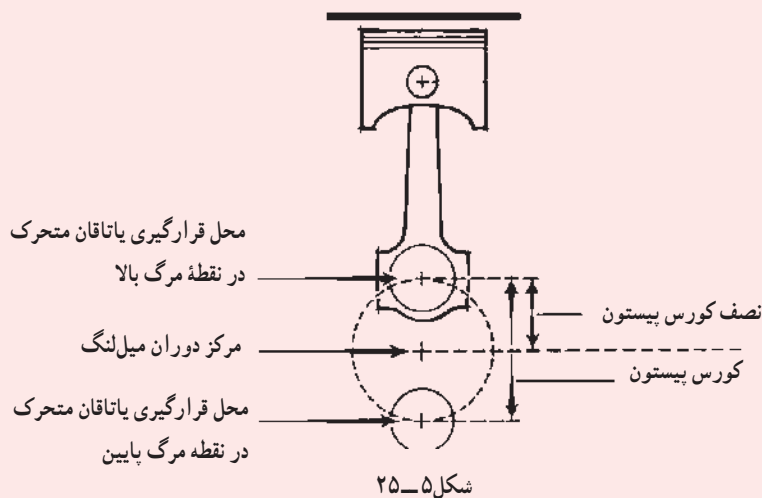
W : کار پیستون بر حسب ژول (J)

F : نیروی مؤثر احتراق روی پیستون بر حسب نیوتن (N)

S : کورس پیستون بر حسب سانتی متر (cm)

بیان کنید: «برای به دست آوردن سرعت خطی یک جسم دوار باید سرعت دورانی را در محیط دوران ضرب کرد. در موتور برای به دست آوردن سرعت محیطی میل لنگ، سرعت خطی یاتاقان متحرک در نظر گرفته شده است، یعنی سرعت محیطی میل لنگ، سرعت خطی یاتاقان متحرک است. برای محاسبه این سرعت، نخست باید محیطی را که یاتاقان متحرک دوران می کند محاسبه نمود. قطر دایره ای که یاتاقان متحرک در آن دوران می کند با کورس پیستون برابر است».

شکل ۵-۲۵ را روی تخته رسم کنید و موارد بالا را روی شکل شرح دهید.



بیان کنید: «بنابراین با داشتن کورس پیستون می توان محیط یک دور گردش یاتاقان متحرک را به آسانی محاسبه کرد». رابطه ۹-۶ کتاب را روی تخته بنویسید و آن را روی شکل ۵-۲۵ شرح دهید.

$$U = D \times \pi$$

که در آن :

U : محیط مسیر دوران یاتاقان متحرک (m)

D : قطر محیط مسیر دوران یاتاقان متحرک برابر با کورس پیستون بر حسب متر (m)

رابطه سرعت محیطی را یادآوری کنید. سپس بیان کنید که با داشتن محیط یک دور گردش یاتاقان متحرک، سرعت محیطی میل لنگ محاسبه می شود. رابطه زیر (رابطه ۱۰-۶ کتاب) را روی تخته بنویسید و آن را شرح دهید.

$$V = \frac{D \times \pi \times n}{60}$$

که در آن :

V : سرعت محیطی میل لنگ (بر حسب متر بر ثانیه) $(\frac{m}{s})$

D : قطر محیط مسیر دوران یا تاقان متحرک برابر با کورس پیستون بر حسب متر (m)

n : سرعت دورانی میل لنگ (بر حسب دور در دقیقه) (rpm)

۴-۲۵- سرعت متوسط پیستون (۱۱-۱-۶- صفحه ۱۰۵)

شکل زیر را روی تخته رسم کنید.



شکل ۶-۲۵

روی شکل رسم شده توضیح دهید: «سرعت پیستون در نقاط مختلف کورس آن، یکسان نیست، به گونه‌ای که در ابتدای کورس سرعت صفر است و به تدریج این سرعت تا به وسط کورس افزایش می‌یابد. در این نقطه سرعت پیستون به حداکثر می‌رسد، سپس سرعت آن کاهش می‌یابد که در انتهای کورس سرعت آن صفر می‌شود. برای انجام محاسبات مربوط به موتور، برای پیستون یک سرعت متوسط تعریف می‌شود. این سرعت با استفاده از سرعت دوران میل لنگ در دور ثابت محاسبه می‌شود».

رابطه ۱۱-۶ کتاب را روی تخته بنویسید و آن را شرح دهید.

$$V_m = \frac{2S \times n}{60} = \frac{S \times n}{30}$$

که در آن :

V_m : سرعت متوسط پیستون بر حسب متر بر ثانیه $(\frac{m}{s})$

S : کورس پیستون بر حسب متر (m)

n : سرعت دورانی میل لنگ بر حسب دور در دقیقه (rpm)

۵-۲۵- محاسبه توان داخلی (۱۲-۱-۶- صفحه ۱۰۶)

رابطه توان را روی تخته بنویسید و اجزای آن را یادآوری کنید.

$$P = F \times V$$

بیان کنید: «در یک موتور یک سیلندر چهار زمانه، تنها در یک مرحله از چهار مرحله حرکت پیستون که مرحله انفجار است و پیستون با اعمال نیرو به سمت نقطه مرگ پایین حرکت می‌کند، کار مفید انجام می‌شود و توان تولید می‌گردد. بنابراین اگر در رابطه نوشته شده، F نیروی مؤثر احتراق روی پیستون و V سرعت متوسط پیستون باشد و کل رابطه را بر عدد ۴ تقسیم کنیم، توان مؤثر در

یک چرخه کامل از حرکت پیستون در یک موتور چهار زمانه به دست می‌آید».

رابطه ۱۲-۶ کتاب را روی تخته بنویسید و شرح دهید.

$$P_i = \frac{F \times V_m}{4}$$

P_i : توان داخلی موتور بر حسب وات (W)

F: نیروی مؤثر احتراق بر پیستون بر حسب نیوتن (N)

V_m : سرعت متوسط پیستون بر حسب متر بر ثانیه ($\frac{m}{s}$)

بیان کنید: «اگر تعداد پیستون‌های یک موتور بیش از یک عدد باشد با ضرب تعداد سیلندرها در رابطه نوشته شده، توان تولید

شده کل موتور به دست می‌آید.»

رابطه ۱۳-۶ کتاب را روی تخته بنویسید و شرح دهید.

$$P_i = \frac{F \times V_m \times k}{4}$$

k: شمار سیلندره‌های موتور

بیان کنید: «در رابطه به دست آمده به جای F و V_m اندازه‌های به دست آمده از روابط پیشین را قرار می‌دهیم تا رابطه جدیدی

به دست آید.»

روابط زیر را روی تخته بنویسید و آن‌ها را شرح دهید.

$$\left. \begin{aligned} F &= A \times P_m \\ V_m &= \frac{S \times n}{30} \\ P_i &= \frac{F \times V_m \times k}{4} \end{aligned} \right\} P_i = \frac{P_m \times S \times A \times n \times k}{30 \times 4}$$

رابطه توان داخلی بر حسب حجم و فشار داخلی موتور

P_i : توان داخلی موتور بر حسب وات (W)

S: کورس پیستون بر حسب متر (m)

A: سطح دهانه سیلندر بر حسب سانتی متر مربع (cm^2)

n: سرعت دورانی جسم بر حسب دور در دقیقه (rpm)

k: تعداد سیلندره‌های موتور

P_m : فشار متوسط احتراق روی پیستون بر حسب نیوتن بر سانتی متر مربع ($\frac{N}{cm^2}$)

در رابطه توان داخلی یکای کورس (S) را از متر به سانتی متر تبدیل کنید و مطابق روابط زیر روی تخته بنویسید. در این مرحله

جلوی هر کمیت یکای آن را بنویسید تا هنجاریان مراحل تبدیل یکاها را متوجه شوند.

$$P_i(W) = \frac{P_m \left(\frac{N}{cm^2} \right) \times S \left(m \times \frac{100 \text{ cm}}{1m} \right) \times A (cm^2) \times n (rpm) \times k}{4 \times 30}$$

$$\Rightarrow P_i(W) = \frac{P_m \left(\frac{N}{cm^2} \right) \times S (cm \times A (cm^2) \times k \times n (rpm) \times 100}{120}$$

رابطه فوق را با رابطه حجم مفید سیلندرهای یک موتور (V_H) و رابطه تبدیل لیتر را به سانتی متر مکعب ترکیب کنید و روی تخته بنویسید و آن‌ها را شرح دهید.

بنویسید و شرح دهید: با در نظر گرفتن سه رابطه زیر می‌توان رابطه مناسبی به دست آورد.

$$P_i(W) = \frac{P_m \left(\frac{N}{cm^3} \right) \cdot S(cm) \cdot A(cm^2) \cdot k \cdot n(rpm) \times 100}{120}$$

$$V_H(cm^3) = A(cm^2) \times S(cm) \times k$$

$$1 \text{ lit} = 1000 \text{ cm}^3$$

$$\Rightarrow P_i(W) = \frac{P_m \left(\frac{N}{cm^3} \right) \times V_H(cm^3 \times \frac{1 \text{ lit}}{1000 \text{ cm}^3}) \times n(rpm) \times k \times 100}{120}$$

رابطه بالا را ساده کنید. سپس یکای فشار متوسط احتراق روی پیستون (P_m) را از نیوتن بر سانتی متر مربع به بار (bar) تبدیل کنید و به صورت زیر روی تخته بنویسید و آن‌ها را شرح دهید.

$$\left. \begin{aligned} P_i(W) &= \frac{P_m \left(\frac{N}{cm^3} \right) \times V_H(lit) \times n(rpm) \times k}{1200} \\ 1 \text{ bar} &= 10 \frac{N}{cm^2} \end{aligned} \right\} \quad \begin{aligned} P_i(W) &= \frac{P_m \left(\frac{N}{cm^3} \times \frac{1 \text{ bar}}{10 \frac{N}{cm^2}} \right) \times V_H(lit) \times n(rpm)}{1200} \\ \Rightarrow P_i(W) &= \frac{P_m(\text{bar}) \times V_H(lit) \times n(rpm)}{12000} \end{aligned}$$

در رابطه بالا یکای توان داخلی موتور (P_i) را به کیلووات (kW) تبدیل کنید و به صورت زیر روی تخته بنویسید

و شرح دهید.

$$P_i = \frac{P_m \times V_H \times n}{12}$$

که در آن:

P_i : توان داخلی موتور بر حسب کیلووات (kW)

P_m : فشار متوسط احتراق روی پیستون بر حسب بار (bar)

V_H : حجم مفید سیلندرهای موتور بر حسب لیتر (Lit)

n : سرعت دورانی جسم بر حسب دور در دقیقه (rpm)

آموزه بیست و ششم

هدف‌های رفتاری را روی تخته بنویسید.

هدف‌های رفتاری: هنرجو با یادگیری این آموزه می‌تواند:

- راندمان مکانیکی را شرح دهد و رابطه آن را در حل مسائل به کار ببرد.
- مفاهیم توان حجمی، توان وزنی و گشتاور موتور را شرح دهد و رابطه آن را در حل مسائل به کار ببرد.
- نسبت تراکم موتور را شرح دهد و رابطه آن را در حل مسائل به کار ببرد.
- توان کششی و هیدرولیک تراکتور را شرح دهد و رابطه آن را در حل مسائل به کار ببرد.
- رابطه توان الکتریکی را در حل مسائل به کار ببرد.

۱-۲۶ راندمان مکانیکی (۱۴-۱-۶- صفحه ۱۰۷)

بیان کنید: «در موتورهای احتراقی نسبت توان مفید به توان داخلی بر حسب درصد، را راندمان مکانیکی می‌گویند.

راندمان مکانیکی در موتورهای بنزینی بین ۸۰٪ تا ۹۲٪ و در موتورهای دیزل بین ۷۵٪ تا ۸۶٪ است».

رابطه ۱۵-۶ کتاب را روی تخته بنویسید و شرح دهید.

$$\eta_m = \frac{P_w}{P_i}$$

P_w : توان مفید موتور بر حسب وات (W)

P_i : توان داخلی موتور بر حسب وات (W)

η_m : راندمان مکانیکی موتور (بدون واحد)

پرسش: چرا راندمان موتورهای احتراقی همیشه کمتر از ۱۰۰٪ است.

پاسخ: چون مقدار زیادی از توان مفید موتور صرف غلبه بر اصطکاک قطعات داخلی می‌شود و نیز از راه‌های دیگر هدر

می‌رود.

۲-۲۶ توان لیتری یا قدرت حجمی موتور (۱۵-۱-۶- صفحه ۱۰۷)

بیان کنید: «برای ارزیابی کار موتورها، کمیت‌های گوناگونی به کار می‌رود. توان لیتری که به آن توان حجمی موتور نیز

می‌گویند و توان وزنی موتور دو نمونه از این کمیت‌ها هستند. توان حجمی موتور نسبت توان مفید به حجم مفید سیلندرهای

موتور است».

رابطه ۱۶-۶ کتاب را روی تخته بنویسید و شرح دهید.

$$P_H = \frac{P_W}{V_H}$$

P_H : توان حجمی موتور بر حسب کیلو وات بر لیتر ($\frac{kW}{lit}$)

P_W : توان مفید موتور بر حسب کیلو وات (kW)

V_H : حجم مفید سیلندره‌های موتور بر حسب لیتر (Lit)

بیان کنید: «همان گونه که در رابطه می‌بینید، یکای عدد به دست آمده برای توان حجمی بر حسب $\frac{kW}{lit}$ است. پس عدد به دست آمده نشان دهنده توانی که تا به حال با آن سر و کار داشته‌ایم نیست، زیرا یکای توان kW است. توان حجمی عددی را به ما می‌دهد که از روی آن می‌توان موتورهای گوناگون را مقایسه کرد که نسبت به حجم سیلندره‌هایشان چه اندازه توان مکانیکی تولید می‌کنند».

پرسش: از بین دو موتور که حجم سیلندری برابر دارند، کدام برتر است؟

پاسخ: موتوری که توان حجمی بیشتری دارد.

بیان کنید: «توان وزنی موتور نسبت توان مفید موتور به وزن خالص موتور (بدون آب و روغن) است. توان وزنی موتور کمیتی است که برای ارزیابی موتورها به کار می‌رود». رابطه زیر (رابطه ۱۷-۶ کتاب) را روی تخته بنویسید و شرح دهید.

$$P_G = \frac{P_W}{G}$$

P_G : توان وزنی موتور بر حسب کیلووات بر کیلوگرم ($\frac{kW}{kg}$)

P_W : توان مفید موتور بر حسب کیلو وات (kW)

G : وزن موتور بر حسب کیلوگرم (kg)

بیان کنید: «عدد به دست آمده از رابطه نوشته شده، نشان می‌دهد که به ازای هر کیلوگرم از وزن موتور، چه مقدار توان توسط موتور تولید شده است».

از هنجاریان بپرسید: از بین دو موتور که وزن یکسان دارند کدام بهتر است؟

پاسخ: موتوری که توان وزنی بیشتری دارد برگزیده می‌شود.

بیان کنید: «از توان وزنی و حجمی یک موتور می‌توان کیفیت طراحی آن موتور را ارزیابی کرد. یک موتور هرچه نسبت به وزن و حجم سیلندره‌هایش قدرت بیشتری تولید کند از طراحی بهتری برخوردار است. البته اعداد به دست آمده برای این دو کمیت در انواع مختلف موتورهای بنزینی و دیزل متفاوت است ولی این اعداد باید در محدوده استاندارد باشند». جدول صفحه ۱۰۸ را شرح دهید.

۳-۲۶ — محاسبه گشتاور موتور (۱۷-۱-۶ — صفحه ۱۰۸)

تعریف گشتاور را بپرسید. رابطه گشتاور — رابطه ۱۸-۶ کتاب — را روی تخته بنویسید.

$$M = F \times R$$

M : گشتاور نیرو بر حسب نیوتن متر (N.m)

F : نیرو بر حسب نیوتن (N)

R : فاصله نیرو تا مرکز دوران یا بازوی گشتاور بر حسب متر (m)

با اشاره به رابطه نوشته شده، بیان کنید: «اگر در این رابطه، F نیروی محیطی میل لنگ و R شعاع لنگ باشد، M گشتاور موتور خواهد بود. اما محاسبه نیروی محیطی میل لنگ و شعاع لنگ کار دشواری است. در این صورت با استفاده از روش دیگری گشتاور موتور محاسبه می‌گردد. توان مفید موتور، مقدار توانی است که در دور مشخص از میل لنگ یا چرخ لنگر می‌توان گرفت که قابل اندازه‌گیری است. از طرفی توان مفید میل لنگ با نیروی محیطی میل لنگ و سرعت محیطی میل لنگ دارای رابطه ریاضی است.»

رابطه زیر (رابطه ۱۹-۶ کتاب) را روی تخته بنویسید.

$$P_w = F \times V$$

P_w : توان مفید بر حسب وات (W)

F : نیرو بر حسب نیوتن (N)

V : سرعت محیطی لنگ بر حسب متر بر ثانیه ($\frac{m}{s}$)

بیان کنید: «برای تبدیل یکای توان در رابطه نوشته شده به کیلووات (kW)، طرف راست رابطه را بر ۱۰۰۰ تقسیم می‌کنیم.»

رابطه زیر (رابطه ۱۹-۶ کتاب) را روی تخته بنویسید.

$$P_w = \frac{F \times V}{1000}$$

بیان کنید: «سرعت محیطی میل لنگ را می‌توان بر پایه سرعت دورانی آن محاسبه نمود.»

روابط زیر را روی تخته بنویسید و شرح دهید.

$$\left. \begin{aligned} V &= \frac{2 \times R \times \pi \times n}{60} \\ P_w &= \frac{F \times V}{1000} \end{aligned} \right\} P_w = \frac{F \times \frac{2 \times R \times \pi \times n}{60}}{1000} = \frac{M \times n \times 2\pi}{60000} \equiv \frac{M \times n}{9550} \Rightarrow M = \frac{P_w \times 9550}{n}$$

M : گشتاور موتور بر حسب نیوتن متر (N.m)

P_w : توان مفید بر حسب وات (W)

n : دور میل لنگ بر حسب دور در دقیقه (rpm)

پرسش: برای انجام کاری که به گشتاور زیاد نیاز دارد دو موتور با توان‌های مساوی و با دورهای متفاوت موجود است. برای

این کار کدام یک از موتورها را انتخاب می‌کنید؟

پاسخ: موتوری که دارای دور کمتر و گشتاور بیشتری است، انتخاب می‌شود.

۴-۲۶- تعیین نسبت تراکم موتور (۱۹-۱-۶- صفحه ۱۰۸)

با استفاده از روش پرسش و پاسخ نسبت تراکم را بیان کنید. سپس عبارت زیر را روی تخته بنویسید.

$$\text{نسبت تراکم موتور} = \frac{\text{حجم اتاقک احتراق} + \text{حجم جابه‌جایی پیستون}}{\text{حجم اتاقک احتراق}}$$

بیان کنید: «رابطه نوشته شده، نسبت تراکم را به صورت ریاضی نشان می‌دهد. نسبت تراکم موتور عددی را تعیین می‌کند که

نشان می‌دهد حجم فضایی که مخلوط سوخت و هوا را در زمان تنفس اشغال می‌کند چند برابر حجم فضایی است که در زمان احتراق

اشغال می‌کند. به بیان دیگر، حجم مخلوط سوخت و هوا در زمان احتراق به میزان چند برابر متراکم شده است. در این رابطه، حجم

جابه جایی پیستون، حجمی از سیلندر است که ارتفاع آن از نقطه مرگ پایین تا نقطه مرگ بالا امتداد دارد که به آن حجم مفید سیلندر نیز می گویند و با V_h مشخص می گردد. حجم اتاقک احتراق، حجم فضایی است که در زمان احتراق توسط سوخت در داخل سیلندر اشغال شده، که با V_c مشخص می گردد. نسبت تراکم عددی بدون واحد است و با حرف یونانی ε (اپسیلون) نشان داده می شود». رابطه زیر (رابطه ۲۳-۶ کتاب) را روی تخته بنویسید و شرح دهید.

$$\varepsilon = \frac{V_h + V_c}{V_c}$$

که در آن :

ε : نسبت تراکم (بدون واحد)

V_h : حجم مفید سیلندر بر حسب سانتی متر مکعب (cm^3)

V_c : حجم اتاقک احتراق بر حسب سانتی متر مکعب (cm^3)

پرسش : چه نوع تعمیر موتوری نسبت تراکم را تغییر می دهد. چرا؟

پاسخ : تعمیراتی که باعث تغییر در حجم سیلندر یا محفظه احتراق شوند.

تمرین ۱ : رابطه نسبت تراکم را به گونه ای بنویسید که با داشتن حجم اتاقک احتراق و نسبت تراکم، حجم مفید سیلندر محاسبه شود.

$$\varepsilon = \frac{V_h + V_c}{V_c} \Rightarrow \varepsilon \times V_c = V_h + V_c \Rightarrow V_c \times \varepsilon - V_c = V_h \Rightarrow V_h = V_c(\varepsilon - 1) \quad \text{پاسخ :}$$

کاردرخانه (۱) : رابطه نسبت تراکم را به گونه ای بنویسید که با داشتن حجم مفید و نسبت تراکم، حجم اتاقک احتراق محاسبه شود.

$$\varepsilon = \frac{V_h + V_c}{V_c} \Rightarrow \varepsilon \times V_c = V_h + V_c \Rightarrow V_c \times \varepsilon - V_c = V_h \Rightarrow V_c(\varepsilon - 1) = V_h \Rightarrow V_c = \frac{V_h}{\varepsilon - 1} \quad \text{پاسخ :}$$

مثال صفحه ۱۰۹ را حل کنید.

تمرین ۲ : اندازه فضای تراکم در سیلندری که حجم مفید آن 500 سانتی متر مکعب و نسبت تراکم $6:1$ است، چقدر است؟ پاسخ :

$$\begin{aligned} V_h &= 500 \text{ cm}^3 \\ \varepsilon &= 6:1 \\ V_c &=? \end{aligned} \quad \varepsilon = \frac{V_h + V_c}{V_c} \Rightarrow 6 = \frac{500 + V_c}{V_c} \Rightarrow 6V_c = 500 + V_c \Rightarrow 5V_c = 500 \Rightarrow V_c = 100 \text{ cm}^3$$

تمرین ۳ : در موتوری با نسبت تراکم $8:1$ ، فضای تراکم 100 سانتی متر مکعب است. حجم مفید سیلندر چقدر است؟ پاسخ :

$$\begin{aligned} \varepsilon &= 8:1 \\ V_c &= 100 \text{ cm}^3 \\ V_h &=? \text{ cm}^3 \end{aligned} \quad V_h = V_c(\varepsilon - 1) = 100(8 - 1) \Rightarrow V_h = 700 \text{ cm}^3$$

کاردرخانه (۲) : حجم مفید در سیلندری که فضای تراکم آن 200 سانتی متر مکعب و نسبت تراکم $7:1$ است، چقدر است؟

۵-۲۶- توان تراکتور (بند ۲-۶- صفحه ۱۰۹)

برخی از انواع توان‌های تراکتور (بند ۳-۶- صفحه ۱۰۹)

بیان کنید: «توان مورد نیاز ماشین‌های کشاورزی به روش‌های گوناگونی تأمین می‌شود».

ماشین‌های خودگردان و کششی را به روش پرسش و پاسخ شرح دهید.

توان کششی (مالبندی) تراکتور (صفحه ۱۱۰)

بیان کنید: «توانی که روی مالبند تراکتور وجود دارد و تراکتور برای کشیدن ماشین‌ها و ادوات کشاورزی صرف می‌کند،

توان کششی یا توان مالبندی تراکتور نامیده می‌شود که با P_{db} (مخفف کلمه draw bar power به معنای توان مالبندی) نشان داده

می‌شود. برای محاسبه توان با رابطه $P = F \times V$ ، داشتن اندازه سرعت و نیرو لازم است.

رابطه را روی تخته بنویسید.

سرعت تراکتور را می‌توان با سرعت‌سنج به دست آورد. نیرو با دینامومتر که یک نیروسنج پیشرفته است، اندازه‌گیری می‌شود.

دینامومتر پشت تراکتور بسته می‌شود و اندازه نیروی کششی را که تراکتور در دنده‌ها و سرعت‌های پیشروی مختلف دارد اندازه‌گیری

می‌نماید. پس اندازه‌های به دست آمده را در رابطه محاسبه توان مالبندی قرار می‌دهند».

رابطه ۲۵-۶ کتاب را روی تخته بنویسید و شرح دهید.

$$P_{db} = \frac{F \times V}{3/6}$$

که در آن:

P_{db} : توان کششی (مالبندی) بر حسب کیلووات (kW)

F: نیروی کششی تراکتور بر حسب کیلونیوتن (kN)

V: سرعت پیشروی تراکتور بر حسب کیلومتر در ساعت ($\frac{km}{hr}$)

پرسش: عدد ۳/۶ در رابطه یاد شده برای چه به کار رفته است؟

پاسخ: ضریب تبدیل $\frac{km}{h}$ به $\frac{m}{s}$ می‌باشد.

مثال صفحه ۱۱۰ را حل کنید.

تمرین ۴: توان مالبندی تراکتوری هنگام کشیدن یک گاواهن ۵ خیش ۵۰ kW گزارش شده است. سرعت تراکتور هنگام کار

۵ $\frac{km}{h}$ بوده است. نیروی به کار رفته برای کشیدن گاواهن چه اندازه بوده است؟

پاسخ:

$$P_{db} = 50 \text{ kW}$$

$$P_{db} = \frac{F \times V}{3/6} \Rightarrow F = \frac{P_{db} \times 3/6}{V} \Rightarrow$$

$$V = 5 \frac{km}{h}$$

$$F = ? \text{ kN}$$

$$F = \frac{50 \times 3/6}{5} \Rightarrow \boxed{F = 3/6 \text{ kN}}$$

کار در خانه (۳): توان مالبندی تراکتوری هنگام کشیدن یک گاواهن قلمی ۳۵ kW و نیروی به کار گرفته شده ۳۱/۵ kN

گزارش شده است. سرعت پیشروی تراکتور را محاسبه کنید؟

توان دورانی تراکتور (صفحه ۱۱۰ کتاب)

از هنرجویان بخواهید تا توان دورانی تراکتور و موارد کاربرد آن را بیان کنند.

بیان کنید: «این توان که توسط محور انتقال نیرو در تراکتور به دست می‌آید با P_{PTO} نشان داده می‌شود. برای محاسبه این توان کمیت‌های سرعت دورانی و نیروی مماسی محور انتقال نیرو لازم است. سرعت دورانی محور توسط دورسنج تراکتور و یا یک دستگاه دورسنج، اندازه‌گیری می‌شود. برای به دست آوردن نیروی مماسی نیز دینامومتر به کار می‌رود. اندازه‌های به دست آمده را در رابطه محاسبه توان دورانی می‌گذارند و توان دورانی محور انتقال نیرو را در هر دور محاسبه می‌کنند».

رابطه ۲۶-۶ کتاب را روی تخته بنویسید و شرح دهید.

$$P_{PTO} = \frac{F \times 2 \times \pi \times R \times n}{60}$$

P_{PTO} : توان دورانی محور انتقال نیرو تراکتور بر حسب کیلووات (kW)

F: نیروی مماسی روی محور انتقال نیرو تراکتور بر حسب کیلونیوتن (kN)

R: شعاع محور انتقال نیرو تراکتور بر حسب متر (m)

n: سرعت دورانی محور انتقال نیرو تراکتور بر حسب دور در دقیقه (rpm)

مثال صفحه ۱۱۱ را حل کنید.

تمرین ۵: در یک تراکتور کشاورزی دور محور انتقال نیرو ۵۴۰ rpm و قطر آن ۳۵ mm است. دینامومتر توان خروجی از

این محور را ۳۰ kW نشان می‌دهد. نیروی مماسی روی محور انتقال نیرو چقدر است؟

پاسخ:

$$P_{PTO} = 30 \text{ kW}$$

$$R = \frac{35}{2} = 17.5 \text{ mm}$$

$$n = 540 \text{ rpm}$$

$$d = 35 \text{ mm}$$

$$F = ? \text{ kN}$$

$$P_{PTO} = \frac{F \times 2 \times \pi \times R \times n}{60} \Rightarrow F = \frac{P_{PTO} \times 60}{2 \times \pi \times R \times n}$$

$$F = \frac{30 \times 60}{2 \times \pi \times 17.5 \times 540} \Rightarrow \boxed{F = 30 / 33 \text{ kN}}$$

کاردرخانه (۴): در یک تراکتور کشاورزی دور محور انتقال نیرو ۱۰۰۰ rpm و قطر آن ۴۴/۵ mm است. دینامومتر توان

خروجی از این محور را ۴۲ kW نشان می‌دهد. نیروی مماسی روی محور انتقال نیرو را به دست آورید؟

آموزه بیست و هفتم

هدف‌های رفتاری را روی تخته بنویسید.

هدف‌های رفتاری: هنرجو با یادگیری این آموزه می‌تواند:

- توان هیدرولیکی را از روی اندازه فشار و دبی برآورد کند.
- تبدیل یکای توان هیدرولیکی را انجام دهد.
- رابطه توان الکتریکی و راندمان را در حل مسائل به کار ببرد.
- انواع افت قدرت را در تراکتور نام ببرد.
- افت قدرت چرخشی را تعریف کند و رابطه آن را در حل مسائل به کار ببرد.
- افت قدرت لغزشی در تراکتور را شرح دهد و رابطه آن را در حل مسائل به کار ببرد.

۱-۲۷- توان هیدرولیکی (صفحه ۱۱۱)

موارد کاربرد توان هیدرولیکی در ماشین‌های کشاورزی را به روش پرسش و پاسخ شرح دهید، سپس بیان کنید: «امروزه جک‌های هیدرولیکی و هیدروموتورها در ماشین‌های کشاورزی بسیار به کار گرفته می‌شود. رابطه محاسبه توان هیدرولیکی با آنچه که شما برای محاسبه توان‌های مکانیکی آموخته‌اید یکسان نیست. برای محاسبه توان هیدرولیکی، که با P_{hy} نشان داده می‌شود، فشار روغن در لوله‌های خروجی پمپ و پیش از مصرف‌کننده را باید داشته باشیم. کمیت دیگری که مورد نیاز است شدت جریان یا دبی روغن است. پس از به دست آوردن اندازه کمیت‌ها، آن‌ها را در رابطه توان هیدرولیکی قرار می‌دهند توان را محاسبه می‌کنند».

رابطه ۲۷-۶ کتاب را روی تخته بنویسید و شرح دهید.

$$P_{hy} = \frac{P \times Q}{1000}$$

P_{hy} : توان هیدرولیکی بر حسب کیلووات (kW)

P : فشار روغن بر حسب کیلوپاسکال (kPa)

Q : شدت جریان (دبی) روغن بر حسب لیتر بر ثانیه ($\frac{\text{lit}}{\text{s}}$)

یکاهای فشار که در سیستم متریک به کار می‌روند، پاسکال (Pa) است ولی چندین یکای دیگر نیز برای آن به کار برده می‌شود،

مانند کیلوپاسکال (kPa) و بار (bar).

این یکاها را به روش پرسش و پاسخ شرح دهید.

تمرین ۱: توان مورد نیاز برای به کار افتادن یک سیستم هیدرولیک را، که فشار و دبی سیال در آن 12000 kPa و $5 \frac{\text{lit}}{\text{s}}$ است، محاسبه کنید.

پاسخ:

$$P = ۱۲۰۰۰ \text{ kPa}$$

$$Q = \frac{\text{lit}}{s}$$

$$P_{hy} = ?$$

$$P_{hy} = \frac{P \times Q}{۱۰۰۰} = \frac{۱۲۰۰۰ \times ۰/۵}{۱۰۰۰} \Rightarrow \boxed{P_{hy} = ۶ \text{ kW}}$$

کار در خانه (۱): یک سیستم هیدرولیک با استفاده از یک الکتروموتور ۱۰ kW کار می‌کند. دبی روغن در سیستم $\frac{\text{lit}}{s}$ ۷/۰ است. اگر راندمان الکتروموتور و سیستم هیدرولیک ۱۰۰٪ باشد، فشار روغن در سیستم چقدر است؟

۲-۲۷- توان الکتریکی (صفحه ۱۱۱)

بیان کنید: «در تراکتور لوازمی به کار می‌رود که با برق کار می‌کنند. به همین دلیل تراکتور باید توان الکتریکی مورد نیاز این دستگاه‌ها را فراهم کند. از این‌رو یک مدار الکتریکی در تراکتور تعبیه شده است که از سه قسمت اصلی باتری، ژنراتور و مصرف‌کننده‌ها تشکیل شده است. ژنراتور توان دورانی را از موتور می‌گیرد و آن را به توان الکتریکی تبدیل می‌کند. برق تولید شده در ژنراتور در باتری ۶ یا ۱۲ ولت ذخیره می‌شود. از مصرف‌کننده‌ها، استارت، چراغ‌ها و دیگر لوازم برقی تراکتور و حتی مصرف‌کننده‌های خارج از تراکتور را می‌توان نام برد، توان الکتریکی مورد نیاز خود را از باتری تأمین می‌کنند. یکا توان الکتریکی وات است. طبق تعریف هرگاه مولدی بتواند جریان ۱ آمپر با فشار الکتریکی ۱ ولت را تأمین کند، دارای قدرتی معادل ۱ وات خواهد بود. توان الکتریکی دو نوع است، یکی توان تئوری الکتریکی P_i که از روابط فیزیکی محاسبه می‌گردد». رابطه زیر (رابطه ۲۸-۶ کتاب) را روی تخته بنویسید و شرح دهید.

$$P_i = I \times E$$

P_i : توان تئوری الکتریکی بر حسب وات (W)

I: شدت جریان برق بر حسب آمپر (A)

E: فشار یا ولتاژ برق بر حسب ولت (V)

بیان کنید: «به دلیل هدر رفتن توان الکتریکی در مدار به راه‌های گوناگون مثل گرما در وسایل تولید کننده برق، مصرف‌کننده‌ها و سیم‌های مدار الکتریکی، توان مفید این وسایل از توان تئوری کمتر است. در هر دستگاه الکتریکی توان مفید که با P_e نشان داده می‌شود، با توان تئوری بستگی دارد».

رابطه ۲۹-۶ کتاب را روی تخته بنویسید و شرح دهید.

$$\eta = \frac{P_e}{P_i}$$

η : راندمان (بدون یکا)

P_e : توان مفید الکتریکی بر حسب وات (W)

P_i : توان تئوری الکتریکی بر حسب وات (W)

بیان کنید: «بتانسیل الکتریکی و شدت جریان الکتریکی یک مصرف‌کننده یا تولیدکننده الکتریکی را می‌توان به آسانی اندازه‌گیری کرد. با اندازه‌گیری این کمیت‌ها، توان تئوری الکتریکی (توان مصرفی یا تولیدی) محاسبه می‌شود. با داشتن توان مفید (توان مصرفی یا تولیدی) نیز راندمان الکتریکی آن وسیله، به دست می‌آید». مثال‌های صفحه‌های ۱۱۲ و ۱۱۳ را حل کنید.

تمرین ۲: ژنراتوری با فشار الکتریکی $7/5$ ولت 20 آمپر برق می‌دهد. اگر راندمان الکتریکی ژنراتور 72% باشد، مطلوب است محاسبه توان مفید و توان تئوری ژنراتور بر حسب وات.

پاسخ:

$$E = 7/5 \text{ V}$$

$$I = 20 \text{ A}$$

$$\eta = 72\%$$

$$P_e = ? \text{ W}$$

$$P_i = ? \text{ W}$$

$$P_i = I \times E \Rightarrow P_i = 20 \times 7/5 \Rightarrow \boxed{P_i = 140 \text{ W}}$$

$$\eta = \frac{P_e}{P_i} \Rightarrow P_e = \eta \times P_i = 72\% \times 140 \Rightarrow \boxed{P_e = 100.8 \text{ W}}$$

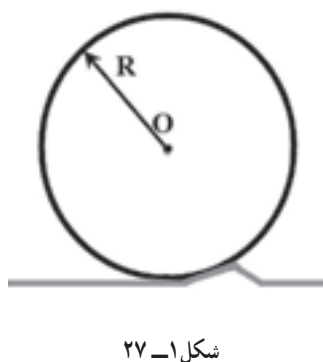
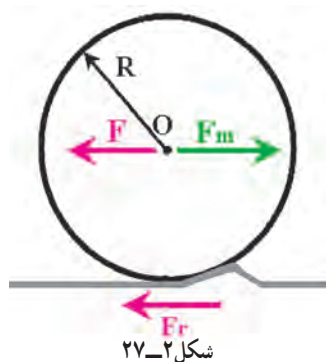
کار در خانه (۲): الف) توان مصرفی یک استارت با راندمان الکتریکی استارت 30% و توان مفید 2 کیلووات، چند وات است؟

اگر این استارت را با باتری 12 ولت کار کند در شرایطی 220 آمپر برق بکشد با این راندمان، چه توانی را مصرف خواهد کرد.

۳-۲۷- افت قدرت تراکتور (۴-۶- صفحه ۱۱۳)

۱-۳-۲۷- افت قدرت چرخشی در تراکتور (۱-۴-۶- صفحه ۱۱۳)

شکل ۱-۲۷ را روی تخته رسم کنید و بیان کنید که این شکل نشان دهنده چرخ محرک تراکتور است.



از هنرجویان بپرسید: «در زمان کشیدن ماشین با تراکتور چه نیروهایی به چرخ محرک اعمال می‌شود؟»

شکل ۱-۲۷ را مانند شکل ۲-۲۷ تکمیل کنید.

بیان کنید: «نیروی کششی تراکتور است که در زمان کشیدن ماشین‌ها توسط تراکتور به چرخ اعمال می‌گردد و F_r نیروی اصطکاک غلتشی است که در برابر حرکت چرخ ایستادگی می‌کند. F_m نیروی پیش‌برنده تراکتور است که از طرف موتور و سیستم انتقال توان به چرخ محرک (واداشته) اعمال می‌شود و باعث حرکت چرخ محرک و تراکتور می‌گردد. نیروی F_m باید با مجموع نیروهای F و F_r در تعادل باشد تا تراکتور با سرعت ثابت به سمت جلو حرکت کند.»

رابطه زیر را بنویسید و آن را شرح دهید.

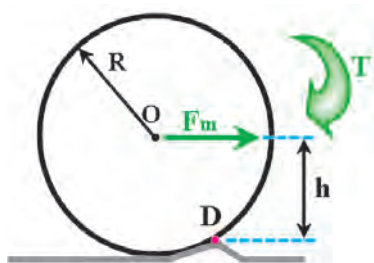
$$F_m = F + F_r$$

شکل ۲۷-۳ را روی تخته رسم کنید.

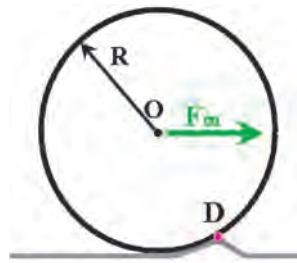
بیان کنید: «برای این که تراکتور به سمت جلو حرکت کند، چرخ محرک باید حول نقطه D بچرخد».

بیان کنید: «این کار با گشتاور دورانی که از سمت نیروی F_m حول نقطه D اعمال می شود انجام می گیرد».

شکل ۲۷-۳ را مانند شکل ۲۷-۴ تکمیل کنید.



شکل ۲۷-۴



شکل ۲۷-۳

رابطه زیر را بنویسید و از روی شکل ۲۷-۴ آن را شرح دهید.

$$T = F_m \times h \quad (\text{گشتاور لازم برای چرخیدن چرخ محرک})$$

بیان کنید: «همان طور که در فصل مربوط به نیروی اصطکاک غلتشی بیان شد، $R = h$ و $F_m = F + F_r$ است. پس در رابطه به دست آمده به جای F_m و h می توان اندازه برابر با آن ها را گذاشت».

رابطه زیر را بنویسید و آن ها را شرح دهید.

$$T = F_m \times h \xrightarrow{h=R} T = F_m \times R \xrightarrow{F_m=F_r+F} T = (F_r + F) \times R$$

$$\Rightarrow T = (F \times R) + (F_r \times R)$$

بیان کنید: «در رابطه فوق $F_r \times R$ گشتاور دورانی معادل ناشی از نیروی F_r است که با C_r مشخص شده و به آن گشتاور مقاوم می گویند. $F \times R$ گشتاور دورانی معادل ناشی از نیروی کششی تراکتور است که با T_1 مشخص شده و به آن گشتاور کششی تراکتور می گویند».

روابط زیر را روی تخته بنویسید و آن ها را شرح دهید.

$$C_r = F_r \times R$$

$$T_1 = F \times R$$

C_r : گشتاور مقاوم بر حسب نیوتن متر (N.m)

F_r : نیروی اصطکاک غلتشی بر حسب نیوتن (N)

T_1 : گشتاور نیروی کششی تراکتور بر حسب نیوتن متر (N.m)

F : نیروی کششی تراکتور بر حسب نیوتن (N)

R : شعاع چرخ محرک بر حسب متر (m)

رابطه محاسبه توان دورانی را روی تخته بنویسید و یادآوری کنید.

$$\text{سرعت دورانی} \times \text{محیط دوران} \times \text{نیرو} = \text{توان دورانی}$$

بیان کنید: «با استفاده از رابطه نوشته شده، توان مورد نیاز برای چرخیدن چرخ محرک را می توان با استفاده از گشتاورهای

T_1 و C_r محاسبه کرد».

روابط زیر را روی تخته بنویسید و آن‌ها را شرح دهید.

$$P_w = [F_r + F] \times 2\pi Rn$$

$$\Rightarrow P_w = 2\pi [(F_r \times R) + (F \times R)] \times n$$

$$\Rightarrow P_w = 2\pi [C_r + (F \times R)] \times n$$

P_w : توان روی چرخ محرک بر حسب وات (W)

C_r : گشتاور مقاوم بر حسب نیوتن متر (N.m)

F : نیروی کششی تراکتور بر حسب نیوتن (N)

R : شعاع چرخ محرک بر حسب متر (m)

n : سرعت دورانی چرخ محرک بر حسب دور در ثانیه

بیان کنید: «می‌توان با تبدیل واحد، رابطه فوق را به صورتی در آورد که اجزای آن با واحدهای متداول‌تری به کار روند».

روابط زیر را روی تخته بنویسید و رابطه ۳۱-۶ کتاب را به دست آورید.

$$P_w \times \frac{746 \text{ hp}}{1 \text{ N}} = 2\pi [C_r + (F \times R)] \times \frac{1 \text{ kgf}}{9.8 \text{ N}} \times n \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}}$$

$$\Rightarrow = \frac{(C_r + F \times R) \times n}{716.2}$$

P_w : توان روی چرخ محرک بر حسب اسب بخار (hp)

C_r : گشتاور مقاوم بر حسب کیلوگرم نیرومتر (kgfm)

F : نیروی کششی تراکتور بر حسب کیلوگرم نیرو (kgf)

R : شعاع چرخ محرک بر حسب متر (m)

n : سرعت دورانی چرخ محرک بر حسب دور در دقیقه (rpm)

بیان کنید: «در رابطه فوق عبارت $\frac{F.R.n}{716.2}$ برابر قدرت مفید و $\frac{C_r.n}{716.2}$ برابر افت قدرت در چرخ محرک است».

تذکر: عدد دقیق در مخرج رابطه فوق ۷۲۷ است، که به اشتباه در کتاب ۷۱۶/۲ ذکر شده است.

شکل ۲۷-۷ را مانند شکل ۲۷-۸ کامل کنید.

۲-۲۷-۳ افت قدرت لغزشی در تراکتور (۲-۴-۶ صفحه ۱۱۴)

از هنرجویان بخواهید تا لغزش چرخ‌های تراکتور را شرح دهند. در پی سخنان آنان بیان کنید: «اگر تراکتوری که محیط چرخ عقب (محرک) آن به اندازه l_0 باشد و روی یک زمین بدون لغزش حرکت کند، مقدار پیشروی آن وقتی چرخ ۱ دور بزند برابر طول محیط چرخ یعنی l_0 خواهد بود، ولی زمانی که این تراکتور روی یک مسیر با لغزش مانند جاده مرطوب یا خاکی حرکت می‌کند، مقدار پیشروی تراکتور پس از ۱ دور چرخش چرخ کمی کمتر از l_0 خواهد بود که به دلیل سُرخوردن چرخ بر روی زمین پدید می‌آید. به این پدیده لغزش یا بکسوات می‌گویند که با S و رابطه زیر نشان داده می‌شود. لغزش در برخی محاسبات تراکتور تأثیرگذار است، مقدار عددی بکسوات با این رابطه محاسبه می‌شود».

رابطه ۳۲-۶ کتاب را روی تخته بنویسید و شرح دهید.

$$S = \frac{l_0 - l}{l_0} \Rightarrow S = 1 - \frac{l}{l_0}$$

S : لغزش یا بکسوات (بدون یکا)

l_0 : محیط چرخ عقب (محرک) تراکتور بر حسب متر (m)

l : طول مسیر پیشروی تراکتور بعد از ۱ دور چرخش چرخ عقب (محرک) تراکتور بر حسب متر (m)

بیان کنید: «برای بیان لغزش S بر حسب درصد، آن را در 100° ضرب می‌کنند».

تمرین ۳: تراکتوری که قطر چرخ عقب آن ۱/۱۵ m است پس از ۱۰ دور دوران کامل چرخ عقب، ۳۲/۵ متر جلو رفته است. میزان لغزش تراکتور را حساب کنید.
پاسخ:

$$\begin{aligned} d &= 1/15 \text{ m} & l_0 &= d \times \pi = 1/15 \times 3/14 \Rightarrow \\ l_0 &= 3/611 \text{ m} & \text{تعداد دوران چرخ} &= 10 \\ l &= \frac{32/5}{10} \Rightarrow l = 3/25 \text{ m} & \text{مسافت پیشروی} &= 32/5 \text{ m} \\ S &= ? & S &= 1 - \frac{l}{l_0} = 1 - \frac{3/25}{3/611} \Rightarrow S = 0/1 = 1\% \end{aligned}$$

کاردخانه (۳): تراکتوری که قطر چرخ عقب آن ۱/۱۵ m است اگر میزان لغزش تراکتور ۸٪ باشد پس از ۲۵ دور دوران کامل چرخ عقب، چند متر جلو می‌رود؟
رابطه محاسبه سرعت خطی با استفاده از سرعت دورانی (رابطه ۲-۳ کتاب) را روی تخته بنویسید و یادآوری کنید.

$$\begin{aligned} \text{رابطه سرعت خطی} \quad V &= \frac{d \times \pi \times n}{60} \quad (\text{رابطه ۲-۳ کتاب صفحه ۵۲}) \\ V &: \text{سرعت محیطی یا خطی بر حسب متر بر ثانیه} \left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right) \\ d &: \text{قطر مسیر دوران بر حسب متر (m)} \\ n &: \text{سرعت دورانی بر حسب دور در دقیقه (RPM)} \end{aligned}$$

بیان کنید: «برای محاسبه سرعت پیشروی تراکتور با استفاده از سرعت دورانی چرخ عقب، می‌توان از رابطه فوق استفاده کرد که در این صورت $d \times \pi$ محیط چرخ عقب است که قبلاً با l_0 مشخص شده است. با استفاده از این رابطه سرعت نظری تراکتور محاسبه می‌شود». رابطه زیر (رابطه ۳۳-۶ کتاب) را روی تخته بنویسید و شرح دهید.

$$\begin{aligned} \text{رابطه سرعت نظری} \quad V_0 &= \frac{l_0 \times n}{60} \quad (\text{رابطه ۳۳-۶ کتاب}) \\ V_0 &: \text{سرعت پیشروی نظری تراکتور بر حسب متر بر ثانیه} \left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right) \\ l_0 &: \text{محیط چرخ عقب (محرك) تراکتور بر حسب متر (m)} \\ n &: \text{سرعت دورانی چرخ عقب تراکتور بر حسب دور در دقیقه (RPM)} \\ \text{پرسش: از هنرجویان پرسید عدد } 60 &\text{ در رابطه فوق چیست؟} \end{aligned}$$

پاسخ: ضریب تبدیل دقیقه به ثانیه است که یکای زمان که دور در دقیقه است (rpm) به دور در ثانیه تبدیل می‌کند.
بیان کنید: «همان گونه که پیشتر گفته شد، حرکت تراکتور همراه با لغزش است که باید برای محاسبه سرعت واقعی تراکتور در نظر گرفته شود. در رابطه بیان شده، اگر به جای l_0 ، l درج شود، سرعت پیشروی واقعی تراکتور (V) به دست می‌آید».

$$\begin{aligned} \text{رابطه ۳۴-۶ کتاب را روی تخته بنویسید و شرح دهید.} \\ \text{رابطه سرعت نظری} \quad V &= \frac{l \times n}{60} \quad (\text{رابطه ۳۴-۶ کتاب}) \\ V &: \text{سرعت پیشروی واقعی تراکتور بر حسب متر بر ثانیه} \left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right) \\ l &: \text{طول مسیر پیشروی تراکتور پس از ۱ دور دوران چرخ عقب تراکتور بر حسب متر (m)} \end{aligned}$$

n : سرعت دورانی چرخ عقب تراکتور بر حسب دور در دقیقه (RPM)

شرح دهید که با حذف n از روابط نوشته شده سرعت واقعی از سرعت نظری محاسبه می شود. سپس روابط زیر را روی تخته بنویسید و آن ها را شرح دهید.

$$\left. \begin{aligned} V_o &= \frac{l_o \times n}{60} \Rightarrow n = \frac{V_o \times 60}{l_o} \\ V &= \frac{l \times n}{60} \Rightarrow n = \frac{V \times 60}{l} \end{aligned} \right\} \frac{V_o \times 60}{l_o} = \frac{V \times 60}{l} \Rightarrow V = V_o \times \frac{l}{l_o}$$

با کاربرد رابطه لغزش و رابطه سرعت، رابطه ۳۶-۶ کتاب را به صورت زیر به دست آورید (مراحل را روی

تخته بنویسید و آن ها را شرح دهید).

$$\left. \begin{aligned} S &= 1 - \frac{l}{l_o} \Rightarrow \frac{l}{l_o} = 1 - S \\ V &= V_o \times \frac{l}{l_o} \end{aligned} \right\} V = V_o (1 - S)$$

تمرین ۴ : اگر سرعت نظری تراکتوری ۸ کیلومتر در ساعت محاسبه شده باشد و میزان لغزش آن در مسیر ۱۰٪ باشد، سرعت واقعی آن را محاسبه کنید.

پاسخ :

$$\begin{aligned} V_o &= 8 \frac{\text{km}}{\text{h}} \\ S &= 10\% \\ V &= ? \frac{\text{km}}{\text{h}} \end{aligned} \quad V = V_o (1 - S) \Rightarrow V = 8(1 - 0.1) \Rightarrow V = 7.2 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

کاردرخانه (۴) : سرعت نظری و سرعت واقعی تراکتوری به ترتیب ۷ و ۶/۲۳ کیلومتر در ساعت است. لغزش آن را محاسبه کنید.

رابطه توان کششی تراکتور (رابطه ۲۵-۶ کتاب) را روی تخته بنویسید و یادآوری کنید.

$$P_{db} = \frac{F \times V}{3.6} \quad (\text{رابطه ۲۵-۶ کتاب})$$

P_{db} : توان کششی (مالبندی) بر حسب کیلووات (kW)

F : نیروی کششی تراکتور بر حسب کیلونیوتن (kN)

V : سرعت پیشروی تراکتور بر حسب کیلومتر در ساعت ($\frac{\text{km}}{\text{h}}$)

بیان کنید : «در رابطه نوشته شده، V سرعت پیشروی واقعی تراکتور است. برای محاسبه توان کششی باید سرعت پیشروی

واقعی را از روی سرعت پیشروی نظری و لغزش محاسبه نمود».

روابط زیر را روی تخته بنویسید و شرح دهید.

$$\left. \begin{aligned} P_{db} &= \frac{F \times V}{3.6} \\ V &= V_o (1 - S) \end{aligned} \right\} P_{db} = \frac{F \times V_o}{3.6} (1 - S) \quad \text{توان کششی مالبندی}$$

P_{db} : توان کششی (مالبندی) بر حسب کیلووات (kW)

F : نیروی کششی تراکتور بر حسب کیلونیوتن (kN)

V : سرعت پیشروی نظری تراکتور بر حسب کیلومتر در ساعت ($\frac{km}{h}$)

S : لغزش یا بکسوات (بدون یکا)

بیان کنید: «می‌توان رابطه ۳۷-۶ را بر حسب یکاهای دیگر نیز به دست آورد. برای این کار لازم است تا تبدیل یکا انجام شود». رابطه فوق را با انجام تبدیل یکا به صورت زیر بنویسید تا رابطه ۳۷-۶ کتاب به دست آید.

$$P(kW) \times \frac{0.746hp}{kW} (1-S) = \frac{\left[F(kN) \times \frac{kgf}{10.2kN} \right] \times \left[V\left(\frac{km}{h}\right) \times \frac{3/6 \frac{m}{s}}{\frac{km}{h}} \right]}{3/6} (1-S) \Rightarrow \boxed{P_{db} = \frac{F \times V}{75} (1-S)}$$

P_{db} : توان کششی (مالبندی) بر حسب اسب بخار (hp)

F : نیروی کششی تراکتور بر حسب کیلوگرم نیرو (kgf)

V : سرعت پیشروی نظری تراکتور بر حسب متر بر ثانیه ($\frac{m}{s}$)

S : لغزش یا بکسوات (بدون یکا)

بیان کنید: «در رابطه نوشته شده، جمله $\frac{F \times V}{75} S$ افت قدرت لغزش تراکتور و جمله $\frac{F \times V}{75}$ توان مالبندی نامی تراکتور را نشان می‌دهد». بر اساس یکاهای مسئله یکی از روابط را برگزینید و پاسخ را محاسبه کنید.
مثال صفحه ۱۱۵ را حل کنید.

تمرین ۵: چرخ عقب یک تراکتور کشاورزی با قطر ۱/۱۵ m در دنده ۲ حدود ۱۵ دور در دقیقه می‌گردد. آزمون توان مالبندی برای این تراکتور روی یک زمین کشاورزی انجام شده است. اطلاعات به دست آمده نشان می‌دهد که میزان لغزش تراکتور معادل ۱۱٪ و نیروی کشش روی مالبد تراکتور ۲۷ kN بوده است. توان مالبندی را محاسبه کنید.

پاسخ:

$$d = 1/15 \text{ m}$$

$$l_1 = d \times \pi = 1/15 \times 3/14 \Rightarrow l_1 = 3/611 \text{ m}$$

$$n = 15 \text{ rpm}$$

$$S = 11\%$$

$$V_0 = \frac{l_1 \times n}{60} = \frac{3/611 \times 15}{60} \Rightarrow \boxed{V_0 = 0.9 \frac{m}{s}}$$

$$F = 27 \text{ kN}$$

$$P_{db} = \frac{F \times V_0}{3/6} (1-S) = \frac{27 \times (0.9 \times 3/6)}{3/6} (1 - 0.11) \Rightarrow$$

$$P_{db} = ?$$

$$\boxed{P_{db} = 21/6 \text{ kW}}$$

کار در خانه (۴): چرخ عقب یک تراکتور کشاورزی با قطر ۱/۱۵ m در دنده ۲ حدود ۱۷ دور در دقیقه می‌گردد. آزمون توان مالبندی برای این تراکتور روی یک زمین کشاورزی انجام شده است. اطلاعات به دست آمده نشان می‌دهد که نیروی کششی روی مالبد ۳۰ kN و توان مالبندی ۲۳/۵ kW است. مقدار لغزش و افت قدرت لغزشی را محاسبه کنید.
کار در خانه: از هرجویان بخواهید تا تمرین‌های آخر فصل را حل کنند.

آموزه بیست و هشتم

هدف‌های رفتاری را روی تخته بنویسید.

هدف‌های رفتاری : با یادگیری این آموزه هنرجو می‌تواند :

- مفهوم دارایی، بدهی، سرمایه، درآمد و هزینه را شرح دهد.
- مفهوم استهلاک و استهلاک ماشین‌های کشاورزی را شرح دهد.
- استهلاک ماشین‌های کشاورزی را برآورد کند.
- هزینه ثابت و جاری را شرح دهد.
- سود سرمایه را شرح دهد.

۲۸-۱. معادله اصلی حسابداری

در آغاز، معادله اصلی حسابداری را روی تخته بنویسید.

$$\text{بدهی} - \text{دارایی} = \text{سرمایه}$$

توضیح دهید :

مثال : مهرداد از هنرجویان کلاس است. او ماهیانه‌ای از پدرش برای خرج‌های روزانه خود دریافت می‌کند. امروز با شمردن پول‌هایش متوجه شد مبلغ ۵۰۰۰۰ ریال برایش باقی مانده است. همچنین به یاد دارد که دیروز ۱۰۰۰ تومان از جمشید هم کلاسی خود قرض گرفته است. مهرداد اکنون می‌خواهد باقی مانده پولش را محاسبه کند.

پاسخ : رابطه سرمایه را برای محاسبه به کار می‌بریم :

$$\text{ریال } ۵۰۰۰۰ = \text{دارایی}$$

$$\text{ریال } ۱۰۰۰۰ = \text{بدهی}$$

$$? = \text{سرمایه}$$

$$\text{بدهی} - \text{دارایی} = \text{سرمایه}$$

$$\text{ریال } ۴۰۰۰۰ = ۵۰۰۰۰ - ۱۰۰۰۰ = \text{سرمایه}$$

توضیح دهید : ۴۰۰۰۰ ریال پولی است که از آن مهرداد است. بنابراین برخلاف مفهوم عامیانه آن چیزی را که افراد نسبت

به آن مالکیت واقعی دارند سرمایه است.

مثال : مهرداد به یاد دارد هفته گذشته در گفت و گویی که در خانواده‌اش داشته از داریوش، برادر بزرگش، شنیده که با وام

دریافتی از بانک مسکن توانسته است یک دستگاه آپارتمان بخرد. بهای آپارتمان ۵۰۰/۰۰۰/۰۰۰ ریال است، که مبلغ ۱۸۰/۰۰۰/۰۰۰

ریال را از بانک وام گرفته است. داریوش همچنین گفته ماشینش را ۱۵۰/۰۰۰/۰۰۰ خریده که ۵۰/۰۰۰/۰۰۰ ریال از طریق وام

خودرو بوده است. داریوش دفترکاری نیز دارد که آن را ۲۰۰/۰۰۰/۰۰۰ ریال خریده، که ۱۰۰/۰۰۰/۰۰۰ ریال آن از طریق تسهیلات

بانکی توسعه مشاغل تأمین شده است. سپس داریوش از مهرداد خواسته است که سرمایه او را محاسبه کند.

از هنجریان بخواهید با معادله اصلی حسابداری سرمایه داریوش را محاسبه کنند با هم فکری هنجریان و به روش حل مسئله پاسخ مثال را به دست آورید.

پاسخ:

جدول زیر را رسم کنید.

ردیف	صورت اموال	میزان دارایی (ریال)	میزان بدهی (ریال)
۱	آپارتمان	۵۰۰/۰۰۰/۰۰۰	۱۸۰/۰۰۰/۰۰۰
۲	ماشین	۱۵۰/۰۰۰/۰۰۰	۵۰/۰۰۰/۰۰۰
۳	دفتر کار	۲۰۰/۰۰۰/۰۰۰	۱۰۰/۰۰۰/۰۰۰
	جمع	۸۵۰/۰۰۰/۰۰۰	۳۳۰/۰۰۰/۰۰۰

بدهی - دارایی = سرمایه

ریال $۵۲۰/۰۰۰/۰۰۰ = ۸۵۰/۰۰۰/۰۰۰ - ۳۳۰/۰۰۰/۰۰۰$ = سرمایه

مثال: پدر مهرداد که یک کشاورز است از او خواست که سرمایه او را نیز حساب کند. پدر مهرداد فهرست دارایی و بدهی خود را به شرح زیر بیان کرد:

■ یک قطعه زمین کشاورزی به مساحت ۱۰ هکتار به بهای ۱/۵۰۰/۰۰۰/۰۰۰ ریال که ۷۰۰ میلیون ریال آن به صورت وام است (زمین)؛

■ خانه به بهای ۷۰۰ میلیون ریال (ساختمان)؛

■ خودروی سواری به بهای ۲۰۰ میلیون ریال که ۷۰ میلیون ریال آن وام خودرو است (وسایل نقلیه)؛

■ تراکتور و ماشینهای کشاورزی روی هم رفته ۴۵۰ میلیون ریال که ۱۲۰ میلیون ریال آنها وام است (ماشین آلات)؛

■ محصولات امسال، قبل از رسیدن، پیش فروش شده و مبلغ ۱۰۰/۰۰۰/۰۰۰ ریال پول پیش دریافت کرده است (پیش دریافت در آمد)؛

■ مبلغ ۵۰ میلیون ریال برای حوادث پیش بینی نشده در گاو صندوق نگهداری کرده است (صندوق)؛

■ مبلغ بیست میلیون ریال از محصول سال قبل در انبار نگهداری کرده است (موجودی کالا)؛

■ ۱۰۰ میلیون ریال از سهام یک شرکت خودروسازی خریداری کرده است (سهام)؛

■ اثاثیه منزل و محل کار روی هم به مبلغ ۵۰ میلیون ریال برآورد شده است (اثاثیه).

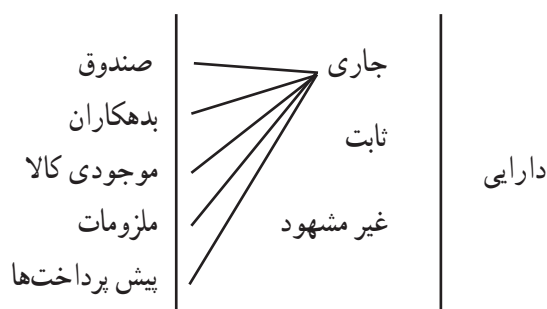
در توضیح مثال، موارد داخل پرانتز را نیز یادآوری کنید. برای نمونه می توانید بگویید شماره ۶ تعریف عملی صندوق است که در صفحه ۱۱۸ کتاب آمده است.

در مثال پیش، دارایی و بدهی را با همکاری هنجریان در جدول بنویسید.

ردیف	صورت اموال	دارایی (ریال)	بدهی (ریال)
۱	زمین کشاورزی	۱/۵۰۰/۰۰۰/۰۰۰	۷۰۰/۰۰۰/۰۰۰
۲	منزل مسکونی	۷۰۰/۰۰۰/۰۰۰	_____
۳	وسیله نقلیه	۲۰۰/۰۰۰/۰۰۰	۷۰/۰۰۰/۰۰۰
۴	ماشین آلات	۴۵۰/۰۰۰/۰۰۰	۱۲۰/۰۰۰/۰۰۰
۵	پیش دریافت درآمد	_____	۱۰۰/۰۰۰/۰۰۰
۶	صندوق	۵۰/۰۰۰/۰۰۰	_____
۷	موجودی کالا	۲۰/۰۰۰/۰۰۰	_____
۸	سهام	۱۰۰/۰۰۰/۰۰۰	_____
۹	اثاثیه	۵۰/۰۰۰/۰۰۰	_____
جمع			

پس از نوشتن اجزای دارایی و بدهی، جمع آن‌ها را مشخص می‌کنید. سپس از معادله اصلی حسابداری مقدار سرمایه پدر مهرداد را حساب کنید.

اکنون مفاهیم درس را به هنرجویان بگویید و مواردی را که در مثال‌های فوق نیامده‌اند برحسب توضیحات کتاب شرح دهید :



توضیح دهید: شکل بالا یعنی دارایی به سه بخش تقسیم می‌شود و هرکدام نیز اجزائی دارند. با توجه به زمینه ذهنی ایجاد شده در هنرجویان، مفاهیم مربوط به اجزای بدهی و سرمایه و همچنین دوره مالی و هزینه، درآمد و سود را طرح کنید و پیرامون آن‌ها توضیحات کتاب را بیان نمایید.

۲-۲۸- هزینه ماشین‌های کشاورزی (۲-۷- صفحه ۱۲۰)

توضیح دهید: تولید محصولات کشاورزی هزینه‌هایی دارد، مانند خرید یا اجاره زمین، خرید بذر، کود، سم، پرداخت دستمزد کارگران شاغل در مزرعه و هزینه‌های کاربرد ماشین‌های کشاورزی که در کشت به کار برده می‌شوند. ماشین‌هایی که در تولید محصولات کشاورزی به کار می‌روند اجاره‌ای یا در مالکیت کشاورزند هزینه ماشین‌های کشاورزی

نسبت به دیگر هزینه‌های گفته شده (به غیر از زمین) رقم زیادی را به خود اختصاص می‌دهد. بنابراین، لازم است روش‌هایی را به کار گرفت تا بهره‌وری از ماشین (کاهش هزینه و افزایش بازدهی) افزایش یابد. با به کار بردن این روش‌هاست که می‌توان فعالیت اقتصادی را سودآور کرد.

از هنرجویان پرسید: به کارگیری تراکتور در مزرعه چه هزینه‌هایی دارد؟

پاسخ‌های درست را روی تخته بنویسید: هزینه‌هایی مانند رانندگی، سوخت، تعویض روغن تعمیرات، سرویس و نگهداری، خرید لاستیک، بیمه، توقفگاه و مالیات

از هنرجویان پرسید: از دو تراکتور که مدل یک‌سانی دارند، اولی ۴۰۰ ساعت و دومی ۱۰۰۰ ساعت در سال کار می‌کنند. کدام یک هزینه سوخت بیشتری دارند؟

پاسخ: تراکتوری که ساعات کار بیشتری دارد سوخت بیشتری نیز مصرف می‌کند. بنابراین هزینه سوخت بیشتری دارد.

از هنرجویان پرسید: از دو تراکتور گفته شده کدام یک هزینه سایبان بیشتری دارند؟

پس از پاسخ هنرجویان توضیح دهید: هزینه سایبان به ساعت کارکرد تراکتور بستگی ندارد. بنابراین هزینه سایبان هر دو تراکتور یک‌سان است.

از هنرجویان پرسید: آیا هزینه بیمه دو تراکتور یاد شده یک‌سان است؟

پس از پاسخ هنرجویان توضیح دهید: هزینه بیمه هر دو تراکتور یک‌سان است و هزینه بیمه به عملکرد سالیانه آن‌ها بستگی ندارد. مبلغ این هزینه سالی یک‌بار پرداخت می‌شود.

توضیح دهید: با بررسی پاسخ پرسش‌های گفته شده هزینه‌ها را می‌توان به دو دسته تقسیم کرد:

دسته اول: هزینه‌های ثابت که با ساعت کار سالیانه تراکتور بستگی ندارند، مانند هزینه‌های بیمه و سایبان.

دسته دوم: هزینه‌های پیوسته، که با افزایش ساعات کارکرد تراکتور، افزایش می‌یابند، مانند هزینه سوخت.

از هنرجویان بخواهید هزینه‌های مطرح شده برای تراکتور را به تفکیک هزینه‌های ثابت و متغیر بیان کنند و پاسخ‌ها را تحت عنوان هزینه‌های ثابت و هزینه‌های متغیر روی تخته بنویسید.

هزینه‌های ثابت	هزینه‌های متغیر
هزینه بیمه	هزینه سوخت یا برق مصرفی
هزینه مالیات	هزینه تعمیرات
هزینه توقفگاه	هزینه خرید لاستیک برای تراکتور یا ماشین
هزینه سود	هزینه روغن
هزینه استهلاک	هزینه نگهداری و سرویس
	هزینه رانندگی تراکتور

۳-۲۸- استهلاک (۱-۲-۷- صفحه ۱۲۱)

توضیح دهید: هر ماشینی که خریداری می‌شود چون هر کدام از قطعات آن عمر مفید (زمان کارکرد) محدودی دارد پس از سپری شدن عمر مفید، ماشین کارایی خود را از دست می‌دهد. تعمیر یک ماشین، زمانی پیشنهاد می‌شود که چند قطعه یا سیستم

ماشین دچار فرسودگی یا کاهش کارایی باشد. اگر قطعات زیادی از ماشین دچار فرسودگی شود، تعمیر ماشین پیشنهاد درستی نیست و هزینه تعمیر ماشین بیش از سودآوری آن خواهد بود. از سوی دیگر درصد اطمینان به کارکرد به موقع، سریع و درست آن به شدت کاهش می‌یابد.

در چنین شرایطی ادامه کار آن ماشین از دید اقتصادی درست نیست و باید آن ماشین را کنار گذاشت و ماشین دیگری خرید که بتواند به جای آن کارها را انجام دهد. چون با فرسوده شدن یک ماشین و خارج شدن آن از چرخه کار، دارایی کاهش می‌یابد، بنابراین باید هزینه مربوط به فرسودگی و استهلاک ماشین را در هزینه‌ها پیش بینی کرد.

توضیح دهید: استهلاک را برای طول مدت مشخصی مانند یک سال یا عمر مفید ماشین حساب می‌کنند. چون در هر سال از عمر ماشین از بهای آن کم می‌شود، بنابراین هزینه استهلاک را می‌توان سالانه حساب کرد که به آن استهلاک سالانه می‌گویند.

پرسش: هزینه استهلاک را چگونه می‌توان حساب کرد؟

پس از شنیدن دیدگاه هنجریان، پاسخ درست را بیان کنید.

بهای ماشین کارکرده - بهای ماشین نو = هزینه استهلاک

از هنجریان پرسید: چه راهی برای تعیین بهای ماشین کارکرده وجود دارد؟

پاسخ: مراجعه به مراکز خرید و فروش ماشین‌های نو و کارکرده، مراجعه به بهای سازمان‌های رسمی تعیین بها. در برخی از

کشورها سازمان‌هایی برای بررسی و اعلام بهای انواع ماشین‌ها و تجهیزات وجود دارند.

محاسبه استهلاک به روش خطی

رابطه ۱- ۷ صفحه ۱۲۱ کتاب را درباره روش محاسبه هزینه استهلاک سالیانه روی تابلو بنویسید و اجزای آن

را توضیح دهید.

$$D = \frac{P - S}{L}$$

D = استهلاک سالیانه (ریال و یا ..)

P = بهای خرید دستگاه (ریال و یا ..)

L = عمر مفید دستگاه (سال یا ساعت)

S = ارزش فروش ماشین کارکرده یا اسقاطی (ریال و یا ..)

پرسش: عمر مفید دستگاه چگونه تعیین می‌شود؟

پاسخ: عمر مفید هر دستگاه در دفترچه راهنمای آن دستگاه یا در جداولی علمی یا تجاری ویژه آن رشته آورده می‌شود.

اشتباهات رایج

بیان کنید: «در رابطه استهلاک، بهای ماشین باید با یک واحد پولی مانند ریال، تومان و ... محاسبه شود.

همچنین اگر عمر مفید به سال است هزینه استهلاک، سالیانه گزارش شود و اگر عمر مفید به ساعت باشد این هزینه،

ساعتی تنظیم گردد».

مثال: قیمت خرید یک تراکتور مسی فرگوسن مدل ۲۸۵ نزدیک به ۶۵ میلیون ریال (P) و عمر مفید آن بر اساس پیشنهاد مراکز

مسئول در وزارت جهاد کشاورزی ۱۳ سال (L) و ارزش آن پس از عمر مفید نزدیک به ۶ میلیون ریال (S) است.

الف) استهلاک سالیانه این تراکتور را محاسبه کنید.

ب) بهای تراکتور را در پایان هر سال مشخص کنید.

پاسخ:

الف) داده‌های مثال را روی تخته بنویسید. سپس مسئله را همراه با توضیح پاسخ دهید.

$$P = ۶۵/۰۰۰/۰۰۰ \text{ ریال}$$

$$L = ۱۳ \text{ سال}$$

$$S = ۶/۰۰۰/۰۰۰ \text{ ریال}$$

$$D = ?$$

$$D = \frac{P-S}{L}$$

$$D = \frac{۶۵/۰۰۰/۰۰۰ - ۶/۰۰۰/۰۰۰}{۱۳} = ۴۵۳۸۴۶۱ \text{ ریال}$$

ب) توضیح دهید اگر در هر سال از بهای باقی‌مانده تراکتور هزینه استهلاک کم شود، بهای تراکتور در آن سال به دست

می‌آید.

بهای خرید تراکتور را روی تخته بنویسید و هزینه استهلاک سالیانه را از آن کم کنید. حاصل، قیمت تراکتور در پایان سال

اول است.

$$۶۵/۰۰۰/۰۰۰ - ۴۵۳۸۴۶۱/۵ = ۶۰۴۶۱۵۳۸/۵ \text{ ریال}$$

مثال: یک دستگاه دروگر شانه‌ای به بهای $۲۰/۰۰۰/۰۰۰$ ریال خریداری شده است و پیش‌بینی می‌شود بعد از ۱۰ سال کار،

ارزش آن $۴/۰۰۰/۰۰۰$ ریال باشد. هزینه استهلاک سالانه آن را محاسبه کنید.

پاسخ:

فرمول محاسبه استهلاک را بنویسید و عدد گذاری کنید.

$$P = ۲۰/۰۰۰/۰۰۰ \text{ ریال}$$

$$S = ۴/۰۰۰/۰۰۰ \text{ ریال}$$

$$L = ۱۰ \text{ سال}$$

$$D = ?$$

$$D = \frac{P-S}{L}$$

$$D = \frac{۲۰/۰۰۰/۰۰۰ - ۴/۰۰۰/۰۰۰}{۱۰} = ۱۶۰۰/۰۰۰ \text{ ریال}$$

تمرین: شرکتی یک دستگاه سمپاش فرغونی به ارزش $۵/۰۰۰/۰۰۰$ ریال خریداری کرده است. پیش‌بینی می‌شود عمر مفید

این سمپاش ۷ سال باشد و آن‌گاه $۸۰۰/۰۰۰$ ریال به فروش برسد. هزینه استهلاک سالیانه سمپاش را محاسبه کنید.

برای یافتن پاسخ، چند دقیقه‌ای به هنجریان فرصت دهید. سپس از یکی از هنجریان بخواهید تمرین را روی تخته حل نماید.

کاردخانه: شرکتی، ۳ دستگاه ماشین را در ابتدای سال ۱۳۸۴ به شرح زیر خریداری نمود.

ردیف	نوع ماشین	بهای تمام شده (ریال)	برآورد ارزش اسقاط (ریال)	عمر مفید (سال)
۱	قالب زنی	۲/۸۰۰/۰۰۰	۴۰۰/۰۰۰	۵
۲	پرس	۴/۲۰۰/۰۰۰	۱/۷۰۰/۰۰۰	۸
۳	رنگ آمیزی	۱/۷۰۰/۰۰۰	صفر	۶

هزینه استهلاک هر دستگاه را محاسبه نماید.

کل هزینه استهلاک سالیانه ماشین‌های این شرکت را به دست آورید.

کاردرخانه: عمر مفید یک دستگاه رایانه خریداری شده ۶ سال است. چنانچه ارزش اسقاط این دستگاه ۱/۰۰۰/۰۰۰ ریال و هزینه استهلاک سالانه آن ۲/۰۰۰/۰۰۰ ریال در سال باشد، بهای تمام شده دستگاه را حساب کنید.

۴-۲۸- سود سرمایه (صفحه ۱۲۲)

از هنرجویان بپرسید: هدف از کسب و کار چیست؟

پاسخ: هدف در آمد و کسب سودی که موجب رشد شخص و جامعه شود.

از هنرجویان بپرسید: اگر سرمایه ای در اختیار داشتید و قادر بودید آن را در دو زمینه سرمایه گذاری کنید که از جنبه سوددهی ناهمسان اند، کدام زمینه را برای سرمایه گذاری انتخاب می کنید؟

پاسخ: سرمایه گذاری ای را که سود آوری بیشتری داشته باشد.

توضیح دهید: اگر سرمایه گذاری در یکی از زمینه های گفته شده را انتخاب کنید خود را از سودآوری در زمینه دوم بی بهره کرده اید بنابراین انتخاب زمینه سرمایه گذاری باید درست و سودآورترین باشد.

پرسش: در بین بنگاه های اقتصادی مطمئن ترین محل برای سرمایه گذاری کجاست؟

پاسخ: بانکها؛ زیرا اصل پول و سود آن تضمین شده است.

توضیح دهید: اگر کشاورزی سرمایه اش را برای خرید تراکتور به کار نمی برد پسندیده ترین آن است که سرمایه خود را در بانک سرمایه گذاری کند.

بنابراین اگر کشاورزی سرمایه ای را برای خرید تراکتور به کار برد از سرمایه گذاری در بانک چشم پوشی کرده و از سودی که بانک برای آن سرمایه گذاری اختصاص داده بی بهره شده است. او می توانست آن را در بانک سرمایه گذاری کند و ماهیانه یا سالانه سود آن را بگیرد. بنابراین کار با تراکتور باید بتواند سود از دست رفته بانک را به او برگرداند.

توضیح دهید: در هر سرمایه گذاری به هزینه برابر با سودی که در بانک به سرمایه به کار رفته، داده می شود «هزینه سود سرمایه» می گویند و رابطه ۲-۷ (مندرج در صفحه ۱۲۲ کتاب)، روش محاسبه این هزینه را بیان می کند.

در تخته بنویسید:

$$I = \left(\frac{P+S}{2} \right) i$$

$I =$ سود سالانه سرمایه

$i =$ نرخ بهره و S و P توضیح داده شده است.

مثال (صفحه ۱۲۳ کتاب): ارزش تراکتور مسی فرگوسن مثال ۱ در پایان عمر مفید آن $S = ۶/۰۰۰/۰۰۰$ ریال است. چنانچه

نرخ بهره رایج بازار در زمان محاسبه ۱۸ درصد در نظر گرفته شود، سود سالانه سرمایه صرف شده برای خرید تراکتور $۶۵/۰۰۰/۰۰۰$ ریال را حساب کنید.

$$S = ۶/۰۰۰/۰۰۰$$

$$i = \% ۱۸ = \frac{kW}{lit}$$

$$p = ۶۵/۰۰۰/۰۰۰$$

$$i = ?$$

$$I = \left(\frac{P+S}{2} \right) i$$

$$I = \left(\frac{۶۵/۰۰۰/۰۰۰ + ۶/۰۰۰/۰۰۰}{2} \right) \times \frac{۱۸}{۱۰۰} = ۶/۳۹۰/۰۰۰$$

مثال: یک دستگاه دروگر شانه ای به مبلغ ۲۰/۰۰۰/۰۰۰ ریال خریداری شده است و پیش بینی می شود پس از پایان عمر مفید آن به ارزش ۴/۰۰۰/۰۰۰ ریال فروخته شود چنانچه نرخ سود. رایج بازار در زمان محاسبه ۱۸٪ باشد سود سرمایه ای را که صرف خرید این دستگاه شده است، محاسبه نمایید.

$$P = 20,000,000 \text{ ریال}$$

$$S = 4,000,000 \text{ ریال}$$

$$i = 18\% = \frac{kW}{lit}$$

$$I = \left(\frac{P+S}{2} \right) i$$

$$I = \left(\frac{20,000,000 + 4,000,000}{2} \right) \times \frac{18}{100}$$

$$I = 2,160,000 \text{ ریال}$$

کار در خانه: یک دستگاه سمپاش فرغونی به مبلغ ۵/۰۰۰/۰۰۰ ریال خریداری شده است و پیش بینی می شود پس از پایان عمر مفید آن دارای ارزش ۸/۰۰۰/۰۰۰ ریال باشد. چنانچه سود رایج بازار در زمان محاسبه ۱۵٪ باشد سود سالانه سرمایه به کار رفته جهت خرید سمپاش را محاسبه نمایید.

پاسخ:

$$I = \left(\frac{P+S}{2} \right) i$$

$$P = 5,000,000 \text{ ریال}$$

$$S = 800,000 \text{ ریال}$$

$$i = 15\% = \frac{15}{100}$$

$$I = \left(\frac{P+S}{2} \right) i$$

$$I = \left(\frac{5,000,000 + 800,000}{2} \right) \times \frac{15}{100}$$

$$\Rightarrow I = 435,000 \text{ ریال}$$

۵-۲۸- هزینه های حفاظت، بیمه و مالیات (صفحه ۱۲۳)

مطالب را به روش پرسش و پاسخ تدریس کنید.

پرسش: آیا وجود سایبان که تراکتور در مواقع بیکاری در زیر آن نگهداری شود تأثیری در عمر مفید تراکتور خواهد داشت؟ پاسخ: سایبان تراکتور را از تابش نور آفتاب و اثرات بارش های جوی نگه می دارد. این کار عمر مفید تراکتور را افزایش

می دهد.

پرسش: برای ساختن سایبان و نگهداری آن سرمایه ای به کار می رود. برآورد هزینه آن چگونه خواهد بود؟

پاسخ: سرمایه برای این کار هزینه شده است که باید سود سرمایه آن برآورد و جزو هزینه ها محاسبه شود. از سوی دیگر چون ساختمان سایبان پس از مدتی مستهلک می شود پس هزینه استهلاک را باید محاسبه کرد و نیز ساختمان نیاز به تعمیرات دارد. پس هزینه تعمیرات را نیز باید محاسبه نمود.

توضیح دهید: چون برآورد این هزینه ها دشوار است روش ساده در نظر گرفتن درصدی از بهای خرید تراکتور نو به منظور هزینه سایبان یا حفاظت است.

پرسش: آیا حوادثی مانند تصادف و آتش سوزی که برای خودروی سواری پیش می آید برای تراکتور هم اتفاق می افتد؟

پرسش: آیا همانند وسیله نقلیه برای تراکتور هم بیمه ضروری است؟

با شکل دهی ذهنیت هنرجویان به این پاسخ می رسند که انواع بیمه معمول برای تراکتور هم ضروری است و مبلغ آن برای مدت

یک سال مقداری ثابت است.

توضیح دهید: براساس آمار و ارقام موجود می توان درصدی از قیمت خرید تراکتور را سالیانه برای بیمه پیش بینی کرد. پرسش: اگر مالیات بر پایه دارایی مؤسسه است آیا با خرید تراکتور، بر دارایی آن مؤسسه افزوده می شود؟ در این صورت آیا مالیات آن باید داده شود؟

توضیح دهید: اگر مالیات ماشین ها مشخص نباشد می توان از ضریب ثابتی که در منابع آورده می شود استفاده کرد. توضیح دهید: اگر هزینه های گاراژ، بیمه و مالیات در اختیار باشد می توان این اعداد را برای محاسبه این هزینه ها به کار برد، ولی هزینه های حفاظت، بیمه و مالیات را برای هر سال نزدیک به $\frac{1}{5}$ تا ۲ درصد بهای خرید اولیه ماشین در نظر می گیرند. توضیح دهید: در مثال صفحه ۱۲۳، برای هزینه های حفاظت، بیمه و مالیات ۲٪ در نظر گرفته شده است. تمرین: هزینه های حفاظت، بیمه و مالیات. یک دروگر شانه ای به ارزش $\frac{2000000}{1000000}$ ریال را محاسبه کنید. ریال $4000000 = 2000000 \times \frac{2}{100}$ \times قیمت خرید = هزینه های حفاظت، بیمه و مالیات در بالای صفحه ۱۲۴ رابطه (۳-۷) جمع بندی هزینه های ثابت گفته شده است. این رابطه را روی تخته نوشته توضیح دهید:

هزینه حفاظت + هزینه مالیات + هزینه بیمه + هزینه سود سرمایه + هزینه استهلاک = هزینه ثابت

$$C_y = D + I + K_y + K_p + K_r$$

هزینه مالیات K_p

هزینه ثابت C_y

هزینه حفاظت K_p

هزینه استهلاک D

هزینه سود I

هزینه بیمه K_y

کاردرخانه: ارزش خرید یک دستگاه تراکتور $\frac{2000000}{1000000}$ ریال و عمر مفید آن ۱۲ سال و ارزش آن پس از عمر مفید $\frac{400000}{1000000}$ است. اگر نرخ سود ۱۷٪ باشد هزینه ثابت تراکتور را محاسبه کنید.

منابع آموزشی

مدیریت ماشین های کشاورزی، دکتر مدرس رضوی، انتشارات دانشگاه، فردوسی مشهد
مبانی مکانیزاسیون کشاورزی، دکتر الماسی و همکاران، انتشارات حضرت معصومه (س)

آموزه بیست و نهم

هدف‌های رفتاری را روی تخته بنویسید.

هدف‌های رفتاری: با یادگیری این آموزه هنرجو می‌تواند:

- هزینه‌های مستمر سالیانه تراکتور را نام ببرد.
- با داشتن جداول و رابطه‌های مربوط هزینه مربوط به سوخت تراکتور یا مصرف برق موتور محرک ماشین را محاسبه کند.

- با داشتن جداول و رابطه‌های مربوط، روش هزینه لاستیک تراکتور یا ماشین را محاسبه کند.
- با داشتن جداول و رابطه‌های مربوط، هزینه نگه‌داری و سرویس را محاسبه کند.
- با داشتن جداول و رابطه‌های مربوط، هزینه‌های مربوط به تعمیرات را محاسبه کند.
- با داشتن جداول و رابطه‌های مربوط، هزینه مربوط به رانندگی یا دستمزد راننده را محاسبه کند.
- با داشتن جداول و رابطه‌های مربوط، هزینه روغن جهت سرویس تراکتور را محاسبه کند.

۱-۲۹- محاسبه هزینه سالیانه کار ماشین‌های کشاورزی (۵- ۷ صفحه ۱۲۴)

پس از بیان پرسش، با مشارکت هنرجویان به آن‌ها کمک کنید به پرسش‌ها پاسخ درست بدهند.

پرسش: هزینه ثابت را تعریف کنید و بیان کنید هزینه ثابت شامل چه هزینه‌هایی می‌شود.

پرسش: هزینه متغیر را تعریف کنید و بگویید شامل چه هزینه‌هایی می‌شود؟

در صورت نیاز، پاسخ پرسش‌ها را در کلاس تشریح کنید.

هزینه‌های مربوط به سوخت تراکتور یا مصرف برق موتور محرک ماشین.

پرسش: آیا بزرگی و کوچکی تراکتور در میزان مصرف سوخت آن مؤثر است؟

پاسخ: بلی

پرسش: بزرگی یا کوچکی تراکتور یا به عبارت درست تر تراکتورهای با توان تولیدی زیاد و تراکتور با توان تولیدی کمتر چه

اختلافی در مصرف سوخت دارند؟

پاسخ: هرچه توان تراکتور بیشتر باشد معمولاً مصرف سوخت نیز بیشتر خواهد بود. برای نمونه تراکتوری که بیشترین توان

تولیدی آن ۱۱۰ اسب بخار است از تراکتوری که توان تولیدی آن ۷۰ اسب بخار است، مصرف سوخت بیشتری دارد.

پرسش: آیا میزان ساعات کارکرد سالیانه بر میزان مصرف سوخت مؤثر است؟

پاسخ: بلی، هرچه ساعات کار سالیانه افزایش می‌یابد به همان نسبت مصرف سوخت نیز بیشتر می‌شود.

بیان کنید: توان تولیدی تراکتور و ساعات کارکرد سالیانه آن در میزان مصرف سوخت آن مؤثر است.

رابطه زیر را برای برآورد مصرف مخصوص متوسط، بر روی تخته بنویسید.

$$\text{مصرف مخصوص متوسط} = \frac{\text{سوخت مصرفی سالانه تراکتور بر حسب لیتر}}{\text{توان تراکتور بر حسب اسب بخار} \times \text{تعداد ساعات کارکرد تراکتور}}$$

توضیح دهید: اگر میزان مصرف سوخت و توان تراکتور و نیز تعداد ساعات کارکرد مشخص باشد می توان مصرف مخصوص متوسط را محاسبه کرد.

مثال زیر که مانند مثال صفحه ۱۲۴ کتاب است طرح و روی تخته حل شود.

مثال: یک تراکتور دیزل با توان ۴۰ اسب بخار در ۸۰۰ ساعت کار سالیانه ۱۴۶۰ لیتر گازوئیل مصرف کرده است. مصرف مخصوص متوسط آن را محاسبه نمایید.

پاسخ: ابتدا موارد معلوم مثال را روی تخته بنویسید و خواسته آن را مشخص نمایید.

ساعت ۸۰۰ = ساعات کار سالیانه

لیتر ۴۱۶۰ = مصرف سالیانه سوخت

اسب بخار ۴۰ = توان تراکتور

? = مصرف مخصوص متوسط

خواسته مثال با رابطه محاسبه مصرف مخصوص متوسط به دست می آید.

$$\text{لیتر بر اسب در ساعت} = \frac{۴۱۶۰}{۸۰۰ \times ۴۰} = ۰/۱۳$$

با توجه به موارد اشاره شده درباره مصرف سوخت، رابطه محاسبه هزینه سالیانه سوخت را روی تخته بنویسید.

$$L_F = P \times n' \times L_S \times F$$

هزینه سالیانه سوخت L_F

قدرت تراکتور P

تعداد ساعات کار در سال n'

مصرف مخصوص متوسط L_S

قیمت هر لیتر سوخت F

جدول ۱-۷ صفحه ۱۲۵ کتاب را توضیح دهید و برای آشنایی بیشتر هنجریان مثال زیر را ارائه کنید.

مثال: مصرف مخصوص تراکتورهای زیر را از جدول ۱-۷ به دست آورید.

الف) تراکتور دیزل چهار زمانه با قدرت ۶۰ اسب بخار

ب) تراکتور دیزل چهار زمانه با قدرت ۲۰ اسب بخار

هنرجویان را راهنمایی کنید تا پاسخ مثال را از ستون نیمه گاز به دست آورند. در ادامه، برای تفهیم بهتر تمرین زیر را طرح کنید و به آن پاسخ دهید.

تمرین: اگر در مثال قبل قیمت هر لیتر گازوئیل ۱۰۰۰ ریال باشد هزینه سوخت را محاسبه نمایید.

چند دقیقه ای به هنجریان فرصت دهید. سپس از یکی از آن ها بخواهید پاسخ درست را روی تخته بنویسند.

پاسخ: در مرحله اول اطلاعات مثال را بنویسید و خواسته آن‌ها مشخص شود.

اسب بخار $P = 40$

ساعت $n' = 800$

$$L_s = \frac{\text{لیتر}}{\text{اسب بخار} \times \text{ساعت}} \times 130$$

ریال $F = 1000$

$L_F = ?$

$$L_F = P \times n' \times L_s \times F$$

سپس با نوشتن رابطه مربوط آن را پاسخ دهید.

$$L_F = 40 \times 800 \times 130 \times 1000 = 4160000 \text{ ریال}$$

تمرین زیر را برای پاسخ دادن هنجریان در کلاس مطرح نمایید.

تمرین: یک تراکتور دیزل 50 اسب بخار که 200 ساعت کار می‌کند اگر قیمت هر لیتر گازوئیل 1000 ریال باشد سوخت

سالیانه آن را محاسبه نمایید.

پاسخ:

اسب بخار $P = 50$

ساعت $n' = 200$

برای تراکتور دیزل چهار زمانه با قدرت 50 اسب بخار از ستون نیمه گاز جدول ۱-۷، $L_s = 125$ به دست می‌آید.

$$L_s = 125$$

ریال $F = 1000$

$L_F = ?$

$$L_F = P \times n' \times L_s \times F$$

$$L_F = 50 \times 200 \times 125 \times 1000 = 1250000 \text{ ریال}$$

۲-۲۹- محاسبه هزینه برق مصرفی

با استفاده از روش پرسش و پاسخ و استفاده از دانسته‌های پیشین هنجریان درباره ماشین‌های کشاورزی که با برق کار می‌کنند و توضیح فرمول ۵-۷ و آرایه مثال، هنجریان را با محاسبه این هزینه آشنا کنید.

پرسش: چه ماشین‌هایی در کشاورزی از برق استفاده می‌نمایند؟

پاسخ: پس از شنیدن پاسخ هنجریان در صورت لزوم توضیح دهید که بیشتر ماشین‌های ثابت روستایی از قبیل بوجاری، آسیاب‌ها، میکسرها و برخی دیگر از ماشین‌های کشاورزی با برق کار می‌کنند.

توضیح دهید: بر روی پلاک ماشین‌هایی که با برق کار می‌کنند توان مصرفی دستگاه بر حسب کیلووات آمده و نیز روی قبض برق، قیمت هر کیلو وات مصرفی نوشته شده است. بنابراین هزینه برق مصرفی از رابطه ۵-۷ صفحه ۱۲۵ کتاب به دست می‌آید.

رابطه زیر را روی تخته بنویسید و آن را توضیح دهید.

$$L_s = w \times n' \times F$$

که در این رابطه

$$L_s = (\dots) \text{ (ریال و ...)}$$

$$w = \text{کیلو وات ساعت مصرفی}$$

$$n' = \text{ساعات کار در سال}$$

$$F_1 = (\dots) \text{ (ریال و ...)}$$

مثال: یک دستگاه گرم کننده برقی در یک مرغداری داری برق مصرفی 1800 وات در ساعت است. اگر قیمت هر کیلو وات مصرفی 1000 ریال باشد و این دستگاه در هر روز 10 ساعت سالن روشن شود، در یک دوره سه ماهه تولید مرغ گوشتی هزینه برق مصرفی آن چند ریال خواهد شد؟

پاسخ: نخست باید ساعات کارکرد را به دست آورد. برای این منظور خواهیم داشت:

$$\text{روز } 90 = 3 \times 30 = 3 \text{ ماه}$$

و اگر در هر روز 10 ساعت روشن باشد ساعات مصرف برابر است با

$$\text{ساعت } 900 = 90 \times 10$$

در ادامه، اطلاعات موجود را بنویسید و سپس با بیان رابطه و جاگذاری داده‌های مثال، پاسخ را به دست آورید.

$$W = 1800 \text{ W} = 1/8 \text{ KW}$$

$$L_s = w \times n' \times F$$

$$n' = 900 \text{ ساعت}$$

$$L_s = 1/8 \times 900 \times 1000 = 1125000 \text{ ریال}$$

$$F_1 = 1000 \text{ ریال}$$

$$L_s = ?$$

۳-۲۹- هزینه روغن برای سرویس تراکتور

هنرآموز برای شروع بحث درباره این موضوع، این پرسش را بیان نماید.

پرسش: آیا قیمت فراورده‌های نفتی از قبیل بنزین، گازوئیل و روغن‌های مختلف با هم مرتبط هستند؟

پاسخ: به دلیل ارتباط قیمت سوخت با روغن مصرفی و نیز تأثیر ساعات کارکرد در هر دو، می‌توان قیمت یکی را برحسب در

صد قیمت دیگری تعریف نمود.

موارد زیر را روی تخته بنویسد.

■ در تراکتورهای دیزل هزینه روغن مساوی 50% هزینه سوخت محاسبه می‌شود.

■ در تراکتورهای بنزینی هزینه روغن مساوی 10% تا 15% هزینه سوخت محاسبه می‌شود.

توضیح دهید: با در نظر گرفتن درصدهای گفته شده می‌توان هزینه روغن را از رابطه هزینه سوخت به دست آورد.

رابطه‌های ۶-۷ و ۷-۷ صفحه ۱۲۶ کتاب را روی تخته بنویسد.

$$L_F = 50\% \times P \times n' \times L_s \times F$$

هزینه روغن برای تراکتور دیزل

$$L_s = 10\% \times P \times n' \times L_s \times F$$

هزینه روغن برای تراکتور بنزینی

مثال: یک تراکتور دیزل با قدرت 50 اسب بخار که سالیانه 300 ساعت کار می‌کند و مصرف مخصوص متوسط آن 125 لیتر بر اسب بخار در ساعت و قیمت هر لیتر سوخت 1000 ریال باشد، هزینه روغن مصرفی آن را به دست آورید.

پاسخ :

اسب بخار $P = 5^\circ$ ساعت $n' = 300$

$$L_s = \frac{\text{لیتر}}{\text{اسب بخار} \times \text{ساعت}} = 0/125$$

 $F = 1000$

$$L_s = 0/5 \times P \times n' \times L_s \times F$$

$$L_s = 0/5 \times 5^\circ \times 300 \times 0/125 \times 1000 = 937500 \text{ ریال}$$

اشتباهات رایج

توضیح دهید : هزینه روغن محاسبه شده شامل روغنی است که هنگام تعویض روغن موتور مصرف می شود و شامل مقدار روغنی که برای جبران کسر روغن موتور به کار می رود یا روغن هایی که در گیربکس و دیفرانسیل و یا در سیستم هیدرولیک به کار می رود و در دیگر روغن های مصرفی نمی شود .

۴-۲۹- هزینه لاستیک تراکتور یا ماشین

توضیح دهید : هر کدام از اجزای تراکتور عمر محدودی دارد و بعد از سپری شدن این زمان دیگر کارکرد درستی ندارد و باید تعویض گردد. میانگین عمر لاستیک تراکتور ۳۰۰۰ ساعت کار در نظر گرفته می شود. بنابراین اگر قیمت آن B در نظر گرفته شود هزینه لاستیک تراکتور برابر خواهد بود.

$$\text{هزینه لاستیک تراکتور} = \frac{B}{3000} = K_f$$

رابطه بالا را روی تخته بنویسید و آن را توضیح دهید : در این رابطه هزینه ساعتی لاستیک را بیان می کند. اگر هزینه سالیانه مورد نیاز باشد هزینه ساعتی در تعداد ساعات کار سالیانه (n') ضرب می شود. رابطه زیر را روی تخته بنویسید.

$$\text{هزینه سالانه کار لاستیک} = K_f \times n'$$

۵-۲۹- هزینه نگهداری و سرویس

توضیح دهید : تراکتور به سرویس هفتگی یا ماهیانه یا بر اساس تعداد ساعات کار کرد مشخص، مثلاً هر ۵۰ ساعت، به سرویس نیاز دارد. در این سرویس از گریس، آب باتری، مواد شست و شو و دیگر مواد به کار برده می شود. اگر هزینه ای را که برای خرید این وسایل به کار می رود بر ساعات کارکرد در این دوره تقسیم کنیم هزینه نگهداری و سرویس ساعتی تراکتور به دست می آید.

مثال : تراکتوری هر ۵۰ ساعت کارکرد یک بار سرویس می شود که هزینه میانگین این سرویس ۲۵۰۰۰ ریال است. تعیین کنید

هزینه ساعتی نگهداری و سرویس این تراکتور برای سرویس ۵۰ ساعتی چقدر می شود؟

پاسخ :

ساعت ۵۰ = تعداد ساعات کارکرد در هر دوره سرویس

ریال ۲۵۰۰۰ = هزینه مصرف شده در هر دوره سرویس

$$\text{هزینه صرف شده جهت سرویس و نگهداری در یک دوره} \\ \text{ساعت کارکرد در یک دوره} = \text{هزینه ساعتی سرویس}$$

$$\text{ریال } ۵۰۰۰ = \frac{۲۵۰۰۰۰}{۵۰} = \text{هزینه ساعتی سرویس}$$

توضیح دهید : اگر این تراکتور در هر سال ۳۰۰ ساعت کارکرد داشته باشد هزینه سالیانه نگهداری و سرویس تراکتور این گونه

محاسبه می شود :

روی تخته بنویسید

تعداد ساعات کار سالیانه \times هزینه ساعتی نگهداری و سرویس = هزینه سالیانه نگهداری و سرویس

$$\text{ریال } ۱۵۰۰۰۰ = ۵۰۰ \times ۳۰۰$$

$$K_0 \times n' = \text{هزینه سالیانه نگهداری و سرویس}$$

و اجزای رابطه را توضیح دهید.

هزینه مربوط به نگهداری و سرویس برای یک ساعت کار تراکتور K_0 تعداد ساعات کار سالیانه تراکتور n'

۶-۲۹ - هزینه های مربوط به تعمیرات

بپرسید :

پرسش : اگر چند دستگاه تراکتور با مدل برابر در شرایط یکسان به کار گرفته شوند نیاز به تعمیرات یکسانی خواهند داشت

یا نیاز تعمیرات آنها گوناگون خواهد بود؟

پس از شنیدن پاسخ هنرجویان، مطلب را این گونه جمع بندی نماید.

تراکتورهایی که مدل و شرایط کاری یکسان دارند به تنظیم و تعمیرات یکسان نیاز خواهند داشت. بنابراین پیش از شروع به

کار تراکتور، می توان برای تعمیرات و هزینه های مورد نیاز آن اقدامات درستی را پیش بینی کرد.

توضیح دهید : در جدول ۷-۲ (صفحه ۱۲۶ کتاب) براساس تجربیات موجود و نیاز قطعات مختلف تراکتور، لیست تعمیرات

لازم براساس ساعات کار تراکتور و نیز تخمین هزینه های لازم برحسب درصد قیمت تراکتور آمده است. در جدول ۷-۳ (صفحه

۱۲۸ کتاب) نیز برای بیشتر ماشین های کشاورزی بدون جزئیات زیاد تعمیرات در دو ستون هزینه سالیانه برای مزرعه ۵۰ هکتاری و

هزینه ساعتی بر حسب قیمت خرید تراکتور آمده است.

مثال (صفحه ۱۲۶) : اگر تراکتوری به قیمت ۵۰/۰۰۰/۰۰۰ ریال خریداری شود برای تخمین هزینه تعمیراتی آن تا ۵۰۰

ساعت کارکرد که شامل تنظیم انژکتور، بازدید پمپ انژکتور، تعویض پیستون ها و رینگ های آن، بازدید جعبه دنده و دیفرانسیل، بازدید

دستگاه هیدرولیک و تعویض لنت ترمز است، چه هزینه ای برای هر ساعت کار کرد آن باید در نظر گرفت؟

پاسخ: با هدایت هنرجویان برای به کار بردن داده‌های جدول ۲-۷ میزان هزینه ۵۰۰۰ ساعت را در ستون هزینه متوسط در ساعت برحسب درصد قیمت خرید مشخص کنید. این عدد ۵٪ است.

سپس با ضرب عدد $\frac{5}{100}$ در قیمت خرید، هزینه متوسط در هر ساعت برحسب درصد قیمت خرید به ترتیب زیر محاسبه

می‌شود. عدد ۱۰۰ در مخرج $\frac{5}{100}$ مربوط به این است که ۵٪ یک در صد از قیمت خرید تراکتور است.

$$\text{هزینه متوسط در ساعت برحسب درصد قیمت خرید} = 5,000,000 \times \frac{5}{100 \times 100}$$

$$5,000,000 \times \frac{5}{100 \times 100}$$

$$= 2500 \text{ ریال}$$

توضیح دهید: اگر هزینه تعمیرات یک ساعت کار تراکتور K_f و ساعت کارکرد سالیانه آن n' باشد هزینه تعمیرات سالانه عبارت

است از:

رابطه زیر را روی تخته بنویسید و اجزای آن را از هنرجویان پرسید.

$$\text{هزینه تعمیرات سالانه} = K_f \times n'$$

مثال: یک تراکتور با قیمت ۲۰۰,۰۰۰,۰۰۰ ریال خریداری شده و عمر مفید آن ۸۰۰۰ ساعت است. موارد زیر را محاسبه

نمائید.

الف) هزینه تعمیرات به صورت هر ساعت کارکرد.

ب) در کل طول عمر مفید تراکتور، هزینه تعمیرات آن چقدر می‌شود.

پاسخ:

مثال را روی تخته به شکل زیر پاسخ دهید.

از جدول ۲-۷ در ستون تعداد ساعات کار، از ابتدا ردیف ۸۰۰۰ ساعت انتخاب می‌گردد و در آن ردیف در زیر ستون هزینه

متوسط در ساعت بر حسب درصد قیمت خرید عدد ۵٪ مشخص می‌شود و همانند مثال قبل برای تعیین هزینه ساعتی تعمیرات

عدد ۵٪ در صد در قیمت خرید تراکتور ضرب می‌شود.

$$\text{ریال} \quad K_f = 200,000,000 \times \frac{5}{100} = 10,000$$

توضیح دهید: پس از محاسبه هزینه ساعتی تعمیرات، هزینه تعمیرات در طول عمر مفید تراکتور به ترتیب زیر به دست می‌آید.

$$\text{هزینه کل تعمیرات در طول عمر مفید} = K_f \times n'$$

$$K_f = 10,000 \text{ ریال}$$

$$n' = 8000 \text{ ساعت}$$

$$\text{ریال} \quad = 10,000 \times 8000 = 80,000,000$$

اشتباهات رایج

در مثال پیش هزینه متوسط تعمیرات برای هر ساعت کار برابر 0.005% درصد قیمت خرید است. یعنی از نظر ریاضی می شود:

$$\frac{0.005\%}{100} = \text{قیمت خرید} = 0.005\% \text{ درصد قیمت خرید}$$

بنابراین دقت شود اگر 0.005% قیمت خرید در نظر گرفته شود، اشتباه است تمامی اعداد موجود در جداول ۲-۷ و ۳-۷، که برحسب درصد قیمت خرید بیان شده اند، مشابه روش مذکور محاسبه شوند.

تمرین: شرکتی یک دستگاه گاوآهن برگردان دار به قیمت $20,000,000$ ریال خریداری کرده است و برای عملیات حسابداری به محاسبه هزینه تعمیرات گاوآهن نیاز دارد. هزینه تعمیرات هر ساعت کارکرد گاوآهن را محاسبه نمایید.

پاسخ:

پس از بررسی پاسخ هنرجویان، پاسخ درست را روی تخته بنویسید.
توضیح دهید: در ستون ساعت بر حسب درصد قیمت خرید در جدول ۳-۷ برای گاوآهن عدد 4% برای گاوآهن آمده است. بنابراین هزینه تعمیرات یک ساعت کار گاوآهن عبارت است از

$$\text{ریال } K_v = 20,000,000 \times \frac{0.04\%}{100} = 8000$$

۷-۲۹- هزینه مربوط به رانندگی یا دستمزد راننده

توضیح دهید: هزینه مربوط به رانندگی یا دستمزد راننده از رابطه زیر به دست می آید.
رابطه را روی تخته بنویسید و اجزای آن را بازگو نمایید.

$$K_v = n' \times \text{هزینه رانندگی}$$

هزینه مربوط به رانندگی تراکتور در هر ساعت K_v

تعداد ساعت کار در سال n'

مثال زیر را روی تخته توضیح دهید.

مثال: مزرعه داری پس از محاسبه پرداخت حقوق راننده تراکتور و در نظر گرفتن ساعات کار او متوجه شد هزینه ساعت کار راننده تراکتور 3000 ریال است. اگر کارکرد تراکتور در سال 1000 ساعت باشد هزینه رانندگی سالانه را محاسبه نمایید.

پاسخ:

$$K_v = 30,000 \text{ ریال}$$

$$n' = 1000 \text{ ساعت}$$

$$K_v \times n' = \text{هزینه رانندگی سالانه}$$

$$= 30,000 \times 1000 = 30,000,000 \text{ ریال}$$

کاردرخانه: اگر حقوق ماهیانه راننده تراکتوری ۴۰۰,۰۰۰ تومان باشد و این راننده در هر ماه با تراکتور ۱۰۰ ساعت کار کند هزینه رانندگی تراکتور را براساس کارکرد تراکتور به دست آورید.
پاسخ:

تومان ۴۰۰,۰۰۰ = حقوق ماهیانه راننده تراکتور

ساعت ۱۰۰ = تعداد ساعات کارکرد تراکتور

؟ = هزینه ساعتی رانندگی تراکتور

$$\text{هزینه ساعتی رانندگی تراکتور} = \frac{\text{حقوق ماهیانه راننده تراکتور}}{\text{تعداد ساعات کارکرد تراکتور}}$$

$$= \frac{۴۰۰,۰۰۰}{۱۰۰} = \text{تومان } ۴۰۰۰$$

برای جمع بندی، هزینه های جاری سالیانه را روی تخته بنویسید و آن را توضیح دهید.

هزینه جاری سالیانه = هزینه سوخت سالیانه + هزینه روغن سالیانه + هزینه لاستیک + هزینه سرویس و نگهداری سالیانه + هزینه سالیانه تعمیرات + هزینه سالیانه رانندگی

$$C_p = 1/5 (P \times n' \times L_s \times F) + n' (K_f + K_d + K_e + K_v)$$

در این رابطه C_p هزینه جاری سالیانه است.

رابطه را روی تخته بنویسید و توضیح دهید

هزینه مستمر تراکتور + هزینه ثابت تراکتور = کل هزینه های ثابت و مستمر تراکتور

$$C_t = C_f + C_p$$

که در رابطه فوق

کل هزینه های ثابت و مستمر تراکتور C_t

هزینه ثابت تراکتور C_f

هزینه مستمر تراکتور C_p

رابطه صفحه ۱۲۹ را به صورت گسترده آن روی تخته بنویسید.

$$C_t = C_f + C_p$$

$$= D + I + K_f + K_p + K_r + 1/5 (P \times n \times L_s \times F) + n' (K_f + K_d + K_e + K_v)$$

«این رابطه با شماره ۹-۷ در کتاب آمده است».

۸-۲۹- کارکرد سالیانه تراکتور در کشت های گوناگون

جدول ۴-۷ صفحه ۱۲۹ را که درباره کارکرد سالیانه تراکتور در کشت های گوناگون است، توضیح دهید.

مثال: با بررسی جدول ۴-۷ کارکرد سالیانه تراکتور را در یک هکتار کشت گندم و ذرت دانه ای مقایسه کنید.

پاسخ: یک هکتار کشت ذرت دانه ای به ساعت کارکرد تراکتور بیشتری نیاز دارد.

تمرین : از بین کاشت‌های چغندر قند، سیب زمینی، نخود و کتان کدام یک ساعات کار تراکتور کمتری در هکتار دارند؟
پاسخ : کتان از دیگر محصولات زراعی به ساعات کار کمتر تراکتور در هکتار نیاز دارد.

اشتباهات رایج

اعداد گفته شده در جدول ۴-۷ برای تراکتوری با قدرت متوسط و ادوات با ظرفیت کاری متوسط بیان شده است. اگر قدرت تراکتور و ظرفیت کاری ماشین تغییر کند ساعات کار تراکتور در یک هکتار برای کشت‌های داده شده در جدول نیز تغییر خواهد کرد.

۹-۲۹ — محاسبه هزینه سالیانه کار ماشین‌های کشاورزی

برای ورود به بحث از هنرجویان بپرسید :

پرسش : چهار ماشین خودگردان و هشت ماشین دنباله بند تراکتور را نام ببرید .

پاسخ نمونه :

(الف) ماشین‌های خودرو شامل : کمباین غلات، چاپر خودگردان، سمپاش‌های بزرگ خودگردان، کمباین پنبه

(ب) ماشین‌های دنباله بند تراکتور شامل : گاواهن، دیسک، بذرکار، کودپاش، سمپاش، بسته بند، ردیف کن، زیر شکن

۱- ۹-۲۹ — محاسبه هزینه سالیانه کار یک ماشین کشاورزی خودگردان

توضیح دهید : همه ماشین‌های خودگردان را می‌توان به وسیله رابطه هزینه تراکتور با لحاظ تفاوت بین آن‌ها محاسبه نمود.

پرسش : آیا در چگونگی برآورد کل هزینه‌های بین تراکتور و کمباین تفاوتی وجود دارد .

پاسخ : محاسبه هزینه‌های سوخت و روغن و سرویس و تعمیرات و رانندگی کمباین مانند محاسبه همین موارد در تراکتور است.

توضیح دهید : برای ماشین‌های خودگردان می‌توان با تغییرات کمی از رابطه ۹-۷ مربوط به کل هزینه‌های ثابت و مستمر

تراکتور استفاده نمود.

تمرین : آیا هزینه ماشین بوجاری غلات را، که به وسیله برق کار می‌کند، می‌توان با رابطه ۹-۷ محاسبه نمود؟ اگر می‌توان چه

تغییراتی در آن رابطه باید به وجود آورد؟

پاسخ : می‌توان هزینه کار ماشین بوجاری غلات را از رابطه ۹-۷ محاسبه نمود. اما به جای هزینه سوخت، باید هزینه برق

مصرفی محاسبه شود و هزینه روغن مصرفی حذف می‌شود. هم چنین، به جای هزینه ساعتی راننده تراکتور، هزینه ساعتی کارگر ساده

محاسبه می‌شود و بقیه اجزای رابطه مذکور مشابه هزینه تراکتور محاسبه می‌گردد.

۲- ۹-۲۹ — محاسبه هزینه سالیانه کار یک ماشین دنباله بند

توضیح دهید : در این نوع ماشین‌ها، هم هزینه تراکتور و هم هزینه ماشین دنباله بند محاسبه می‌شود .

با چند مثال هنرجویان را با اجزای رابطه ۱-۷ صفحه ۱۳۰ کتاب آشنا کنید.

روی تخته بنویسید.

$$\text{هزینه کار ماشین دنباله بند} = \text{هزینه کار تراکتور} + \text{هزینه سالیانه کار یک ماشین دنباله بند} \\ \text{(الف)} \quad \text{(ب)}$$

توضیح دهید : محاسبه هزینه کار ماشین دنباله بند دارای دو جزء الف و ب است. بخش الف پیش از این گفته شد. حال بخش

ب گفته می‌شود .

برای محاسبه هزینه کار ماشین کشاورزی دنباله بند از رابطه ۹-۷ استفاده می‌شود. اما چون در این رابطه تغییرات زیادی داده

می‌شود به صورت رابطه ۱-۷ صفحه ۱۳۰ کتاب در می‌آید .

رابطه ۱۰-۷ را روی تخته بنویسید و اجزای آن را توضیح دهد.

$$C_m = D + I + K_1 + K_2 + K_3 + n'(K_4 + K_5 + K_6 + K_7)$$

که در آن

C_m = هزینه‌های ثابت و جاری سالیانه ماشین‌های کشاورزی برحسب ریال

D = استهلاک سالیانه

I = سود سالانه سرمایه

n = تعداد سال‌های استفاده از ماشین‌های کشاورزی

K_1 = هزینه بیمه سالیانه ماشین به ریال

K_2 = هزینه مربوط به مالیات و عوارض سالیانه ماشین به ریال

K_3 = هزینه مربوط به گاراژ در سال به ریال

K_4 = هزینه لاستیک برای یک ساعت کار ماشین به ریال

K_5 = هزینه مربوط به نگهداری و سرویس برای یک ساعت کار ماشین به ریال

K_6 = هزینه مربوط به تعمیرات برای یک ساعت کار ماشین به ریال

K_7 = هزینه مربوط به دستمزد کارگران در صورت داشتن

n' = تعداد ساعات کار ماشین در سال

پرسش: آیا ماشین‌های دنباله بند زیر همه موارد گفته شده در رابطه ۱۰-۷ را دارند؟ موارد تفاوت را ذکر نمایید.

الف) گاوآهن برگردان دار

ب) دیسک بشقابی

ج) نشا کار

پاسخ:

پس از دادن فرصت کافی به هنرجویان، تک تک موارد رابطه ۱۰-۷ را مورد بررسی قرار دهید و در صورت نیاز پاسخ را روی تخته بنویسید.

الف) گاوآهن برگردان فاقد چرخ است و به کارگر هم نیاز ندارد. بنابراین K_4 و K_5 از رابطه ۱۰-۷ حذف می‌شود.

ب) دیسک بشقابی نیازی به کارگر جداگانه ندارد. بنابراین K_7 از رابطه ۱۰-۷ حذف می‌شود.

ج) نشا کار تمامی موارد رابطه ۱۰-۷ را داراست.

از هنرجویان بخواهید برای جلسه آینده تمرین صفحه ۱۳۱ کتاب را انجام دهند و ارائه نمایند.

منابع مرتبط

- مدیریت تراکتور و ماشین‌های کشاورزی، ترجمه دکتر بهروز لار، انتشارات دانشگاه تهران
- مبانی مکانیزاسیون، تألیف دکتر الماسی و همکاران، انتشارات حضرت معصومه (س)
- مدیریت ماشین‌های کشاورزی، دکتر مدرس رضوی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد

آموزه‌سی‌ام

تمرین دوره‌ای

منابع

- ۱- محاسبات فنی (۲) رشته صنایع چوب، شماره ۴۷۸/۳، اسدی. محمود. فرخ‌نیا همدانی، علی‌اکبر، وزارت آموزش و پرورش تهران، (۱۳۷۷).
- ۲- مبانی مکانیزاسیون کشاورزی، الماسی. مرتضی، کیانی شهرام، لویمی. نعیم، انتشارات حضرت معصومه، (۱۳۷۸).
- ۳- ماشین‌ها و تأسیسات ثابت زراعی، برقی. سید علیمحمد، انتشارات دانشگاه تهران، (۱۳۵۳).
- ۴- اصول طراحی ماشین‌های کشاورزی، بهروزی لار. منصور، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی تهران، (۱۳۷۸).
- ۵- مدیریت تراکتور و ماشین‌های کشاورزی، بهروزی لار. منصور، انتشارات دانشگاه تهران، (۱۳۶۹).
- ۶- اتصال ماشین‌های یدک‌کش، بیرجندی. مجید، احدی. حمید، وزارت آموزش و پرورش تهران، (۱۳۷۸).
- ۷- محاسبات فنی (۲)، رشته صنایع خودرو، شماره ۴۶۵/۶، تولا. محمدحسن، ملکی. اسدالله و قاسمی. حسن، وزارت آموزش و پرورش تهران، (۱۳۷۳).
- ۸- اجزای ماشین، برقی. سید علیمحمد، انتشارات دانشگاه تهران، (۱۳۷۹).
- ۹- محاسبات فنی (۱)، گروه تحصیلی مکانیک، شماره ۳۵۶، خادمی اقدم صمد، نصیری زنوزی بهروز، وزارت آموزش و پرورش تهران، (۱۳۷۷).
- ۱۰- محاسبات فنی (۲)، رشته‌های ساخت و تولید - طراحی و نقشه‌کشی شماره ۴۶۱/۸، خادمی اقدم، صمد، نصیری. زنوزی بهروز، وزارت آموزش و پرورش تهران، (۱۳۷۳).
- ۱۱- توان موتور تراکتور، رنجبر. ایرج، قاسم‌زاده. حمیدرضا، داودی. شهاب، انتشارات دانشگاه تبریز، (۱۳۷۹).
- ۱۲- اصول ماشین‌های کشاورزی، جلد اول، شفیعی. سیداحمد، انتشارات دانشگاه تهران، (۱۳۷۲).
- ۱۳- طراحی اجزای ماشین، شادروان. ایرج، انتشارات علمی و صنعت تهران، (۱۳۷۲).
- ۱۴- علوم مهندسی برای تکنسین‌های مکانیک، ضیایی، مجتبی، تهران، (۱۳۶۹).
- ۱۵- انطباقات در صنعت براساس استاندارد ملی مهارت، مظهری. سیدمحمود، سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور، تهران، (۱۳۶۸).
- ۱۶- تراکتور و ماشین‌های کشاورزی، جلد اول، منصوری راد. داود، انتشارات دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان، (۱۳۶۸).
- ۱۷- تراکتور و ماشین‌های کشاورزی، جلد دوم، منصوری راد. داود، انتشارات دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان، (۱۳۷۲).
- ۱۸- حساب فنی سال اول هنرستان، رشته اتومکانیک کد، ۴۰۵، (۱۳۶۹).
- ۱۹- جداول و استانداردهای طراحی و ماشین‌سازی، ولی‌نژاد. عبدالله، طراح، (۱۳۸۲).

