بسم الله الرحمن الرحیم

نقشه کشی فنی رایانه ای

رشته های : الکتروتکنیک - الکترونیک - شبکه و نرم‌افزار رایانه
گروه برق و رایانه
شاخهٔ فنی و حرفه‌ای
پایهٔ دهم دورهٔ دوم متوسطه

۱۳۹۵

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

نام کتاب: نقشه‌کشی فنی رایانه ای - ۲۱۰۲۰۱
پدیدآورنده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای وکاردانش
شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف: سید محمود صموتی - حسن عبداله زاده - مجتبی انصاری پور - مهناز کارکن(اعضای شورای برنامه ریزی)
سعید آقایی-محمد خواجه‌حسینی-حسن عبداله‌زاده (اعضای گروه تألیف بخش اول) علیرضاحجرگشت (گروه تألیف بخش دوم) محمود شبانی - مهین ظریفیان‌جولایی-سیدعلی‌صموتی - شهرام نصیری سوادکوهی - سیدمحمودصموتی (اعضای گروه تألیف بخش‌سوم) - حسین داودی (ویراستار)
مدیریت آماده‌سازی هنری: ادارهٔ کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
شناسه افزوده آماده‌سازی: سعید آقایی-پروانه رستمی (صفحه آرا)
نشانی سازمان: تهران: خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)
تلفن: ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱، **دورنگار:** ۸۸۳۰۹۲۶۶ ، **کد پستی:** ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
وب سایت: www.chap.sch.ir
ناشر : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران ـ کیلومتر ۱۷ جادهٔ مخصوص کرج ـ خیابان ۶۱ (دارو پخش) **تلفن :** ۵ ـ ۴۴۹۸۵۱۶۱، **دورنگار:** ۴۴۹۸۵۱۶۰/
صندوق پستی: ۱۳۹ـ ۳۷۵۱۵
چاپخانه: شرکت چاپ ونشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ اوّل ۱۳۹۵

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به‌صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس‌برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

شابک ۲ - ۲۵۶۹ - ۰۵ - ۹۶۴ - ۹۷۸ **ISBN 978 – 964 – 05 – 2569–2**

ما باید زحمت بکشیم تا درهمه جناح‌ها خودکفا باشیم امکان ندارد که استقلال به‌دست بیاید، قبل از اینکه استقلال اقتصادی داشته باشیم، اگر ما بنا باشد که در اقتصاد احتیاج داشته باشیم، در چیز های دیگرهم وابسته خواهیم شد و همین طور اگر در فرهنگ، ما وابستگی داشته باشیم، در اساس مسائل وابستگی پیدا می کنیم.

امام خمینی (قدس سِرّه الشریف)

بخش اول

مشترک گروه

فهرست

پیشگفتار ۷

فصل ۱: نقشه‌خوانی ۹

- نقشه ۱۰
- ابزارهای نقشه‌کشی ۱۳
- کاغذ ۱۵
- خط ۱۶
- رسم نما ۲۰
- نقشه‌خوانی ۳۱
- اندازه‌گذاری ۳۴

فصل ۲: ترسیم نقشه ۳۷

- ترسیم به کمک رایانه ۳۸
- آشنایی با فضای کار اتوکد و دستورهای عمومی ۴۱
- روش‌های اجرای دستور ۴۲
- کار با سیستم‌های مختصات و ورود اطلاعات ۴۶
- ترسیم نقشه‌های دوبعدی ۴۹
- اندازه‌گذاری در اتوکد ۷۸

بخش دوم

رشته‌های : الکتروتکنیک – شبکه و نرم افزار رایانه

فصل ۳: نقشه‌برداری از روی قطعه ۸۷

- نقشه با دست آزاد ۸۸
- رسم خط راست ۹۰
- رسم مربع، مستطیل ۹۲
- رسم دایره ۹۴
- اندازه و تناسب ۹۵
- رسم سه‌بعدی ۹۷
- نقشه‌برداری صنعتی ۱۰۳

فصل ۴: کنترل کیفیت نقشه ۱۰۵

- چراکنترل کیفیت مهم است ۱۰۶
- مفاهیم پایه اندازه‌گیری ۱۱۰

فصل ۵: ترسیم پروژه با رایانه ۱۵۷

- اجرای پروژه ۱۱۶
- پروژه رشته تحصیلی الکتروتکنیک ۱۱۷

بخش سوم

رشتهٔ : الکترونیک

فصل ۳: نرم افزار های نقشه کشی وشبیه سازی الکترونیکی ۱۲۱

- آموزش نرم افزار های شبیه سازی الکترونیکی ۱۲۲
- کاربرد قطعات در نرم افزار ۱۳۵
- سلف ۱۴۸
- ترانسفورماتور در نرم افزار ۱۵۶
- ساخت زاویه ۱۳۹
- دیود ۱۶۰
- ترانزیستور ۱۶۸
- دروازه های منطقی ۱۷۰

فصل ۴: اجرای پروژه ۱۷۵

- فرایند اجرای پروژه ۱۷۶

فصل ۵: کنترل کیفیت نقشه ۱۸۱

- کنترل کیفیت ۱۸۲

منابع ۱۹۲

سخنی با هنرجویان عزیز

نقشه زبان انتقال مفاهیم و ایده‌ها در صنعت است. تمامی افراد متخصص و اهل فن در هر یک از مشاغل، زمانی‌که به درجه‌ای از شایستگی‌های فنی می‌رسند درک و فهم یکسان از شکل و فرآیند ساخت و تولید قطعات و ماشین‌آلات صنعتی خواهند داشت. از سوی دیگر در دنیای پیشرفته امروزی استفاده از مواد جدید و به‌کارگیری فناوری‌ها نوین، آن‌قدر گسترش یافته‌اند که عملاً بدون داشتن نقشه، تعمیر، نگهداری و تولید محصولات صنعتی، امکان پذیر نخواهد بود. در برخی از پروژه‌ها ساخت یک محصول، ترکیبی از فرایند های مختلف است که اجباراً باید در واحدهای مختلف صنعتی و جدا از هم انجام شود ضروری است که افراد شاغل در این واحدها،با آنکه دارای مشاغل مختلفی هستند درک و فهم مشترکی از فرایند ساخت این محصول داشته باشند.

بنابراین تنها نقشه است که می‌تواند فهمی مشترک برای تولید یک محصول استاندارد و یک پارچه بین کارگران ماهر، تکنیسین‌ها و طراحان ایجاد کند.

با بررسی و مطالعه نیازهای گسترده مشاغل مختلف در گروه برق و رایانه در شورای تخصصی رشته ها، تصمیم برآن شد تا در پایه دهم برای تمامی رشته های گروه برق و رایانه درسی با عنوان نقشه‌کشی فنی رایانه‌ای طراحی شود که بتواند دانش و مهارت پایه مورد نیاز نقشه خوانی این گروه را تامین نماید. با توجه به تنوع رشته‌ها سعی شده است اصول و مفاهیم نقشه‌کشی و استفاده از نرم افزار های نقشه‌کشی طوری آموزش داده شود که متناسب با سطح علمی هنرجویان باشد.

کتاب پیش رو برای گروه برق و رایانه شاخه فنی و حرفه‌ای بر اساس برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران و استاندارد بین المللی مانند ایزو(ISO) و استاندارد ملی و استفاده از نمادهای بین‌المللی IEC و در سه بخش حرفه ای برنامه ریزی و تالیف شده است. این سه بخش به شرح زیر است:

بخش اول شامل دو فصل اول و دوم است که در فصل اول مفاهیم و اصول نقشه‌خوانی، کاربرد ابزار و ترسیم دستی به طور خلاصه آموزش داده می شود. نظر به اینکه در گروه برق و رایانه نرم افزارهای متعددی به کار می‌رود، در فصل دوم با نرم افزار اتوکد آشنا می‌شوید و طریقه ترسیم نمادهای مختلف از جمله نمادهای الکتریکی و الکترونیکی را با استفاده از آن می‌آموزید.

بخش دوم شامل سه فصل است که برای رشته های الکتروتکنیک و شبکه و نرم افزار رایانه تدوین شده است. در فصل سوم تفکر تجسمی با استفاده از ترسیم نقشه‌ها با روش دست آزاد به زبانی ساده و روان بیان شده است و اصول نقشه‌برداری از یک قطعه یا بنای ساخته شده برای رسیدن به مهارت و توانایی طراحی مقدماتی با دست آموزش داده می شود و شما قادر خواهید بود طرح‌های ساده‌ای از یک نقشهٔ تاسیسات برقی یا شبکهٔرایانه ای ساختمان را ترسیم نمایید.

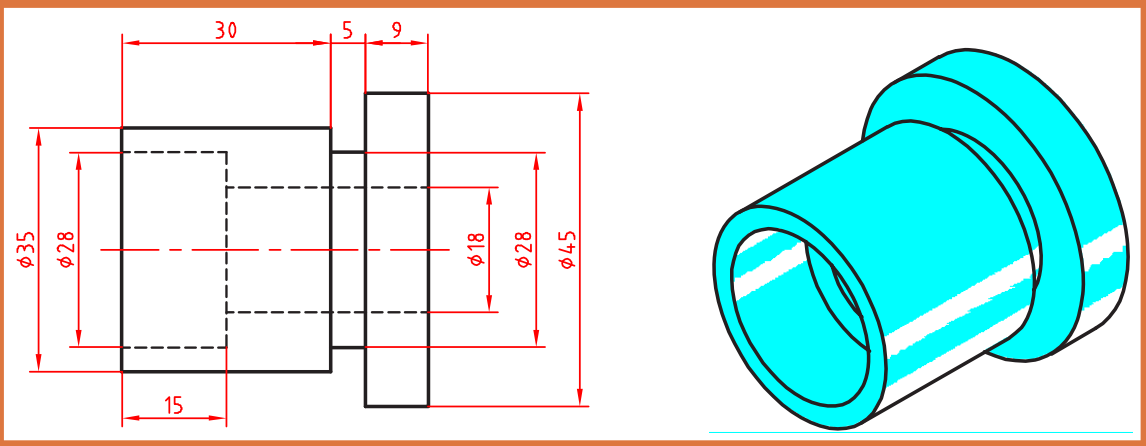
در فصل چهارم با اصول کنترل کیفیت آشنا می شوید و در فصل پنجم با معرفی پروژه و اهمیت آن در رشتهٔ تحصیلی با اطلاعات مفیدی درباره انواع و روش‌های اجرای پروژه ارائه شده و در انتها

تعدادی نقشه به عنوان پروژه مرتبط با فعالیت های کارگاهی معرفی شده و شما با ترسیم این نقشه‌ها توانایی ترسیم نقشه‌های مرتبط با حرفه خود را کسب خواهید نمود.
بخش سوم نیز مانند بخش دوم شامل سه فصل سوم و چهارم و پنجم است که برای رشته الکترونیک تدوین شده است.
در فصل سوم هنرجویان عزیز با استفاده از رایانه و نرم افزارهای مرتبط مانند مولتی‌سیم، مهارت‌های خود را توسعه داده و مطابق با استانداردهای بین‌المللی، ملی و محلی (بازار کار) می‌توانید نقشه مدارهای الکترونیکی را ترسیم و عملکرد آن را شبیه سازی کنید. در فصل چهارم نقشه تعدادی پروژه مرتبط با درس کارگاهی را ترسیم و عملکرد آنها را شبیه سازی می‌کنید.
در فصل پنجم به کنترل کیفیت می پردازند و نقشه‌های ترسیمی خود را از نظر کیفیت کنترل می نمایید.
آنچه که مسلم است شما در این درس مهارت مقدماتی نقشه‌کشی و استفاده از رایانه در نقشه‌کشی راکسب خواهید کرد و مهارت‌های تخصصی نقشه‌کشی و نقشه‌خوانی رشته خود را در سال های بعد فراخواهید گرفت.

دفتر تالیف کتاب های درسی فنی و حرفه ای و کاردانش

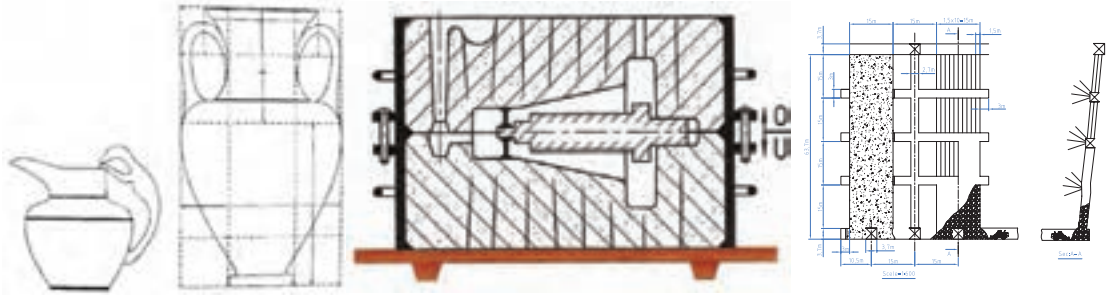
فصل ۱

مفاهیم و اصول نقشه‌خوانی

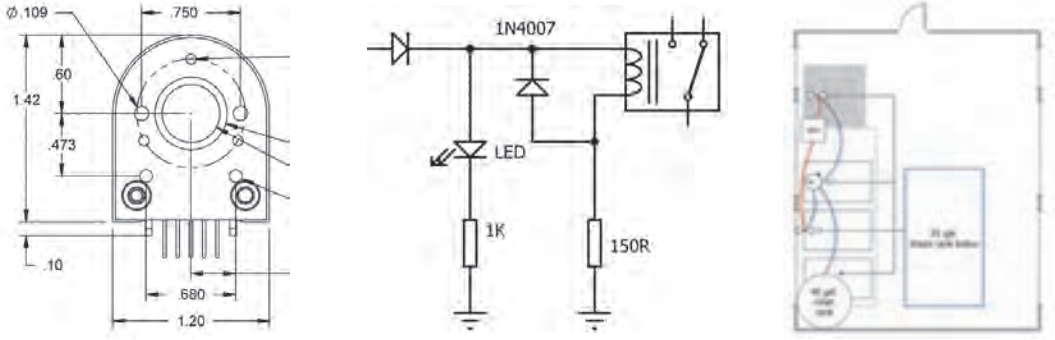


نقشه

چرا نقشه؟ هر زبانی دارای الفبا و واژه‌هایی مخصوص به خود است. صنعت نیز با گسترش بی‌اندازه خود نیاز به زبانی دارد که به کمک آن، صنعتگران و طراحان بتوانند مفاهیم ذهنی خود را به هم منتقل کنند.
نقشه شکلی است دارای خط، نشانه و نوشته که بر پایه یک نیاز و طبق استاندارد کشیده می‌شود.
در شکل ۱-۱ نمونه‌ای از نقشه‌های رشته‌های زمینه صنعت ارائه شده است. برای این که تمام نقشه‌های کشیده



معدن　　متالورژی　　سرامیک



الکتروتکنیک　　الکترو نیک　　مکاترونیک

شکل ۱-۱

شده، توسط افراد مختلف تفسیرها و برداشت‌های گوناگون نداشته باشد، باید از قواعد یکسانی به نام استاندارد پیروی کنند. **استاندارد دستوری برای ایجاد هماهنگی است**. در مورد نقشه و نقشه‌کشی، این دستورات با عنوان توصیه‌نامه و با شماره‌های معین، به‌وسیله سازمان جهانی استاندارد، با نام اختصاری ISO[1] ارائه می‌شود. موسسه استاندارد ایران با نام اختصاری ماتصا (موسسه‌استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران)[2] این استاندارد را پذیرفته است و بنابراین نقشه‌کشی بر اساس این استانداردها انجام می‌شود.

فرض کنید می‌خواهید یکی از وسایل نشان داده شده در شکل ۲-۱ را بسازید:

قفس پرنده، (مفتول فولادی)	کلید روشن و خاموش، (پلاستیکی)	یاتاقان، (فولادی)	میز، (چوبی)

شکل ۲-۱

فعالیت: بدون نقشه و تنها با توضیح، ایده خود را به سازنده منتقل کنید تا او این وسیله را برای شما بسازد.

.....

.....

.....

آیا از توضیحات شما و همکلاسی‌هایتان یک برداشت می‌شود؟

آیا می‌توانید بگویید که محصولی مانند خودرو از چند قطعه تشکیل شده است؟ برای توضیح آنها نیاز به چه حجمی از اطلاعات است؟ آیا همه اینها نیاز به استفاده از نقشه در تولید و ساخت قطعه دارند؟.

دسته‌بندی نقشه‌ها:

نقشه را از دو نظر می‌توان دسته‌بندی کرد:

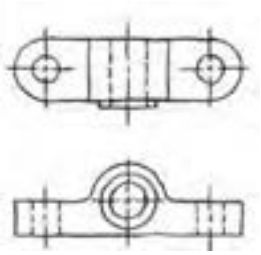
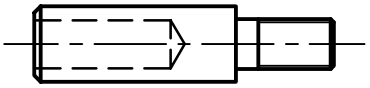
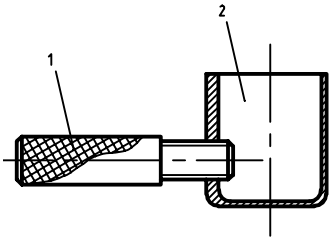
۱. روش‌های ترسیم نقشه

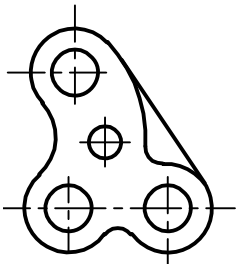
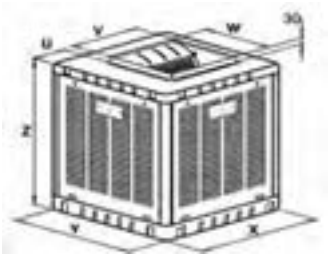
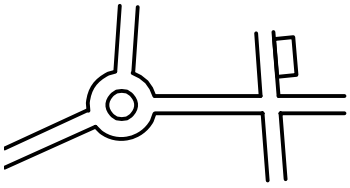
۲. کاربرد نقشه در حرفه‌های مختلف

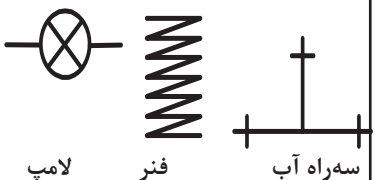
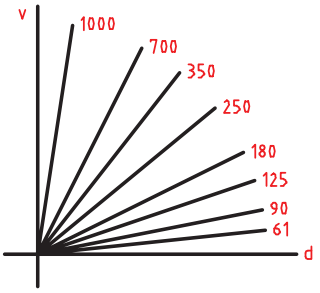
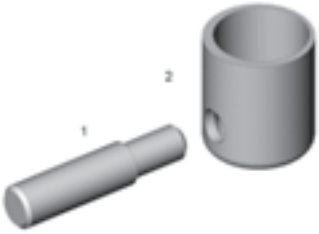
۱. International Organization for Standardization

۲. Institute of Standards and Industrial Research of Iran

در شکل ۳-۱ انواع نقشه‌ها با توجه به روش‌های ترسیم دیده می‌شود.

نقشه با دست آزاد (اسکچ)	نقشه ساده	نقشه مرکب (ترکیبی)
		
نقشه‌ای است که با دست و تقریباً با اندازه‌های متناسب کشیده می‌شود.	نقشه‌ای است که فقط یک قطعه در آن رسم شده باشد.	نقشه‌ای است که اجزاء یک مجموعه را در کنار هم معرفی می‌کند.

نقشه هندسی	تصویر مجسم	کروکی
		
نقشه‌ای است که با استفاده از اصول هندسی ترسیم شود.	نقشه‌ای است که قطعه را به‌صورت سه‌بعدی نشان دهد.	نقشه‌ای است که با دست یا با ابزار رسم شود و در آن نیازی به رعایت تناسب اندازه‌ها نیست.

نقشه اختصاری	نقشه نموداری	نقشه انفجاری
		
نقشه‌ای است که قطعات مختلف را به‌صورت نمادین و مختصر معرفی می‌کند.	نقشه‌ای که با کمک آن می‌توان آمار یا مقادیر محاسباتی را تعیین کرد.	نقشه‌ای است که به کمک آن می‌توان اجزاء یک مجموعه را به‌صورت سه‌بعدی رسم کرد.

شکل ۳-۱

ابزارهای نقشه‌کشی

برای رسم یک نقشه خوب، نیاز به ابزارهایی هست. ابزارهای اصلی رسم یک نقشه در شکل (۴-۱) دیده می‌شود.

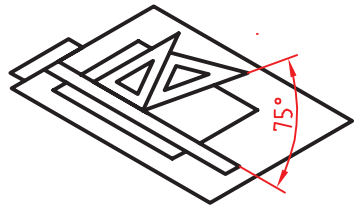
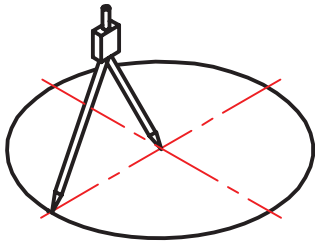
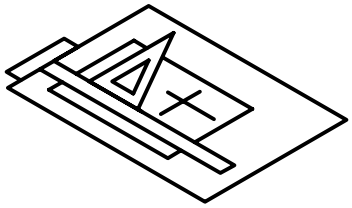
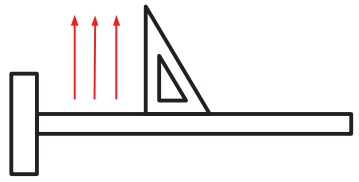
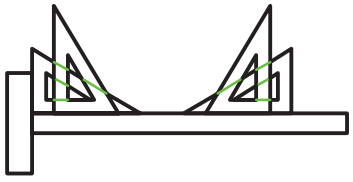
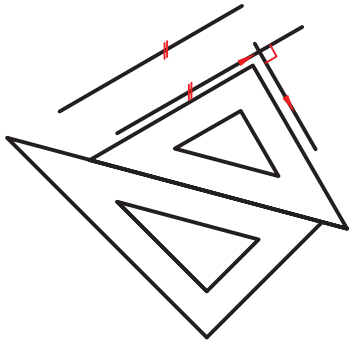
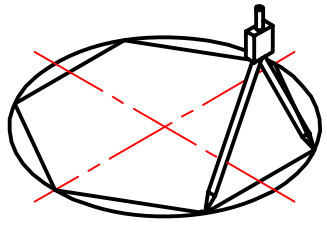
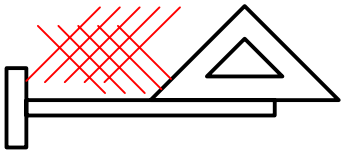
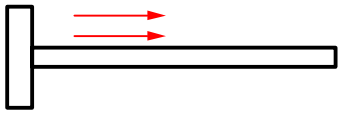
پرگار	گونیای ۳۰ درجه و ۴۵ درجه	خط‌کش تی
مداد، مدادتراش، پاک‌کن، چسب	میز نقشه‌کشی	تخته‌رسم

شکل ۴-۱

با کاربرد ابزارهای نشان داده شده آشنا هستید. این ابزارها باید به‌گونه‌ای مناسب انتخاب شود، زیرا هر انتخاب نامناسب می‌تواند موجب اتلاف وقت، هزینه و آسیب روانی شود.

دقتِ ابزارهایی چون گونیا و خط‌کش تی، یک میلی‌متر است. همچنین یکای (واحد) مورد استفاده در نقشه‌های حِرَف مختلف متفاوت است. به طور مثال در نقشه‌های گروه مواد و فراوری و برق و رایانه میلی‌متر و در برخی از نقشه‌های عمران، معماری و ساختمان سانتی‌متر و متر به کار می‌رود.

در نقشه‌های صنعتی اندازه‌ها برحسب میلی‌متر است و اعداد بدون یکا (mm یا ...) روی نقشه نوشته می‌شود.در شکل ۵-۱ کاربردهایی از ابزارهای نقشه‌کشی مشاهده می‌شود.

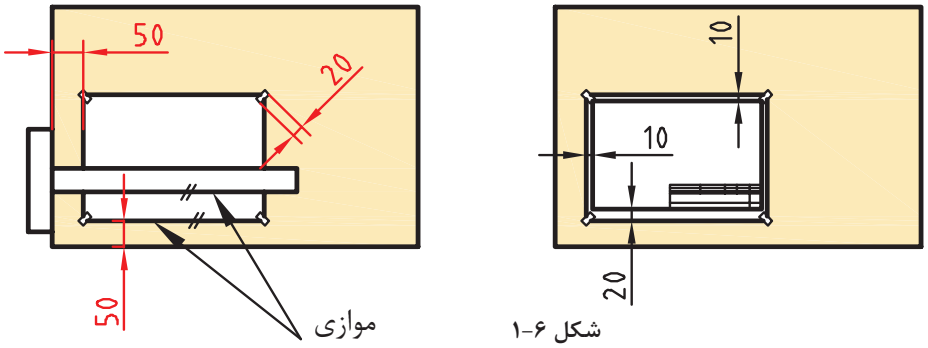
		
ترسیم زاویه‌های ۰ تا ۳۶۰ درجه با تغییرات ۱۵ درجه	ترسیم دایره به کمک پرگار	ترسیم خط‌های افقی و عمودی به کمک خط‌کش و گونیا
		
ترسیم خط عمودی (از پایین به بالا) توسط خط‌کش و گونیا	ترسیم زاویه‌های ۳۰ و ۶۰ درجه با گونیا	ترسیم خط موازی با خط دیگر یا عمود بر آن به کمک دو گونیا
		
تقسیم و تبدیل دایره به چندضلعی	ترسیم خطوط هاشور و ضربدری	ترسیم خط‌های افقی (از چپ به راست)

شکل ۵-۱

کاغذ

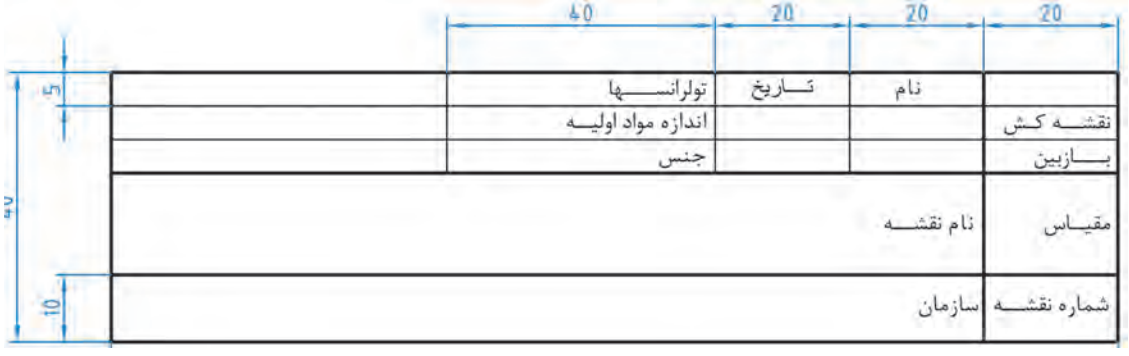
رسم نقشه روی کاغذ انجام می‌شود، که معمولاً سفید است. انتخاب اندازه کاغذ با توجه به ابعاد نقشه صورت می‌گیرد. **معروف‌ترین اندازه کاغذ، A_4 می‌باشد که دارای ابعاد ۲۱۰ * ۲۹۷ میلی‌متر است.**

یک کاغذ A_4 را به کمک چهار تکه چسب به تخته‌رسم بچسبانید. دقت کنید که کاغذ کاملاً صاف چسبیده باشد. اکنون به کمک خط‌کش و گونیا و مداد، یک کادر به فاصله ۱۰ میلی‌متر از هر طرف و ۲۰ میلی‌متر از پایین رسم کنید.
در گوشه سمت راست کادر، یک جدول مطابق شکل رسم کنید.
در شکل ۶-۱ جزئیات بیشتر برای چسباندن کاغذ و رسم کادر را ببینید.



شکل ۶-۱

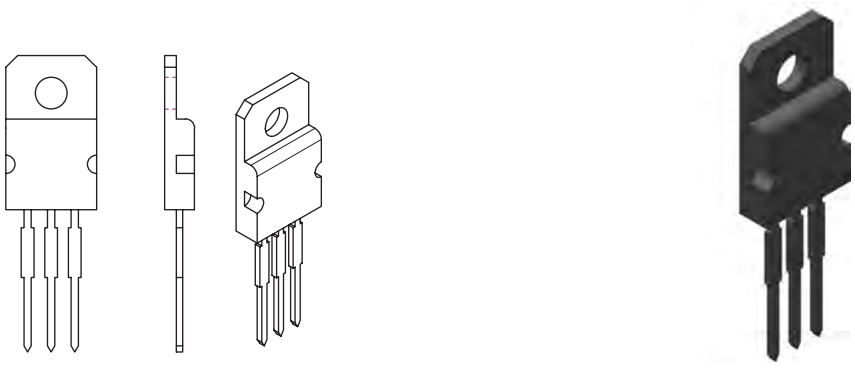
جدول نقشه دارای موارد مختلفی است. یک نمونهٔ پیشنهادی را در شکل ۷-۱ مشاهده کنید.



شکل ۷-۱

جدول را تا حد ممکن پر کنید و نتیجه را به هنرآموز خود ارائه دهید.

با چسباندن کاغذ A_4، پس از رسم کادر و جدول، هر یک از تصاویر داده‌شده در شکل ۸-۱ را بدون اندازه گذاری رسم کنید. روی یک برگ شکل a و روی برگ دیگر شکل b را با اندازه‌های دو برابر رسم کنید. می‌توانید به‌جای شکل b، طرحی هندسی با نظر و سلیقه خود بکشید.

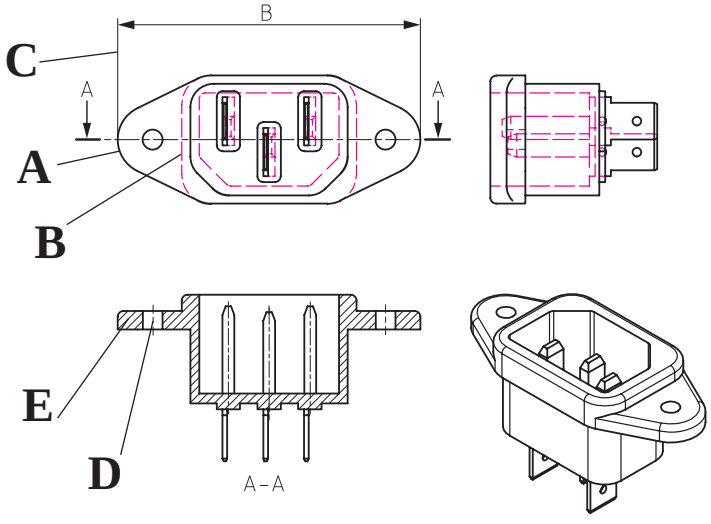


شکل ۸-۱

به کمک ابزار، اندازه‌ها را دقیق انتخاب و رسم کنید.
کوشش کنید که از هر برگ کاغذ و ابزار درست استفاده شود.
از ابزارهای نقشه‌کشی به‌خوبی مراقبت کنید. از آنها فقط برای ترسیم استفاده کنید.
پس از تمام شدن کار، آنها را با دقت در جای خود قرار دهید.
پیامد هرگونه اتلاف یا اسراف کاغذ، ابزار یا زمان، تنها متوجه خود فرد نمی‌شود، بلکه دیگران را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد.

خط

خط مهم‌ترین عامل در ترسیم نقشه است. استاندارد ایزو (ISO)، هفت گروه خط را معرفی می‌کند. هر گروه، دارای یک خط اصلی یا ضخیم، یک خط متوسط و یک خط نازک است. کاربرد هر خط را در شکل ۹-۱ ببینید.



شکل ۹-۱

در شکل ۹-۱ انواع خطوط با حروف نمایش داده شده است به این معناست که هر خط دارای ضخامت خاص است.

A. خط ضخیم برای نمایش لبه‌های جسم است که دیده می‌شود.

B. خط متوسط برای نمایش لبه‌هایی از جسم است که در نماها دیده نمی‌شود.

C، D و E خط نازک برای خطوط اندازه، هاشور، کمکی، محور، شکستگی و ... به کار می‌رود.

شما برای ترسیم‌های خود همواره این شکل را الگو قرار دهید.

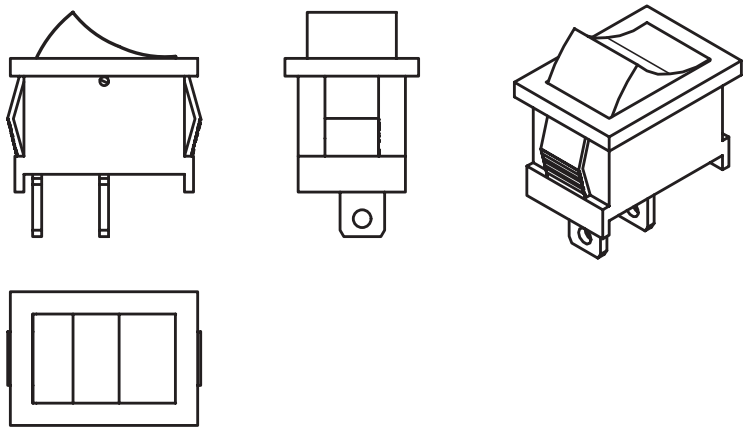
هر خط ضخیم به‌عنوان سرگروه در یک گروه خطی است. روشن است که برای همهٔ اندازه‌های کاغذ نمی‌توان خطی با ضخامت یکسان به کار برد. پس استاندارد ایزو ISO هفت گروه خط را در جدول ۱-۱ معرفی کرده است.

جدول ۱-۱: گروه‌های خطی

گروه	خط اصلی d	خط متوسط d'	خط نازک d''	ضخامت خط اصلی	مناسب برای کاغذ
۱	۲	۱/۴	۱		خیلی بزرگ
۲	۱/۴	۱	۰/۷		A_0
۳	۱	۰/۷	۰/۵		A_0
۴	۰/۷	۰/۵	۰/۳۵		$A_1 - A_0$
۵	۰/۵	۰/۳۵	۰/۲۵		$(A_2)A_3 - A_1 - A_0$
۶	۰/۳۵	۰/۲۵	۰/۱۸		$A_4 - A_3 - A_2$
۷	۰/۲۵	۰/۱۸	۰/۱۳		$A_5 - A_4$

در گروه خطی ۰/۵، طول هر پاره‌خطِ خط‌چین ۳ و فاصلهٔ بین آنها ۱ میلی‌متر است.

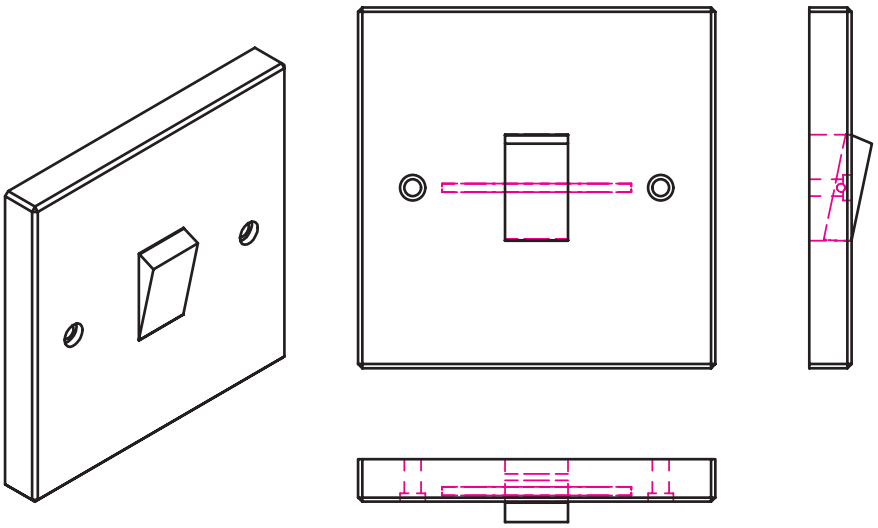
یک کاغذ A۴ را به‌صورت افقی بچسبانید و طرح دوبعدی شکل ۱۰-۱ را روی آن ترسیم کنید. دقت کنید که خطوط با ضخامت مناسب رسم شوند. برای ترسیم از مداد نوکی ۰/۵ نیز می‌توانید استفاده کنید.روی نقشه خود اندازه‌گذاری نکنید.



شکل ۱۰-۱

اگر بتوانید خطوط نازک و متوسط را به‌گونه‌ای رسم کنید که تفاوت ضخامت آنها با هم و نیز با خط اصلی مشخص باشد، کارتان قابل قبول است.

فعالیت: یک کاغذ A_4 را به‌صورت افقی بچسبانید و شکل ۱۱-۱ را با رعایت موارد گفته شده در فعالیت قبل، روی آن ترسیم کنید.



شکل ۱۱-۱

نکته : نشانه‌های Ø و R به ترتیب نماینده قطر و شعاع دایره است.
در نقشه‌کشی، تناسب خط، انتخاب جای شکل، تنظیم جدول، ترسیم کادر، زیبایی خط نوشتن و... را در نظر بگیرید.

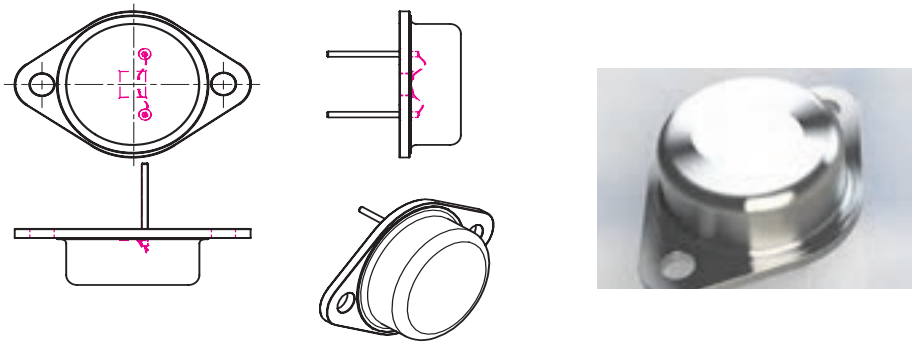
شخصیت هر فرد با مجموعه دریافت‌هایش از محیط، شکل می‌گیرد. دقت در انجام کار و رعایت حقوق دیگران از مصادیق تعهد و اخلاق حرفه‌ای است.

نظر هنرآموز را در مورد نقشه‌های کشیده شده جویا شوید و با مشورت سایر هنرجویان بهترین نقشه کشیده شده در کلاس را مشخص کنید.

پرسش

۱ نقشه چیست؟ اهمیت آن را در تولید به صورت مختصر بنویسید.
۲ خط را تعریف کنید و اهمیت آن را در پدید آمدن نقشه شرح دهید.
۳ در مورد چگونگی نصب و تنظیم کاغذ توضیح دهید.
۴ هرگونه تضییع وسایل و حتی اتلاف وقت چه پیامدهایی دارد؟ پیامدهای آن تنها متوجه شخص است یا شامل دیگران هم می‌شود؟ چرا؟ به صورت مختصر شرح دهید.
۵ در مورد تقسیم کاغذ و اندازه‌های استاندارد آن توضیح دهید.

نقشه دوبعدی شکل ۱۲-۱ را به کمک ابزار رسم کنید.

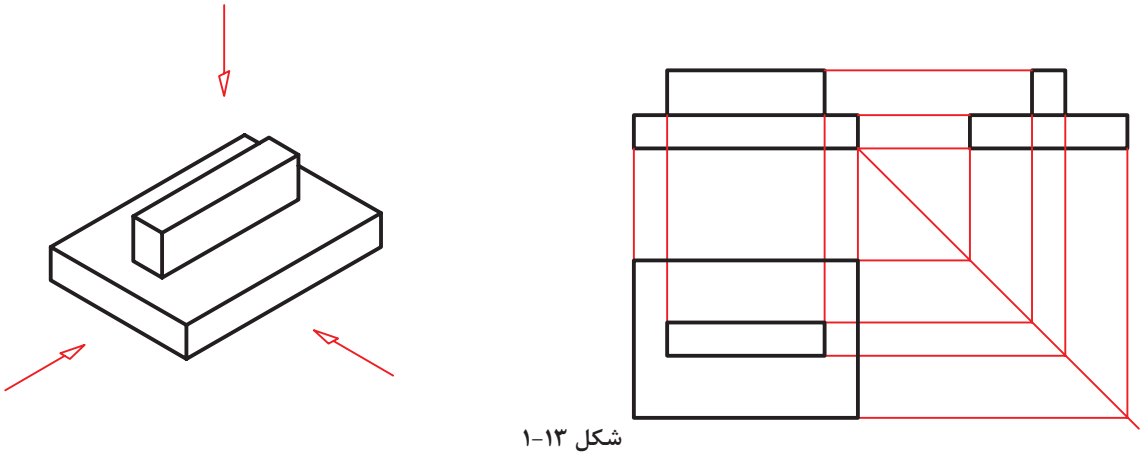


شکل ۱۲-۱

طرحی از یک وسیله‌ای را که می‌شناسید رسم کنید (مثلاً ساعت، رادیو و ...).

رسم نما

به نماهایی که در شکل ۱۳-۱ ارائه شده است، نگاه کنید.

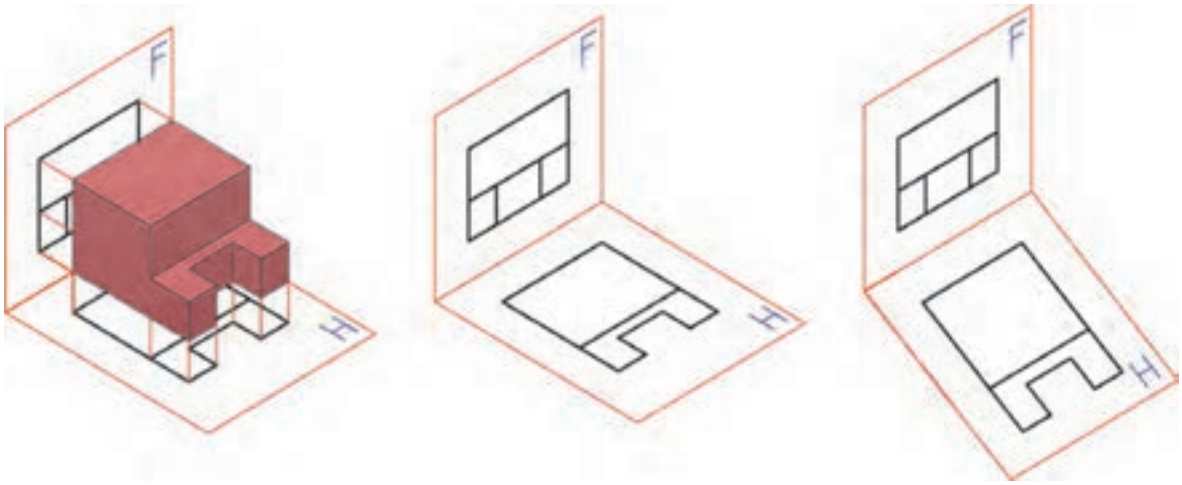


شکل ۱۳-۱

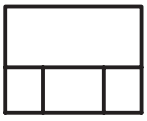
در شکل ۱۳-۱ یک تخته‌پاک‌کن به دو حالت ترسیم شده است. در سمت چپ شکل سه‌بعدی و در سمت راست شکل دوبعدی. در درس کار و فناوری پایه هفتم با طریقه ترسیم سه نما از روی جسم آشنا شدید. در این قسمت ابتدا به یادآوری مباحث و سپس به تمرین بیشتر برای درک بهتر نقشه‌خوانی خواهیم پرداخت.

برای ترسیم نقشه دوبعدی از هر جسم سه تصویر از سه سمت: از جلو(نمای روبه‌رو)، از بالا (نمای افقی) و از چپ (نمای جانبی) رسم می‌شود. در نتیجه سه نمای متفاوت به دست می‌آید. این نماها طبق اصول نقشه‌کشی باید در جاهای معینی قرار گیرند تا نقشه شکل گیرد. به شکل ۱۴-۱ با دقت نگاه کنید. نمایی که روی صفحه F ترسیم شده را نمای روبه‌رو می‌نامند و برای ترسیم آن باید عمود بر صفحه فرضی F به جسم نگاه کنیم سپس آنچه را که می‌بینیم ترسیم می‌کنیم. برای ترسیم نمای افقی از بالا، عمود برصفحه H نگاه کرده و آنچه را که می‌بینیم ترسیم می‌کنیم.

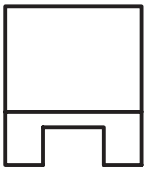
توجه داشته باشید هنگامی که عمودی به جسم نگاه می‌کنید همه سطوح، تخت به نظر خواهند آمد. لذا در ترسیم نما این نکته را باید مد نظر قرار داد و تمام سطوح را در یک راستا ترسیم نمود.



شکل ۱۴-۱



حال به شکل ۱۵-۱ نگاه کنید و به چگونگی تبدیل تصاویر به نقشه توجه کنید.

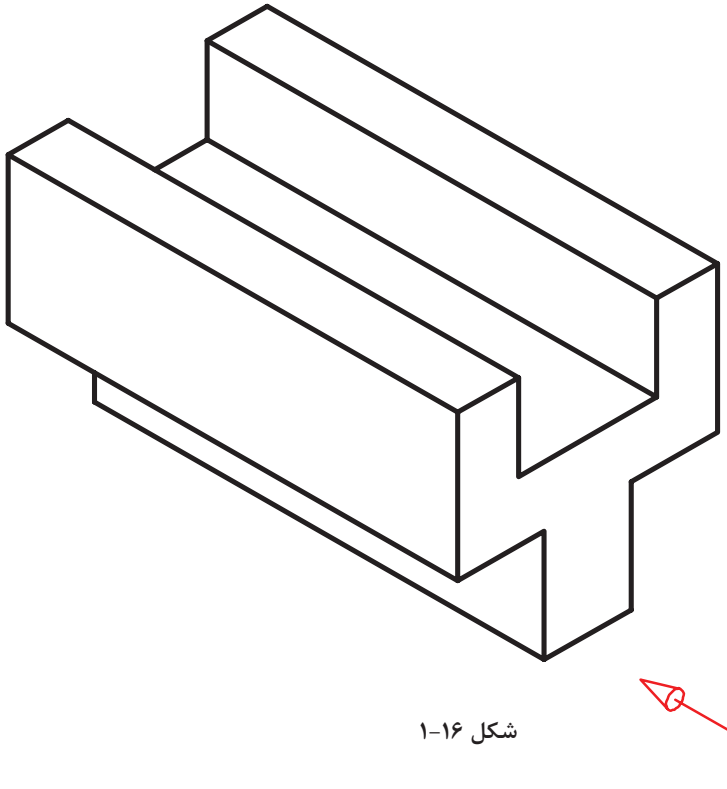


شکل ۱۵-۱

از اشیاء مختلفی که در اطراف شماست (مانند میز، صندلی، تلفن، جعبه و ...) دست‌کم سه نمونه را انتخاب و از آنها سه نما ترسیم کنید. این نماها را با دست آزاد و روی کاغذ A۴ بکشید.پس از رسم سه نما به سؤالات زیر پاسخ دهید:
آیا همیشه لازم است از یک جسم سه نما کشیده شود؟
آیا می‌توان از یک جسم بیشتر از سه نما کشید؟ حداکثر چند نما؟
آیا کشیدن نماهای مشابه از یک قطعه لازم است؟
آیا می‌توانیم بگوییم برخی وسایل مانند رادیو، تلفن و یا خودرو از شش طرف نماهای مختلف دارند؟

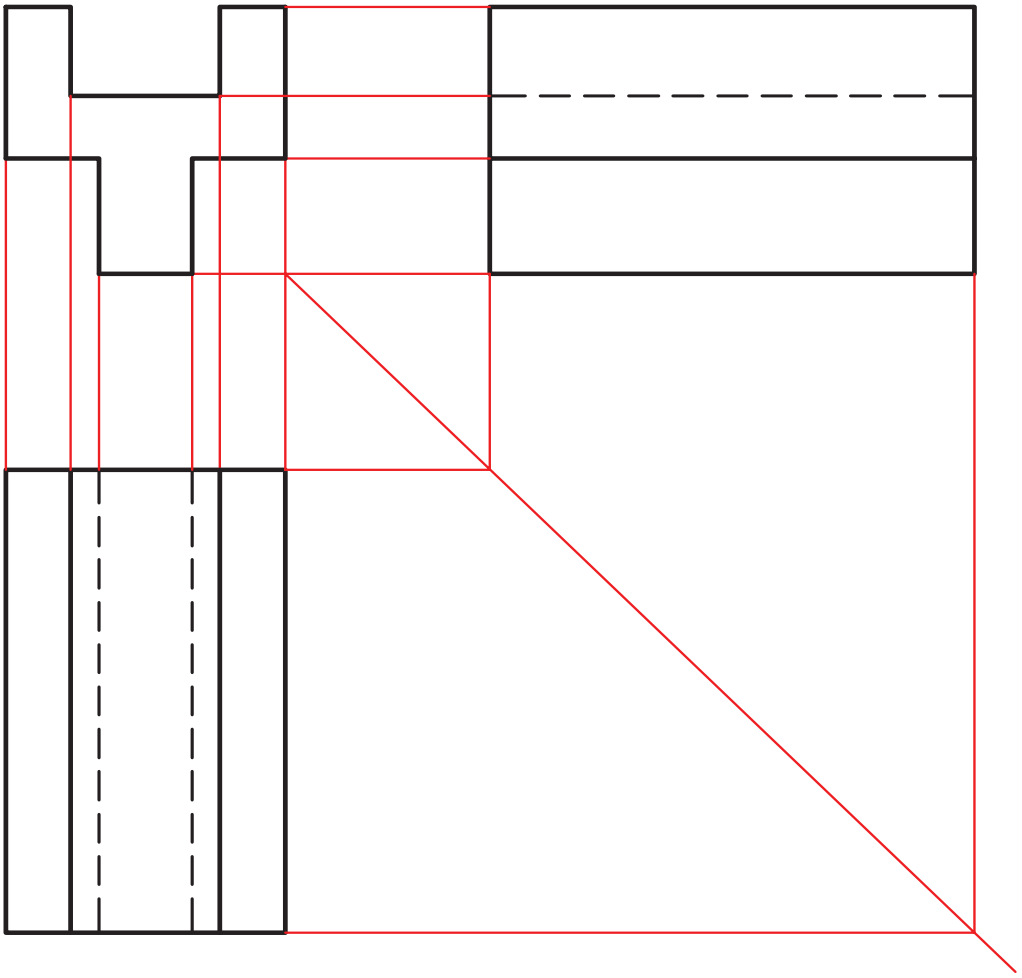
پاسخ‌هایتان را با مشورت با سایر دوستان، هماهنگ و یکسان کنید؛ سپس با هنرآموز خود در میان بگذارید.

فعالیت کلاسی: می‌خواهیم از قطعه آلومینیومی شکل ۱۶-۱ سه نما تهیه کنیم.



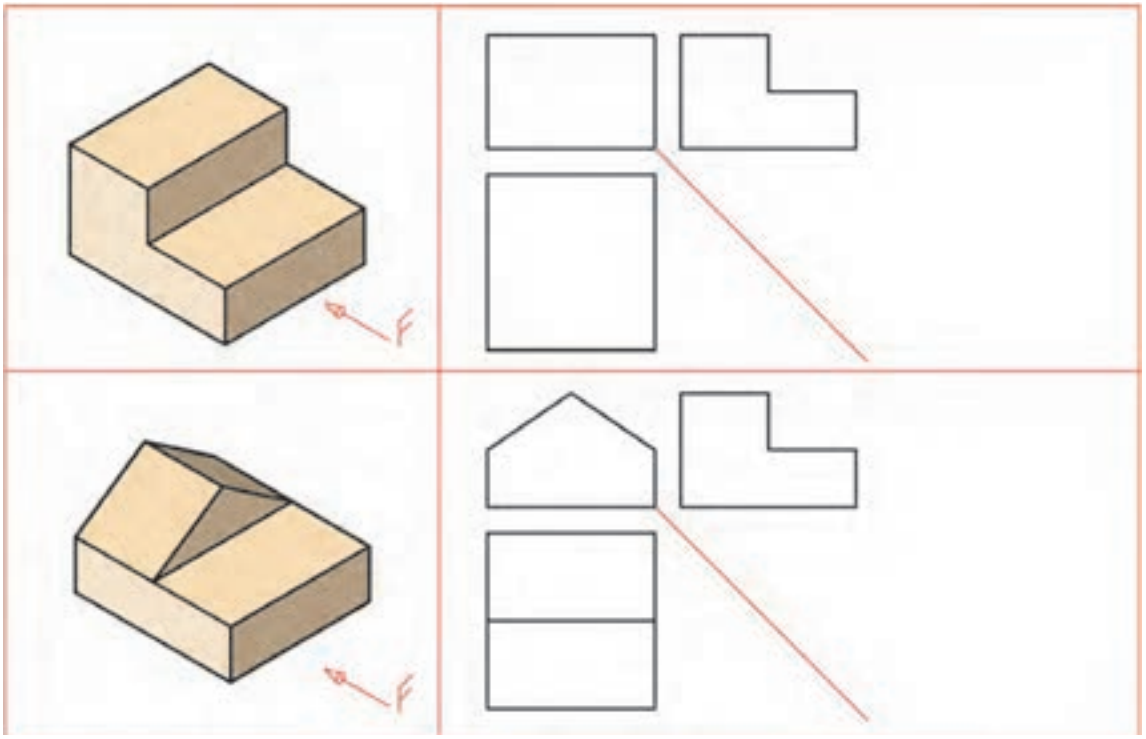
شکل ۱۶-۱

برای این کار کافی است تنها جهت نمای از جلو را معین کنیم. برای نمایش جهت جلو از حرف F مخفف (Frontal) استفاده می‌کنیم.
نکته تازه‌ای که در این شکل وجود دارد، خط‌چین است. یعنی قسمتی که در نمای از جانبی و بالا دیده نمی‌شود. برای این قسمت که آن را ندید می‌نامیم، از خط متوسط و به‌صورت خط‌چین استفاده می‌کنیم. به خطوطِ رابطِ بین نماها دقت کنید. شکل ۱۷-۱ سه نمای ترسیم شده را نشان می‌دهد.



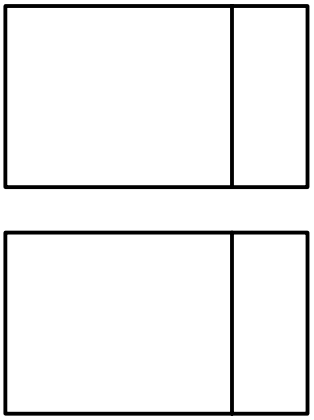
شکل ۱۷-۱

نماهای داده شده از اجسام شکل ۱۸-۱ را کامل کنید.



شکل ۱۸-۱

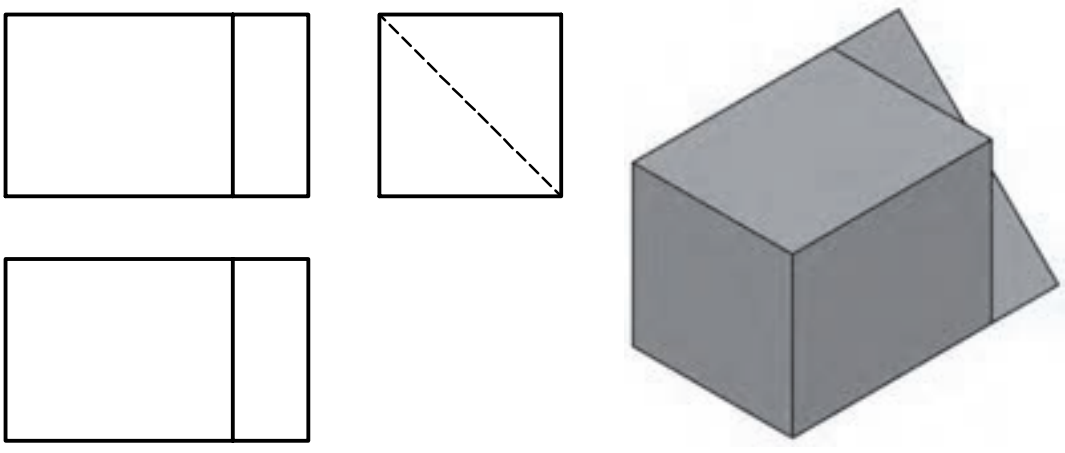
در ترسیم برخی قطعات، مانند قطعات دارای سطوح شیب‌دار، گاهی با داشتن تنها دو تصویر نمی‌توان جسم را تجسم کرد و این دو تصویر فقط یک جسم را معرفی نمی‌کنند بلکه جواب‌های متعددی دارند. در این گونه موارد نمای سوم می‌تواند منظور طراح را بیان کند. به شکل ۱۹-۱ دقت کنید.



شکل ۱۹-۱

فکر کنید: اجسام زیادی وجود دارد که دو تصویر آنها مانند شکل ۱۹-۱ است. آیا می‌توانید برای جسم بالا حالت‌های مختلفی را تصور کنید که نماهای روبه‌رو و افقی بدون تغییر باشد.

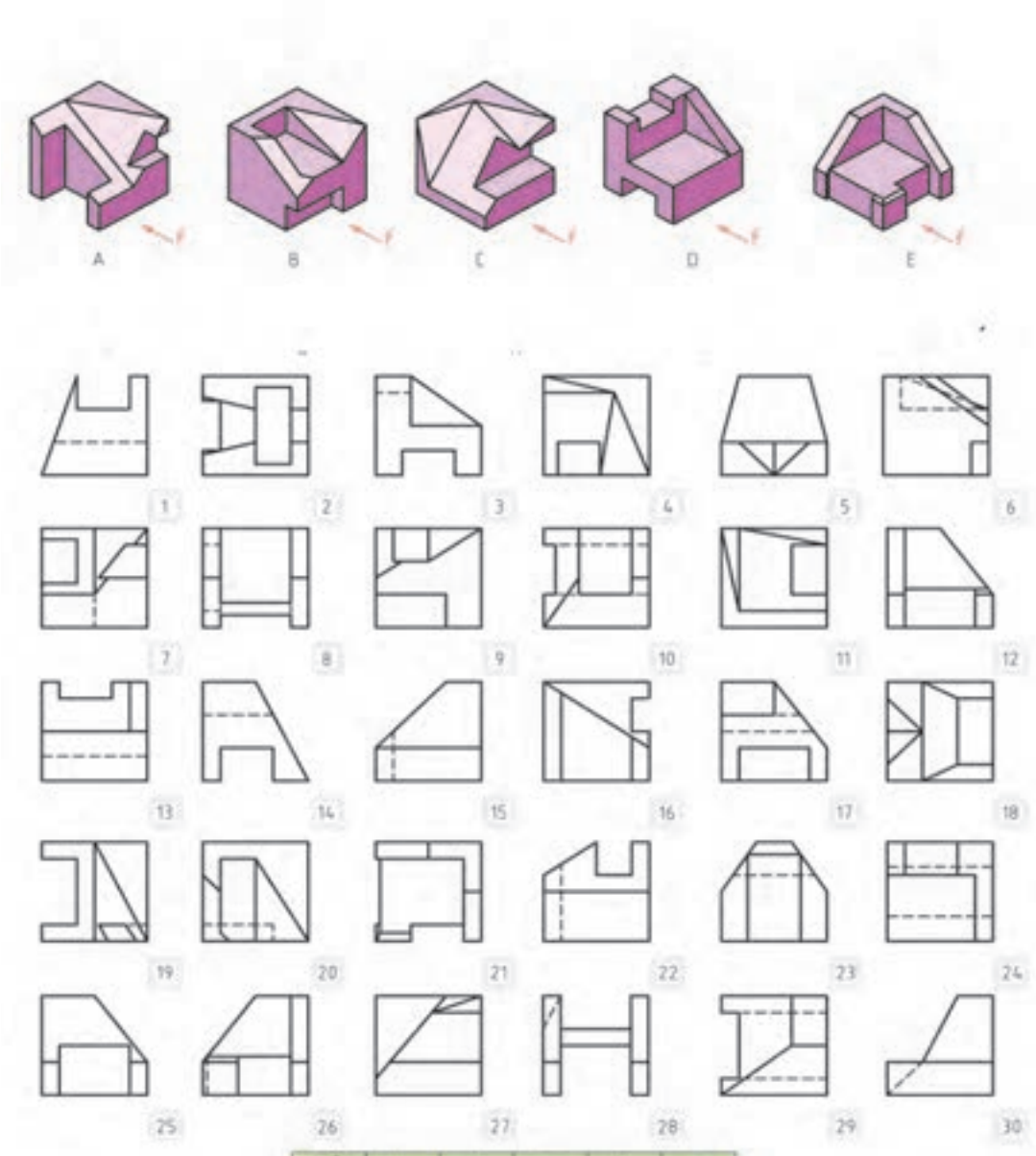
در شکل ۲۰-۱ یکی از جواب‌ها را مشاهده می‌کنید. چند حالت دیگر را می‌توانید تصور کنید؟



شکل ۲۰-۱

۱. به نمای دید از جلو، نمای اصلی یا رو به رو هم گفته می‌شود.
۲. به نمای دید از چپ، نمای جانبی و نیم‌رخ هم گفته می شود.
۳. به نمای دید از بالا، نمای افقی، نمای سر و نمای سطحی هم گفته می شود.

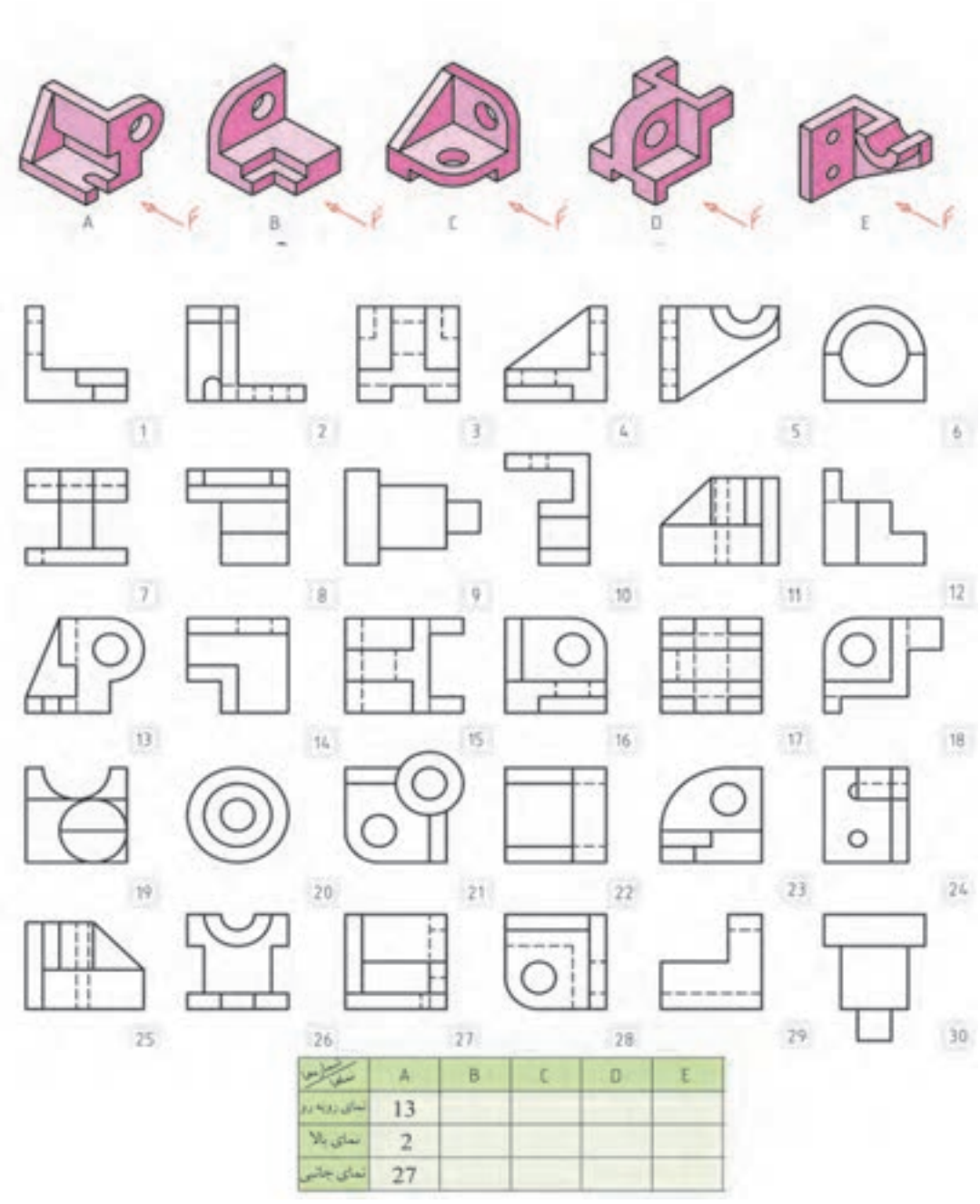
سه نمای اشکال ارائه شده در شکل ۲۱-۱ را از بین نماهای داده شده انتخاب و مانند نمونه در جدول داده شده بنویسید.



شکل‌های مجسم	A	B	C	D	E
نمای روبه رو	7				
نمای بالا	19				
نمای جانبی	16				

شکل ۲۱-۱

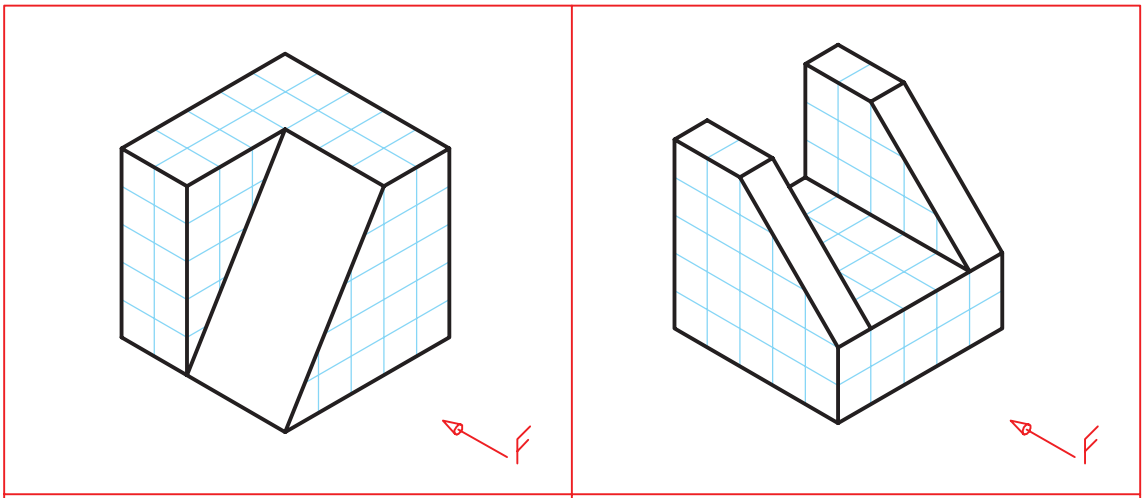
سه نمای اشکال ارائه شده در شکل ۲۲-۱ را از بین نماهای داده شده انتخاب و مانند نمونه در جدول داده شده بنویسید.



	A	B	C	D	E
نمای روبه رو	13				
نمای بالا	2				
نمای جانبی	27				

شکل ۲۲-۱

سه نمای اجسام شکل ۲۳-۱ را ترسیم کنید (توجه: هر یک از تقسیمات را ۱۰ میلی‌متر در نظر بگیرید).

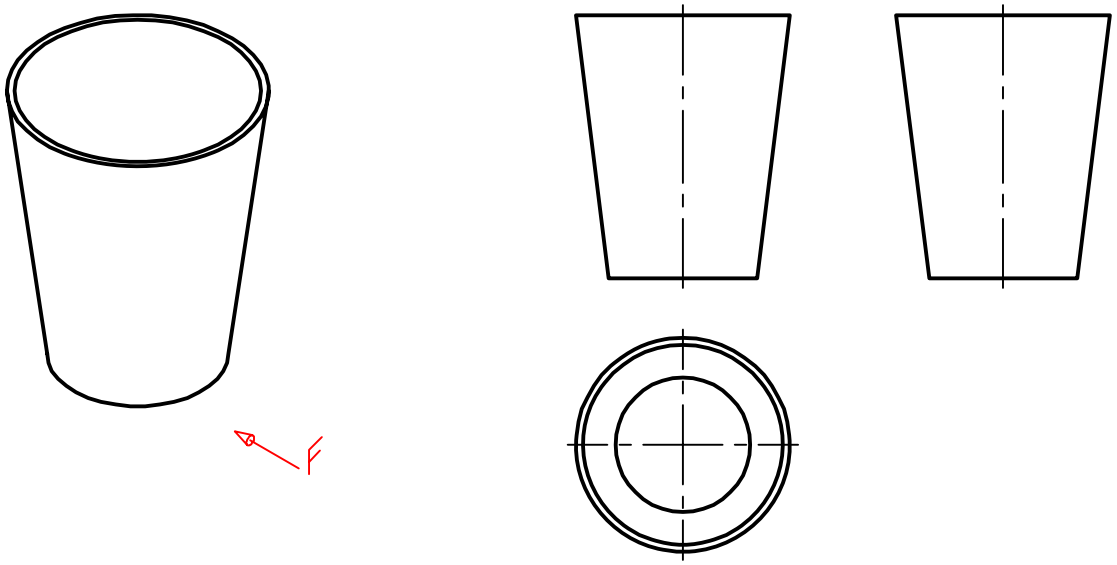


شکل ۲۳-۱

ابتدا بدون کمک از دیگران کار را انجام دهید. سپس نقشه خود را چند بار بررسی کنید.

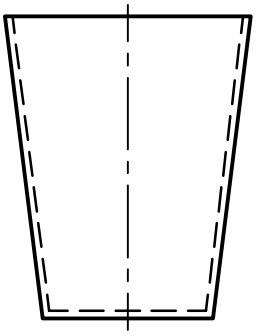
بعداز بررسی نقشه با مشورت با دوستان اشکالات خود را برطرف کنید. آنگاه برای کسب اطمینان کامل، نظر هنرآموز خود را جویا شوید.

در شکل ۲۴-۱ نماهایی از یک لیوان پلاستیکی را می‌بینید، با توجه به حرف F که معرف دید از روبه‌رو است، سه نمای آن رسم شده است.

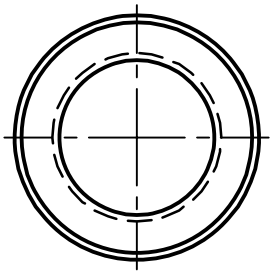


شکل ۲۴-۱

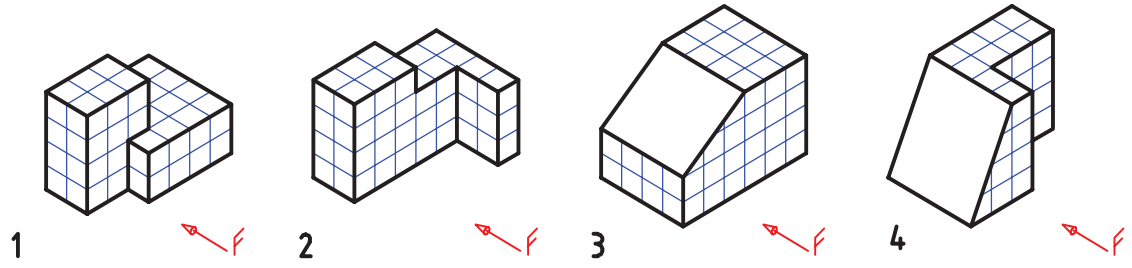
در این نماها چند نکته تازه وجود دارد:
۱.رسم خط‌نقطه، که آن را خط تقارن می‌نامیم و مفهوم یکسان بودن نماها را در دو نیمه تصویر می‌رساند؛
۲.نماهای روبه‌رو و جانبی مانند هم هستند. به همین دلیل ما از رسم نمای جانبی خودداری خواهیم کرد.
اکنون با افزودن خط‌چین‌های لازم، نقشه کامل می‌شود (شکل ۲۵-۱).



شکل ۲۵-۱



برای هر یک از مدل‌های ارائه شده در شکل ۲۶-۱ با در نظر گرفتن هر مربع برابر ۱۰ میلی‌متر، سه نما ترسیم کنید.

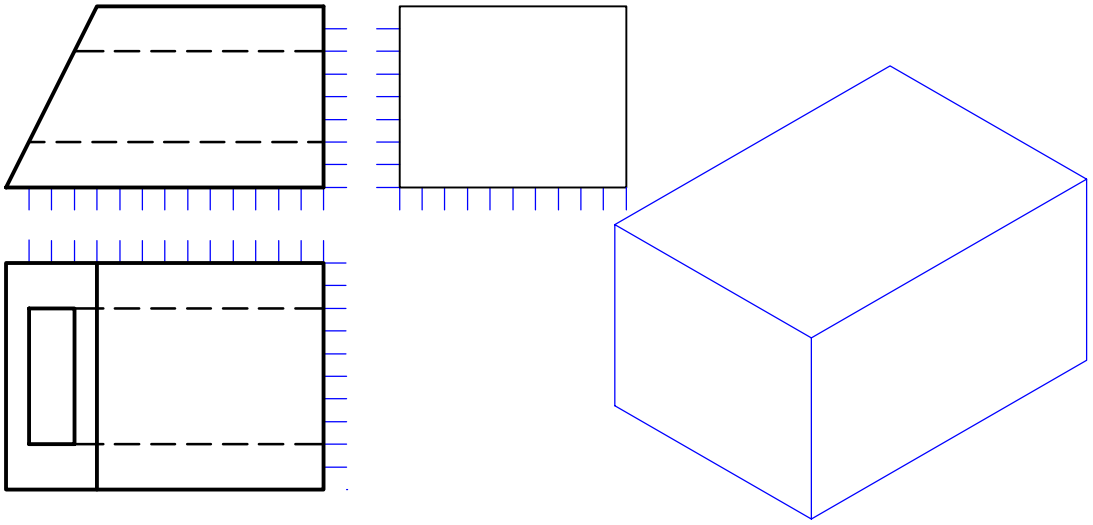


هر یک از تقسیمات را ۱۰ میلیمتر در نظر بگیرید

شکل ۲۶-۱

ابتدا پرسش‌های زیر را خودتان به‌تنهایی بررسی کنید، سپس با دوستانتان مشورت کنید. پس از رسیدن به نتیجه موردقبول، هرکدام را در دو سطر پاسخ دهید و نظر هنرآموز خود را جویا شوید.

۱.اگر فقط دو نما موجود باشد، می‌توانیم از روی آنها، به شکل جسم پی ببریم؟ با نگاه کردن به شکل ۲۷-۱ آزمایش کنید. نمای سوم را با دست در موقعیت مشخص شده رسم کنید. تصویر سه‌بعدی آن را به‌گونه‌ای تقریبی بکشید.

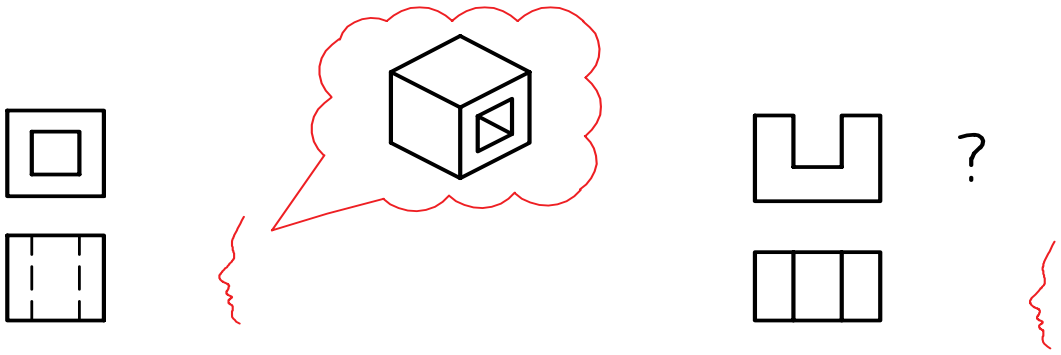


شکل ۲۷-۱

دقت در انجام کار، استفاده بهینه از امکانات، رعایت مسائل انضباطی در شکل دادن شخصیت انضباطی و اخلاق حرفه‌ای به نحو مطلوب مؤثرند.

نقشه‌خوانی

اگر بتوانیم با نگاه کردن به یک یا چند نما از جسم، شکل واقعی آن را درک کنیم، می‌گوییم نقشه را خوانده‌ایم. شکل ۲۸-۱ تجسم قطعه با استفاده از دو نما را نشان می‌دهد.



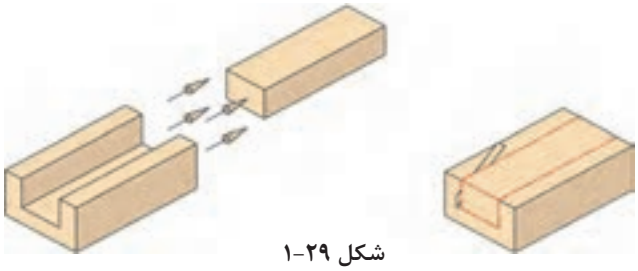
شکل ۲۸-۱

در این راستا، آگاهی از چگونگی اشکال مهم هندسی، بر توان نقشه‌خوانی ما خواهد افزود. بنابراین برای کامل‌تر شدن گفتار به شکل ۳۶-۱ که شماری از اجسام هندسی ساده را که با آنها آشنایی دارید معرفی می‌کند، نگاه کنید. ضمناً به چگونگی اندازه‌گذاری روی آنها نیز دقت کنید.

شما می‌توانید برای درک جسم:

الف. از قدرت تجسم خود کمک بگیرید (همان‌گونه که تاکنون توانسته‌اید).

ب.از مواد شکل‌پذیر آن را بسازید شکل ۳۴-۱ و یا تصویر سه‌بعدی آن را رسم کنید (با دست آزاد).

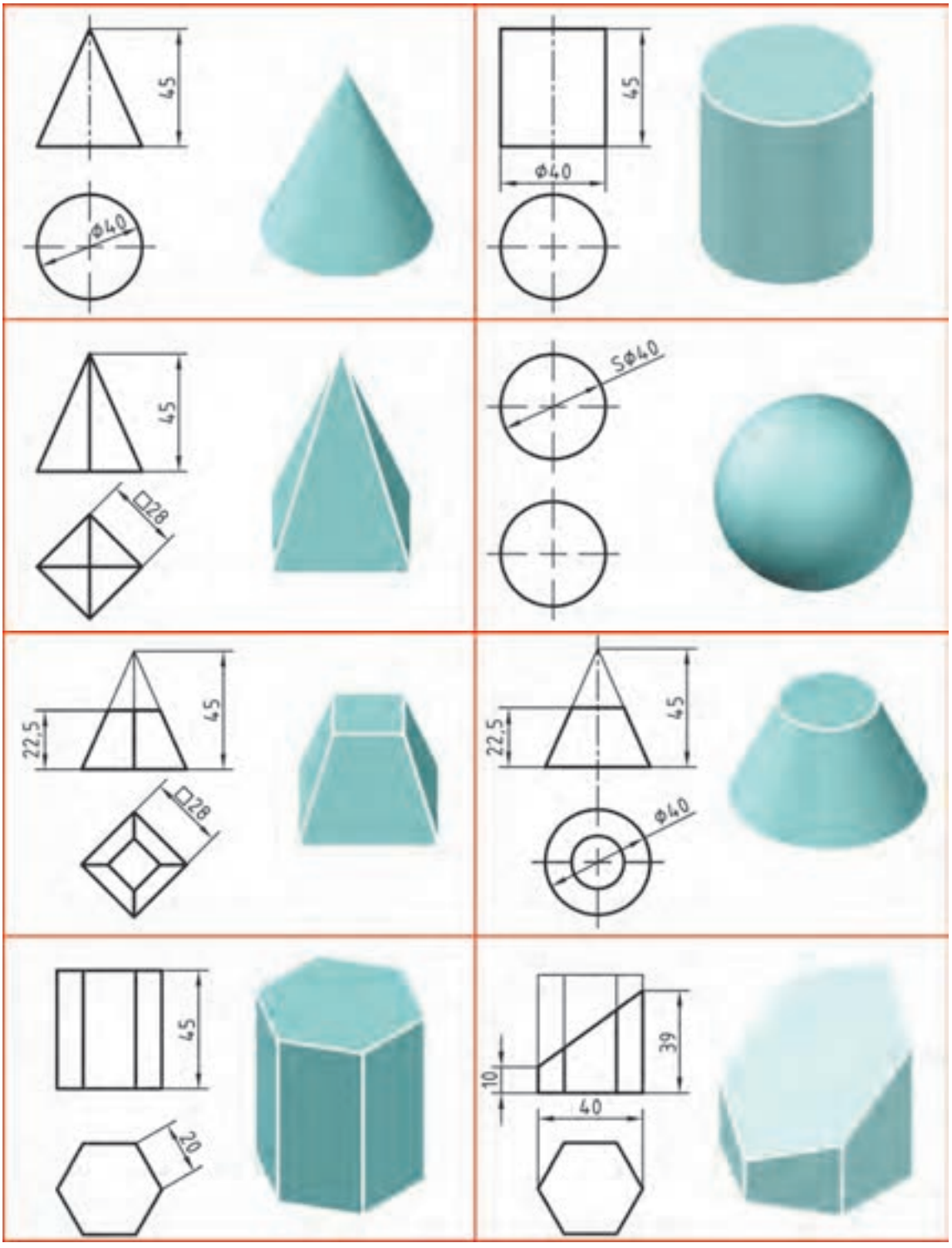


شکل ۲۹-۱

ت.با توجه به یک نما، اجسامی را بسازید؛ سپس آنها را با نمای دیگر تطبیق دهید.

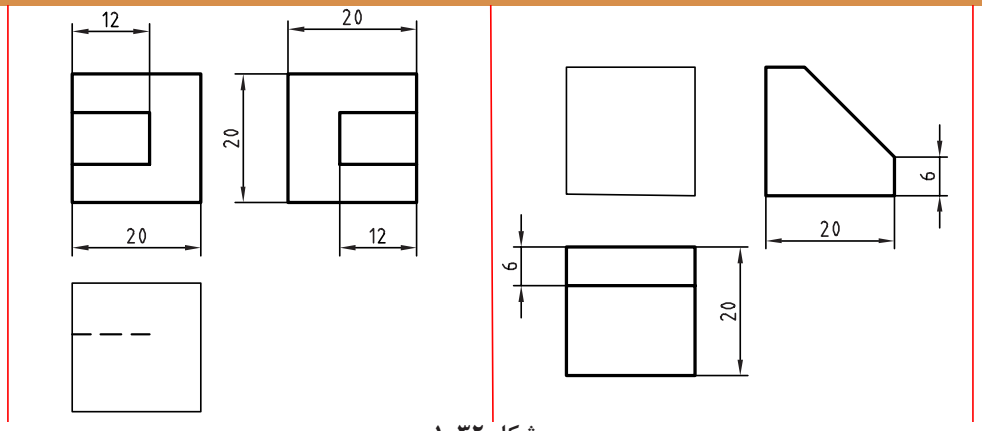
ث.از هر سه روش به صورت همزمان استفاده کنید. رسم نمای سوم به این کار کمک می‌کند. به‌ویژه خط کمکی ۴۵ درجه در این میان مؤثر است شکل ۳۶-۱.

شکل ۳۰-۱



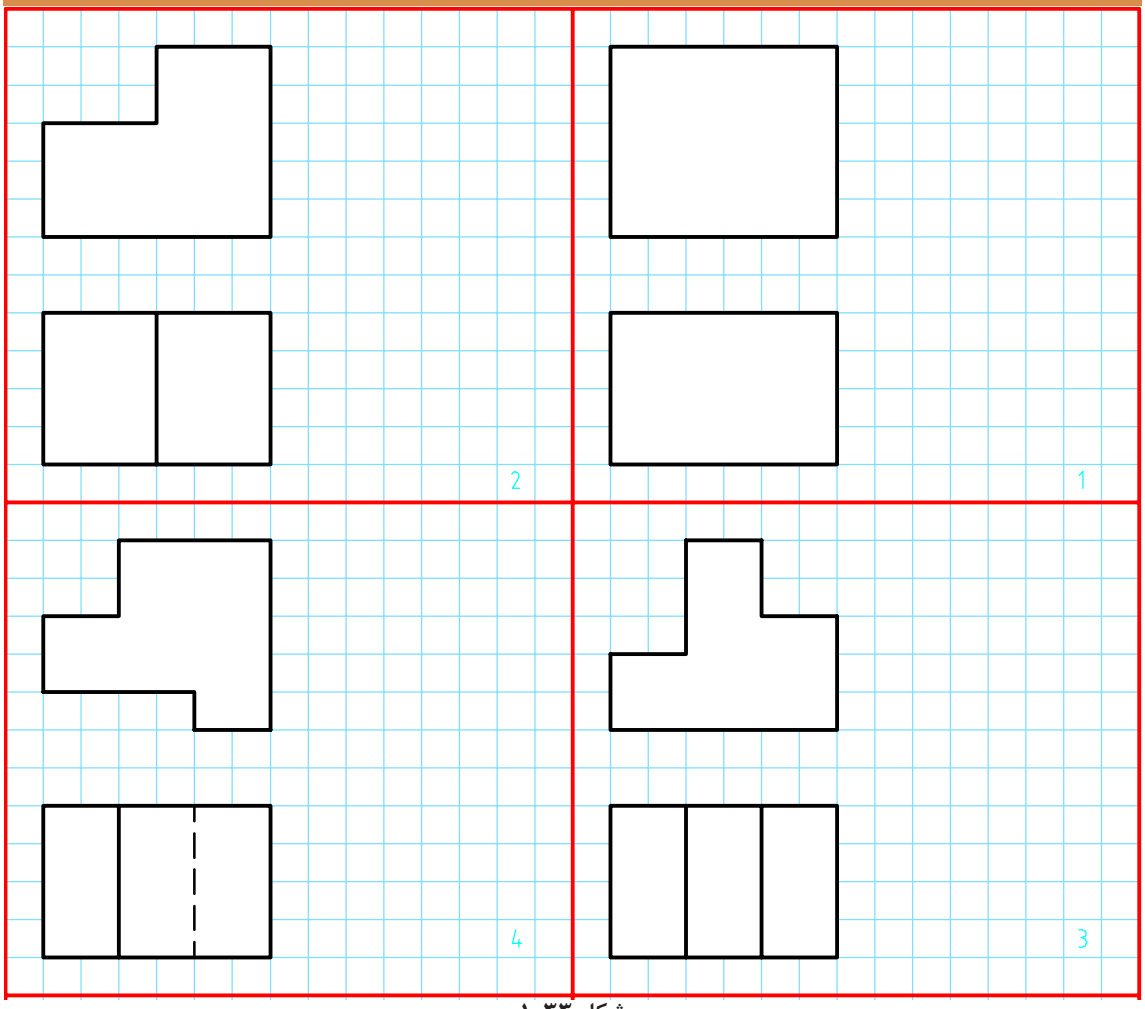
شکل ۳۱-۱

نمای ناقص اجسام ارائه شده در شکل ۳۲-۱ را در گروه‌های سه نفره کامل کنید.



شکل ۳۲-۱

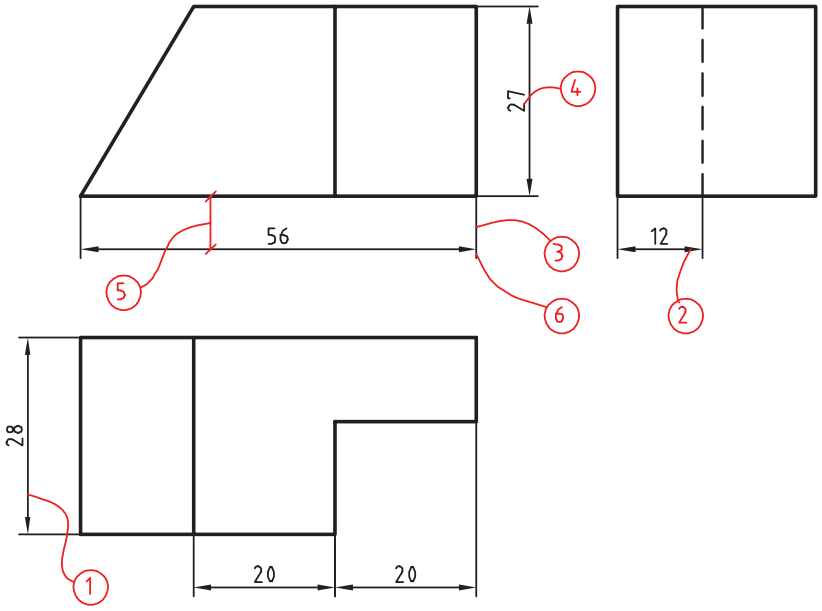
نمای مجهول اجسام ارائه شده در شکل ۳۳-۱ را در جدول به کمک یک گونیا رسم کنید.



شکل ۳۳-۱

اندازه‌گذاری

به سه نمای شکل ۳۴-۱ توجه کنید. به این نقشه اندازه‌گذاری شده دقت کنید که در آن چه نکاتی رعایت شده است.



شکل ۳۴-۱

۱. خط اندازه، خطی است نازک که یک اندازه را معرفی می‌کند.
۲. فلش، ابتدا و انتهای خط اندازه را با رسیدن به خط رابط مشخص می‌کند.
۳. خط رابط، دو سر خط اندازه را محدود می‌کند.
۴. عدد اندازه، عددی است برحسب میلی‌متر که به آن اندازه نامی می‌گویند.
۵. فاصله خط اندازه تا خط اصلی، ۳۰ برابر ضخامت خط نازک نقشه است.
۶. اضافه خط رابط حدود ۱ تا ۲ میلی‌متر است.

با توجه به این‌که ما در ترسیمات خود، گروه پنجم خط‌ها یعنی گروه خطی ۰/۵ را به کار می‌بریم، باید بلندی عدد اندازه ۲/۵ میلی‌متر (۱۰ برابر ضخامت خط نازک)، بلندی فلش ۲/۵ میلی‌متر و فاصله خط اندازه تا خط اصلی را ۷/۵ میلی‌متر در نظر بگیریم.

به نکات زیر در اندازه‌گذاری توجه کنید:

الف. عدد اندازه به‌گونه‌ای نوشته می‌شود که در حالت افقی، بالای خط اندازه و در حالت عمودی، سمت چپ خط اندازه قرار گیرد. به‌عبارت‌دیگر اندازه‌های عمودی از پایین به بالا نوشته می‌شوند.

ب.خط اندازه، خط رابط اندازه، حروف و اعداد و علائم همه با خط نازک رسم می‌شوند.

ت.هر اندازه تنها یک بار در نقشه داده می‌شود.

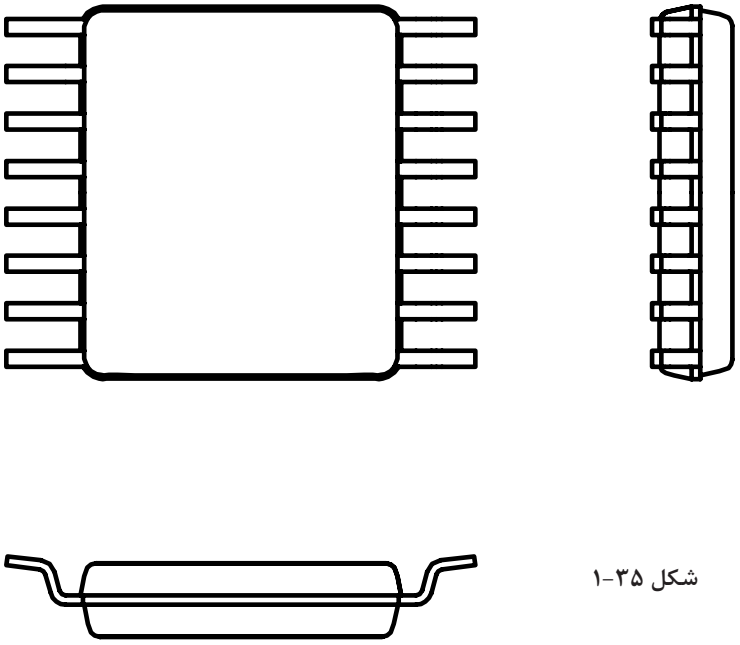
ث.عدد اندازه معمولاً در وسط خط اندازه قرار می‌گیرد.

ج.اگر اندازه‌ای کوچک باشد (حدود ۷/۵ میلی‌متر و کمتر از آن) فلش‌ها بیرون گذاشته می‌شوند

چ.برای شعاع دایره از حرف R، برای قطر دایره از حرف Ø و برای مربع از علامت □ استفاده می‌شود.

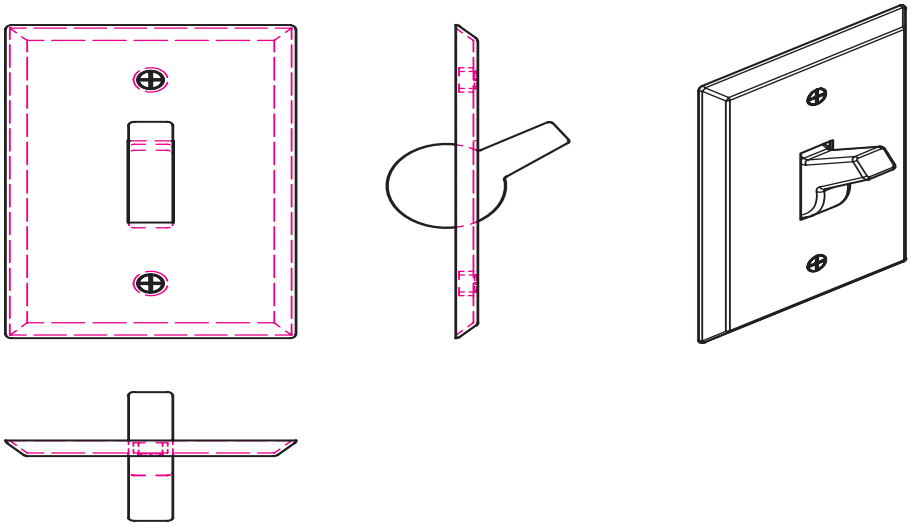
نقشه مجموعه‌ای هدفمند و دقیق است که لازمه آن دقت در اندازه کاغذ، رسم کادر و جدول، تناسب خط‌ها، جایگذاری درست و متناسب نماها به همراه رعایت اصول اندازه‌گذاری است.

فعالیت کلاسی ۱: در شکل ۳۵-۱ یک قطعه به نام محور اندازه‌گذاری شده است.



شکل ۳۵-۱

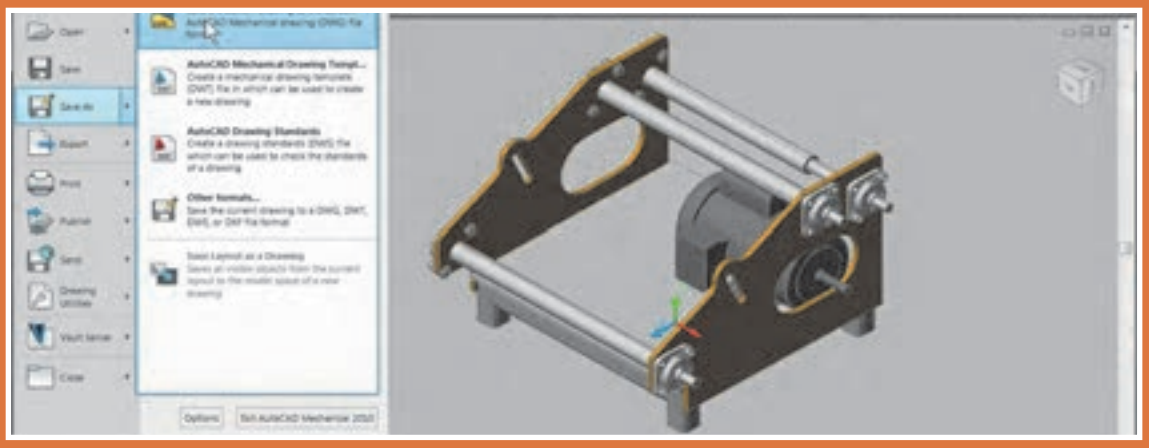
فعالیت پایانی: الف) برای نقشه ۳۶-۱ مطلوب است: ۱- ترسیم نمای روبه‌رو ۲- ترسیم نمای افقی ۳- ترسیم نمای جانبی ۴- اندازه‌گذاری کامل



شکل ۳۶-۱

فصل ۲

ترسیم نقشه



گسترش کمی و کیفی نرم‌افزارهای رایانه‌ای، علاوه بر فراهم آوردن امکان ترسیم تصاویر دوبعدی، به ما کمک می‌کنند تا با پدیدآوردن تصاویر سه‌بعدی، به خلق مجازی تصورات و طرح‌های خود بپردازیم.

ترسیم به کمک رایانه

ترسیم با دست یکی از مهم‌ترین مهارت‌ها در آموزش نقشه‌کشی است. در نقشه‌کشی و طراحی، ترسیم با دست نه به‌عنوان یک هدف، بلکه وسیله‌ای شناخته می‌شود که او را در عینیت بخشیدن به تصورات خود یاری می‌کند. از این‌رو، ترسیم با دست و کیفیت آموزش آن در دوره آموزش نقشه‌کشی اهمیت فراوانی دارد. از طرفی، ورود رایانه به دنیای علم، آموزش و حرفه، امکانات متنوع و جالب‌توجهی فراهم کرده است. گسترش کمی و کیفی نرم‌افزارهای رایانه‌ای، علاوه بر فراهم آوردن امکان ترسیم تصاویر دوبعدی، به ما کمک می‌کند تا با پدید آوردن تصاویر سه‌بعدی، به خلق مجازی تصورات و طرح‌های خود بپردازیم.

رایانه‌ها بـــا مبنای «دودویی» به‌عنوان ابـــزاری کمکی در امر ترســـیم وارد عمل شـــده‌اند. فضای مجازیِ این نرم‌افزارها، مبتنی بر نظام هندسی دکارتی است که هر نقطه با اعداد سه‌گانه مختصـــات آن تعریف می‌شـــود. بر همین اســـاس، خط، صفحـــه و حجم در فضا تعریف و امکان ترســـیم دوبعدی و ســـه‌بعدی نقشه‌ها در فضای مجازی فراهم می‌شود. امکان تکثیـــر، تصحیح و تبـــادل اطلاعات از دیگر مزایای مهم اســـتفاده از ایـــن نرم‌افزارهاســـت.

کاربرد رایانه در حوزه نقشه‌کشی، امروزه به یکی از چالش‌هـــای این حوزه تبدیل شـــده اســـت. گاه به نظر می‌رسد که باوجود امکان ترسیم با رایانه و امکانات متنوع آن، دیگر نیازی به کسب مهارت ترسیم با دست، به‌ویژه در حوزه نقشه‌کشی نیست. اما در حقیقت دست و رایانه دو چیز برابر و مقابل هم نیستند و رایانه را نمی‌توان به‌تنهایی جانشین دست و توانمندی‌های آن شمرد. رایانه به‌مثابه ابزاری در دســـت طراح و نقشه‌کش است که می‌تواند بر توانمندی‌های دست در فرآیند ترســـیم بیفزاید. بنابراین آموزش نقشه‌کشی رایانه‌ای برای هنرجویان رشته‌های فنی، نباید این تلقی را ایجاد کند که دیگر نیازی به نقشه‌کشی دستی ندارند.

کاربرد رایانه در نقشه‌کشی، با نرم‌افزارهای ترسیم به کمک رایانه یا CAD[1] آغاز شد. اساس کار در این نرم‌افزارها، ویرایش خطوط و نقـــاط است. نوع دیگری از نرم‌افزارها که در طراحی کاربرد دارند با ایجاد محیطی شبیه‌سازی شده، طراح را قادر می‌سازند تا طرح خود را مدل‌سازی کند و عملکرد آن را در محیطی شبه‌واقعی مشاهده نماید. اساس کار در این نرم‌افزارها، مدل‌سازی سه‌بعدی پارامتریک است که از قطعات مدل‌سازی شده، در مونتاژ، تهیه نقشه‌های دوبعدی و تحلیل تنش‌ها و محاسباتِ طراحی استفاده می‌شود. اینونتور[2]، سالیدورکز[3] و کتیا[4] از جمله معروف‌ترین نرم‌افزارهای مدل‌سازی در ایران است.

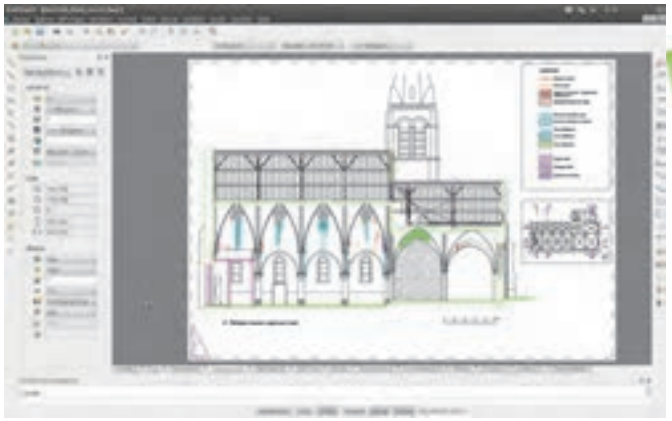
نرم‌افـــزار اتوکـــد[5] اولین نرم‌افزار ترسیم به کمک رایانه است که نسخه اول آن در سال ۱۹۸۲ میلادی توسط شرکت اتودسک[6] روانه بازار شد. اتوکد پرکاربردترین نرم‌افزار در حـــوزه ترســـیم دقیق نقشـــه‌های دوبعدی و حتی سه‌بعدی است. تا سال‌ها این نرم‌افزار هیچ رقیبی در بازار نداشت. اتوکد به علت جامعیتی که دارد تقریباً تمامی رشته‌های صنعتی و تولیدی را به خود وابسته کرده است. شاید برای کسانی که از نرم‌افزارهای قفل شکسته استفاده می‌کنند، قیمت نرم‌افزار اهمیتی نداشته باشد اما در سال‌های اخیر رقبای مختلفی برای اتوکد ایجاد شده است که با قیمتی بسیار کمتر و حتی رایگان همان امکانات ترسیم را در اختیار می‌گذارند. کامل بودن و جامعیت اتوکد در عین حالی که حسن این نرم‌افزار است برای نوآموزان و در حوزه آموزش یک عیب محسوب می‌شود. برخی از نرم‌افزارهای جدید با محیطی ساده که شاکله آن عموماً مانند اتوکد است، تنها ابزارهای مورد نیاز را ارائه می‌کنند. با کمی تمرین می‌توان به راحتی از این ابزارها استفاده کرد.تعدادی از این نرم‌افزارها را به عنوان نمونه معرفی می‌کنیم اما هر سال ممکن است نرم‌افزارهای دیگری به بازار عرضه شوند که امکانات بهتری داشته باشند.

---

۱. Computer Aided Drafting
۲. Inventor
۳. SolidWorks
۴. CATIA
۵. AutoCAD
۶. Autodesk

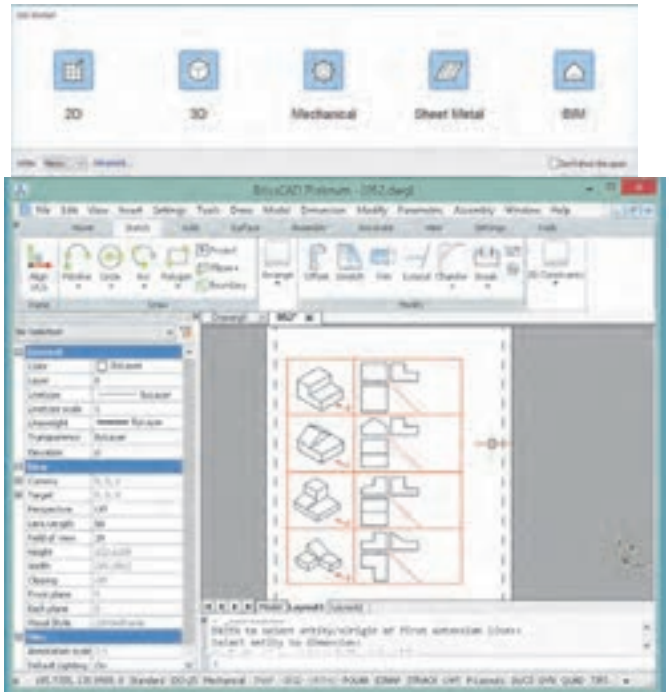
نرم‌افزارهای CAD

Draftsight: یک برنامه کدِ دوبعدی تقریباً رایگان است که توسط شرکت سازنده نرم‌افزار طراحی کتیا ارائه شد. این نرم‌افزار برای ویرایش و ترسیم نقشه‌ها با محیطی ساده و امکاناتی معقول برای هنرجویان، دانشجویان و نقشه‌کش‌ها مناسب است.



شکل ۱-۲

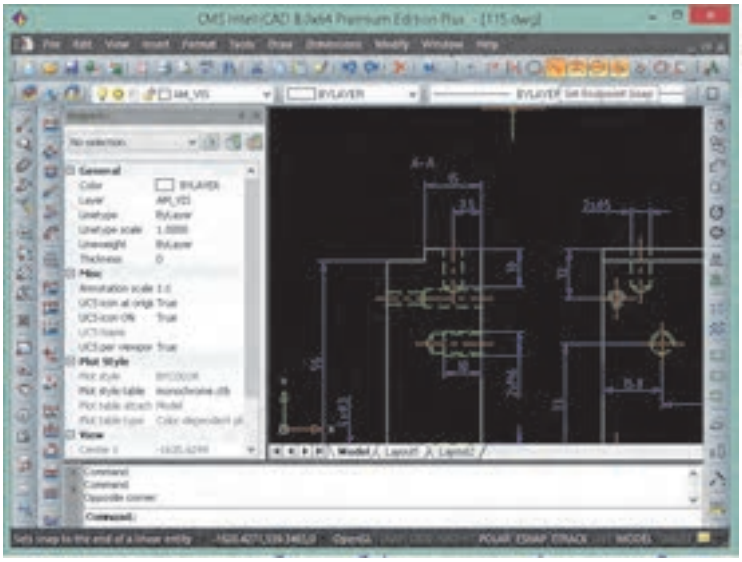
BricsCAD : یکی از بهترین نرم‌افزارهای کد که دارای محیط‌های مختلفی برای کاربردهای مختلف نقشه‌کشی است. قیمت این نرم‌افزار کمتر از یک دهم قیمت اتوکد است.



شکل ۲-۲

IntelliCAD: نرم‌افزاری سبُک که تقریباً تمامی ابزارهای اصلی اتوکد برای ویرایش و ترسیم نقشه‌ها را دارد. استفاده از این نرم‌افزار نیز تقریباً رایگان است.

در جدول زیر نرم‌افزارهای CAD مورد استفاده در صنعت را مشاهده کنید.



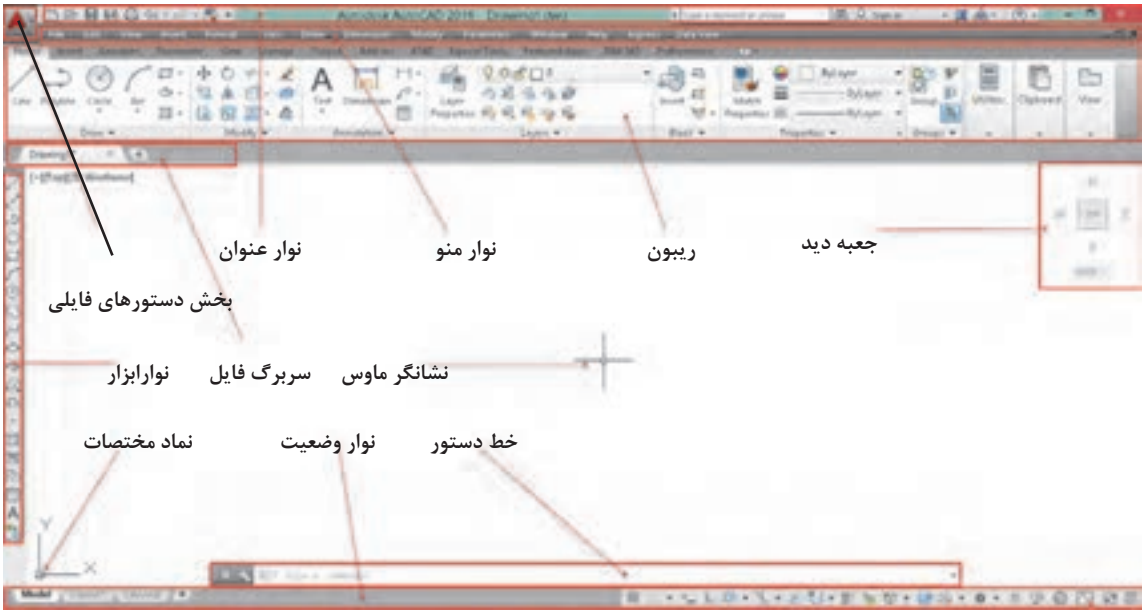
شکل ۳-۲

جدول ۱-۲ نرم افزار های CAD	
AutoQ3D Community BRL-CAD FreeCAD HeeksCAD LibreCAD Open Cascade Technology OpenSCAD QCad Salome SolveSpace (رایگان) AutoCAD Autodesk Alias Autodesk Inventor Autodesk Revit ArchiCAD Bricscad nanoCAD Plus CADKEY CATIA Cimatron PTC Creo Elements/Pro DraftSight FastCAD GstarCAD IRONCAD KeyCreator IntelliCAD MEDUSA MicroStation nanoCAD Siemens NX PDMS Pro/DESKTOP progeCAD Rhinoceros 3D Grass-hopper 3D RUCAPS Solid Edge SolidWorks SpaceClaim T-FLEX CAD Turbo-CAD VariCAD Vectorworks FINE MEP	صنعت
Electric Fritzing gEDA KiCad kTechLab Magic Oregano QUCS XCircuit (رایگان) AutoCAD Electrical Altium Designer EAGLE NI Multisim NI Ultiboard OrCAD SolidWorks Electrical Zuken CADSTAR Zuken E³.series Radica Software	
3MF-ACIS-AMF-CKD-DWG-DXF-DWF-DWFX-IGES-OBJ-OpenDWG-PLY-PSpice-STL-STEP	فرمت فایل

نقشه‌ها و تصاویری که از محیط نرم‌افزار در این کتاب استفاده شده است عمدتاً از اتوکد است. اما تمامی تمرین‌ها و فعالیت‌های کلاسی آموزشی با نرم‌افزارهای معرفی شده قابل اجراست. انتخاب نرم‌افزار اختیاری است. نرم‌افزار مانند ابزاری برای ترسیم نقشه است و مهم خروجی آن یعنی نقشه ترسیم شده در قالب فایل رایانه‌ای یا چاپ شده روی کاغذ است.

آشنایی با فضای کار اتوکد و دستورهای عمومی

در ابتدا قصد داریم شما را با محیط گرافیکی اتوکد آشنا کنیم. با شروع این نرم‌افزار همانند سایر نرم‌افزارهای تحت ویندوز، پنجره‌ای ظاهر می‌شود که با توجه به نوع کار می‌توان این فضای گرافیکی را تنظیم و متناسب‌سازی نمود. در زیر به معرفی این فضا می‌پردازیم.



شکل ۴-۲

نوار عنوان: این نوار رنگی در بالاترین قسمت قرار دارد. همانند کلیه نرم‌افزارهای تحت ویندوز در این نوار آیکون‌هایی برای کنترل نرم‌افزار قرار دارد و در میانه آن نام نرم‌افزار و نام فایل بازشده نمایش داده می‌شود.
نوار منو: دستورهای مختلف اتوکد به صورت دسته‌بندی شده در منوهای کرکره‌ای واقع در این نوار قرار دارند. با انتخاب هر منو، آن منو باز شده و با کلیک کردن روی هر یک از دستورها، آن دستور اجرا می‌شود.

در انتهای سمت راست نوار منو نیز سه دکمه Maximize ،Close و Mininize وجود دارد که مربوط به فایل جاری است و نه کل برنامه اتوکد.

در خط دستور کلمه menubar را تایپ کنید و اینتر بزنید. سپس عدد ۱ را تایپ کنید و مجدداً اینتر بزنید. چه چیزی مشاهده می‌کنید.

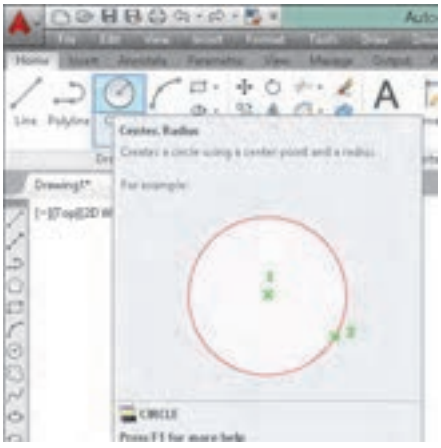
جلو برخی دستورها در نوار منو سه نقطه (...) قرار دارد که معرف اجرای آن دستور به صورت یک پنجره می‌باشد (مثلاً اجرای Table در منو Draw و نمایش پنجره درج جدول).

عملیات زیر را به ترتیب انجام دهید و به سوال مربوط به آن جواب دهید.
۱.روی علامت مثلث تیره در سمت راست یک آیتم در نوار منو کلیک کنید.چه نتیجه‌ای مشاهده می‌کنید؟
۲.کلید ترکیبی درج شده در مقابل یکی از آیتم‌ها را وارد کنید. نتیجه به دست آمده را توضیح دهید.
۳.کلید Alt در صفحه‌کلید فشار دهید. چه نتیجه‌ای مشاهده می‌کنید؟

نوار تَب یا سربرگ فایل: برای هر فایل جدیدی که در اتوکد باز می‌شود سربرگی به این نوار افزوده می‌شود. با کلیک کردن روی سربرگ یک فایل می‌توان آن فایل را جاری نمود و تغییرات دلخواه را انجام داد و قبل از بستن فایل تغییرات را ذخیره نمود.

ریبون: یکی از ویژگی‌های مهم نسخه‌های جدید اکثر نرم‌افزارهای تحت ویندوز، نوار ریبون است. این نواری است که از آن، ابزارهایی را برای ترسیم، ویرایش، یا انجام کارهای دیگر، انتخاب می‌کنیم. ریبون حاوی مجموعه‌ای از پانل‌هاست که گروه‌هایی از ابزارها را ارائه می‌دهند. اسم هر پانل ریبون را می‌توان در نوار عنوانش در پایین پانل دید. پانل‌های ریبون به روش دیگری نیز سازماندهی شده‌اند یعنی به‌وسیله سربرگ‌ها یا تب‌هایی که در بالای آنها دیده می‌شود.

پیکان مکان‌نمای ماوس را روی یکی از دستورهای موجود در پانل نگه دارید. پنجره ظاهرشده چه کاربردی دارد؟



شکل ۵-۲

پنجره یا خط دستور: این پنجره محل تعامل و تبادل اطلاعات بین کاربر و اتوکد است. یعنی با نوشتن دستور و یا کلمه مخفف آن می‌توان دستور را اجرا نمود. ابعاد این پنجره را می‌توان تغییر داد؛ شفافیت آن را می‌توان کم و زیاد کرد؛ حتی می‌توان آن را با کلید ترکیبی Ctrl+۹ کلاً حذف کرد و یا در صورت حذف شدن آن را نمایش داد.

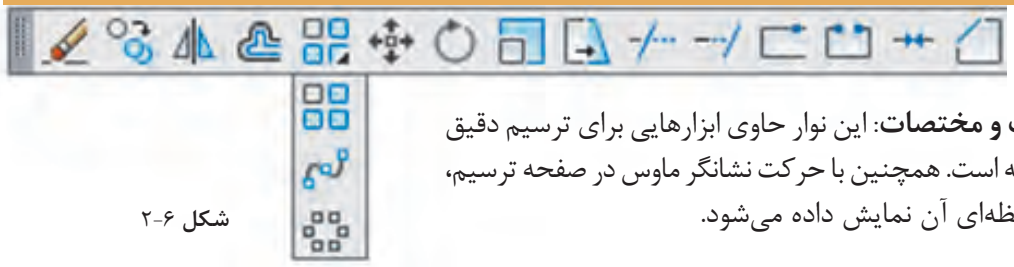
نوارابزار: نوارهایی هستند که دکمه‌های میانبر اجرای دستورها را در خود جای داده‌اند. در این نوارها دستورهای پرکاربرد به صورت دسته‌بندی شده قرار دارند. با نگه داشتن نشانگر ماوس روی آیکون‌های این نوارهای ابزار، نام ابزار و کلید ترکیبی میانبر آن نمایش داده می‌شود.

هر نوارابزار یک دستگیره دارد که به صورت دو خط در ابتدای نوار است. می‌توان با درگ کردن این دستگیره نوارابزار را جابه‌جا نمود و یا آن را حذف کرد.

ابتدا تمام نوارابزارهای موجود را به‌وسیله درگ کردن در فضای ترسیمی قرار داده و آنها را حذف کنید و سپس مراحل زیر را به ترتیب انجام دهید.
در خط دستور کلمه toolbar- را تایپ کنید (خط تیره قبل از نام دستور فراموش نشود).
کلمه draw را تایپ کنید.
گزینهٔ Show را انتخاب کنید.

پس از انجام فعالیت بالا خواهید دید که نوارابزار draw ظاهر می‌شود. با داشتن یک نوارابزار می‌توانید با راست کلیک کردن روی آن سایر نوارابزارها را نمایش دهید.

در گوشه پایین و سمت چپ برخی آیکون‌ها مثلث تیره‌ای وجود دارد که با کلیک کردن روی آن مجموعه ابزارهای مرتبطی نمایش داده می‌شود. مثلاً ابزارهای مرتبط با دستور Array در تصویر زیر نشان داده شده است.



شکل ۶-۲

نوار وضعیت و مختصات: این نوار حاوی ابزارهایی برای ترسیم دقیق و کنترل نقشه است. همچنین با حرکت نشانگر ماوس در صفحه ترسیم، مختصات لحظه‌ای آن نمایش داده می‌شود.

روش‌های اجرای دستور

در اتوکدراه های مختلفی برای اجرای دستور وجود دارد که. عبارتند از:
۱.تایپ کردن نام دستور یا مخفف آن در خط دستور. قبل از آن نباید هیچ دستوری در حال اجرا باشد؛
۲.کلیک کردن روی آیکون دستور در نوارابزار مربوطه. قبل از آن باید نوارابزار مورد نظر را فراخوانی کنید؛
۳. استفاده از منوی مربوطه؛
۴. استفاده از پانل‌های ابزار یا ریبون؛

با هر بار فشردن دکمه اینتر یا Space آخرین دستور اجرا شده مجدداً اجرا یا وارد قسمت بعدی دستور فعلی می‌شود. کلیک دکمهٔ راست موس نیز کار کلید Space یا اینتر، را انجام می‌دهد. با اجرای هر دستور اتوکد، گزینه‌های مربوط به آن در خط دستور و داخل کروشه نمایش داده می‌شوند.گزینهٔها مسیری فرعی برای اجرای دستور هستند.

جواب: در پیغام از کاربر خواسته می‌شود که شعاع دایره را تعیین کند و یا با انتخاب Diameter قطر دایره را وارد کند.

کلمه Circle را در خط دستور تایپ کنید و دکمه اینتر را فشار دهید، سپس روی یک نقطه در فضای ترسیمی به دلخواه کلیک کنید.

`Specify radius of circle or [Diameter] <۱۰,۰>:`

آیا می‌توانید پیغام بالا که در خط دستور ظاهر شده را توضیح دهید؟

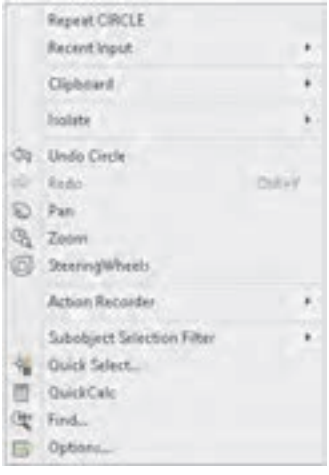
برای انتخاب گزینهٔ دلخواه باید حرفی از آن گزینهٔ که به صورت حرف بزرگ نوشته شده است را تایپ کرد یا روی آن گزینهٔ در خط دستور کلیک کرد. مثلاً برای اجرای گزینهٔ Diameter باید حرف d را تایپ کنید و اینتر بزنید.

مقادیر داخل < > مقادیر پیش فرض می‌باشد. مثلاً در مثال فوق اگر بدون وارد کردن هیچ عددی اینتر زده شود، اتوکد عدد ۱۰ را به عنوان شعاع دایره انتخاب می‌کند.

با زدن کلید اینتر یا Spacebar در صفحه‌کلید آخرین دستور اجرا شده مجدداً اجرا می‌شود.

در فضای ترسیمی راست کلیک کنید. مندرجات پنجره ظاهر شده را به خاطر بسپارید. سپس نشانگر ماوس را در محل دیگری غیر از فضای ترسیمی قرار داده و دوباره راست کلیک نمایید. آیا مندرجات پنجره ظاهر شده با قبلی تفاوت دارد؟

پنجره‌ای که باز می‌شود به منوی راست کلیک معروف است که به صورت ناحیه‌ای عمل می‌کند. یعنی با توجه به موقعیت نشانگر ماوس، مندرجات منوی راست کلیک نیز متفاوت خواهد بود. زمانی که دستوری در حال اجراست، گزینه‌های آن دستور و همچنین دسترسی به ابزارهای کمک‌رسم (Osnap) در منوی راست کلیک قابل انتخاب است.



شکل ۷-۲

مشاهدهٔ موضوعات در نرم‌افزار

یکی از فایل‌های موجود حاوی نقشه در لوح همراه را باز کنید. حرف z را در خط دستور نوشته و کلید اینتر را بفشارید. حرف a را وارد نمایید. چه تغییری در صفحه نمایش اتوکد اتفاق افتاد؟ سپس اینتر را مجدد فشرده و حرف اول سایر گزینه‌های این دستور را یکی یکی وارد نمایید. آیا می‌توانید تفاوت هر یک از گزینهٔهارا بیان کنید؟

Zoom z View ➤ Zoom

بزرگ‌نمایی یا کوچک‌نمایی ظاهری موضوعات

با اجرای دستور Zoom یک کادر در صفحه ترسیم می‌کشیم تا این بخش از نقشه به بزرگ‌ترین اندازه ممکن نمایش داده شود. با کوچک و بزرگ کردن نقشه، موضوعات ترسیمی به صورت واقعی تغییر اندازه نمی‌دهند و این بزرگ‌نمایی ظاهری است.

گزینهٔ All کل محدوده نقشه را در دید جاری قرار می‌دهد.

گزینهٔ Cاینتر موجب می‌شود که پنجره دید با تعیین نقطه مرکز و سپس اندازه صفحه نمایش تعیین شود.

گزینهٔ Dynamic با نمایش کل نقشه و دید جاری، امکان بزرگ‌نمایی و کوچک‌نمایی و همچنین جابه‌جایی پنجره دید را فراهم می‌کند.

گزینهٔ Extents تمام موضوعات را به بزرگترین اندازه ممکن نمایش می‌دهد. دابل‌کلیک دکمه وسط ماوس نیز این گزینهٔ را اجرا می‌کند.

گزینهٔ Previous دید قبلی را نمایش می‌دهد که تا ۱۰ تصویر می‌توان به عقب بازگشت.

گزینهٔ Scale با وارد کردن یک مقداری عددی می‌توان بزرگ‌نمایی را تغییر داد. عدد وارد شده ضریب بزرگ‌نمایی پنجره دید نسبت به محدوده ترسیم خواهد بود.

چنانچه محدوده ترسیم به اندازه یک کاغذ A_3 تنظیم شده باشد و در گزینهٔ Scale از دستور Zoom عدد ۱ وارد شود، پنجره دید به اندازه ۴۲۰×۲۱۰ تنظیم می‌شود و اگر عدد ۲ وارد شود پنجره دید ۸۴۰×۴۲۰ خواهد بود. اما اگر عدد به همراه X وارد شود، مقیاس پنجره دید بر اساس پنجره دید جاری تعیین می‌شود. مثلاً 2X موجب دو برابر شدن اندازه پنجره دید نسبت به اندازه پنجره دید جاری یا دو برابر شدن اندازه ظاهری موضوعات می‌شود. درج عدد به همراه XP نیز در فضای کاغذ کاربرد دارد. مثلاً اگر در دو پنجره دید دستور Zoom با مقیاس 2XP اجرا نمود، مقیاس ظاهری آنها یکسان خواهد شد. بعد از اجرای دستور Zoom می‌توان مستقیم و بدون انتخاب گزینهٔ Scale نیز با وارد کردن یک عدد به تنهایی یا به همراه X و یا XP پنجره دید را تعریف کرد.

گزینهٔ Window با تعیین دو نقطه پنجره دید تعیین می‌شود. بعد از اجرای دستور Zoom می‌توان مستقیم و بدون انتخابِ گزینهٔ Window نیز با درگ کردن یک کادر پنجره دید را تعریف کرد.

گزینهٔ Object با انتخاب یک یا چند موضوع، آنها را به بزرگترین اندازه ممکن نمایش می‌دهد.

گزینهٔ real time با درگ کردن موس می‌توان پنجره دید را تعیین کرد.

چرخاندن دکمه غلتکی ماوس کار دستور Zoom را انجام می‌دهد.

Pan p View ➤ Pan

جابه‌جایی ظاهری پنجره دید

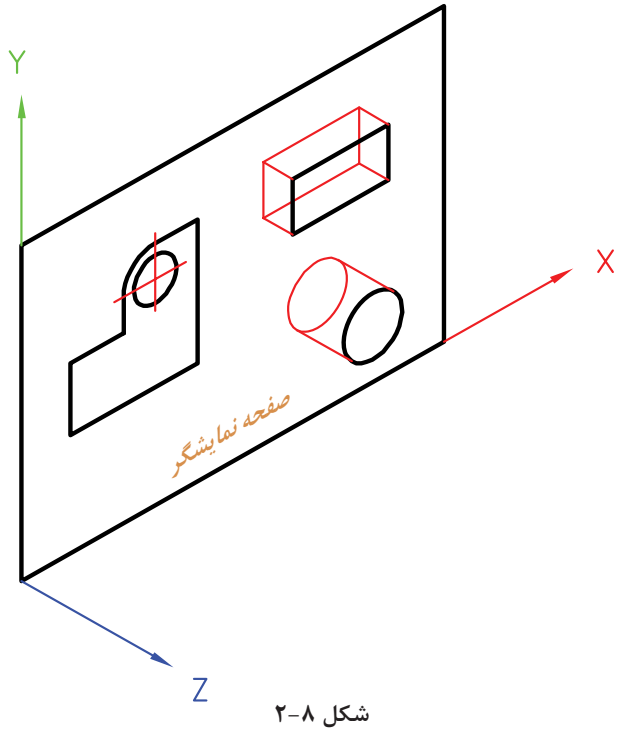
با اجرای این دستور و سپس درگ کردن موس می‌توان پنجره دید را جابه‌جا کرد. جابه‌جایی پنجره دید مانند جابه‌جایی صفحه ترسیم است و با جابه‌جایی موضوعات ترسیم شده متفاوت است.

فشردن و نگه‌داشتن دکمه غلتکی ماوس کار دستور Pan را انجام می‌دهد.

کار با سیستم‌های مختصات و ورود اطلاعات

فضای ترسیم در اتوکد یک فضای سه‌بعدی است که می‌توان با در نظر نگرفتن یک بعد، آن را به صورت دوبعدی فرض کرد و ترسیمات را در آن انجام داد. در این فضا نقطه‌ای به عنوان مبداء تعیین شده است که بقیه نقاط فضا نسبت به آن موقعیت‌دهی می‌شوند (شکل ۸-۲).

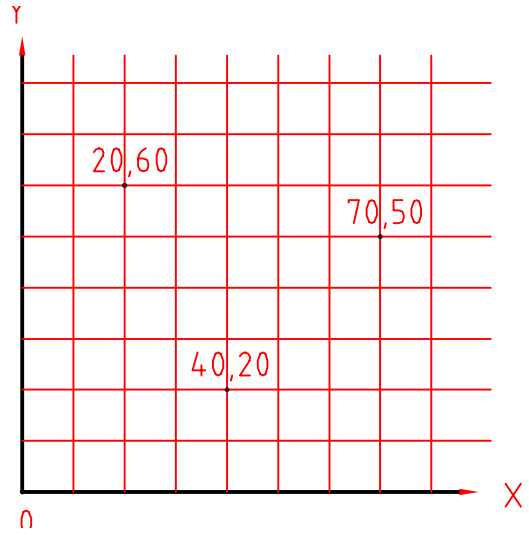
درمحیط دوبعدی نرم‌افزارهای کد دو نوع سیستم مختصاتی مورد استفاده قرار می‌گیرد: سیستم مختصاتی کارتزین و سیستم مختصاتی قطبی. شما در سال‌های گذشته با سیستم مختصاتی کارتزین یا دکارتی آشنا شدید و دراین قسمت برای یادآوری به اختصار توضیح داده خواهد شد.



شکل ۸-۲

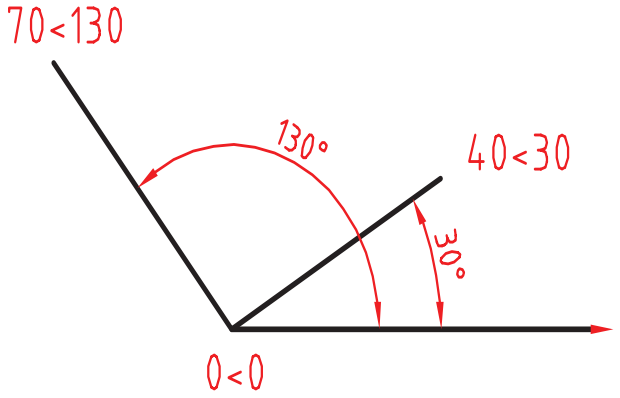
یادآوری

سیستم مختصاتی کارتزین یا متعامد: در این سیستم سه محور عمود برهم وجود دارد و یک نقطه به عنوان نقطه مبداء تعیین می‌شود. ساختار کلی آن به صورت (X,Y) می‌باشد.



شکل ۹-۲

سیستم مختصاتی قطبی: در این سیستم یک نقطه به عنوان نقطه مبداء تعیین می‌شود. و مختصات هر نقطه‌ای روی صفحه را با فاصله آن نسبت به مبداء و زاویه آن با جهت مثبت محور افقی تعیین می‌شود.



شکل ۱۰-۲

مرحله اول: از منوی Draw روی دستور line کلیک کنید. بعد از اجرای دستور مختصات نقطه شروع یعنی 20,20 را در خط دستور بنویسید و دکمه اینتر را فشاردهید. سپس در مقابل پیغام، مختصات نقطه انتهای پاره‌خط یعنی 60,20 را بنویسید و دکمه اینتر را فشار دهید.
مرحله دوم: دوباره دستور line را اجرا کنید و پس از وارد کردن مختصات نقطه شروع یعنی 20,30 در خط دستور، نقطه انتهای پاره‌خط را به صورت 40,0@ وارد کنید.
نتیجه باید ترسیم دو خط افقی به طول ۴۰ باشد.
در مرحله اول شما مختصات را به صورت مطلق و در مرحله دوم به صورت نسبی وارد کردید.

روش وارد کردن مختصات در اتوکد

درنرم‌افزار اتوکد می‌توان مختصات را به دو روش مطلق و نسبی وارد نمود. اگر مبداء مختصات ثابت باشد آن را مطلق و چنانچه مبداء مختصات نقطه قبلی در نظر گرفته شود آن را نسبی می‌نامند. اگر در ابتدای وارد کردن مختصات علامت @ (اَتساین) افزوده شود مختصات وارد شده نسبی وچنانچه بدون علامت @ باشد مطلق خواهد بود. مختصات اولین نقطه، مثلاً برای ترسیم پاره‌خط مطلق است.

چنانچه تنظیمات Dynamic Input به صورت پیش‌فرض تنظیم شده باشد، برای مختصات نسبی نیازی به استفاده از علامت @ نیست اما برای مختصات مطلق باید از علامت # (نامبرساین) استفاده کرد. اگر Dynamic Input غیرفعال باشد و یا روی مطلق تنظیم شده باشد، برای مختصات مطلق نیازی به استفاده از علامت # نیست اما برای مختصات نسبی باید از علامت @ استفاده کرد.

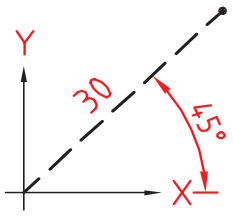
روش‌های تعیین مختصات یک نقطه

۱. کلیک کردن در صفحه ترسیم؛
۲.استفاده از مختصات کارتزین یا قطبی با تایپ کردن یکی از ساختارهای آن در خط دستور؛
۳. استفاده از Grid و Snap؛
۴. استفاده از گیره‌های Object Snap؛
۵. استفاده از کمک‌رسم Ortho و وارد کردن مستقیم طول ؛
۶. استفاده از Polar Tracing؛
۷. قفل کردن موقت زاویه.

قفل کردن موقت زاویه

در حین اجرای یک دستور مثلاً Line می‌توان حرکت نشانگر ماوس را روی زاویه خاصی قفل کرد و به روش وارد کردن مستقیم طول، خط مورد نظر را ترسیم کرد.
مثلاً برای ترسیم خطی به طول ۳۰ واحد و با زاویه ۴۵ درجه نسبت به خط افق به ترتیب زیر عمل کنید:

```
Command: line
Specify first point:0,0
Specify next point or [Undo]:<45
Angle Override:45
Specify next point or [Undo]: 30
```



شکل ۱۱-۲

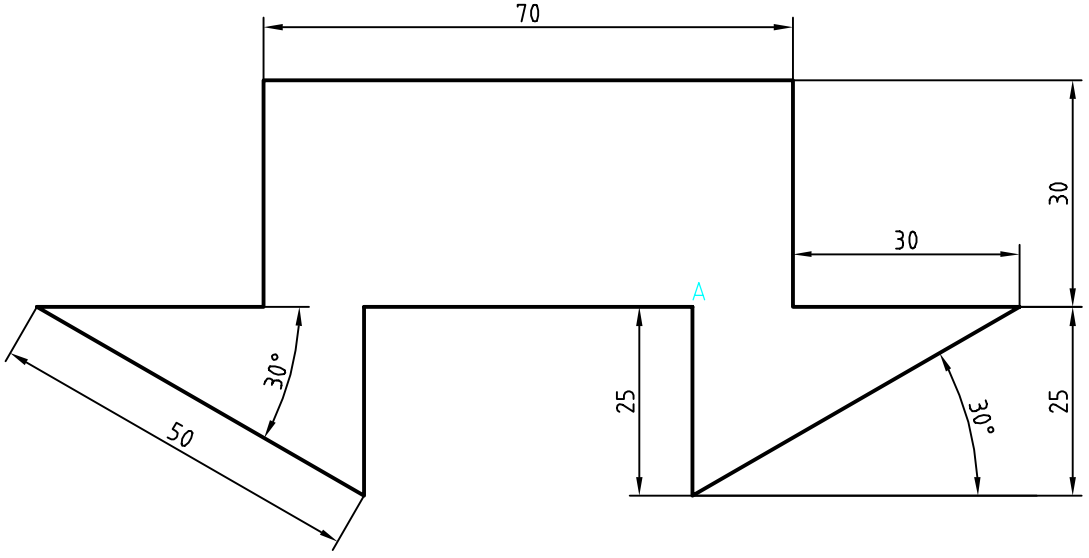
ترسیم نقشه‌های دوبعدی

رویکرد آموزشی در این بخش مبتنی بر فعالیت کلاسی است. بدین صورت که با اجرای هر فعالیت کلاسی با عملکرد یک یا چند دستور آشنا می‌شوید. فایل‌های مورد نیاز اجرای فعالیت‌های کلاسی در لوح همراه کتاب وجود دارد. البته می‌توان فایل‌های مورد نیاز را با توضیحاتی که در بخش‌های مربوطه آمده است بسازید. ابتدا پوشه‌ای به نام خود در رایانه ایجاد کنید تا فایل‌های ترسیمی خود را در آن ذخیره کنید.

فعالیت کلاسی ۱

شکل زیر را به ترتیب مراحل گفته شده ترسیم کنید

استفاده از Ortho، Polar، و دیگر ابزارهای ترسیم دقیق مانند گیره‌های موضعی و Tracking



شکل ۱۲-۲

روش‌های مختلفی برای ترسیم این شکل وجود دارد. یک روش پیشنهادی شروع از نقطه A به سمت پایین و ترسیم شکل در یک مرحله است. هنگامی که خطوط افقی و عمودی ترسیم می‌کنید ابزار Ortho باید فعال باشد و برای ترسیم خطوط زاویه‌دار از ابزار Polar استفاده کنید.

۱. فایل 01.dwg را باز کنید یا فایل جدیدی مطابق با الگوی acadiso ایجاد کنید.
۲. پاره‌خطی عمودی به طول ۲۵ به سمت پایین ترسیم کنید.
۳. پاره‌خطی اریب با زاویه ۳۰ درجه به طول ۵۰ ترسیم کنید.
۴. پاره‌خطی افقی به سمت چپ به طول ۳۰ ترسیم کنید.
۵. پاره‌خطی عمودی به سمت بالا به طول ۳۰ ترسیم کنید.
۶. پاره‌خطی افقی به سمت چپ به طول ۷۰ ترسیم کنید.
۷. پاره‌خطی عمودی به سمت پایین به طول ۳۰ ترسیم کنید.
۸. پاره‌خطی افقی به سمت چپ به طول ۳۰ ترسیم کنید.
۹. پاره‌خطی اریب با زاویه ۳۰ درجه زیر خط افق (۳۰- درجه) به طول ۵۰ ترسیم کنید.
۱۰. پاره‌خطی عمودی به سمت بالا به طول ۲۵ ترسیم کنید.
۱۱. با استفاده از گزینهٔ Close شکل را ببندید و از دستور Line خارج شوید.
۱۲. فایل را به نام My01.dwg در پوشه خود ذخیره کنید.

ابزار Ortho

چنانچه ابزار Ortho که در نوار وضعیت قرار دارد، فعال باشد، نشانگر در جهات افقی و عمودی قفل می‌شود و می‌توان خطوط افقی و قائم ترسیم کرد. در این حالت به کمک نشانگر ماوس می‌توان جهت ترسیم خط را تعیین کرد و طول آن را مستقیم در خط دستور تایپ نمود. این روش یکی از متداول‌ترین روش برای ترسیم خطوط افقی و عمودی است.

ابزار Polar

با استفاده از ابزار Polar می‌توان نشانگر را روی زاویه‌های مضرب زاویه Polar ثابت کرد. زاویه Polar را با استفاده از Setting آن می‌توان تنظیم کرد. مثلاً اگر Polar روی ۱۵ درجه تنظیم شود، می‌توان زوایای مضرب ۱۵ مانند ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ... را رسم کرد.

Line L Draw ➢ Line

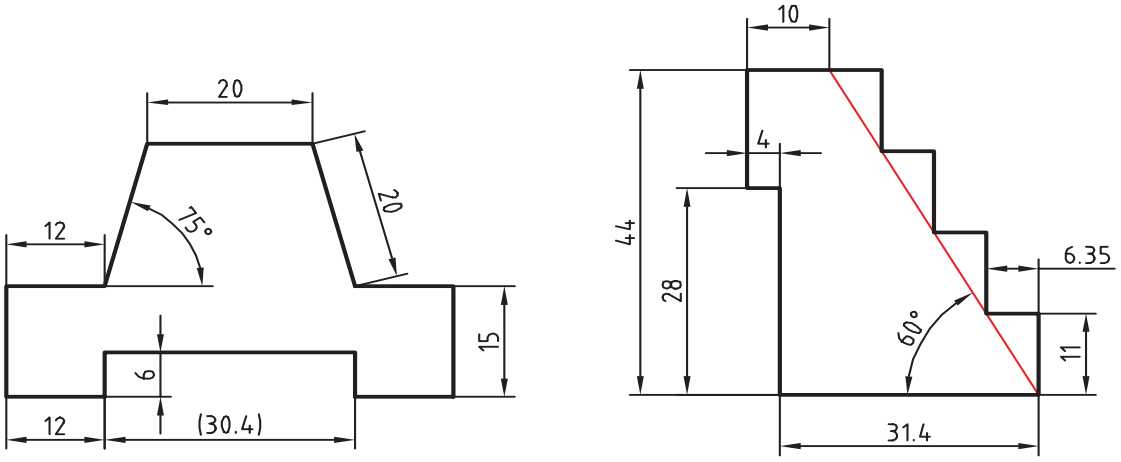
ترسیم پاره‌خط

با اجرای این دستور و تعیین دو نقطه، پاره‌خط مستقیمی بین آن دو نقطه ترسیم می‌شود. چنانچه به جای تعیین نقطه اول اینتر زده شود، نقطه انتهای آخرین موضوع ترسیمی انتخاب می‌شود. و اگر آخرین موضوع ترسیمی کمان باشد، راستای خط نیز مماس با کمان خواهد بود.

گزینهٔ Close بعد از ترسیم حداقل دو پاره‌خط ظاهر می‌شود که با انتخاب آن ضمن ترسیم پاره‌خطی به نقطه شروع، از دستور خارج می‌شود.گزینهٔ Undo موجب حذف آخرین پاره‌خط ترسیم شده می‌شود.

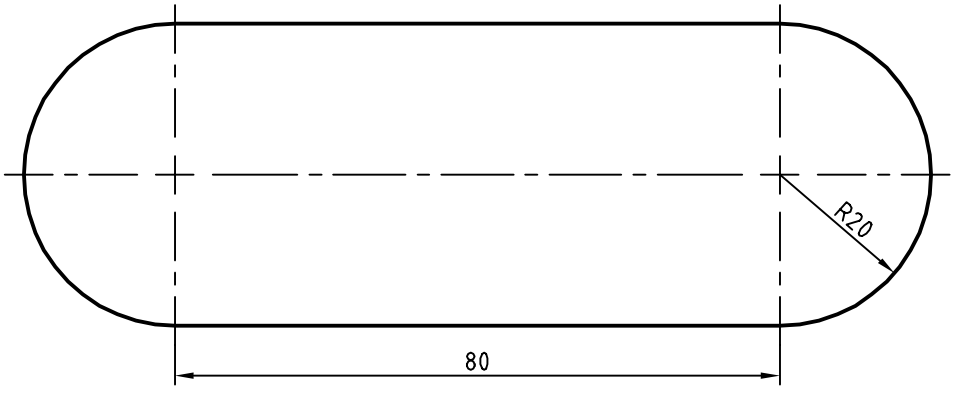
این دستور به طور پیوسته خط ترسیم می‌کند. برای خروج از فرمان دکمه اینتر یا Esc در صفحه کلید را بزنید.

با توجه به دستورات فعالیت کلاسی ۱ نقشه‌های زیر را ترسیم کنید.



شکل ۱۳-۲

فعالیت کلاسی ۲: شکل زیر را بدون اندازه گذاری ترسیم کنید



شکل ۱۴-۲

هدف ترسیم شکل فوق بدون خطوط محور و اندازه‌گذاری است. این شکل شامل دو خط موازی و دو کمان است که در مجموع یک شکل بسته پیوسته تشکیل می‌دهد.

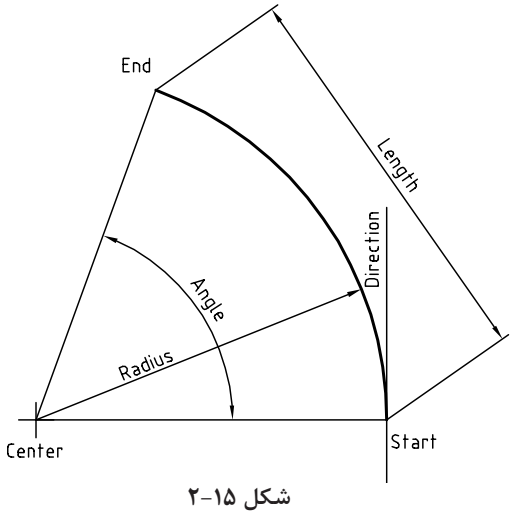
۱. فایل 02.dwg را باز کنید یا فایل جدیدی مطابق با الگوی acadiso ایجاد کنید.
۲. پاره‌خطی افقی به طول ۸۰ ترسیم کنید.
۳. بلافاصله بعد از ترسیم خط، کمانی به قطر ۴۰ ترسیم کنید.
۴. پاره‌خطی افقی به طول ۸۰ در ادامه کمان ترسیم کنید.
۵. بلافاصله بعد از ترسیم خط، کمانی به قطر ۴۰ ترسیم کنید.
۶. فایل را به نام My02.dwg در پوشه خود ذخیره کنید.

در اجرای این فعالیت کلاسی باید Ortho فعال باشد و هر چهار مرحله، بدون وقفه و پشت سر هم اجرا شود. چنانچه بلافاصله بعد از ترسیم خط، دستور Arc اجرا شود، نقطه انتهای خط به‌عنوان نقطه شروعِ کمان انتخاب می‌شود و کافی است با استفاده از حالت Polar یا Ortho نقطه انتهای آن که ۴۰ واحد در راستایِ عمودی است تعیین شود. این شکل با دستور Pline که در فعالیت‌های کلاسی بعدی آموزش داده می‌شود در یک مرحله و به صورت یکپارچه ترسیم می‌شود.

Arc a Draw ➢ Arc ➢ Points

ترسیم کمان

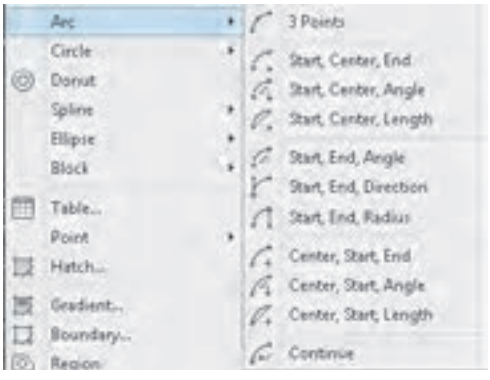
از نظر هندسی تنها یک کمان می‌تواند از سه نقطه معین بگذرد. به صورت پیش‌فرض بعد از اجرای دستور حالت سه‌نقطه فعال می‌شود. یعنی با اجرای این دستور و تعیین ۳ نقطه، کمانی ترسیم می‌شود که از آن ۳ نقطه بگذرد.
برای ترسیم کمان روش‌های مختلفی وجود دارد که در اغلب آنها باید ۳ مولفه از مولفه‌های زیر معیّن شود.
برای ترسیم یک کمان مشخص در نقشه، باید تشخیص داد که کدام مولفه آن کمان معلوم است.



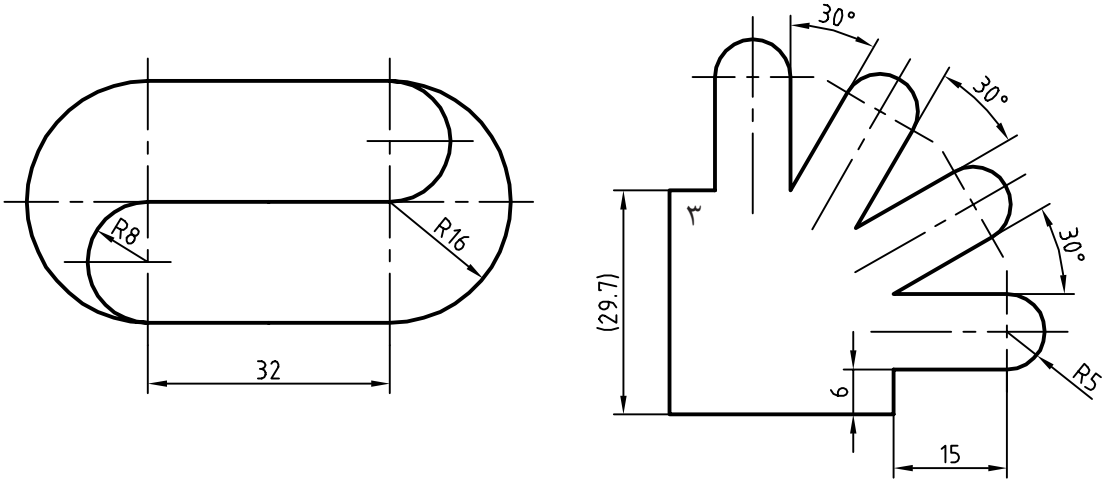
شکل ۱۵-۲

نقطه شروع کمان	Start
نقطه پایان کمان	End
مرکز کمان	Center
زاویه مرکزی کمان	Angle
طول وترکمان	Length
شعاع کمان	Radius
راستای مماس بر کمان	Direction

در مواقعی که مولفه‌های مورد نظر معیّن باشد بهتر است به جای خط دستور از منوی Draw استفاده و گزینهٔ مورد نظر را از زیرمنوی Arc انتخاب کرد.
چنانچه به جای تعیین نقطه اول اینتر زده شود، نقطه انتهای آخرین موضوع ترسیمی به عنوان نقطه شروع انتخاب می‌شود و کمانی مماس بر آخرین موضوع ترسیمی ترسیم می‌گردد (Continue).

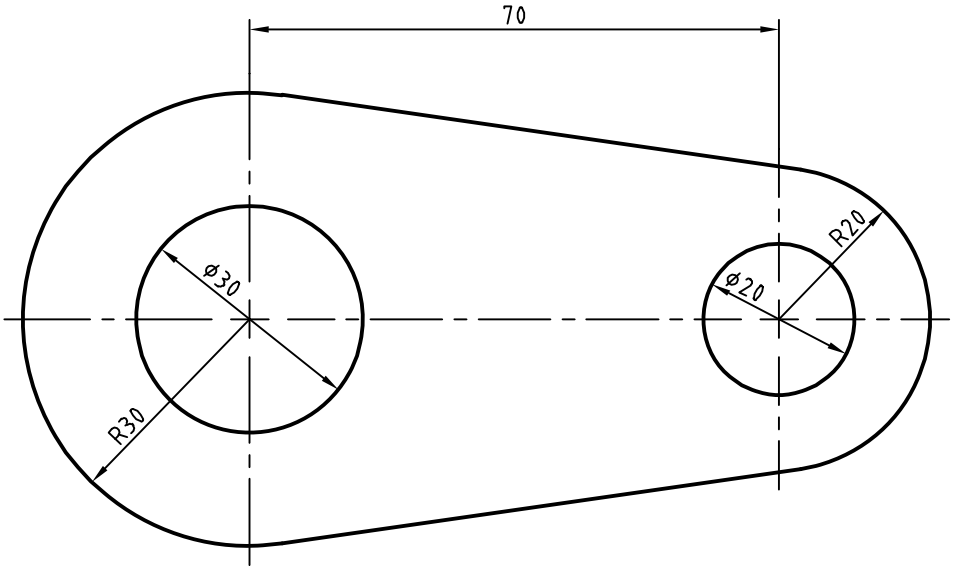


با توجه به دستورات فعالیت‌های کلاسی ۱ تا ۲ نقشه‌های زیر را ترسیم کنید.



شکل ۱۶-۲

فعالیت کلاسی ۳: شکل زیر را بدون اندازه گذاری ترسیم کنید.



شکل ۱۷-۲

هدف این فعالیت ترسیم شکل فوق بدون خطوط محور و اندازه‌گذاری است. برای ترسیم این شکل بهتر است ابتدا دایره‌ها به صورت کامل و سپس خطوط مماس ترسیم شود و در انتها بخش‌های اضافه دایره‌ها حذف شود.

۱. فایل 03.dwg را باز کنید یا فایل جدیدی مطابق با الگوی acadiso ایجاد کنید.
۲. پاره‌خطی افقی به طول ۷۰ ترسیم کنید.
۳. در انتهای سمت راست خط دو دایره به شعاع‌های ۱۰ و ۲۰ ترسیم کنید.
۴. در انتهای سمت چپ خط دو دایره به شعاع‌های ۱۵ و ۳۰ ترسیم کنید.
۵. با استفاده از گیره موضعی Tangent خطوط مماس بر دو دایره ترسیم کنید.
۶. با دستور Trim بخش‌های اضافه دایره‌ها را حذف کنید.
۷. فایل را به نام My03.dwg در پوشه خود ذخیره کنید.

Circle c Draw ➢ Circle ➢ Center, Radius

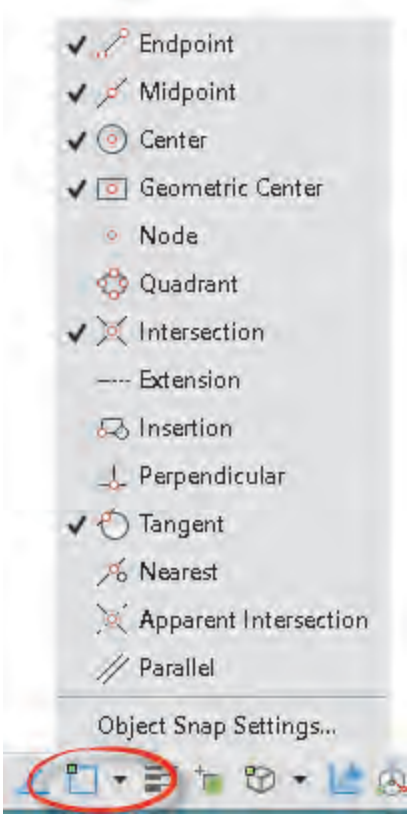
ترسیم دایره

با اجرای این دستور و تعیین یک نقطه به عنوان مرکز و یک عدد به عنوان شعاع، دایره ترسیم می‌شود.
به صورت ترسیمی می‌توان با دو کلیک دایره را رسم کرد. کلیک اول مرکز و فاصله بین دو کلیک شعاع دایره را تعیین می‌کند.
در زمان وارد کردن شعاع می‌توان گزینهٔ Diameter را انتخاب کرد و به جای شعاع قطر دایره را وارد نمود.
با استفاده از گزینهٔ 3P می‌توان دایره‌ای ترسیم کرد که از ۳ نقطه معیّن بگذرد.
با استفاده از گزینهٔ 2P می‌توان دایره‌ای ترسیم کرد که از ۲ نقطه قطری بگذرد.
با استفاده از گزینهٔ Ttr می‌توان دایره‌ای ترسیم کرد که بر دو موضوع دیگر مماس و شعاع آن نیز معلوم باشد.
بعد از انتخاب این گزینهٔ باید محل تقریبی نقاط مماس را تعیین کرد سپس شعاع دایره مماس را وارد نمود.
در منوی Draw و زیرگزینهٔ Circle برای تمام این گزینه‌ها میان‌برهایی تعبیه شده است.

نقطه‌یابی دقیق به کمک گیره‌های موضعی (Object Snap)

برای مشخص کردن نقاط خاص روی موضوعات ترسیمی مانند ابتدای خط و یا مرکز دایره از گیره‌های موضعی استفاده می‌شود.
برای انتخاب و تعیین نقاط معیّن موضوعاتی که قبلاً ترسیم شده‌اند از این گیره‌ها استفاده می‌شود.
برای استفاده از گیره‌های موضعی روش‌های مختلفی وجود دارد:
روش اول: تایپ کردن سه حرف اول گیره موضعی. مثلاً تایپ کردن حروف end برای انتخاب انتهای خط یا کمانی که نشانگر ماوس روی آن قرار دارد.
روش دوم: استفاده از نوارابزار Object Snap. برای این کار باید ابتدا این نوارابزار را احضار کرد.
روش سوم: استفاده از کلید ترکیبی Shift + Right Click و انتخاب گیره مورد نظر از منوی گشوده شده.
روش چهارم: فعال کردن همیشگی گیره‌های موضعی مورد نظر. یعنی استفاده از زبانه Object Snap در نوار وضعیت.

برای فعال کردن همیشگی گیره‌های موضعی روی مثلث تیره کنار آیکون Object Snap در نوار وضعیت کلیک کنید و گیره‌های موضعی مورد نظر را تیک بزنید.
انواع گیره‌های موضعی در جدول ۲-۲ معرفی شده‌اند.



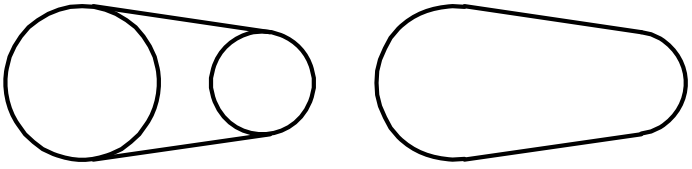
جدول ۲-۱

Endpoint		ابتدا و انتهای خط
Midpoint		نقطه میانی خط و کمان
Center		مرکز دایره و کمان و بیضی
Geometric center		مرکز سطح چندخطی‌های بسته
Node		مرکز یک نقطه
Quadrant		نقاط قطری دایره و کمان
Intersection		محل تلاقی دو موضوع
Extension		امتداد خط یا کمان
Insertion		نقطه درج متن و بلوک
Perpendicular		نقطه پای عمود بر خط یا کمان
Tangent		نقطه مماس با دایره و کمان
Nearest		نزدیک‌ترین نقطه یک موضوع
Apparent intersection		محل تلاقی مجازی دو موضوع

Trim tr Modify ➢ Trim

بریدن بخشی از موضوعات با استفاده از لبهٔ برش

با انتخاب یک موضوع مانند دایره و خط، تمام آن موضوع انتخاب می‌شود. حال اگر بخواهیم بخشی از آنها را حذف کنیم باید از دستور Trim استفاده کنیم. در این دستور بخشی از یک موضوع ترسیمی که با موضوعات دیگر برخورد داشته باشد قابل حذف شدن است.

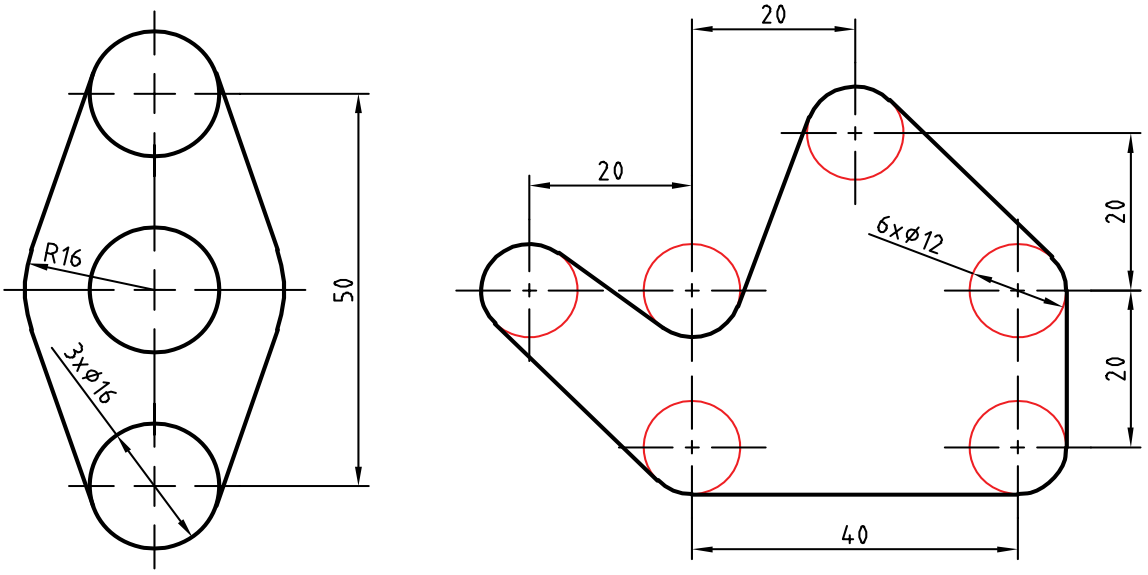


قبل از اجرای دستور بعد از اجرای دستور

شکل ۱۸-۲

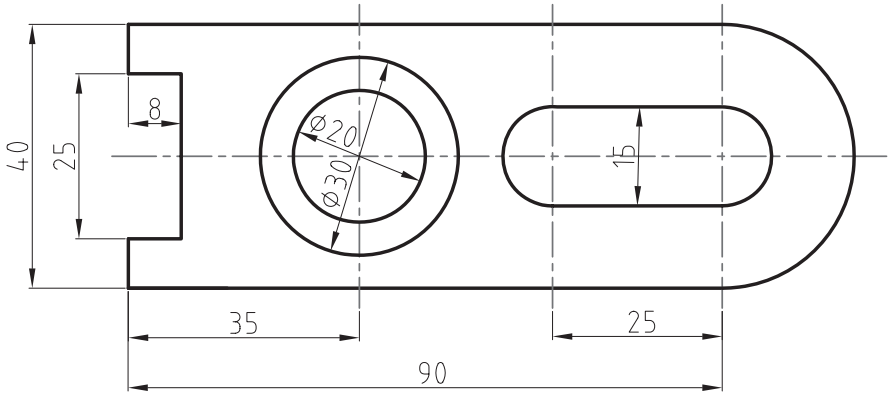
در این دستور ابتدا لبه برش انتخاب می‌شود، سپس موضوعات مورد نظر برای برش. در زمان انتخاب لبه برش می‌توان کلید اینتر را زد تا تمام موضوعات در دید جاری به عنوان لبه برش انتخاب شوند (Select all).
گزینه‌های Fence و Crossing دو روش انتخاب موضوع هستند.
در فضای سه‌بعدی چنانچه بخواهیم از تقاطع ظاهری موضوعات استفاده کنیم باید از گزینهٔ Project استفاده کنیم.
از گزینهٔ Erase برای حذف کردن موضوعاتی که تقاطعی با موضوعات دیگر ندارند استفاده می‌کنیم.
با گرفتن کلید Shift عملکرد این دستور به دستور Extend تبدیل می‌شود یعنی به‌جای بریدن موضوعات آنها را امتداد می‌دهد.

با توجه به دستورات فعالیت‌های کلاسی ۱ تا ۳ نقشه‌های زیر را ترسیم کنید.



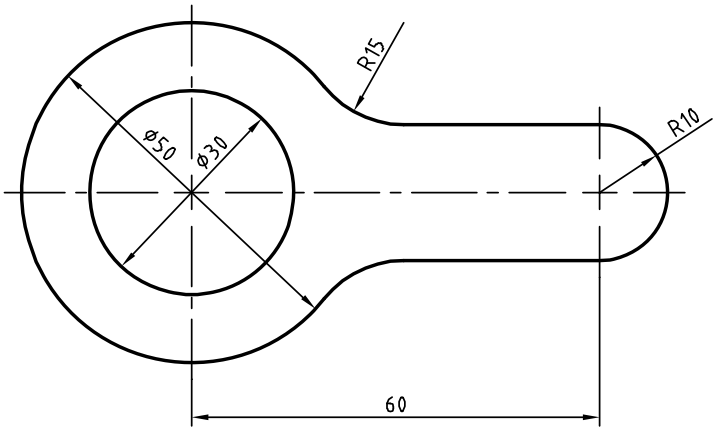
شکل ۱۹-۲

نقشه‌های زیر را بدون اندازه گذاری ترسیم کنید.



شکل ۲۰-۲

فعالیت کلاسی ۴
ترسیم گوشه‌های گرد و خطوط موازی



شکل ۲۱-۲

هدف ترسیم شکل فوق بدون خطوط محور و اندازه‌گذاری است. برای ترسیم این شکل بهتر است ابتدا دایره‌ها و خطوط مماس ترسیم شود، سپس گوشه‌های تیز گرد شود و در انتها بخش‌های اضافه دایره‌ها چیده شود.

۱.فایل 04.dwg را باز کنید یا فایل جدیدی مطابق با الگوی acadiso ایجاد کنید.
۲.خطی افقی به طول ۶۰ ترسیم کنید.
۳.در انتهای سمت چپ خط یک دایره به شعاع ۱۵ ترسیم کنید.
۴.در انتهای سمت راست خط یک دایره به شعاع ۱۰ ترسیم کنید.
۵.خط افقی را به اندازه ۱۰ در بالا و پایین آفست کنید. دایره ۱۵ را نیز به سمت بیرون آفست کنید.
۶.گوشه‌های تیز بین خطوط و دایره آفست شده را با استفاده از دستور Fillet و با شعاع ۱۵ گرد کنید.
۷.بخش‌های اضافه دایره‌ها را با دستور Trim حذف کنید.
۸.فایل را به نام My04.dwg در پوشه خود ذخیره کنید.

Fillet f Modify ➢ Fillet

گرد کردن گوشه‌ها با شعاع مورد نظر

محل برخورد دو موضوع ترسیم یک گوشه را تشکیل می‌دهد. این گوشه را می‌توان با استفاده از دستور Fillet با شعاع مشخصی گرد کرد.

شعاع پیش‌فرض صفر است که از آن می‌توان برای ترمیم گوشه‌های تیز استفاده کرد. برای تغییر شعاع مماس باید از گزینهٔ Radius استفاده کرد.

گزینهٔ Trim در این دستور تعیین می‌کند که آیا بعد از گرد کردن گوشه‌ها، خطوط و موضوعات اضافه بریده

چنانچه لازم باشد به جای گرد کردن گوشه، آن را پخ بزنیم از دستور Chamfer استفاده می‌کنیم. در این دستور نیز با گزینهٔ Distance باید طول پخ را تعیین کنیم.

شوند و یا خطوط و موضوعات کوتاه امتداد داده شوند یا خیر.

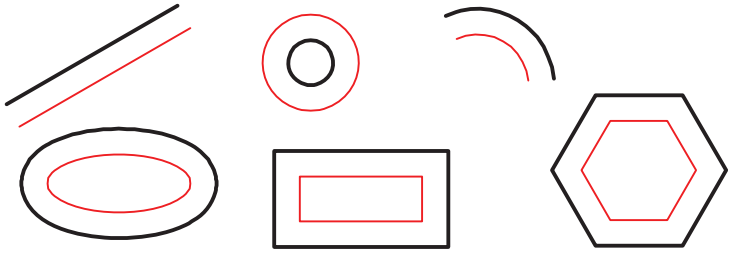
در دستور Fillet و Chamfer هر عددی که به عنوان شعاع گوشه یا طول پخ تعیین شده باشد، چنانچه همزمان با انتخاب موضوع دوم کلید Shift را بگیرید یک گوشه تیز یعنی با شعاع یا طول صفر ایجاد می‌شود.

Offset o Modify ➤ Offset

تهیه کپی‌های موازی با موضوع اصلی

در این دستور ابتدا فاصله بین موضوعات موازی را تعیین می‌کنیم. سپس موضوع مورد نظر را انتخاب می‌کنیم، و در نهایت روی سمتی که موضوع قرار است آفست شود، کلیک می‌کنیم. شکل حاصله در این دستور ممکن است بزرگ‌تر، کوچک‌تر یا مساوی موضوع اصلی باشد، ولی حتماً موازی آن خواهد بود. چنانچه موضوع انتخاب شده یکپارچه باشد مانند مستطیل و شش‌ضلعی زیر، تصویر آفست شده آنها نیز یکپارچه می‌شود.

گزینهٔ Through برای زمانی است که فاصله دقیقاً مشخص نباشد و بخواهیم روی نقشه نقطه گذر را تعیین کنیم. مثلاً در شکل زیر بعد از اجرای گزینهٔ Through ابتدا شکل یکپارچه d مانند را انتخاب و سپس روی نقطه



شکل ۲۲-۲

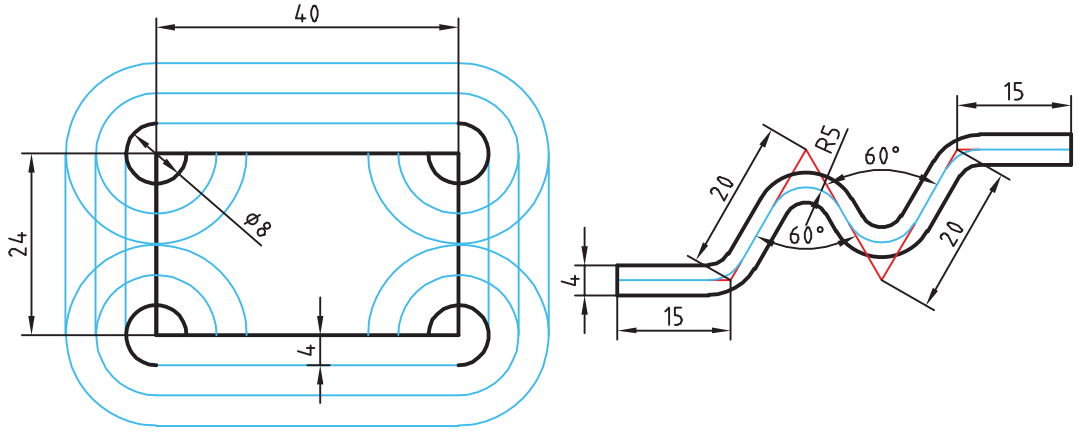
کوادرانت دایره کلیک می‌کنیم. یکپارچگی موضوعات در فعالیت‌های کلاسی بعدی مطرح می‌شود.

گزینهٔ Erase همان‌گونه که از نام آن پیداست موجب حذف موضوع اولیه می‌شود.

با استفاده از گزینهٔ Multiple می‌توان بعد از انتخاب موضوع در سمت مورد نظر پشت سر هم کلیک و چندین آفست ایجاد کرد.

شکل ۲۳-۲

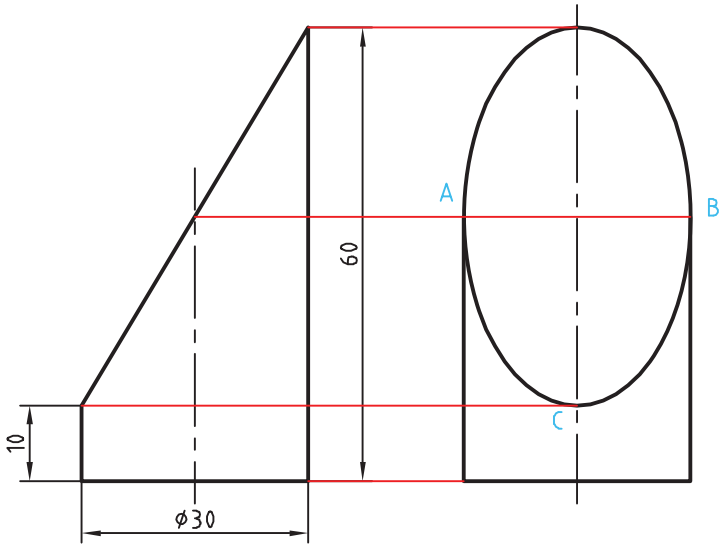
با توجه به دستورات فعالیت‌های کلاسی ۱ تا ۴ نقشه‌های زیر را ترسیم کنید.



شکل ۲۴-۲

فعالیت کلاسی ۵: ترسیم بیضی

هدف ترسیم شکل بدون خطوط محور و اندازه‌گذاری و حروف‌گذاری است. برای ترسیم این شکل بهتر است ابتدا نمای روبرو ترسیم شود، سپس با استفاده از خطوط کمکی محدوده ترسیم بیضی در نمای جانبی مشخص شود.



شکل ۲۵-۲

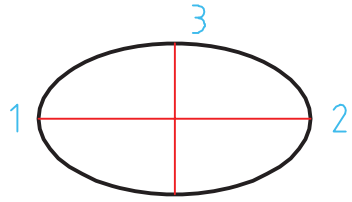
۱.فایل 05.dwg را باز کنید یا فایل جدیدی مطابق با الگوی acadiso ایجاد کنید.
۲.خطوط نمای روبرو و سپس خطوط اصلی و کمکی نمای جانبی را ترسیم کنید.
۳. با استفاده از دستور Ellipse و انتخاب نقاط A، B و C به‌ترتیب بیضی را ترسیم کنید.
۴.فایل را به نام My05.dwg در پوشه خود ذخیره کنید.

Ellipse el Draw ➤ Axis, End

ترسیم بیضی

بیضی دارای دو قطر بزرگ و کوچک است. محل برخورد قطرها، مرکز بیضی را تشکیل می‌دهد. نقاط انتهایی قطرهای بیضی رئوس بیضی است.

با اجرای این دستور و تعیین سه رأس (دو رأس از یک قطر و یک رأس از قطر دیگر)، بیضی ترسیم می‌شود (شکل ۲۶-۲).



شکل ۲۶-۲

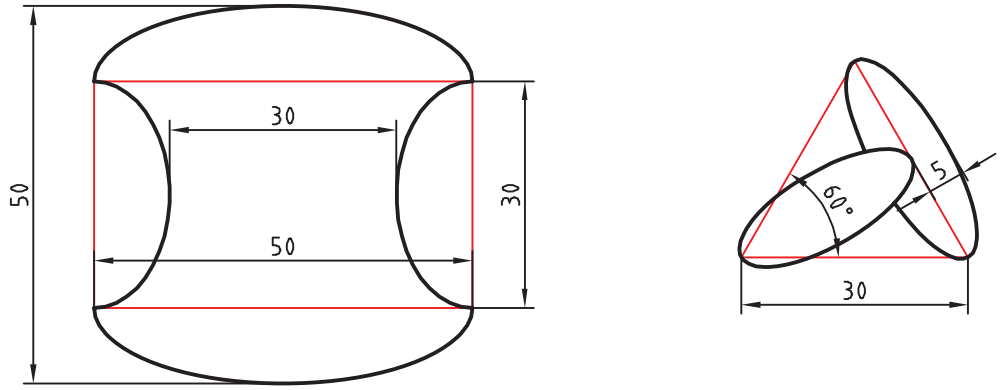
با استفاده از گزینهٔ Center می‌توان به ترتیب نقطه مرکز و یک رأس از هر قطر را تعیین کرد.

با استفاده از گزینهٔ Arc می‌توان بعد از ترسیم بیضی، زاویه شروع و انتهای کمان بیضی را تعیین کرد.

در تعیین نقاط رأس می‌توان شعاع‌های بیضی (نصف قطر مورد نظر) را وارد کرد. مثلاً در گزینهٔ Center می‌توان بعد از تعیین نقطه مرکز، به ترتیب نصف قطر اول و نصف قطر دوم را وارد کرد.

گزینهٔ Rotation شعاع دوم بیضی را با چرخش فضایی بیضی حول قطر بزرگ آن محاسبه می‌کند.

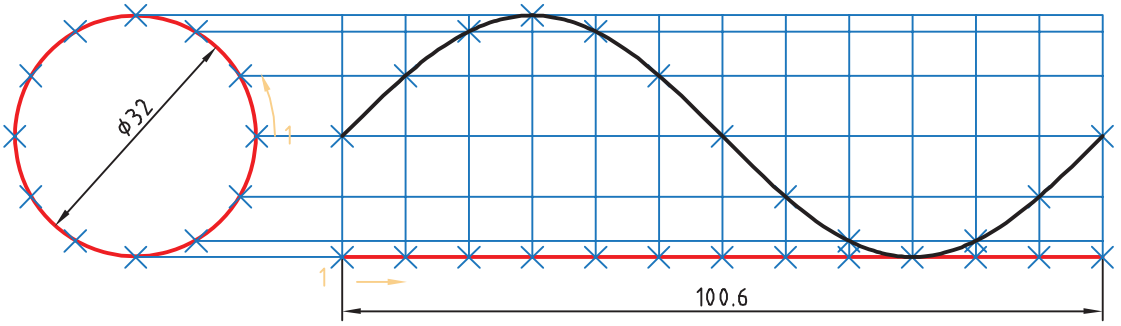
با توجه به دستورات فعالیت‌های کلاسی ۱ تا ۵ نقشه‌های زیر را ترسیم کنید.



شکل ۲۷-۲

گاهی با اجرای دستور Zoom متوجه می‌شوید که دایره یا کمان ها تبدیل به چندضلعی شده است. این تغییر فقط در ظاهر شکل اتفاق افتاده و در نتیجه نهایی یا چاپ هیچ تأثیری نمی‌گذارد. برای رفع این حالت می‌توان با اجرای دستور Regen تمام موضوعاتی که در پنجره دید بدین حالت شده‌اند را اصلاح نمود. دستور Regenall نیز همین کار را در تمام پنجره‌های دید انجام می‌دهد.

فعالیت کلاسی ۶ : ترسیم منحنی



شکل ۲۸-۲

هدف فعالیت فوق ترسیم منحنی سینوسی بدون اندازه‌گذاری است. برای ترسیم این شکل بهتر است ابتدا دایره و خط افقی به طول ۱۰۰/۶ ترسیم شود، سپس دایره و خط افقی به ۱۲ قسمت تقسیم شود. و با استفاده از خطوط کمکی نقاط منحنی تعیین گردد.

۱.فایل 06.dwg را باز کنید یا فایل جدیدی مطابق با الگوی acadiso ایجاد کنید.
۲.یک دایره به قطر ۳۲ و خطی افقی به طول ۱۰۰/۶ در راستای کوادرانت آن ترسیم کنید.
۳. با استفاده از دستور Divide دایره و خط افقی را به ۱۲ قسمت مساوی تقسیم کنید.
۴.از نقاط تقسیم روی دایره، خطوطی افقی و از نقاط تقسیم روی خط، خطوطی عمودی ترسیم کنید.
۵.نقاط برخورد خطوط افقی و عمودی را به ترتیب با استفاده از دستور Point نقطه‌گذاری کنید.
۶.نقاط منحنی را با دستور Spline به هم وصل کنید.
۷.فایل را به نام My06.dwg در پوشه خود ذخیره کنید.

Point po Draw ➤ Point

ترسیم نقطه

در بسیاری از مواقع که نیاز به نقطه‌یابی است، از دستور Point استفاده می‌شود. با این دستور یک نقطه که شکل پیش‌فرض آن یک نقطه ساده است ترسیم می‌شود.

شکل و اندازه نقطه ترسیم شده از Point Style در منوی Format تبعیت می‌کند. این نقاط را می‌توان با استفاده از گیره موضعی Node انتخاب کرد.

Divide div Draw ➤ Point ➤ Divide

تقسیم یک موضوع به قطعات مساوی

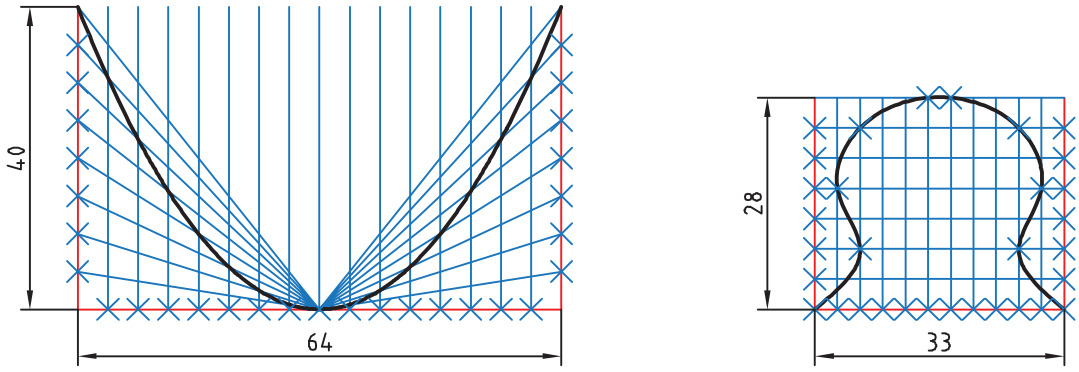
یک خط با طول نامشخص و یا یک دایره و کمان را می‌توان با این دستور به قطعات مساوی تقسیم کرد. در محل تقسیمات نقطه گذاشته می‌شود. بعد از اجرای این دستور ابتدا موضوع مورد نظر را انتخاب سپس تعداد تقسیمات را وارد کنید.

Spline spl Draw ➤ Spline ➤ Fit Points

ترسیم منحنی مرکب یا کثیرالمنحنی

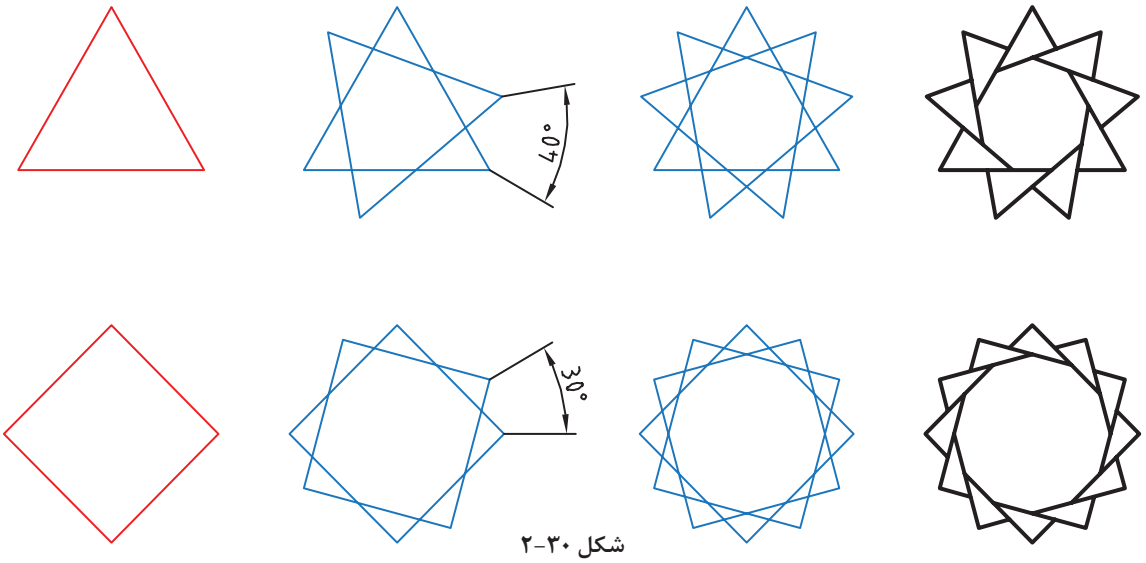
با اجرای این دستور می‌توان منحنی نرمی از نقاط مورد نظر عبور داد (نقطه‌یابی). بعد از اجرای این دستور روی نقاط مورد نظر به ترتیب کلیک کنید. از گزینهٔ Close برای ترسیم منحنی بسته (اتصال نقطه آخر به نقطه اول) استفاده می‌شود.

با توجه به دستورات فعالیت‌های کلاسی ۱ تا ۶ نقشه‌های زیر را ترسیم کنید.



شکل ۲۹-۲

فعالیت کلاسی ۷ : ترسیم چندضلعی منتظم و چرخش



شکل ۳۰-۲

برای ترسیم این شکل‌ها ابتدا چندضلعی منتظم ترسیم می‌شود، سپس با چرخش آنها و چیدن بخش‌های اضافی به شکل نهایی خواهیم رسید.

۱.فایل 07.dwg را باز کنید یا فایل جدیدی مطابق با الگوی acadiso ایجاد کنید.
۲. با استفاده از دستور Polygon یک سه‌ضلعی و یک چهارضلعی منتظم با ابعاد دلخواه ترسیم کنید.
۳.با استفاده از گزینهٔ Copy در دستور Rotate چندضلعی‌ها را حول مرکز آنها به اندازه زاویه نشان داده شده بچرخانید.
۴.با دستور Trim بخش‌های اضافی را حذف کنید.
۵.فایل را به نام My07.dwg در پوشه خود ذخیره کنید.

Polygon pol Draw ➤ Polygon

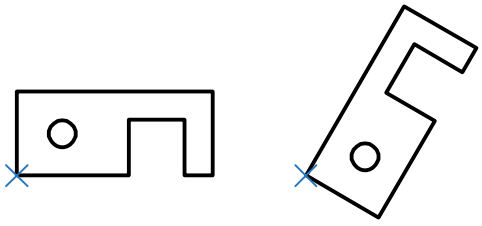
ترسیم چندضلعی یکپارچه

با اجرای این دستور می‌توان چندضلعی‌های منتظم بین ۳ تا ۱۰۲۴ ضلعی ترسیم کرد.
بعد از اجرای دستور ابتدا تعداد اضلاع وارد، سپس مرکز چندضلعی تعیین می‌شود. بعد از آن باید نوع چندضلعی از نظر محیطی (I) یا محاطی (C) انتخاب شود و در نهایت شعاع دایره محیطی یا محاطی وارد می‌شود. در چندضلعی اندازه گوشه‌ای به معنی قطر دایره محیطی و اندازه آچارخور به معنی قطر دایره محاطی است.
با استفاده از گزینهٔ Edge می‌توان چندضلعی با یک ضلع معلوم که با دو نقطه مشخص می‌شود، ترسیم کرد. در این حالت چندضلعی در سمت چپ ضلع ترسیم می‌شود.
چندضلعی یک موضوع یکپارچه است، یعنی با انتخاب یک ضلع آن، کل چندضلعی انتخاب می‌شود.

Rotate ro Modify ➤ Rotate

دوران یا چرخش موضوعات حول یک نقطه

بعد از انتخاب موضوع یا موضوعات، مرکز دوران تعیین می‌شود، سپس مقدار زاویه دوران داده می‌شود. چرخش مثبت در خلاف جهت حرکت عقربه‌های ساعت انجام می‌شود و زاویه منفی در جهت حرکت عقربه‌های ساعت است.

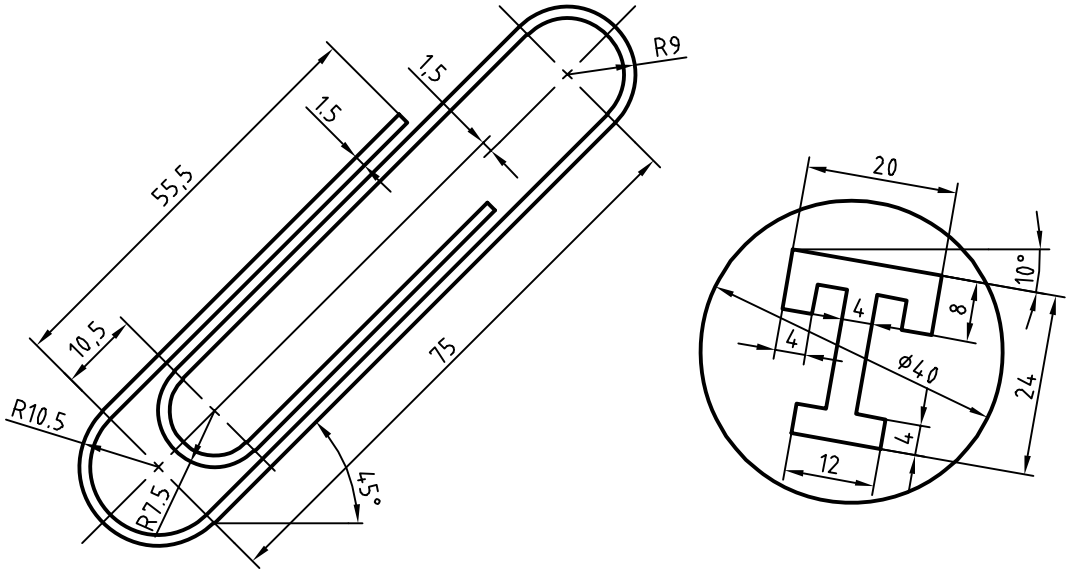


شکل ۳۱-۲

گزینهٔ Copy موجب می‌شود تا موضوع اصلی در جای خود باقی بماند و موضوع چرخیده به شکل اضافه شود.
گزینهٔ Reference زمانی استفاده می‌شود که بخواهیم مقدار دوران را روی نقشه به‌صورت ترسیمی مشخص کنیم و یا با دادن دو زاویه، تفاضل آنها را به عنوان زاویه دوران در نظر بگیریم.

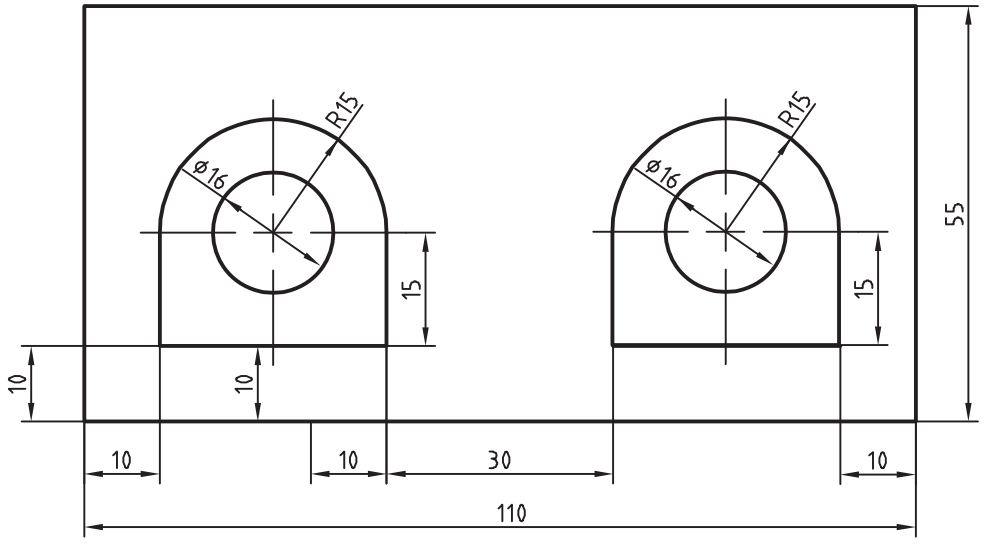
زاویه دوران = زاویه اول – زاویه دوم

نقشه‌های زیر را ترسیم کنید.ابتدا طرح‌ها را صاف و افقی ترسیم کنید سپس بچرخانید.



شکل ۲-۳۲

فعالیت کلاسی ۸ : ترسیم مستطیل و کپی



شکل ۲-۳۳

در شکل فوق دو بخش داخل مستطیل وجود دارد که می‌توان یکی از آنها را ترسیم و دیگری را کپی کرد. برای ترسیم شکل‌های داخلی می‌توان از چندخطی یکپارچه استفاده کرد. البته با ترکیبی از دستورات خط، مستطیل، کمان و دایره نیز می‌توان آن را ترسیم کرد.

۱.فایل 08.dwg را باز کنید یا فایل جدیدی مطابق با الگوی acadiso ایجاد کنید.
۲.مستطیل ۱۱۰ در ۵۵ را ترسیم کنید.
۳.شکل داخلی را با استفاده از دستور Pline ترسیم کنید.
۴.دایره به قطر ۱۶ در مرکز کمان ۱۵ ترسیم کنید.
۵.شکل حاصله به فاصله ۶۰ واحد به سمت راست کپی کنید.
۶.فایل را به نام My08.dwg در پوشه خود ذخیره کنید.

Rectangle rec Draw ➢ Rectang

ترسیم مستطیل

با اجرای این دستور و تعیین دو نقطه قطری، یک مستطیل یکپارچه ترسیم می‌شود.
گزینهٔ Chamfer باعث می‌شود که ۴ گوشه مستطیل پخ زده شود. پخ مورد نظر با وارد کردن دو عدد تعیین می‌شود.
گزینهٔ Fillet موجب می‌شود که گوشه‌های مستطیل گرد شود. شعاع گردی پرسیده می‌شود.
با استفاده از گزینهٔ Width می‌توان ضخامت خط مستطیل را تعیین کرد.
بعد از تعیین گوشه اول مستطیل باید گوشه مقابل را تعیین کرد یا از گزینه‌های زیر استفاده کرد:
Area: با استفاده از این گزینهٔ، ابتدا یک گوشه مستطیل تعیین می‌شود، سپس مساحت مستطیل و در نهایت طول یا عرض آن مشخص می‌شود. اگر گوشه‌های مستطیل پخ‌دار یا گرد باشد، تأثیر آنها نیز در مساحت در نظر گرفته می‌شود.
Dimensions: با تعیین طول و عرض مستطیل و تعیین این که مستطیل در کدام سمت نقطه تعیین شده قرار گیرد.
Rotation: با تعیین زاویه چرخش مستطیل.
گزینه‌های Elevation (تراز یا ارتفاع صفحه مستطیل) و Thickness (ضخامت ارتفاعی مستطیل) در مبحث سه‌بعدی مطرح می‌باشد.

Pline pl Draw ➢ Pline

ترسیم چندخطی یکپارچه

با اجرای این دستور می‌توان چندخطی‌های یکپارچه‌ای ترسیم کرد که شامل خط و کمان باشد. پهنای قطعات یک چندخطی می‌تواند متفاوت باشد.
از گزینهٔ Arc برای تبدیل حالت ترسیم خط به ترسیم کمان و از گزینهٔ Line برای تبدیل حالت ترسیم کمان به ترسیم خط استفاده می‌شود.
با استفاده از گزینهٔ Close می‌توان با ترسیم یک خط یا کمان به نقطه شروع، از دستور خارج شد. این گزینهٔ موجب بسته شدن چندخطی می‌شود. این گزینهٔ بعد از ترسیم حداقل دو پاره‌خط یا کمان ظاهر می‌شود.
گزینهٔ Undo موجب حذف آخرین جزء ترسیم شده می‌شود.

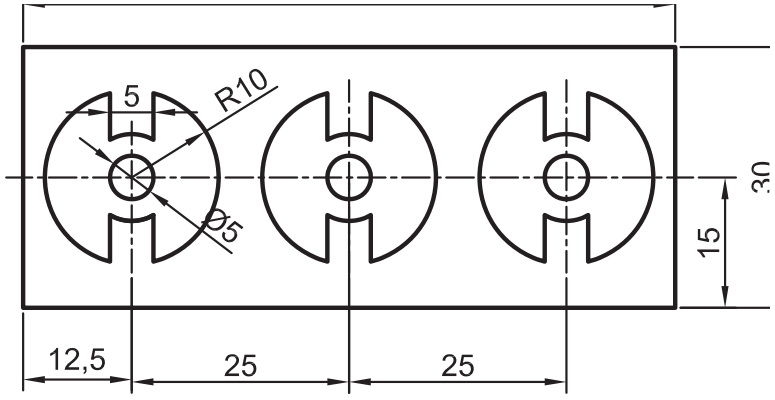
از گزینهٔ Width یا Halfwidth می‌توان برای تعیین پهنای نقطه شروع و پهنای نقطه انتهای جزء ترسیمی بعدی استفاده کرد. Halfwidth نصف Width است.
با گزینهٔ Length می‌توان طول خط یا کمان بعدی را تعیین کرد.

Copy co, cp Modify ➤ Copy

کپی کردن موضوعات

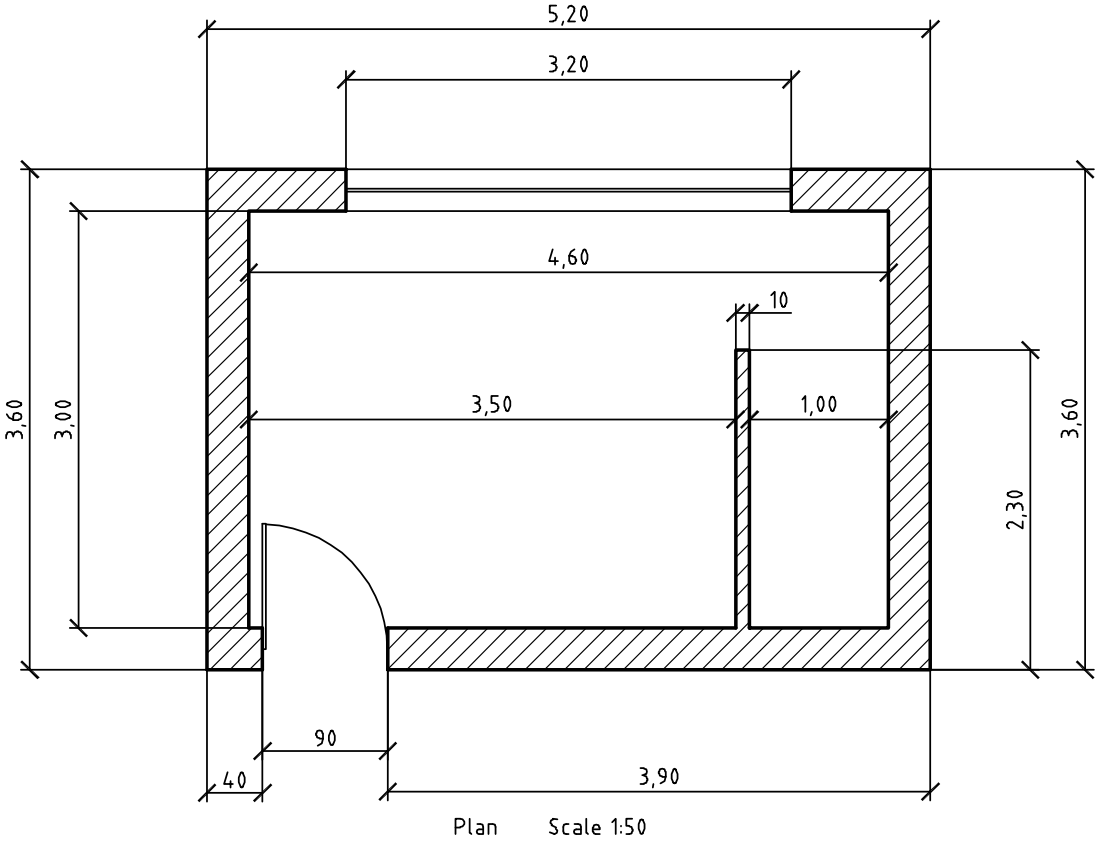
با استفاده از این دستور می‌توان موضوع یا موضوعات ترسیم شده را در نقطه دیگری از نقشه کپی کرد. فاصله یا جهت کپی با بردار جابه‌جایی تعیین می‌شود. برای تعیین بردار جابه‌جایی باید نقطه مبدا و نقطه مقصد را وارد کرد. برای اجرای دقیق بهتر است از گیره‌های موضعی و یا مختصات استفاده کرد.
نحوه اجرای این دستور مانند دستور Move است. دستور Move موجب جابه‌جایی و دستور Copy موجب تکثیر موضوعات می‌شود. با زدن دکمه اینتر گزینهٔ Displacement اجرا می‌شود که در این گزینهٔ مبداء مختصات به عنوان نقطه مبداء انتخاب می‌شود و تنها باید نقطه مقصد را تعیین کرد.
بعد از تعیین نقطه مبداء به صورت معمول باید نقطه مقصد را تعیین کرد اما با گزینهٔ Array می‌توان یک آرایه خطی ایجاد کرد. با انتخاب گزینهٔ Array ابتدا تعداد کپی‌ها تعیین می‌شود. سپس باید فاصله بین آنها را مشخص نمود و یا از گزینهٔ Fit برای تعیین نقطه انتهای آرایه استفاده کرد. در این حالت کپی‌ها با فاصله متناسب در آرایه قرار می‌گیرند.

با توجه به دستورات آموزش داده شده نقشه‌های زیر را ترسیم کنید.



شکل ۲-۳۴

فعالیت کلاسی ۹ : تغییر مقیاس



شکل ۳۵-۲

نقشه بالا پلان یک اتاقک است. هدف ترسیم یک‌به‌یک و سپس تغییر مقیاس آن به ۱:۵۰ یا ۰/۰۲ است. واحد اندازه‌گذاری نقشه‌های ساختمانی متر است اما اندازه‌های کمتر از متر را با واحد سانتی‌متر نشان می‌دهند. واحد ترسیم نقشه می‌تواند متفاوت باشد اما نقشه نهایی باید به مقیاس ۱:۵۰ و واحد میلی‌متر باشد. مثلاً خط عمودی سمت چپ پلان اگر با واحد سانتی‌متر یعنی ۳۶۰ ترسیم شده باشد باید با مقیاس ۰/۲ به ۷۲ میلی‌متر برسد. چنانچه همین خط با واحد میلی‌متر یعنی ۳۶۰۰ ترسیم شده باشد باید از مقیاس ۰/۰۲ برای تبدیل آن استفاده نمود و اگر با واحد متر یعنی ۳/۶ رسم شود نیز باید آن را با مقیاس ۲۰ به اندازه مورد نظر رساند.

۱.فایل 09.dwg را باز کنید یا فایل جدیدی مطابق با الگوی acadiso ایجاد کنید.
۲.پیشنهاد می‌شود برای ترسیم نقشه بالا از Line و Offset استفاده کنید.
۳.فایل را به نام My09.dwg در پوشه خود ذخیره کنید.

Scale sc Modify ➤ Scale

تغییر مقیاس موضوعات نسبت به یک نقطه

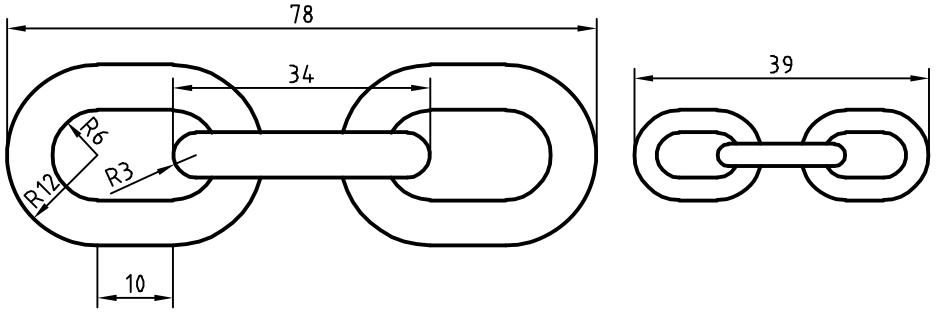
بعد از انتخاب موضوع یا موضوعات نقطه مبنا تعیین می‌شود، سپس ضریب مقیاس وارد می‌شود. ضریب مقیاس کمتر از ۱ باعث کوچک‌تر شدن شکل و ضریب مقیاس بزرگ‌تر از ۱ موجب بزرگ‌تر شدن آن می‌شود.

گزینهٔ Copy موجب می‌شود تا موضوع اصلی در جای خود باقی بماند و موضوع تغییر مقیاس یافته به شکل اضافه شود.

گزینهٔ Reference زمانی استفاده می‌شود که بخواهیم ضریب مقیاس را روی نقشه به صورت ترسیمی مشخص کنیم و یا با دادن دو عدد نسبت آنها را به عنوان ضریب مقیاس در نظر بگیریم.

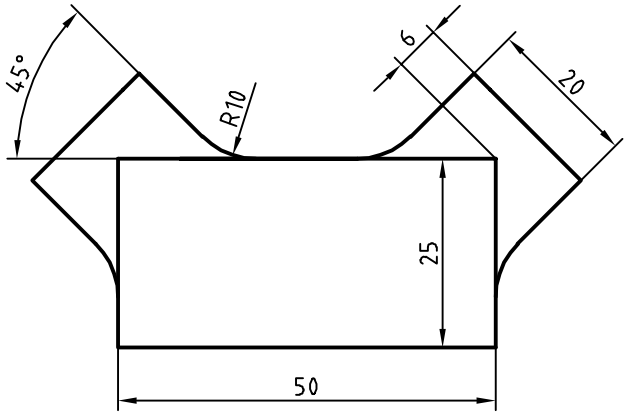
$$\text{ضریب مقیاس} = \frac{\text{مقیاس اول}}{\text{مقیاس دوم}}$$

با توجه به دستورات گفته شده شکل زیر را ترسیم کنید و پس از تهیه کپی آن را تغییر مقیاس دهید.



شکل ۲-۳۶

فعالیت کلاسی ۱۰ : ایجاد تصاویر متقارن



شکل ۲-۳۷

شکل ۲-۳۷ دارای یک محور تقارن عمودی است. در ترسیم این نوع نقشه‌ها بهتر است یک بخش آن با تمام جزئیات ترسیم شود سپس با ابزار تقارن تصویر متقارن آن ایجاد شود.

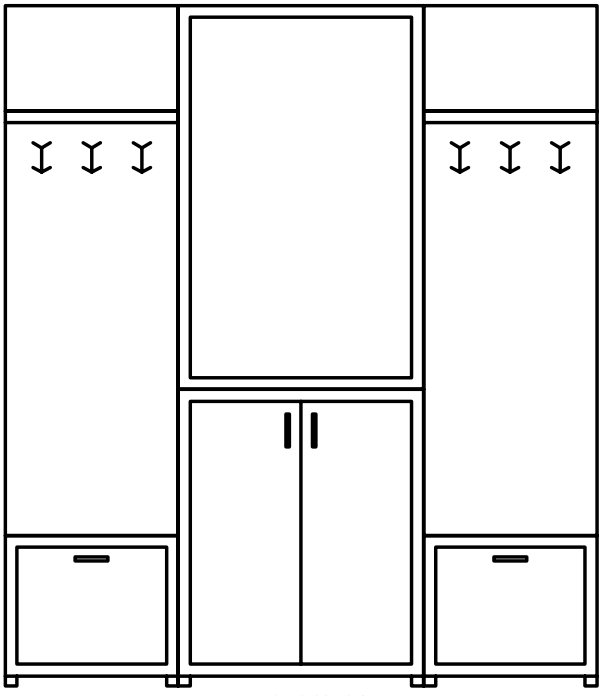
۱.فایل 10.dwg را باز کنید یا فایل جدیدی مطابق با الگوی acadiso ایجاد کنید.
۲.مستطیلی ۲۵ در ۵۰ ترسیم کنید.
۳.یکی از بازوها مثل بازوی سمت راست را با شروع از خط محور و آفست ترسیم کنید.
۴.با استفاده از دستور Mirror با تعیین محور عمودی مستطیل، تصویر متقارن آن را ایجاد کنید.
۵.فایل را به نام My10.dwg در پوشه خود ذخیره کنید.

Mirror mi Modify ➤ Mirror

تهیهٔ تصویر متقارن یا آینه‌ای

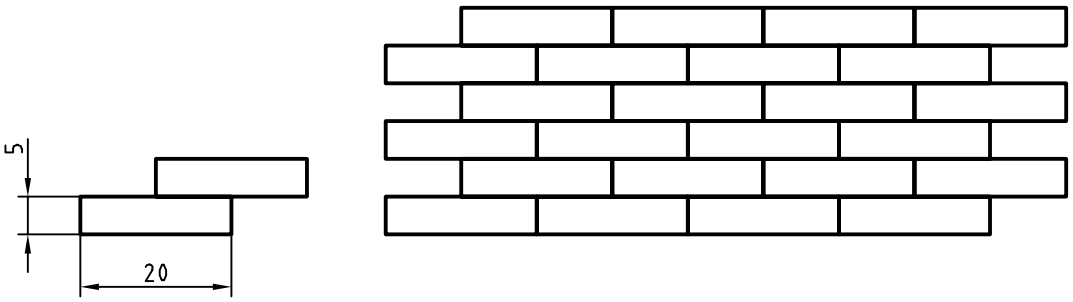
ابتدا موضوعات مورد نظر را انتخاب کنید. سپس با تعیین دو نقطه، محور تقارن را مشخص کنید، و در نهایت کلید اینتر را فشار دهید. اینتر آخر پاسخ منفی به سوالی است که اتوکد در مورد حذف کردن موضوعات اولیه می‌پرسد.

فعالیت : با توجه به دستورات آموزش داده شده، شکل زیر را ترسیم کنید. اندازه‌ها اختیاری است. می‌توانید عناصر دیگری به سلیقه خود به طرح اضافه کنید. در هر حال باید تقارن شکل رعایت شود.



شکل ۲-۳۷

فعالیت کلاسی ۱۱ : ایجاد آرایه یا الگوهای سطری ستونی



شکل ۲-۳۸

در بسیاری از تصاویر نوعی آرایه یا الگو وجود دارد که با درک آن و استفاده از ابزارهای ایجاد الگو می‌توان آن را راحت‌تر و سریع‌تر ترسیم کرد. انواع آجرچینی، موزائیک و کاشی‌کاری از الگوی سطری ستونی یا ماتریسی استفاده می‌کند. در این الگو تشخیص جزء پایه که الگو از آن ساخته شده مهم است. مثلاً در تصویر بالا اگر از یک آجر به‌عنوان جزء پایه استفاده کرد، الگویی حاصل می‌شود که در آن رج‌های آجرها با هم یکسان شده و درز بین آجرها در یک امتداد قرار می‌گیرد. بنابراین بهتر است از دو آجر (تصویر سمت چپ) به‌عنوان جزء پایه استفاده کرد. تعداد سطرها و ستون‌ها و همچنین فاصله بین آنها نیز باید تعیین شود.

۱.فایل dwg.11 را باز کنید یا فایل جدیدی مطابق با الگوی acadiso ایجاد کنید.
۲.یک مستطیل ۲۰در۵ ترسیم کنید.
۳.مستطیل را به اندازه ۱۰,۵@ کپی کنید.
۴.دو مستطیل را انتخاب و ابزار Array را اجرا کنید.
۵.تعداد سطرها را ۳ و تعداد ستون‌ها را ۴ تعیین کنید.
۶.فاصله بین سطرها ۱۰ و فاصله بین ستون‌ها ۲۰ وارد کنید.
۷.فایل را به نام My11.dwg در پوشه خود ذخیره کنید.

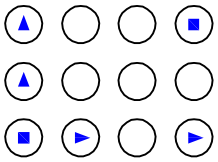
Array ar Modify ➤ Array

ترسیم آرایه‌های سطری ستونی

گزینهٔRectangular Array برای انتخاب حالت سطری ستونی (ماتریسی):

شکل ۲-۳۹

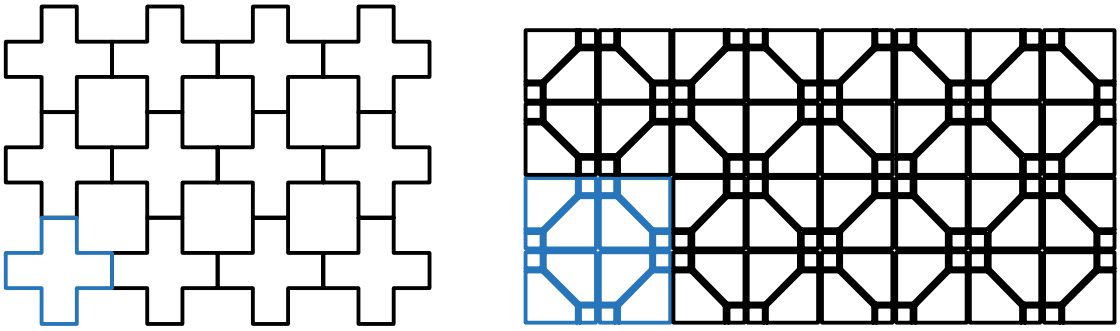
بعد از اجرای دستور باید موضوعاتی که برای ایجاد آرایه لازم است، انتخاب کرد.
در بخش Columns تعداد ستون‌ها، فاصله بین ستون‌ها و یا فاصله بین اولین و آخرین ستون و در بخش Rows تعداد سطرها، فاصله بین سطرها و یا فاصله بین اولین و آخرین سطر وارد می‌شود. بخش Levels مربوط به آرایه سه‌بعدی است. می‌توان فاصله بین سطرها و ستون‌ها به صورت منفی وارد کرد که در این صورت آرایه به سمت چپ و پایین گسترش می‌یابد.



شکل ۴۰-۲

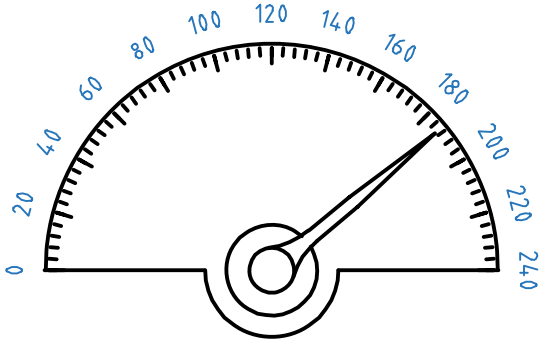
در بخش Properties می‌توان با فعال کردن Associative کل آرایه را یکپارچه نمود و با Base Point نیز می‌توان نقطه درج آرایه را تعیین کرد. آرایه‌های یکپارچه را بعداً نیز می‌توان ویرایش کرد و حتی جزء پایه آن را تغییر داد.
به صورت تصویری و با استفاده از گریپ‌های آبی رنگ نیز می‌توان تعداد و فاصله بین سطرها و ستون‌ها را تغییر داد.

شکل زیر را ترسیم کنید. اندازه‌ها اختیاری است. , در صورت تمایل شکل مشابهی را طراحی کنید



شکل ۴۱-۲

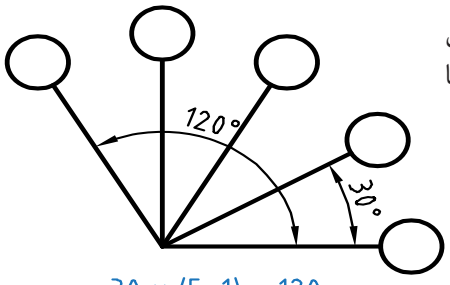
فعالیت کلاسی ۱۲ : ایجاد آرایه یا الگوهای قطبی



شکل ۴۲-۲

الگوی دیگری نیز در بسیاری از قطعات صنعتی وجود دارد که به الگوی قطبی یا دایره‌ای معروف است. در این الگو اجزا حول یک نقطه دوران داده و با فاصله‌های منظم چیده می‌شوند. در اینجا نیز تشخیص جزء پایه مهم

است. تعداد اجزا و زاویه بین آنها باید تعیین شود. زاویه‌ای که کل اجزا در آن چیده می‌شوند را می‌توان ۳۶۰ درجه (دایره کامل) و یا کمتر در نظر گرفت.



شکل ۴۳-۲

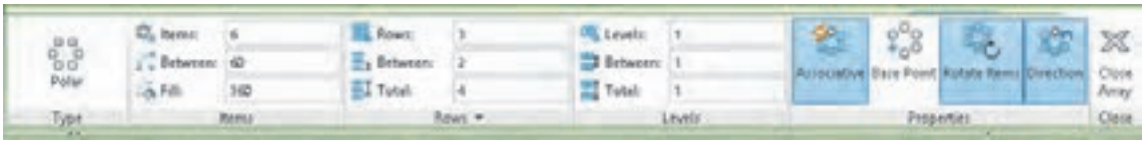
پرسش: اگر الگو کل دایره را پوشش ندهد، چگونه می توان زاویه بین اجزا را بدست آورد؟

۱.فایل 12.dwg را باز کنید یا فایل جدیدی مطابق با الگوی acadiso ایجاد کنید.
۲.در شکل ۴۵-۲ برای درجات ۲۰ تعداد اجزا ۱۳ و زاویه بین آنها ۱۵ درجه است در حالی که برای درجات ریز تعداد اجزا ۶۱ و زاویه بین آنها ۳ درجه است
۳.در ترسیم شکل ۴۵-۲ اندازه‌ها اختیاری است اما تعداد اجزا و زاویه الگو رعایت شود.
۴.فایل را به نام My12.dwg در پوشه خود ذخیره کنید.

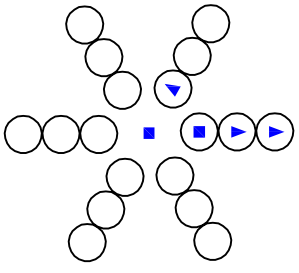
Array ar Modify ➤ Array

ترسیم آرایه‌های قطبی

گزینهٔ Polar Array برای انتخاب حالت قطبی (دورانی):

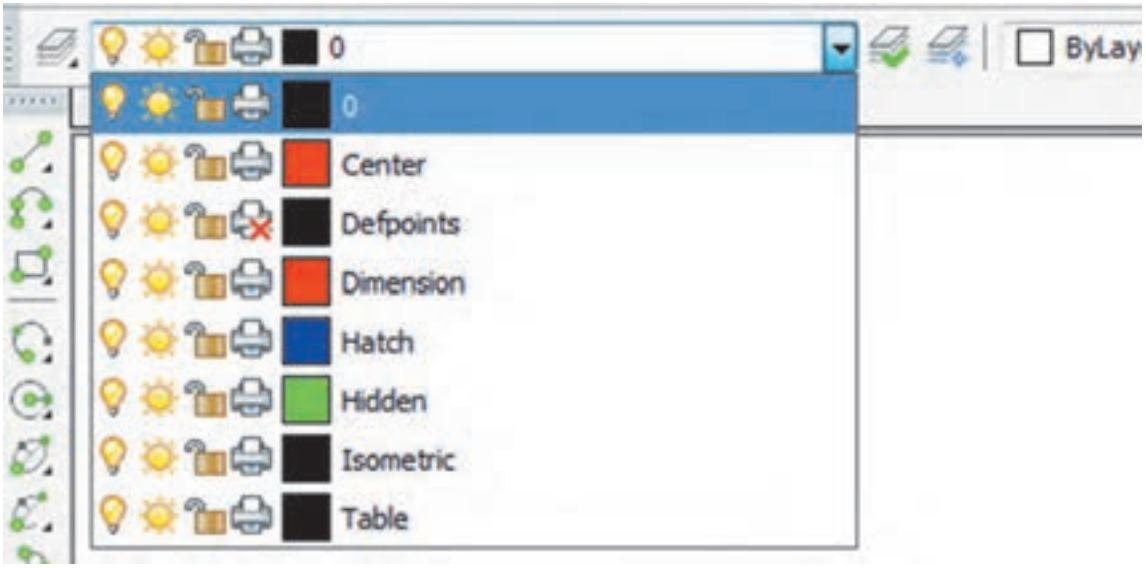


بعد از انتخاب جزء پایه باید مرکز آرایه را تعیین کرد سپس در ریبون مشخصات آرایه را وارد نمود.
در بخش Items تعداد اعضا، زاویه بین اعضا و یا زاویه کل وارد می‌شود. در بخش Rows تعداد حلقه‌ها، فاصله بین حلقه‌ها و یا فاصله بین اولین و آخرین حلقه مشخص می‌شود. بخش Levels مربوط به آرایه سه‌بعدی است. در بخش Properties می‌توان با فعال کردن Associative کل آرایه را یکپارچه نمود و با Base Point نیز می‌توان نقطه درج آرایه را تعیین کرد. آرایه‌های یکپارچه را بعداً نیز می‌توان ویرایش کرد و حتی جزء پایه آن را تغییر داد. با فعال کردن گزینهٔ Rotate items موضوعات در هنگام کپی برای ایجاد آرایه، حول مرکز آرایه نیز می‌چرخند. با فعال کردن Direction جهت آرایه‌هایی که کمتر از ۳۶۰ درجه هستند عوض می‌شود.
درآرایه‌های یکپارچه می‌توان با استفاده از گریپ‌های آبی رنگ تعداد و زاویه بین اعضا و حلقه‌ها را تغییر داد.


شکل ۴۴-۲

نیمه تجویزی

فعالیت کلاسی ۱۳ : لایه‌بندی در نقشه



شکل ۴۵-۲

هر فایل نقشه به‌صورت پیش‌فرض دارای لایه‌ای به نام ۰ (صفر) است اما می‌توان متناسب با نیازهای نقشه، لایه‌های دیگری ایجاد و مشخصات آنها را تنظیم نمود. چنانچه رنگ، نوع خط، ضخامت خط و ... به صورت پیش‌فرض و bylayer باشد، با تغییر لایه آن، ویژگی‌های لایه جدید روی موضوع اعمال می‌شود.

۱.فایل 13.dwg را باز کنید یا فایل جدیدی مطابق با الگوی acadiso ایجاد کنید.
۲.دستور Layer را اجرا کنید.
۳.با استفاده از New Layer اولین لایه را ایجاد کنید.
۴.نام، رنگ و نوع خطِ لایه ایجاد شده را تغییر دهید.
۵.بقیه لایه‌ها را ایجاد کنید و ویژگی‌های آنها را طبق جدول زیر تغییر دهید.
۶.فایل را به نام My13.dwg در پوشه خود ذخیره کنید.

جدول ۲-۲: مشخصات لایه‌ها

نام لایه	کاربرد لایه	رنگ لایه	نوع خط لایه	ضخامت خط لایه
۰	خطوط اصلی نقشه	سفید	continuous	۰/۵
Center	خطوط محور	قرمز	Center	۰/۲۵
Dimension	اندازه‌گذاری و علائم نقشه	قرمز	continuous	۰/۲۵
Hatch	هاشور-خطوط رابط و کمکی	آبی	continuous	۰/۱۸
Hidden	خطوط ندید	سبز	Hidden	۰/۳۵

Layer la Format ➤ Layer

کار با لایه‌ها

لایه‌ها همانند صفحات شفاف و طلق‌مانندی هستند که موضوعات روی آنها ترسیم می‌شود. پس از اجرای دستور Layer پنجره زیر نمایش داده می‌شود.

شکل ۴۶-۲

Set Current یعنی لایه انتخاب شده را به لایه جاری تبدیل کردن. لایه جاری لایه‌ای است که در حال حاضر ترسیمات روی آن انجام می‌شود.

Delete Layer برای حذف کردن لایه انتخاب شده استفاده می‌شود. لایه‌ای که حاوی موضوعی باشد، لایه صفر(۰)، لایه جاری و لایه‌های سیستمی که اتوکد خود آنها را می‌سازد نمی‌توان حذف کرد.

New Layer برای ایجاد لایه جدید استفاده می‌شود. با اجرای این گزینهٔ، لایه جدیدی به نام Layer1 به لیست لایه‌ها افزوده می‌شود که می‌توان بلافاصله نام آن را تغییر داد.

تنظیم خواص لایه‌ها

Status حالت لایه را نشان می‌دهد. با نمایش آیکون‌های متناسبی می‌توان فهمید که کدام لایه جاری است یا کدام لایه خالی است و ...

Name نام لایه را نشان می‌دهد. با زدن F2 می‌توان نام آن را تغییر داد. نام لایه ۰ را نمی‌توان تغییر داد.

On روشن یا خاموش بودن لایه را می‌توان در این بخش کنترل کرد. زمانی که لایه‌ای روشن است مندرجات آن در نقشه دیده می‌شود و چاپ گرفته می‌شود. اما در حالت خاموش نه دیده می‌شود و نه چاپ گرفته می‌شود.

Freeze لایه را فریز می‌کند و یا از حالت فریز خارج می‌کند. زمانی که لایه‌ای فریز می‌شود مانند آن است که لایه خاموش است. در حالی که سرعت ترسیم مجدد در دستورهایی مانند Zoom و Pan نیز افزایش می‌یابد.

Lock لایه را قفل یا باز می‌کند. در لایه قفل شده می‌توان موضوعاتی ترسیم کرد اما نمی‌توان ویرایش یا حذف کرد. برای جلوگیری از تغییر ناخواسته لایه‌هایی که اطلاعات مهمی در آنهاست، آنها را قفل می‌کنند.

Color رنگ موضوعات لایه را تعیین می‌کند.
Linetype : نوع خط موضوعات لایه را تعیین می‌کند. . اگر نوع خط مورد نظر در پنجره Select Linetype نبود باید آن را بارگذاری (Load) کرد.
Lineweight : ضخامت خط موضوعات لایه را تعیین می‌کند.
Plot: با این گزینهٔ می‌توان تعیین کرد که از مندرجات لایه چاپ گرفته شود یا خیر.

نکته : هریک از مشخصات گفته شده برای اجزاء روی Bylayer تنضیم شود، مشخصات آن مطابق با مشخصات پیش فرض لایه خواهد بود.

فعالیت کلاسی ۱۴ : متن‌نویسی در اتوکد

در اتوکد دو دستور برای متن‌نویسی وجود دارد: متن ساده یک‌خطی و متن پاراگرافی.
الف- نوشتن متن ساده: از این دستور برای نوشتن حروف و عبارات ساده در نقشه و جدول استفاده می‌شود.

۱.فایل 14.dwg را باز کنید یا فایل جدیدی مطابق با الگوی acadiso ایجاد کنید.
۲.دستور Text را اجرا کنید و روی نقطه‌ای در صفحه کلیک کنید.
۳.عدد ۷ را برای ارتفاع متن وارد کنید.
۴.سمت راست نقطه شروع متن کلیک کنید و یا عدد صفر را برای زاویه خط کرسی وارد کنید.
۵.کلمه Single Line Text را تایپ کنید.
۶.با دو بار زدن کلید اینتر از دستور خارج شوید.

ب- نوشتن متن پاراگرافی: چنانچه بخواهیم عبارتی چندخطی بنویسیم که ویژگی‌های حروف‌نویسی داشته و از عبارات فارسی در آن استفاده شده باشد از این دستور استفاده می‌شود.

۷.دستور Mtext را وارد کنید.
۸.با تعیین دو نقطه کادری، محدوده متن را تعیین کنید.
۹.متن زیر را تایپ و ویرایش کنید.

Height : Specifies the text height to use for multiline text characters.
Height. This prompt is displayed only if the current text style is not annotative.

۱۰.فایل را به نام My14.dwg در پوشه خود ذخیره کنید.

Text dt Draw ➤ Text ➤ Single Line Text

نوشتن متن ساده

بعد از اجرای دستور، ابتدا نقطه شروع متن روی نقشه را تعیین، سپس ارتفاع متن را مشخص، بعد از آن زاویه خط کرسی متن را وارد و در نهایت متن مورد نظر را تایپ می‌کنیم. با زدن اینتر به خط دوم می‌رویم و با زدن اینتر دوم از دستور خارج می‌شویم.

Align: جا دادن متن بین دو نقطه، با کوچک و بزرگ کردن متناسب متن. در این حالت ارتفاع متن و زاویه خط کرسی پرسیده نمی‌شود.

Fit: جا دادن متن بین دو نقطه با ارتفاع ثابت. در این حالت با کشیده و فشرده کردن متن، آن را می‌توان در محدوده مورد نظر جا داد.

Mtext t, mt Draw ➤ Text ➤ Multiline Text

نوشتن متن پاراگرافی

بعد از اجرای دستور باید محدوده متن را با دو نقطه به صورت یک کادر تعیین کنیم، سپس با باز شدن ویرایشگر متن می‌توان مانند یک ویرایشگر معمولی در آن تایپ و ویرایش کرد. در این ویرایشگر می‌توان برای هر بخشی از متن، رنگ، اندازه، قالب، فونت و سبک خاصی در نظر گرفت.

شکل ۲-۴۷

Style st Format ➤ Text Style

ایجاد یا انتخاب یک سبک نوشتن جدید

با این دستور می‌توان خصوصیات متن را تعریف و تعیین کرد و آن را با یک نام ذخیره نمود و در مواقع مورد نیاز آن را فراخواند. با اجرای این دستور پنجره Text Style باز می‌شود.در بخش Styles می‌توان از سبک‌های موجود یکی را انتخاب کرد، یا با استفاده از دکمه New سبک جدیدی ایجاد کرد، یا با دکمه Delete سبکی را حذف کرد. در بخش Font نوع قلم و ویژگی‌های آن تعیین می‌شود. در بخش Size اگر ارتفاع قلم معین شود، متن با آن ارتفاع نوشته می‌شود، انتخاب صفر برای ارتفاع به معنی آن است که ارتفاع متن در زمان نوشتن پرسیده شود.افکت‌های دیگر متن در پنجره پیش‌نمایش قابل مشاهده است.

فایلی که در فعالیت کلاسی ۱۲ ذخیره کرده‌اید یعنی فایل My12.dwg را باز کنید و اعداد نمایشگر را به آن اضافه کنید. و مجدداً آن را ذخیره کنید.

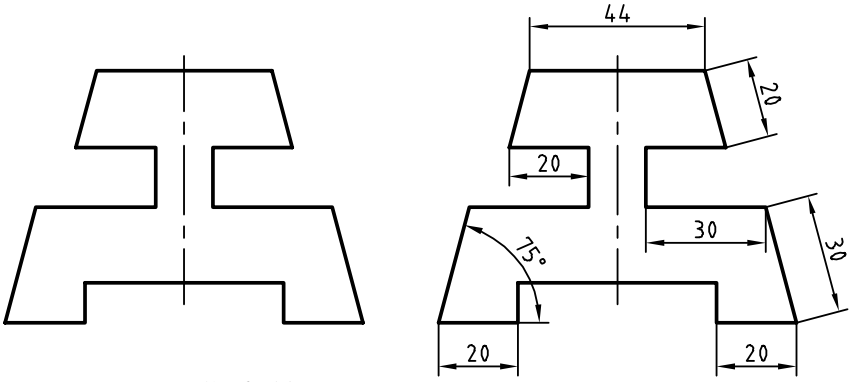
اندازه‌گذاری در اتوکد

شکل ۴۸-۲

برای اندازه گذاری در محیط اتوکد از دستورهای اندازه‌گذاری که در منوی Dimension و در نوارابزار Dimension قرار دارنداستفاده می شود. هریک از این دستورها کاربرد خاصی دارند.

فعالیت کلاسی ۱۶ : اندازه‌گذاری در اتوکد

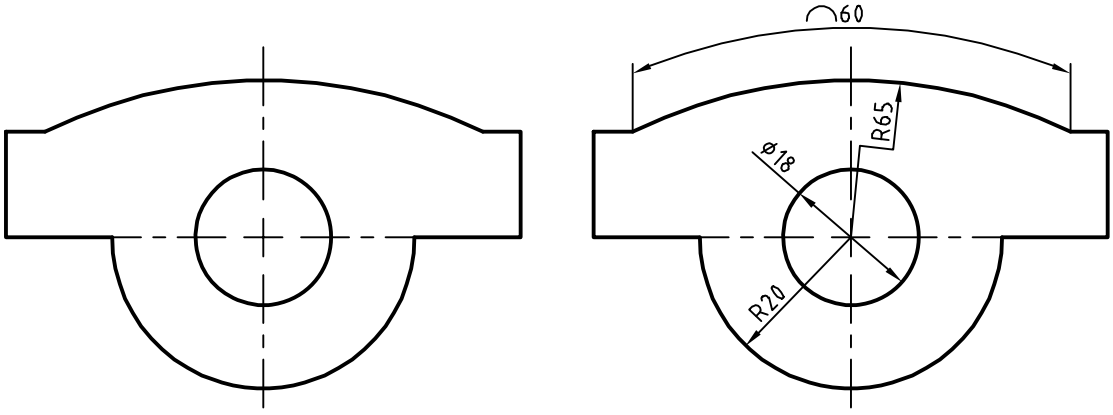
الف-اندازه‌گذاری خطی و زاویه‌ای



شکل ۴۹-۲

۱.فایل 16.dwg را باز کنید یا شکل بالا را در یک فایل جدید مطابق با الگوی acadiso ترسیم کنید.
۲.دستور Dimlinear را برای اندازه‌گذاری افقی و عمودی اجرا کنید.
۳.گوشهٔ بالا سمت چپ ضلع بالا کلیک کنید.
۴.گوشهٔ بالا سمت راست ضلع بالا کلیک کنید.
۵.در نقطه‌ای حدود ۷ میلی‌متر بالای این ضلع برای درج متن اندازه کلیک کنید و از دستور خارج شوید.
۶.دستور Dimaligned را اجرا کنید.
۷.اینتر بزنید تا نشانگر در حالت انتخاب قرار گیرد.
۸.ضلع اریب سمت راست را انتخاب کنید.
۹.در نقطه‌ای حدود ۷ میلی‌متر بالای این ضلع برای درج متن اندازه کلیک کنید و از دستور خارج شوید.
۱۰.دستور Dimangular را برای اندازه‌گذاری زاویه اجرا کنید.
۱۱.اضلاع گوشه سمت چپ پایین شکل را به ترتیب انتخاب کنید.
۱۲.در نقطه‌ای داخل زاویه برای درج متن اندازه کلیک کنید و از دستور خارج شوید.
۱۳.بقیهٔ اندازه‌ها را به همین ترتیب درج کنید.
۱۴.نقشه را به نام My16a.dwg در پوشهٔ خود ذخیره کنید.

ب –اندازه‌گذاری روی قوس‌ها و دایره‌ها



شکل ۵۰-۲

۱.مجدداً فایل 16.dwg را باز کنید یا شکل بالا را در یک فایل جدید مطابق با الگوی acadiso ترسیم کنید.
۲.دستور Dimradius را برای اندازه‌گذاری شعاع اجرا کنید و روی نیم دایره پایین شکل کلیک کنید.
۳.در نقطه‌ای داخل نیم‌دایره برای درج متن اندازه کلیک کنید و از دستور خارج شوید.
۴.دستور Dimdiameter را برای اندازه‌گذاری قطر دایره اجرا کنید و روی دایره پایین شکل کلیک کنید.
۵.در نقطه‌ای بیرون دایره برای درج متن اندازه کلیک کنید و از دستور خارج شوید.
۶.دستور Dimarc را برای اندازه‌گذاری طول کمان اجرا کنید و روی کمان بالای شکل کلیک کنید.
۷.در نقطه‌ای خارج کمان برای درج متن اندازه کلیک کنید و از دستور خارج شوید.
۸.دستور Dimjogged را برای اندازه‌گذاری شکسته شعاع اجرا کنید.
۹.روی کمان بالای شکل کلیک کنید.
۱۰.در نقطه‌ای داخل شکل برای تعیین مرکز ظاهری کمان کلیک کنید.
۱۱.در نقطه‌ای داخل شکل برای درج متن اندازه کلیک کنید و از دستور خارج شوید.
۱۳.نقشه را به نام My16b.dwg در پوشه خود ذخیره کنید.

Dimension ➤ Linear dli Dimlinear

اندازه‌گذاری خطی افقی و عمودی

بعد از اجرای دستور به ترتیب نقاط ابتدا و انتهای اندازه، سپس موقعیت خط اندازه مشخص می‌شود. چنانچه قبل از انتخاب نقاط، اینتر بزنید می‌توانید مستقیماً موضوع مورد اندازه‌گذاری را انتخاب کنید.
گزینهٔ Mtext: این گزینهٔ ویرایشگر متن را باز می‌کند که می‌توان در آن عدد اندازه را ویرایش کرد.

برای افزودن پیشوند یا پسوند به عدد اندازه نباید متن اندازه که هایلایت شده است را حذف نمود. برای علائم خاص از کدهای زیر استفاده کنید.

علامت قطر(Ø) = %%c علامت درجه(°)= %%d علامت مثبت و منفی(±)= %%p

گزینهٔ Angle: با استفاده از این گزینهٔ می‌توان زاویه متن اندازه را تعیین کرد.

Dimaligned dal Dimension ➢ Aligned

اندازه‌گذاری خطی هم‌راستا با موضوع

بعد از اجرای دستور به ترتیب نقاط ابتدا و انتهای اندازه، سپس موقعیت خط اندازه مشخص می‌شود. با استفاده از گزینهٔ select object می‌توان موضوع مورد نظر را مستقیم انتخاب کرد.

Dimangular dan Dimension ➢ Angular

اندازه‌گذاری زاویه‌ای

بعد از انتخاب دو خط و تغییر مکان‌نما می‌توان زاویه مورد نظر را اندازه‌گذاری کرد. موقعیت مکان‌نما تعیین می‌کند که کدام زاویه اندازه‌گذاری شود. بعد از عدد اندازه، علامت درجه (°) افزوده می‌شود. علاوه بر انتخاب خط می‌توان با انتخاب کمان، زاویه مرکزی آن را اندازه‌گذاری کرد.

چنانچه زاویه مورد نظر با خط مشخص نشده باشد، ابتدا دکمه اینتر را بزنید <specify vertex>، سپس به ترتیب رأس زاویه، راستای ضلع اول و راستای ضلع دوم را مشخص کنید.

Dimradiuse dra Dimension ➢ Radius

اندازه‌گذاری شعاعی

شعاع دایره و کمان را با این دستور اندازه‌گذاری می‌کنیم. بعد از اجرای دستور موضوع اندازه‌گذاری را انتخاب سپس موقعیت عدد اندازه را با نشانگر ماوس تعیین می‌کنیم. قبل از عدد اندازه، حرف R به مفهوم شعاع افزوده می‌شود.

Dimdiameter ddi Dimension ➢ Diameter

اندازه‌گذاری قطری

قطر دایره و کمان را با این دستور اندازه‌گذاری می‌کنیم. بعد از اجرای دستور موضوع اندازه‌گذاری را انتخاب سپس موقعیت عدد اندازه را با نشانگر ماوس تعیین می‌کنیم. روش اجرای اندازه‌گذاری قطری مانند اندازه‌گذاری شعاعی است.

قبل از عدد اندازه، علامت Ø به مفهوم قطر افزوده می‌شود.

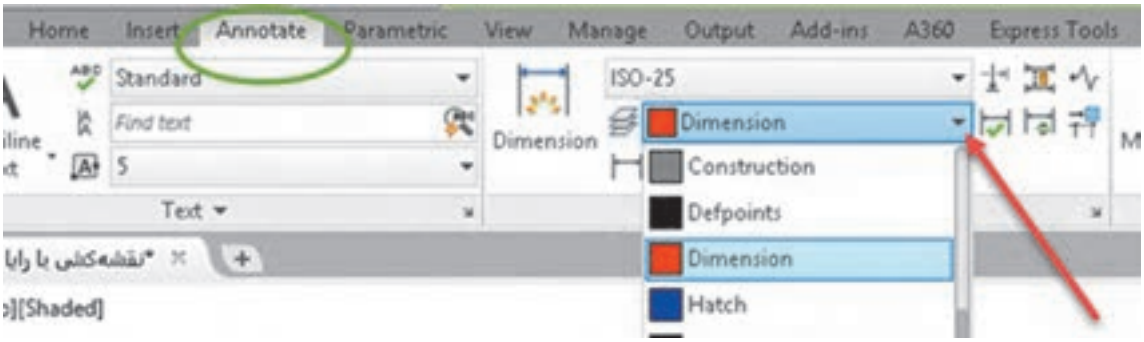
Dimarc dar Dimension ➢ Arc Length

اندازه‌گذاری طول کمان

با اجرای این دستور باید یک کمان یا یک قطعه کمانی در پلی‌لاین انتخاب شود سپس موقعیت عدد اندازه تعیین شود. اگر زاویه مرکزی کمان بیشتر از ۹۰ درجه باشد، خطوط کمکی اندازه به صورت شعاعی خواهد بود.

دستور جدید Dim

دستور Dim یک دستور جدید اتوکد است. اولاً می‌توان تنظیم کرد که اندازه‌هایی که با این دستور زده می‌شود. مستقل از لایه جاری به لایه مختص اندازه‌گذاری که شما تعیین می‌کنید، منتقل شوند. به این ترتیب دیگر نیازی نیست قبل و بعد از اندازه‌گذاری لایه جاری را عوض نمود. یا بعد از اندازه‌گذاری آنها را به لایه مربوطه برد. برای این کار در ریبون به تبِ Annotate بروید و در پانل Dimensions لایه مود نظر را انتخاب کنید. این تنظیم همراه فایل شما ذخیره می‌شود.



شکل ۲-۵۱

ثانیاً همان طوری که ذکر شد برای اندازه‌گذاری موضوعات مختلف دستورهای مختلفی به کار گرفتیم اما با این دستور تقریباً می‌توان همه موضوعات را اندازه‌گذاری کرد و دیگر نیازی نیست برای اندازه‌گذاری هر موضوع دستور خاص آن موضوع را استفاده کرد. برای اندازه‌های افقی و عمودی و اریب به سادگی نشانگر ماوس را روی خط برده و بعد از مشاهده اندازه، کلیک کنید یا با تعیین دو نقطه موردنظر و با حرکت ماوس محل اندازه را مشخص کنید. برای اندازه‌گذاری زاویه‌ای کافیست ابتدا روی یک خط، بعد از مشاهده اندازه، کلیک کنید سپس نشانگر را روی خط دوم برده و بعد از دیدن اندازه زاویه‌ای کلیک کنید. نکته مهم این‌که دستور جدید DIM برخلاف سایر دستورات اندازه‌گذاری تا زمانی که شما خودتان کلید ESC را نزنید فعال باقی می‌ماند. در نهایت هم اگر با این دستور روی یک دایره یا کمان کلیک کنید، اندازه‌گذاری‌های شعاعی و قطری را خواهید داشت که با کلیک راست و انتخاب گزینهٔ مربوطه می‌توانید بین آنها سوییچ کنید.

نیمه تجویزی

ویرایش اندازه‌گذاری با استفاده از پالت Properties

یکی از روش‌های ویرایش یک اندازه استفاده از پالت Properties است. بسیاری از مواقع لازم است تنها روی یک یا چند اندازه تنظیمات خاصی اعمال شود. در این روش با انتخاب اندازه، زبانه‌های مختلفی در پالت Properties ظاهر می‌شود که عبارتند از:

زبانه General برای تغییر ویژگی‌های عمومی اندازه مورد استفاده قرار می‌گیرد.

زبانه Misc برای تعیین و تغییر سبک اندازه‌گذاری از سبک‌های موجود.

Lines & Arrows تنظیمات مربوط به خط اندازه، خطوط کمکی اندازه و فلش‌های اندازه‌گذاری در این زبانه قابل ویرایش است.

Text تمام ویژگی‌های متن اندازه و موقعیت آن در این بخش قابل تغییر است.

Fit تعیین مقیاس کلی اجزای اندازه‌گذاری و همین‌طور کنترل نحوه نمایش اندازه، مواقعی که فضای کافی برای نمایش کامل آنها وجود نداشته باشد.

Primary Units تنظیمات مربوط به واحد اندازه‌گذاری و میزان دقت آن و همچنین افزودن هر گونه پسوند و پیشوندی به متن اندازه در این زبانه، قابل اجراست.

Alternate Units تعیین تنظیمات مربوط به واحد اندازه‌گذاری دوم و نحوه نمایش آن.

Tolerances کلیه تنظیمات مربوط به نوع، مقدار و نحوه نمایش تولرانس‌های ابعادی در این زبانه قابل تعیین است.

منوی راست کلیک اندازه‌گذاری

چنانچه روی یک اندازه انتخاب شده راست کلیک کنید بخشی به منوی راست کلیک افزوده می‌شود که می‌توان به کمک آن تغییراتی روی آن اندازه ایجاد کنید. اگر بعد از انتخاب یک اندازه روی گریپ‌های آن راست کلیک کنید نیز می‌توانید از گزینه‌های آن برای ویرایش اندازه استفاده کنید.

مثلاً تعداد رقم‌های اعشاری متن اندازه با استفاده از گزینهٔ Precision تعیین می‌شود و یا با استفاده از Flip Arrow می‌توان جهت فلش اندازه‌گذاری را برعکس کرد.

شکل ۵۲-۲

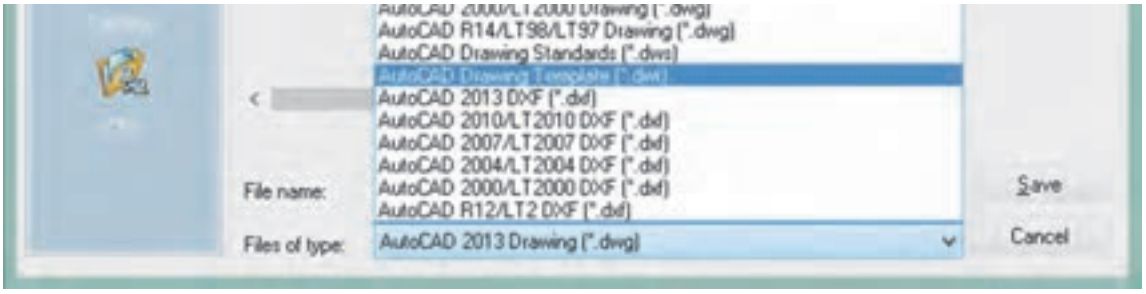
فعالیت شکل ۲۶-۱ در فصل اول را مجدداً ترسیم و اندازه‌گذاری کنید.

فعالیت کلاسی ۱۷ ایجاد یک فایل الگو در اتوکد

۱.فایل 17.dwg را باز کنید یا یک فایل جدید مطابق با الگوی acadiso ایجاد کنید.
۲.لایه‌های مورد نیاز را مطابق تنظیماتی که در بخش لایه گفته شد ایجاد کنید.
۳.تنظیمات مورد نیاز را اعمال کنید و همچنین میزان بزرگ‌نمایی را مشخص کنید.
۴.کادر و جدول مطابق با نوع نقشه‌ای که معمولاً به کار می‌برید، ترسیم کنید.
۵.نوع‌خط‌های مورد نیاز را بارگذاری کنید.
۶.هر نوع تغییر دیگری که معمولاً قبل از ترسیم نقشه اعمال می‌کنید، ایجاد کنید.
۷.هر نوع ترسیم اضافه را حذف کنید.
۸.دستور Save as را اجرا کنید.
۹.در بخش Files of type نوع فایل dwt را انتخاب کنید.
۱۰.فایل را در پوشه جاری به نام My Template ذخیره کنید.
۱۱.فایل جدیدی با الگوی My Template ایجاد کنید.

ایجاد یک فایل الگو

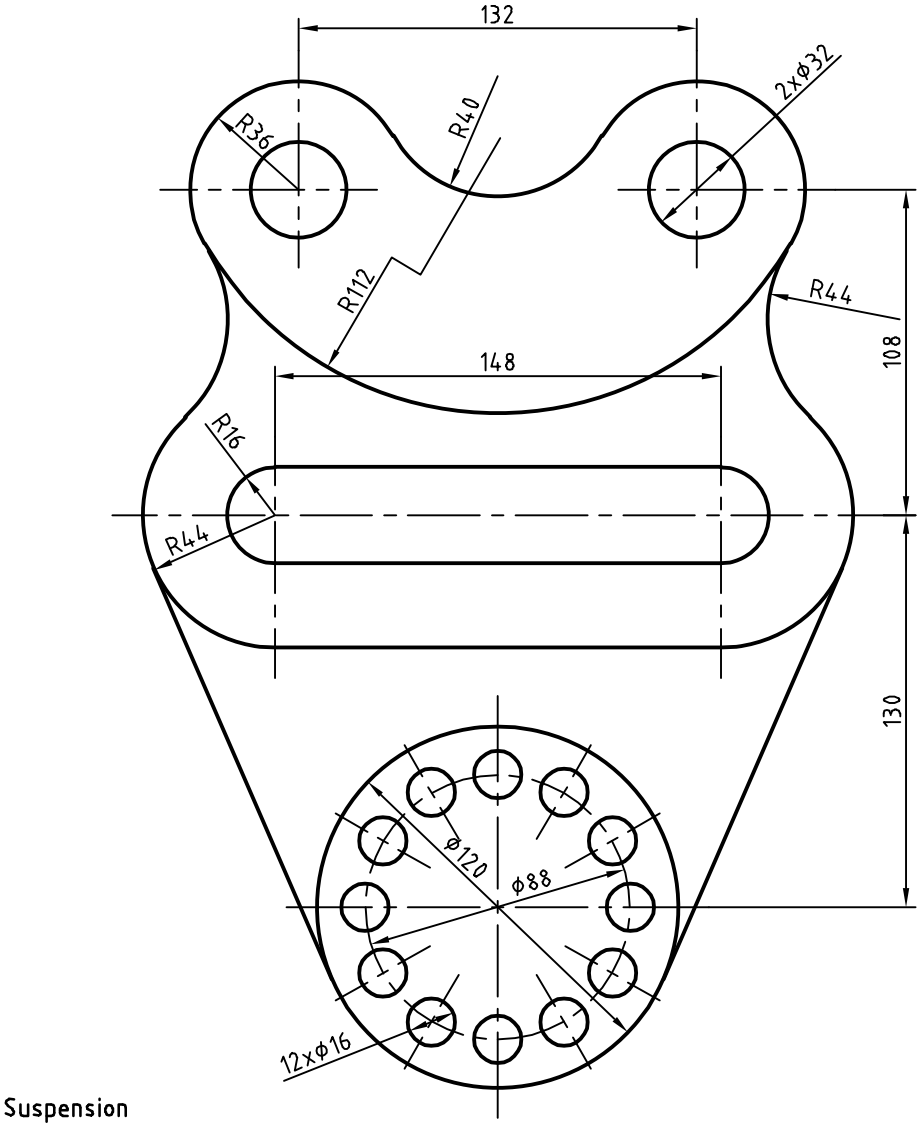
چنانچه نیاز به تنظیماتی یکسان و تکراری برای هر فایل جدید دارید می‌توانید از یک فایل الگوی سفارشی استفاده کنید. مثلاً به جای این که هر بار که فایل جدیدی باز می‌کنید، لازم نباشد که نوع خط‌های مورد نیاز را بارگذاری کنید و لایه‌های معینی را بسازید و همچنین تنظیمات خاصی برای سبک اندازه‌گذاری و غیره ایجاد کنید، می‌توان از فایل الگویی استفاده کنید که تمام این تنظیمات را در خودش داشته باشد.
برای ایجاد یک فایل الگو لازم است یک بار تمام تنظیمات مورد نیاز انجام شود و فایلی مطابق نیاز ایجاد شود. این فایل نباید دارای هیچ نوع ترسیمات اضافی باشد. بعد از اعمال تمام تنظیمات نهایی باید فایل را به صورت یک فایل dwt ذخیره کنید. برای این کار دستور Save as را اجرا نموده و در بخش (Files of type) نوع فایل تمپلت را انتخاب کنید. پس از انتخاب نوع فایل به صورت پیش‌فرض پوشهٔ Template جاری می‌شود که می‌توان نام خاصی برای فایل خود در نظر گرفته و آن را ذخیره نمود. با دستور New می‌توان فایل الگوی سفارشی خود را انتخاب کنید.



شکل ۲-۵۳

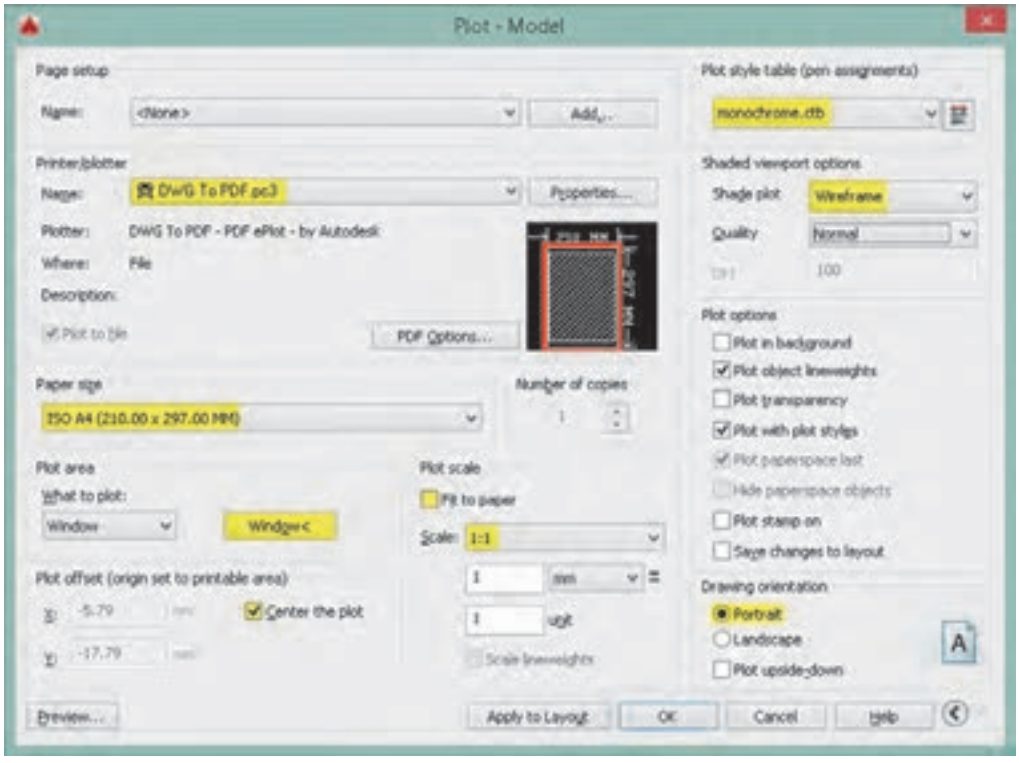
فعالیت کلاسی ۲۱: چاپ کردن نقشه

اگر چاپگر به رایانه متصل باشد می‌توان نقشه را مستقیم به چاپگر فرستاد و چاپ نمود اما درصورتی که بخواهیم فایل نقشه را به رایانه دیگری که به چاپگر متصل است انتقال دهیم بهتر است از فرمت یا قالبی استفاده کنیم که کمترین احتمال خطا و تغییر را داشته باشد. فرمتی که برای این مورد پیشنهاد می‌شود فرمت Pdf است که تقریباً همه رایانه‌ها فارغ از نوع سیستم عامل و دیگر تنظیمات، آن را می‌شناسند. برای چاپ نقشه به فرمت Pdf به دستورالعمل زیر توجه کنید.



شکل ۵۴-۲

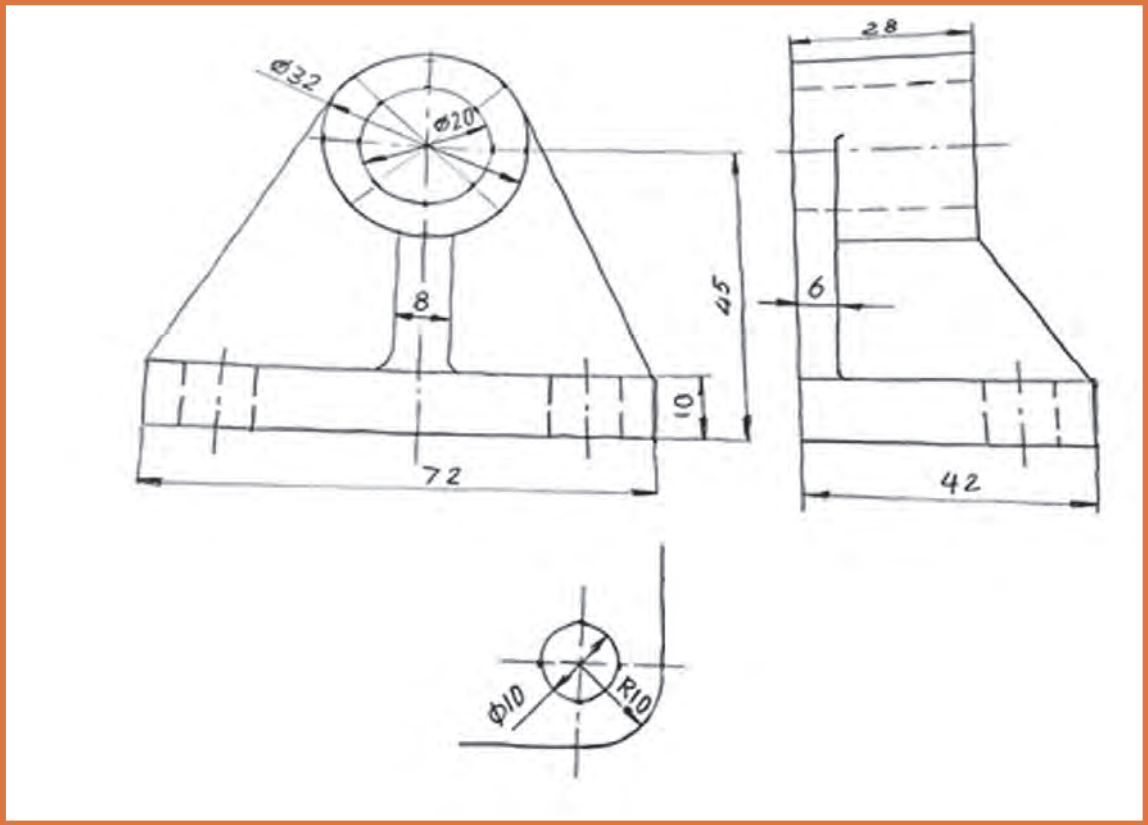
۱.فایل 21.dwg را باز کنید یا نقشه بالا را در یک کادر A۴ ترسیم کنید (کادر خاکستری در فایل نقشه).
۲.بعد از تکمیل نقشه، که در آن ضخامت خطوط با لایه‌بندی مشخص شده است، دستور Plot را اجرا کنید.
۳.از منوی کرکره‌ای Printer/Plotter گزینهٔ DWG To PDF.pc3 را انتخاب کنید.
۴.از منوی کرکره‌ای Paper size گزینهٔ ISO A4 (۲۹۷.۰۰ * ۲۱۰.۰۰ mm) را انتخاب کنید.
۵.از منوی کرکره‌ای What to plot گزینهٔ Window را انتخاب کنید و در صفحه ترسیم روی نقاط شماره ۱ و ۲ یا گوشه‌های کادر A۴ برای تعیین محدوده ترسیم کلیک کنید.
۶.گزینهٔ Center the plot را تیک بزنید تا محدوده ترسیم در مرکز کاغذ قرار گیرد.
۷.در بخش Plot scale گزینهٔ Fit to paper را غیرفعال کنید تا بتوانید مقیاس نقشه را تعیین کنید.
۸.از منوی کرکره‌ای Scale گزینهٔ ۱:۱ را انتخاب کنید.
۹.از منوی کرکره‌ای Plot style ... گزینهٔ Monochrom را برای چاپ تک‌رنگ انتخاب کنید.
۱۰.از منوی کرکره‌ای Shade plot گزینهٔ Wireframe را انتخاب کنید.
۱۱.برای تعیین جهت قرار گرفتن محدوده چاپ در کاغذ، گزینهٔ Portrait را تیک بزنید. در این مرحله، پنجره Plot به صورت شکل زیر دیده می‌شود.
۱۲.با کلیک روی دکمه OK این پنجره را ببندید تا بتوانید فایل را در رایانه ذخیره کنید.
۱۳.نقشه را به نام My21.pdf در پوشه خود ذخیره کنید.



بخش دوم (الکتروتکنیک – شبکه و نرم‌افزار رایانه‌ای)

فصل ۳

نقشه‌برداری از روی قطعه



نقشه با دست آزاد (اسکچ)

تعریف: نقشه با دست آزاد، عبارتست از ترسیم طرحی ابتدایی از یک محصول صنعتی. این نقشه ویژگی‌های متعددی دارد که برخی از آنها را برمی‌شمریم:

۱.نقشه‌ای است که با دست آزاد رسم می‌شود (اما امکان به کار بردن ابزار هم هست).

۲.تا حد ممکن کوشش می‌شود اندازه‌ها با مقیاسی معین رسم شوند.

۳.تا حد ممکن تناسب خطوط رعایت می‌شود.

۴.این نقشه برای یک قطعه شامل اندازه‌گذاری کامل و درج تمام کدهای لازم برای ساخت است.

۵.ممکن است آن را برای یک قطعه و یا یک مجموعه رسم کرد.

نقشه دستی یا اسکچ در دو مورد رسم می‌شود:

الف- زمانی که یک طرح باید محصولی نو و تازه را به وجود آورد.

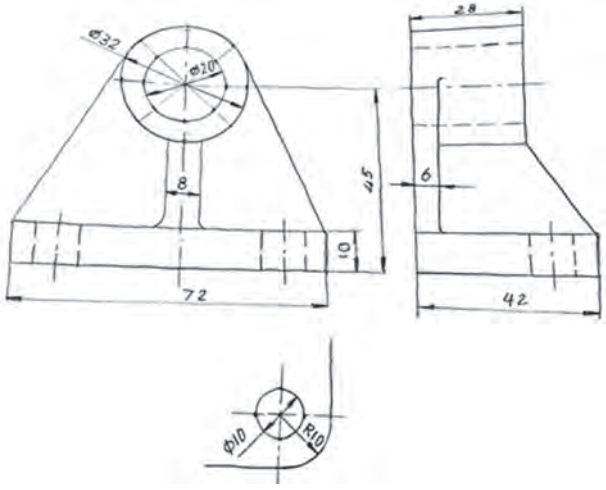
ب- زمانی که مهندسی معکوس انجام می‌شود.

۱.ساخت دوباره قطعه‌ای موجود را مهندسی معکوس گویند.
۲.توجه داشته باشید که نقشه دستی، به هر حال نقشه است و در ترسیم آن باید دقت کرد.

افزون بر موارد ذکر شده در بسیاری از موارد مهندسین و طراحان و تولیدکنندگان مجبورند برای رساندن مقاصد خود و تفهیم گفتارشان از نقشه، از رسم دستی کمک بگیرند.

ترسیم نقشه با دست یا دست آزاد می‌تواند بر اصولی استوار شود که نتیجه‌گیری ما را خیلی بهتر کند. به نمونه‌ای از نقشه دستی در شکل ۱-۳ نگاه کنید. این قطعه یاتاقان نام دارد. در این نقشه تنها اندازه‌ها داده شده است.

گرچه به کاربردن ابزار در ترسیم اسکچ یا طراحی ممکن است اما در اینجا کوشش خواهیم کرد که برای ورزیدگی بیشتر و رسیدن به ایده آنها از هیچ گونه ابزار جز مداد و پاک‌کن استفاده نکنیم.



شکل ۱-۳

چهار قطعه صنعتی خیلی ساده مانند شکل زیر را آماده کنید:

۱- لیوان ۲- مدادتراش ۳- اسباب‌بازی ۴- قوطی کنسرو

شکل ۲-۳

تنها ابزارهای مورد نیاز شما یک خط‌کش فلزی به طول ۲۰cm، با دو لبه مدرج به میلی‌متر و یک مداد HB است.

شکل ۳-۳

اکنون جدولی مانند آنچه داده شده است رسم کنید:

جدول ۱-۳

شماره	نام قطعه	طول کلی		عرض کلی		بلندی کلی		قطر شماره ۱		قطر شماره ۲		نتیجه‌گیری
		تخمینی	حقیقی	تخمینی	حقیقی	تخمینی	حقیقی	تخمینی	حقیقی	تخمینی	حقیقی	
۱												
۲												
۳												
۴												
نظر پایانی:												

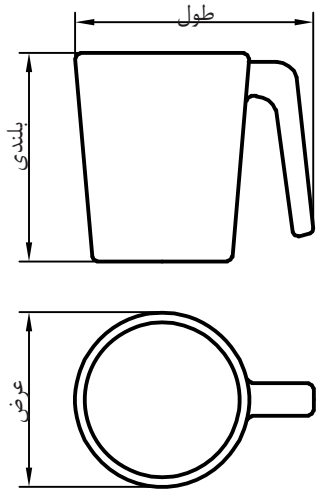
کاغذ برای ترسیم اسکچ معمولاً کاغذ ارزان‌قیمت پوستی است ولی استفاده از کاغذ معمولی ۸۰ گرمی نیز اشکال ندارد.

انجام کار:

نام هرقطعه را در جدول بنویسید.

برای شماره ۱، طول کلی، بلندی و عرض کلی را بر حسب میلی‌متر و به طور نظری حدس بزنید. حدس خود را در جدول بنویسید.

آنگاه دو قطر، مثلا برای لیوان قطر داخلی و بیرونی را بنویسید.
در بقیه موارد خودتان دو قطر را انتخاب کنید (در صورت موجود بودن).
در ستون نتیجه‌گیری، نظر خودتان را به صورت زیر بنویسید:
حدس من خوب بود ← خوب
حدس من در حد مناسب نبود ← متوسط
حدس من خیلی بد بود ← بد
و در پایان برای چهار مورد یک نظریه در جدول زیر (جای تعیین شده) بنویسید. مثلاً (از دقت نظر خود راضی نیستم).

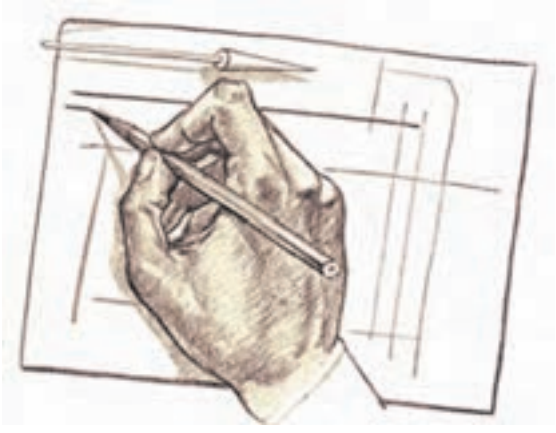


شکل ۴-۳

۱.چرا پیشنهاد شد که از خط‌کش فلزی استفاده شود؟
۲.گفته شد که دو لبه خط‌کش بر حسب میلی‌متر مدرج باشد، چرا؟
۳.آیا می‌توانیم با تکرار این تمرین، قدرت تخمین اندازه خود را تقویت کنیم؟

رسم خط راست

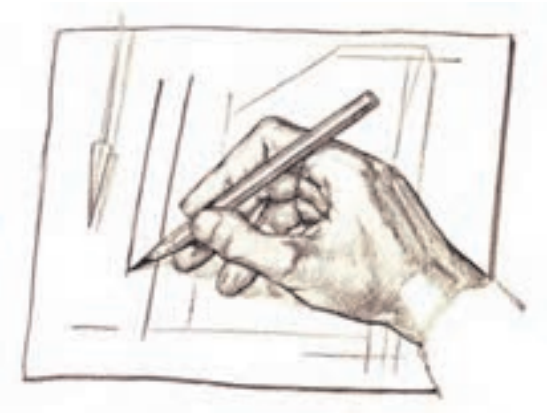
معمولاً خط افقی از چپ به راست رسم می‌شود. به شکل ۵-۳ نگاه کنید. می‌توانید از لبه‌های کاغذ برای حرکت درست خود، راهنمایی بگیرید (گاهی هم بهتر است خط را از راست به چپ بکشیم).



شکل ۵-۳

در این شکل به چگونگی نگه‌داری و گرفتن مداد دقت کنید. مداد را بایستی کمی بلندتر از معمول در دست بگیرید (تنها سر انگشتان مداد را نگه‌داری می‌کند.)
روش دیگر آن که نقطه شروع و انتهای خط را معین کنید و در موقع ترسیم و حرکت تنها به نقطه مقصد نگاه کنید.

شکل ۶-۳



برای کشیدن خط عمودی بر خلاف زمانی که با وسایل کار می‌کنیم، خط را از بالا به پایین می‌کشیم.
در اینجا نیز لبه کاغذ یا نقطه مقصد می‌تواند راهنمای خوبی برای کشیدن خط باشد.

شکل ۳-۷

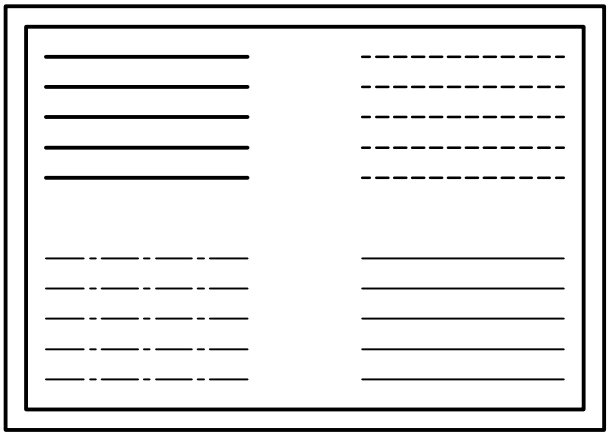
برای کشیدن خط‌های موازی می‌توانید، قبلاً با رسم یک خط عمودی و تعیین فاصله‌ها این کار را انجام دهید.

شکل ۳-۸

کشیدن خط‌های افقی و یا موازی را می‌توان با تکیه دادن دست، مثلاً به لبه میز و در دست گرفتن مناسب مداد، انجام داد.

شکل ۳-۹

یک برگ کاغذ A^4 را انتخاب کنید. ابتدا برای آن یک کادر با فاصله برابر ۱۰ از لبه‌ها رسم کنید. به نظر می‌رسد که اگر از لبه میز برای حرکت استفاده کنید، به نتیجه بهتری می‌رسید.
آنگاه پنج پاره‌خط افقی موازی به طول ۱۰۰ رسم کنید.(در سمت چپ و شروع از بالا با فاصله‌های حدود ۱۵ میلی‌متر). کار را با رسم ۵ پاره‌خط ۱۰۰ میلی‌متری خط‌چین، پنج پاره‌خط ۱۰۰ میلی‌متری موازی نازک و پنج مورد خط‌نقطه به پایان ببرید.

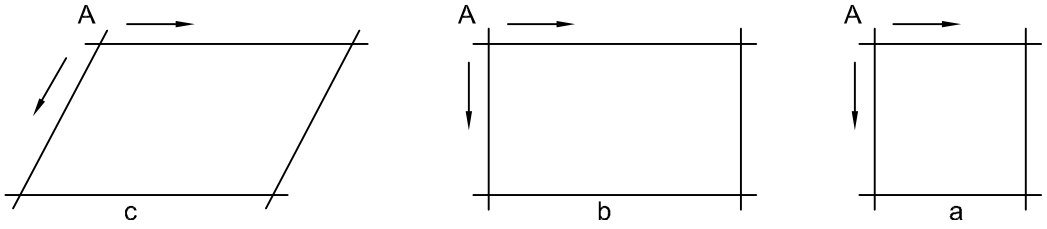


شکل ۱۰-۳

۱.چرا در ترسیم خط راست افقی (یا عمودی) نگاه ما باید به مقصد باشد؟
۲.آیا می‌توان ترسیم خط راست را با پیمودن مسیر به هنگام راه رفتن یا دوچرخه‌سواری مقایسه کرد؟
۳.آیا در راه رفتن یا دوچرخه‌سواری ما جلوی پای خود را (یا جلوی چرخ) نگاه می‌کنیم یا به دورتر می‌نگریم؟

رسم مربع، مستطیل

کشیدن این شکل‌ها همواره مورد نیاز است. در اینجا توانایی رسم خطوط موازی خیلی به ما کمک می‌کند.

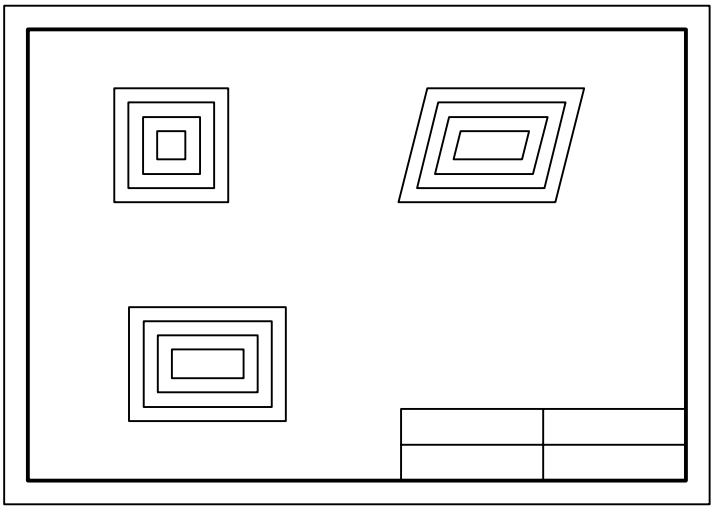


شکل ۱۱-۳

برای رسم این شکل‌ها بهتر است نقطه شروع یعنی A مشخص شود. آنگاه با حداکثر دقتی که در حدس اندازه، در ترسیم خط راست،در رسم خطوط موازی، داریم آنها را رسم کنیم.

ابتدا یک کاغذ A۴ انتخاب و کادر را رسم کنید. در اینجا می‌خواهیم جدول هم موجود باشد، سپس یک جدول با اندازه تقریبی ۱۲۰×۳۰ در سمت پایین و راست بکشید و آن را به چهار بخش مساوی تقسیم کنید. روی کاغذ چهار مربع به ضلع ۱۰، ۲۰، ۳۰، و ۴۰، چهار مستطیل به ابعاد ۲۰×۱۰، ۳۰×۲۰، ۴۰×۳۰ و ۶۰×۴۰ و نیز چهار متوازی‌الاضلاع با اضلاع پیشنهادی برای مستطیل و با زاویه‌ای که خود در نظر خواهید گرفت رسم کنید.

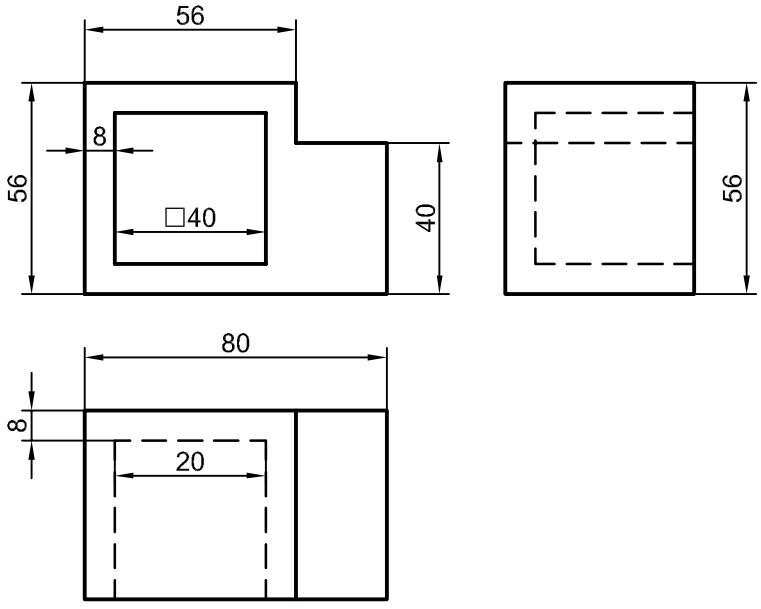
جدول را کامل کنید.(نام رسام، نام نقشه، شماره نقشه،نام هنرستان).



شکل ۱۲-۳

۱.آیا می‌توانید شکل‌های داده شده، مربع، مستطیل و متوازی‌الاضلاع را تعریف کنید و ویژگی‌های مهم آنها را نام ببرید؟
۲.در کدام گروه از شکل‌ها که کشیده‌اید،می‌توان گفت که چهار شکل متشابه‌اند؟
۳.یک ذوزنقه متساوی‌الساقین را چگونه رسم می‌کنید؟ یک مثلث متساوی‌الاضلاع را چگونه؟

پس از خط‌کشی کادر و رسم جدول، نقشه داده شده را با دقت در رسم درست اندازه‌ها،برای نماهای موجود رسم کنید. آنگاه نقشه را اندازه‌گیری کنید.



شکل ۱۳-۳

۱.آیا در رسم نقشه به نکته خاصی برخورد کرده‌اید؟
۲.اگر بخواهیم یک دایره نصب کنیم، پیشنهاد شما چیست؟
۳.آیا برای رسم دایره‌هایی که تاکنون کشیده‌اید، قاعده‌ای رعایت کرده‌اید؟

رسم دایره

برای رسم دایره روش‌های گوناگونی هست که اندازه دایره نیز در انتخاب هر یک از روش‌ها بی‌تأثیر نیست.

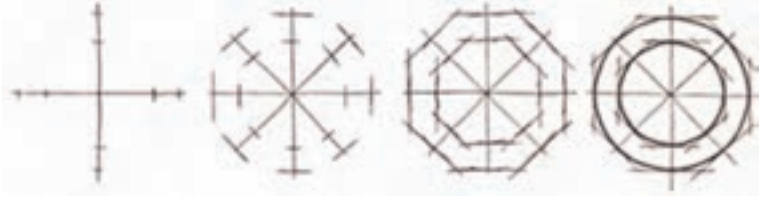
۱.مناسب برای دایره کوچک (شکل ۱۴-۳).

شکل ۱۴-۳

۲.به کمک نشانه‌گذاری روی قطرها (شکل ۱۵-۳).

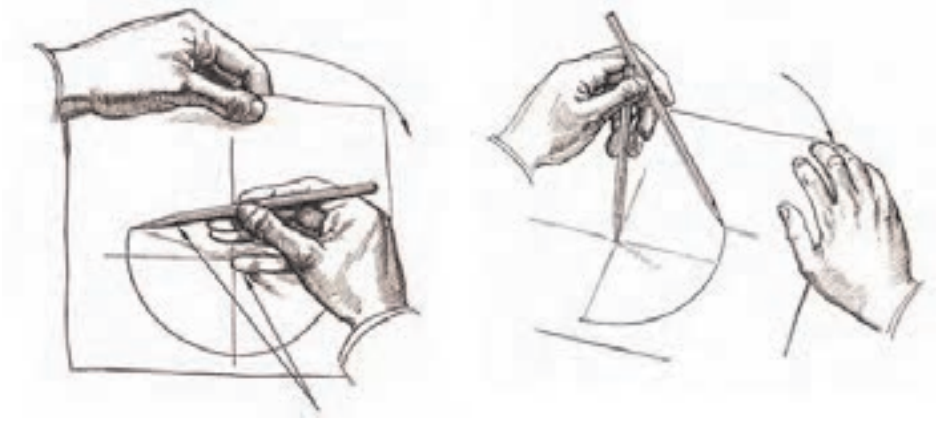
شکل ۱۵-۳

۳.به کمک نشانه‌گذاری روی قطرها بدون ترسیم مربع (شکل ۱۶-۳).



شکل ۱۶-۳

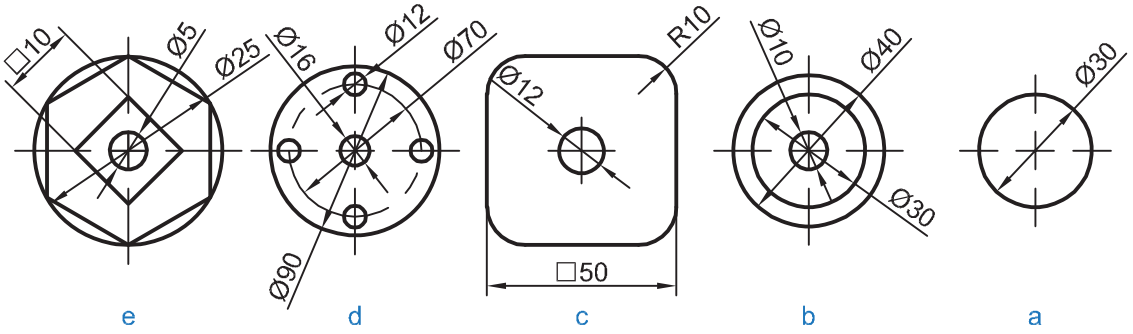
روش‌های دیگری برای ترسیم دایره وجود دارد که در زیر مشاهده می‌کنید. در سمت چپ با استفاده از انگشت کوچک به عنوان سوزن پرگار و چرخاندن کاغذ و در سمت راست با استفاده از دو مداد ترسیم دایره را نشان می‌دهد.



شکل ۱۷-۳

پیش از انجام فعالیت بعدی، موارد بالا را چند بار و با دقت روی کاغذهای بلااستفاده تمرین کنید. زمانی که احساس تسلط بیشتر نمودید به انجام این فعالیت بپردازید.

پس از آماده‌سازی دو برگ کاغذ A۴، اشکال داده شده را روی آنها رسم کنید. پیشنهاد می‌شود اشکال a و b و c روی یک برگ و اشکال d و e روی برگ دیگر رسم شوند.
پس از تکمیل جدول، نقشه‌ها را برای ارزشیابی به هنرآموز خود تحویل دهید.



شکل ۱۸-۳

۱.کدام روش برای رسم دایره، از روش‌های گفته شده را مناسب‌تر می‌دانید؟
۲.برای ساخت یک هشت‌ضلعی منتظم چه پیشنهادی دارید؟
۳.چگونه می‌توانید در یک دایره به قطر ۶۰، مستطیلی رسم کنید که یک ضلع آن ۵۰ باشد؟

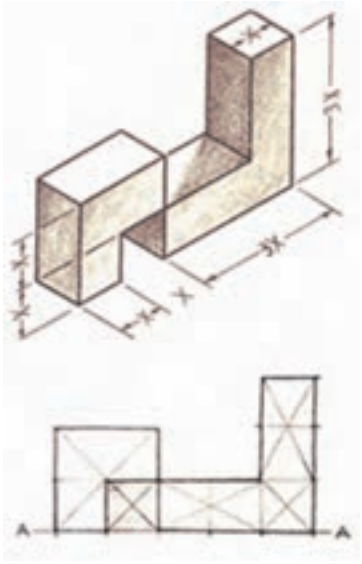
اندازه و تناسب در ترسیم دست آزاد

عدم رعایت تناسب اندازه‌ها در ترسیم موجب انحراف ذهن بیننده شده و ممکن است نقشه را به درستی درک نکند.برای رعایت تناسب اندازه‌ها می‌توان از دو روش ساده استفاده نمود.

۱ - روش تخمین تقریبی با چشم؛
۲- روش تخمین به وسیله اندازه‌گیری با مداد.

روش تقریبی با چشم:

این روش به تبحر فرد بستگی داشته و نتیجه در اثر تمرین زیاد بهبود می‌یابد.
در این روش با نگاه کردن به جسم، اندازه یک قسمت را مبنا قرار داده و بقیه قسمت‌ها را با آن مقایسه می‌کنیم و در ترسیم آن را اعمال می‌کنیم. به شکل مقابل دقت کنید



شکل ۱۹-۳

به شکل مقابل دقت کنید. با روش مشاهده تقریبی تخمین بزنید قطر ظرف میناکاری چند برابر قطر سکه بهار آزادی است. با توجه به این که قطر سکه بهار آزادی ۲۲ میلی‌متر است، قطر ظرف چقدر است؟

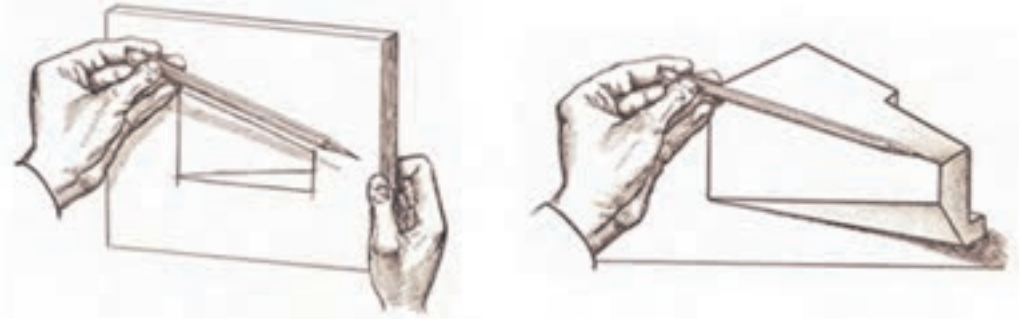
شکل ۲۰-۳

اندازه‌گیری با مداد و چشم:

در این روش با استفاده از چشم، دست و مداد برای کنترل تقریبی اندازه اسکچ استفاده می‌شود. در این روش در فاصله معینی از جسم قرار گرفته و نسبت ابعاد را به وسیله مداد یا اندازه ثابتی از طول مداد معین می‌کنیم. بدیهی است که در این روش نباید مقدار شاخص (اندازه تعیین شده روی مداد) تغییر نماید. حال می‌توانید با مداد همین شاخص را به روی کاغذ منتقل کنید و اسکچ جسم را رسم نمایید.

شکل ۲۱-۳

در حالتی دیگر می‌توان به صورت مستقیم با استفاده از مداد جسم را اندازه گرفت و اندازه را به کاغذ منتقل کرد.

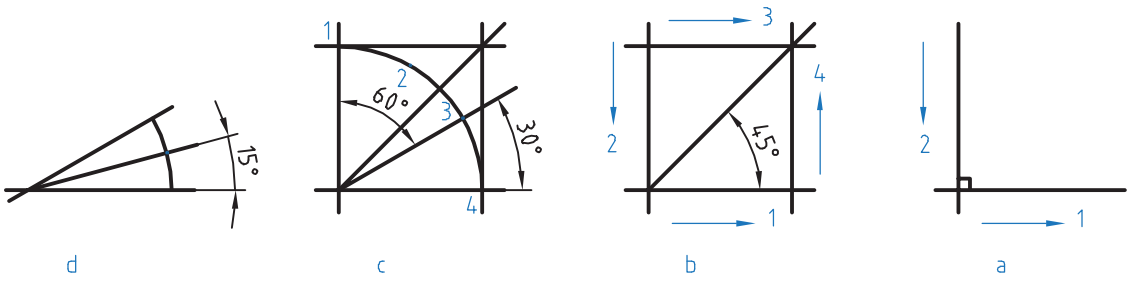


شکل ۲۲-۳

با استفاده از روش تخمینی مداد اسکچ یک میز تحریر را ترسیم نمایید.

ساخت زاویه

برخی از زاویه‌های مهم مانند ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درجه و همچنین ۹۰ درجه، در کار ترسیم دستی کاربرد زیادی دارند. برای ساخت همه آنها می‌توان از یک زاویه ۹۰ درجه استفاده کرد.



شکل ۳-۲۳

- در شکل a یک زاویه ۹۰ درجه ساخته شده است.
- در شکل b به کمک یک مربع، زاویه ۴۵ درجه ساخته شده است.
- در شکل c ابتدا کمان دایره در یک مربع ساخته شد و آنگاه با سه قسمت کردن کمان به کمک نقاط ۲ و ۳، زاویه‌های ۳۰ درجه و ۶۰ درجه به وجود آمد. نقاط ۲ و ۳ را به گونه‌ای انتخاب می‌کنیم که کمان به سه قسمت مساوی تقسیم شود (با تخمین ذهنی).
- در شکل d با رسم یک کمان دلخواه و نصف کردن آن (در یک زاویه ۳۰ درجه)، زاویه ۱۵ درجه را هم می‌توان ساخت.

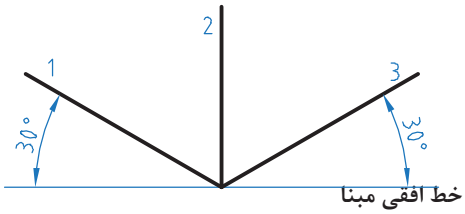
یک کاغذ A۴ را آماده کنید. شش دایره با قطرهای ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰ روی آن رسم کنید. در این دایره‌ها به ترتیب یک سه‌ضلعی (سه‌گوش متساوی‌الاضلاع)، یک چهارگوش، یک شش‌ضلعی، یک هشت‌ضلعی، یک دوازده‌ضلعی و یک شانزده‌ضلعی منتظم بسازید.

۱.آیا می‌توانید مراحل رسم سه ضلعی را با دقت بنویسید؟
۲.آیا می‌توانید چگونگی رسم یک بیست و چهار ضلعی منتظم را شرح دهید؟
۳.برای رسم یک پنج‌ضلعی منتظم در یک دایره، پیشنهاد شما چیست؟

رسم سه‌بعدی

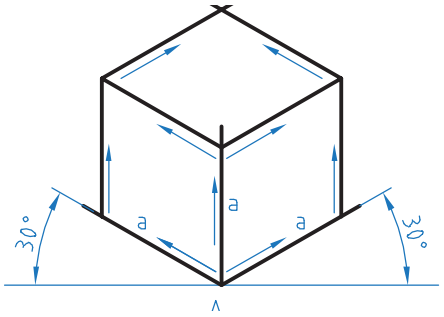
در رسم هر یک از انواع سه‌بعدی، نیاز هست که ابتدا جعبه محیطی را رسم کنیم. برای نمونه در رسم ایزومتریک، اضلاع جعبه نسبت به خط افقی زاویه ۳۰ درجه دارند.

خط‌های ۱ و ۲ و ۳ را محورهای سه‌بعدی ایزومتریک می‌گویند.



شکل ۲۴-۳

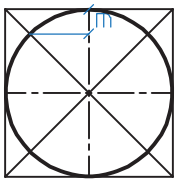
برای رسم جعبه، چگونگی رسم خط‌ها را ببینید، دقت در موازی رسم کردن خط‌ها، حرف اول را در این شکل خواهد زد. در شکل چند لوزی دیده می‌شود؟

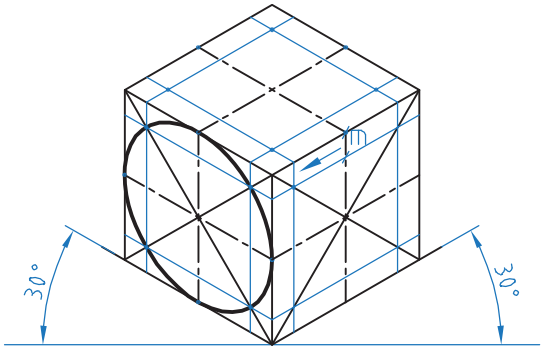


شکل ۲۵-۳

رسم دایره در سه‌بعدی

در اینجا چگونگی رسم بیضی در لوزی را مرور می‌کنیم.

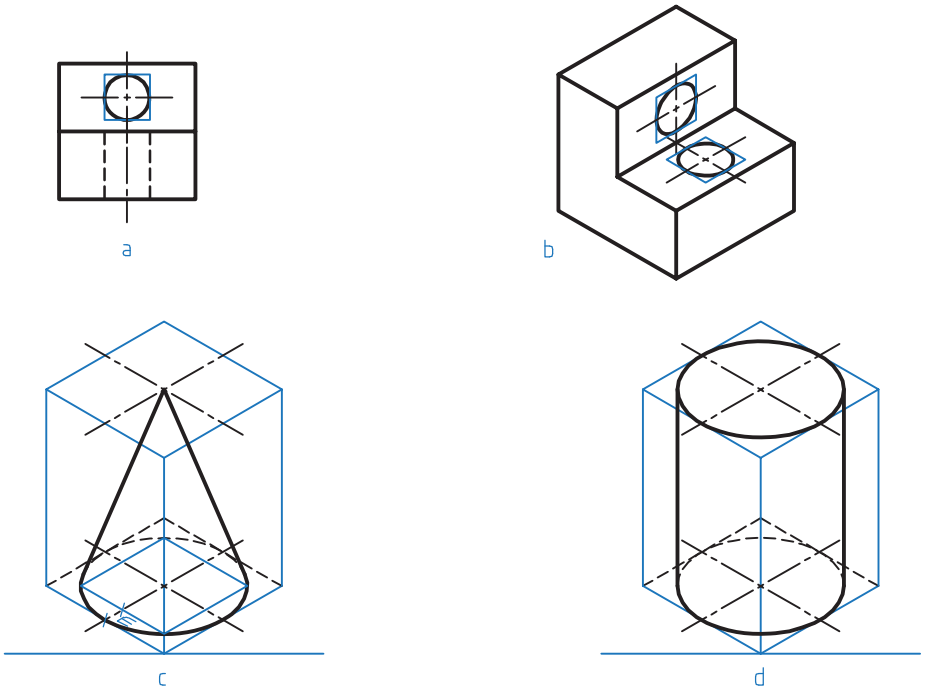




شکل ۲۶-۳

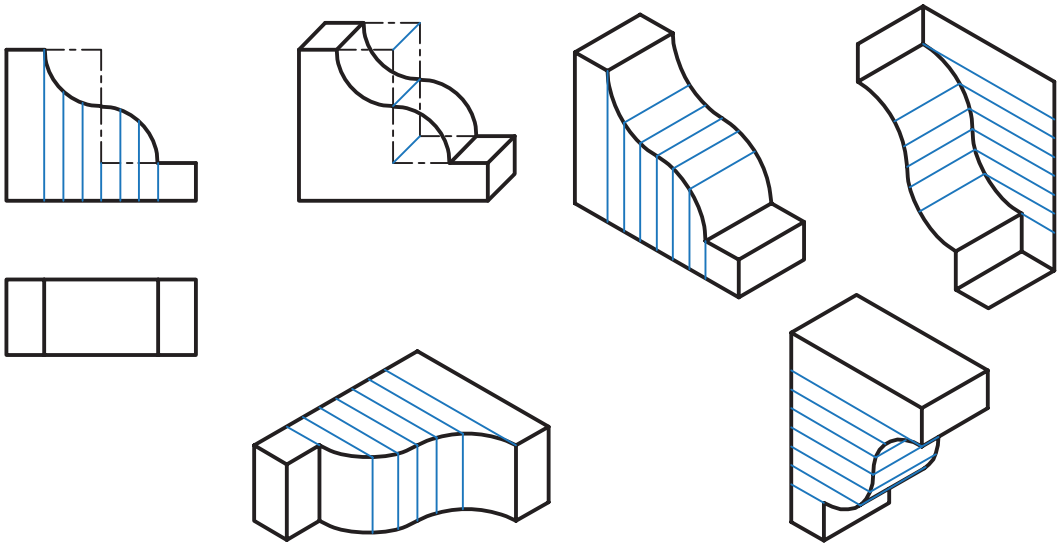
در شکل یکی از بیضی‌ها رسم شده است. مقدار m را از روی شکل دوبعدی برداشته‌ایم. در شکل‌های داده شده، چگونگی رسم چند شکل یا موضوع دیگر را می‌بینید.

در شکل‌های a و b به دلیل کوچکی بیضی، تنها با رسم متوازی‌الاضلاع کار انجام می‌شود.
در c برای مخروط کافی است قاعده و نوک مشخص شود و برای استوانه رسم دو قاعده لازم است.

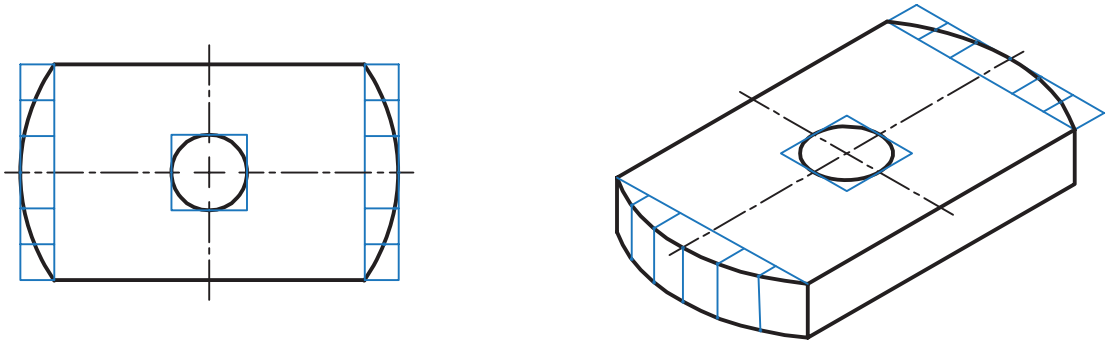


شکل ۳-۲۷

با گرفتن ایده از نمونه‌های دیگر می‌توان کارهای بیشتری انجام داد.



شکل ۳-۲۸

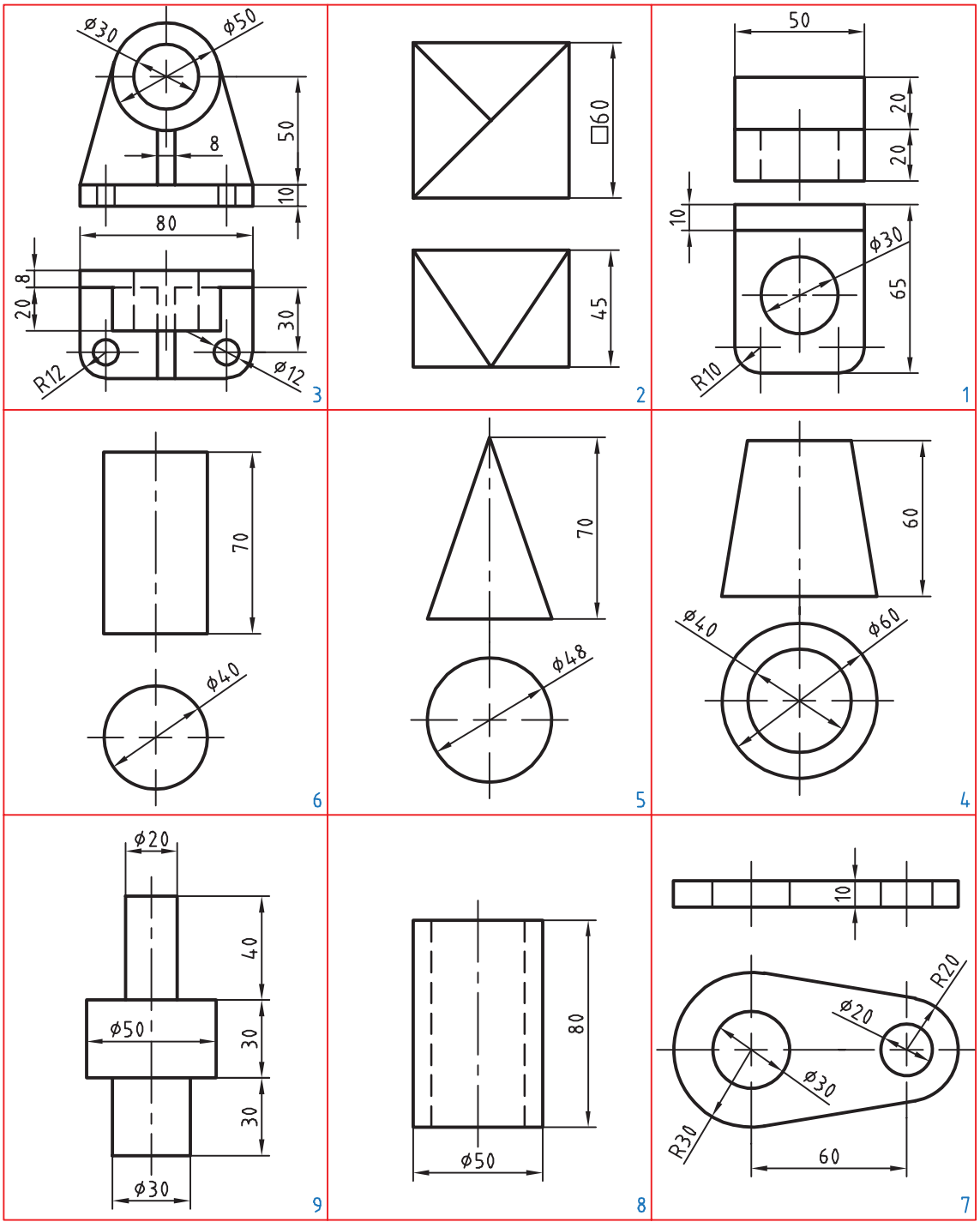


شکل ۲۹-۳

یک برگه کاغذ A۴ را آماده کنید. ابتدا محورهای ایزومتریک را رسم کنید. آنگاه روی آن یک مکعب به یال ۶۰ بسازید. آنگاه مطابق روش گفته شده، در سه طرف قابل دید بیضی رسم کنید، آنگاه در وسط هر بیضی یک بیضی مربوط به دایره به قطر ۱۲ را رسم نمایید.

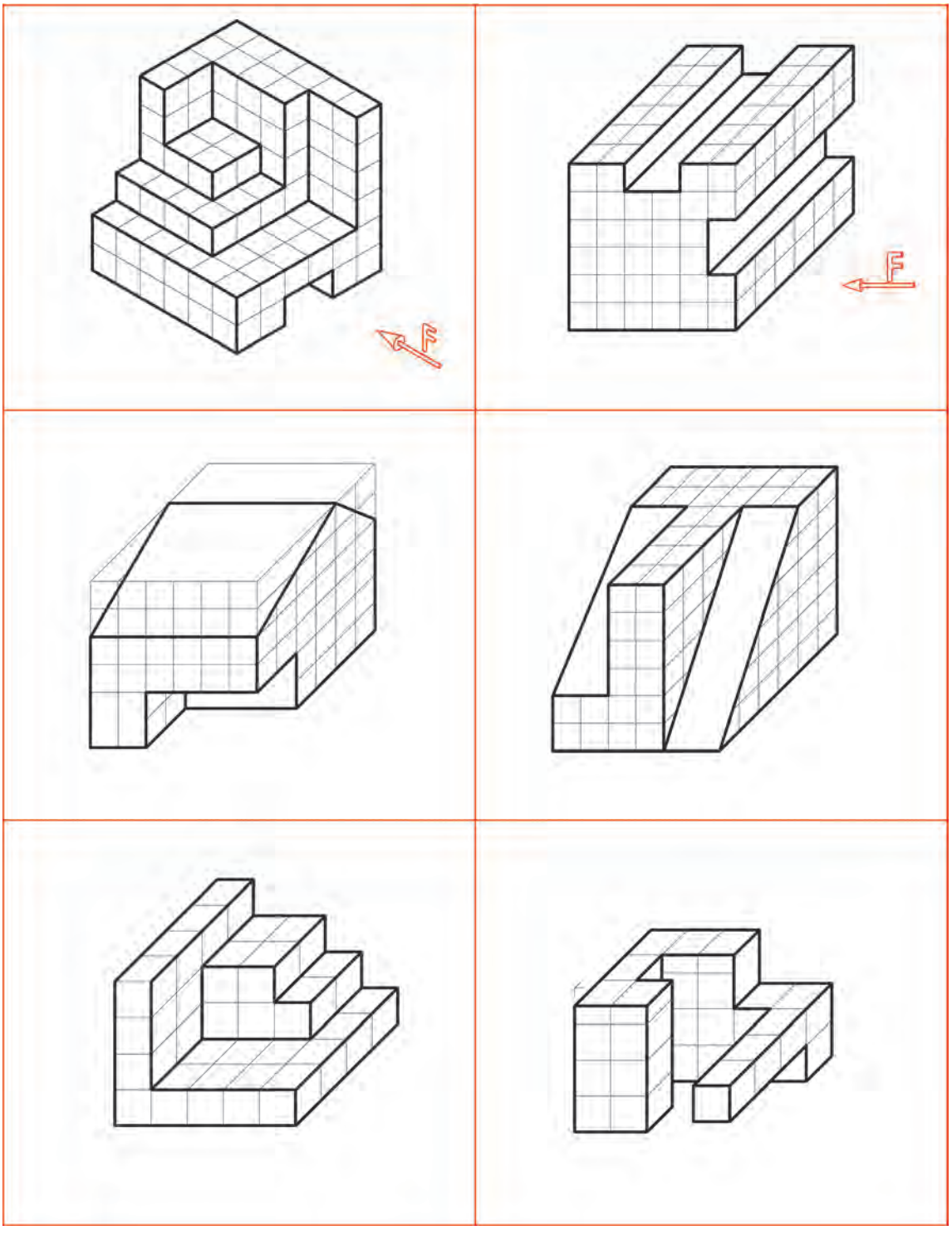
۱.قطعه‌ای را انتخاب کنید، آیا می‌توانید نقشه دستی آن را با تمام جزئیات بکشید؟ در غیر این‌صورت آیا می‌توانید مشکلات موجود را مشخص کنید؟
۲.آیا می‌توان در ترسیم نقشه‌های دستی از مقیاس استفاده کرد؟ در چه موقع؟
۳.اگر در نقشه دستی رعایت تناسب را نکنیم، چه مشکلی پیش می‌آید؟

ابتدا برای اشکال داده شده در جدول و با رعایت دقت، نقشه‌های دستی را تهیه نمایید. آنگاه سه‌بعدی ایزومتریک را برای همه موارد ترسیم نمایید.



شکل ۳۰-۳

برای هر یک از سه‌بعدی‌های داده شده، سه نما را رسم و اندازه‌گذاری کنید.



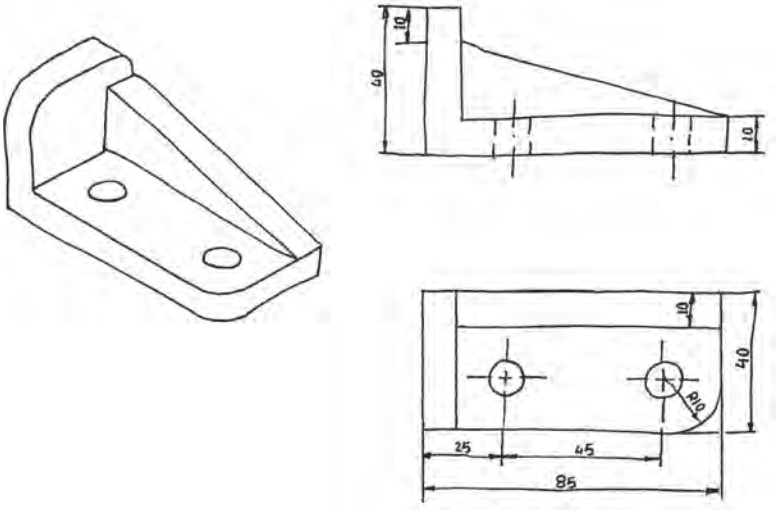
شکل ۳۱-۳

نقشه‌برداری صنعتی

برای تهیه نقشه دو روش وجود دارد که عبارتند از:
۱ـ تهیه نقشه از روی کروکی قطعه که قبلاً به وسیله طراح رسم و در اختیار نقشه‌کش قرار می‌گیرد.
۲ـ تهیه نقشه از روی یک قطعه صنعتی.
تهیه نقشه از روی یک قطعه صنعتی را نقشه‌برداری صنعتی یا مهندسی معکوس گویند. در این مبحث شما را با چگونگی و نحوه ترسیم نقشه از روی یک قطعه صنعتی آشنا می‌سازیم.

نحوه ترسیم نقشه از روی قطعات:

برای ترسیم نقشه از روی یک قطعه نکات زیر را رعایت کنید.
۱. قطعه موردنظر را به طور دقیق مورد بررسی و تجزیه تحلیل قرار دهید.
۲.برای در نظر گرفتن فضای ترسیمی، ابعاد و اندازه‌های کلی قطعه را حدوداً مشخص نمایید.
۳.برای ترسیم هر قسمت ابتدا به وسیله ابزار اندازه‌گیری مناسب اندازه آن را از روی قطعه بردارید.
۴.از وسایل ترسیمی مانند مداد و کاغذ مناسب استفاده نمایید.
۵.با توجه به شکل و فرم قطعه، مناسب‌ترین جهت دید را به عنوان جهت دید اصلی (نمای اصلی) انتخاب کنید. به طوری که بیشترین جزئیات در این نما مشخص شود.
۶.تصاویر قطعه را در نماها و برش‌های لازم با مقیاس مناسب روی یک برگ کاغذ سفید و یا شطرنجی با دست آزاد رسم کنید.
۷.نماها و برش‌ها را به گونه‌ای انتخاب کنید، که بتوانید کلیه جزئیات و ابعاد آنها را روی نقشه مشخص نمایید.
۸.نقشه‌های مربوط به هر قطعه را در یک برگ کاغذ ترسیم کنید.
برای آشنائی بیشتر با نحوه ترسیم با دست آزاد از روی قطعات صنعتی به مثال زیر توجه کنید.



شکل ۳۲-۳

فصل ۴

کنترل کیفیت

اهمیت کنترل کیفیت

چرا کنترل کیفیت مهم است؟

ویژگی‌های یک محصول که مورد توافق مشتری و تولیدکننده است و منجر به رضایت مشتری می‌شود راکیفیت می‌گویند. این ویژه‌گی‌ها می‌تواند جنس، اندازه، چگونگی کار، خواص فیزیکی، خواص شیمیایی، خواص مکانیکی و ویژگی‌های هنری باشد. به عبارت دیگر باید از یک نوع استاندارد تعریف شده تبعیت کند. برای تحویل محصول به مشتری لازم است ابتدا کیفیت آن‌را کنترل کنیم سپس محصول را به مشتری تحویل دهیم.اگر محصولی از نظرکمیت و کیفیت با نیاز مشتری منطبق باشد آن محصول مورد تائید است. اگر محصولی با نیازهای مشتری منطبق نبوده و کیفیت لازم را نداشته باشد، مورد تایید نیست. لذا برای تولید محصول با کیفیت، باید کیفیت محصول را اندازه بگیریم.هم‌چنین برای اندازه‌گیری باید وسیله اندازه‌گیری مطمئن، درست و دقیق باشد. مفهوم این جمله آن است که در علوم فنی و مهندسی کیفیت را نیز با اندازه و اعداد و ارقام می‌سنجند، نه صرفاً با دید چشمی‌و سلیقه‌ای، بنابر این برای رسیدن به یک محصول کیفی لازم است ابزارهای مناسب فراهم و فرآیندهای دقیق برای کنترل به اجرا در آید . در شکل ۵-۱ نمودار نیازهای مرتبط با کنترل کیفیت را ملاحظه می‌کنید.

اهمیت کنترل کیفیت به چه دلیل است:

۱- رضایت خداوند

۲- تولید محصول با کیفیت

۳- رضایت مشتری

۴-کاهش هزینه های تولید

۵- کاهش ضایعات

۶- کسب درآمد حلال

۷- بازاریابی بهتر

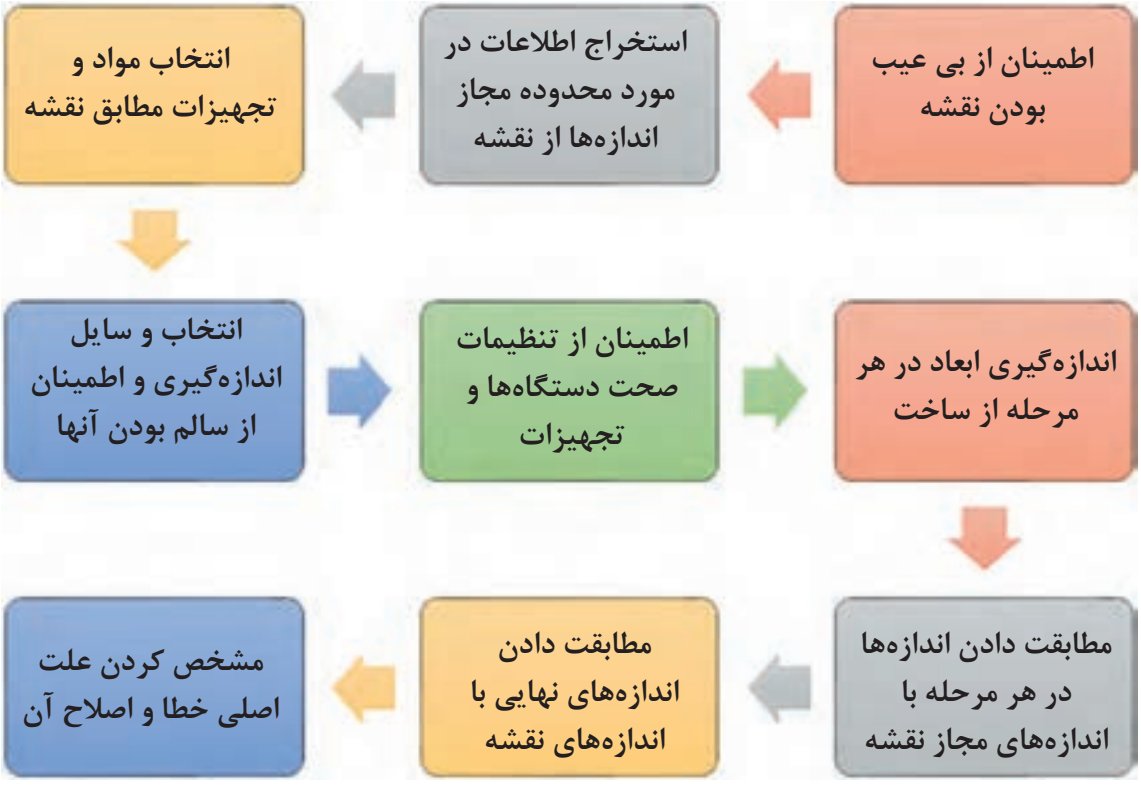
۸-تولید محصول قابل رقابت با دیگر محصولات

برای کنترل کیفیت سیم کشی از روی نقشه چه کاری انجام دهیم:

برای انجام کنترل کیفیت در هنگام اجرای سیم کشی از روی نقشه بایستی مراحل گوناگونی انجام شود تا بتوانیم کیفیت سیم کشی را کنترل نماییم. در شکل زیر این مراحل نشان داده شده است.

۱-از بی عیب بودن نقشه‌ها و نمودارها مطمئن شویم

در بخش های بعد به هر یک از این مراحل پرداخته می شود و نکاتی را که در آن‌ها باید رعایت شود بیان می گردد روش سیم کشی ما باید بر اساس نقشه باشد و بدون آن اقدام به سیم کشی نکنیم بطوری که در صورت نبود



نقشه ای مهندسی خودمان به عنوان برقکار نقشه ای از چیدمان قطعات و محل آنها در اتاقها تهیه کنیم و سپس

شروع به کار کنیم این کار باعث می شود قبل از انجام هر کاری قبلا راجع به آن خوب فکر کرده و آن را بر

روی کاغذ بیاوریم اما هر نقشه ای نیاز به کنترل کیفیت دارد .البته قبل از هرچیزی باید درک درستی از نقشه معماری موجود که در اختیار داریم داشته باشیم و به دنبال آن نقشه هاب برق بررسی شود و مواردی که باید اصلاح شود. اعمال گردد. به نمودار زیر که برای این منظور تهیه شده نگاه کنید می بینید در هر مرحله و در انتهای کار نقشه کشی نیز باید اصلاح و کنترل کیفی صورت گیرد.

نمونه فعالیت:

نقشه‌ها و نمودارها باید به همخوانی نوشته توجه داشت در نقشه های داده شده اشکالات زیر وجود دارد:

۱- ضخامت خطوط برق هنگام چاپ با ضخامت خطوط نقشه معماری یکسان است .

۲-در پلان شماره آدرس خط روشنایی با همان شماره در خروجی نمودار تابلو برای پریز تعریف شده .

۳- دیگر اندازه‌ها همخوانی ندارد.
۴- مشخصات فنی برخی از قطعات ومشخص نشدو جزییاتی برای آن وجود ندارد.
۵-فاصله پریز در آشپزخانه از کنار سینک ظرفشویی در محدوده‌ای مجاز نیست.

۲-اطلاعات در مورد فواصل مجاز و چیدمان قطعات را از روی نقشه استخراج نماییم

در نقشه ی داده شده چراغ ،کلید ، پریز و... در محل مناسبی قرار داده شده ضمنا نوع آن را درست انتخاب کرده اید برای مثال جایی که چراغ دیواری لازم بوده همان چراغ را قرار داده اید یا نوع دیگری را انتخاب کرده اید البته این‌ها از موارد اصلاحی نقشه به حساب آمده اما آیا فاصله های مجاز را حین چیدمان در نقشه درست در نظر گرفته اید اندازه‌ها به چه میزان است این اطلاعات به ما کمک خواهد کرد که قطعات را در محل درست و مناسب خود قرار دهیم

۳-مواد مصرفی و قطعات را مطابق نقشه انتخاب نماییم

برای انجام کار مناسب فهرست مواد مصرفی و قطعات باید وجود داشته باشد. معمولا دریک سیم کشی از قطعات مختلفی استفاده شده است از لوله و سیم گرفته تا انواع کلید و پریز و چراغ و... که در فهرستی نام آنها و تعداد مورد نیاز به همراه شماره نقشه باید وجود دارد. از وجود چنین فهرستی مطمئن باشید. همچنین مطئمن شوید که در نقشه تمام قطعات وجود دارد.

۴-تمام وسایل اندازه گیری را انتخاب و از کار آنها مطمئن شویم

وسایل اندازه گیری مثل متر و تراز که در درس طراحی و سیم کشی ساختمان‌های مسکونی از نام برده شد باید در کار سیم کشی از آنها به درستی استفاده کرد و آنها را درست انتخاب و از کار آنها مطمئن شویم. به وسیله متر فواصل طولی روی دیوار را اندازه می گیریم و توسط تراز ، ارتفاعی که به عنوان مبنا در نظر گرفته ایم را روی همه دیوارها ظاهر می کنیم تا کلیدها و پریزها در محل مناسب خود نصب شود در مورد چراغ های سقفی و دیواری نیز باید از اندازه گیری جهت نصب استفاده کرد . قرار گرفتن چراغ سقفی در وسط اتاق‌ها و در اتاق‌هایی که چندین چراغ قرار دارد به حفظ زیبایی نصب چراغ‌ها باید دارای باشد و اندازه های لازم روی سقف و دیوار به درستی مشخص شده باشد و این کارها فقط با وسایل مناسب اندازه گیری صورت خواهد پذیرفت.به همین خاطر نوع مشخصات فنی این وسایل اهمیت زیادی در کار خواهد داشت تراز لیزری با برد بالا برای ساختمان با فضای خیلی کوچک مناسب نبوده و همین‌طور برای اتاق‌ها و ساختمان با متراژ بالا از تراز با برد بالا باید استفاده کرد.

مفاهیم پایه اندازه گیری

دامنه اندازه‌گیری: فاصله حداقل و حداکثر اندازه ای که توسط یک وسیله اندازه گیری می شود را می گویند. برای نمونه یک متر ۵۰ متری، اندازه های ۱ تا ۵۰ متر را اندازه گیری می کند.

قابلیت تفکیک: کوچک ترین قسمت بندی وسیله اندازه گیری را ریزنگری، تفکیک پذیری، قابلیت تشخیص، وضوح و ... نیز بیان می شود. برای نمونه یک خط کش معمولی قابلیت تفکیکی یک میلی‌متر را دارد. همچنین کولیس ۱،۱ میلی‌متر قابلیت تفکیک ۱،۱ میلی‌متر را دارد و مثلا بین ۲۰/۳ میلی‌متر و ۲۰/۴ میلی‌متر تفکیک قائل می شود.

دقت: نزدیکی خروجی های یک وسیله اندازه گیری را نسبت به یکدیگر گویند . برای نمونه اگر یک اندازه را با یک مولتی متر چند بار اندازه گیری نمائیم و نتایج نزدیک هم بودند و یک عدد را نشان دادند می گوییم مولتی‌متر با دقت است.

درستی یا صحت: به نزدیکی خروجی های یک وسیله اندازه گیری نسبت به مقدار واقعی اندازه را گویند. برای نمونه اگر اندازه یک قسمت از قطعه واقعا ۲۰/۶ میلی‌متر باشد، کولیس این اندازه را ۲۰/۳ میلی‌متر یا ۲۰/۹ نشان ندهد.

۵-از تنظیمات تمام دستگاه‌ها و ابزار برای هر مرحله از کار مطمئن شویم

هر دستگاه اندازه گیری و ابزار دارای تنظیماتی است که حین کار باید بدان توجه داشت. در مورد ابزار عدم تنظیم آن باعث تخریب کار خواهد شد برای مثال شیار زنی که تنظیم درستی ندارد علاوه بر آنکه به لحاظ ایمنی کار با آن خطر دارد باعث تخریب و لطمه به کار نیز خواهد شد.این موضوع در مورد وسایل اندازه گیری هم اهمیت زیادی دارد اگر این دستگاه‌ها تنظیم نباشند کار تخریب خواهد شد و گاهی تخریب وارده جبران ناپذیر خواهد بود

نمونه فعالیت :

چند ابزار و دستگاه اندازه گیری را نام برید در مورد نحوه تنظیم آنها مطلبی تهیه کنید و برای کلاس ارائه دهید.

واسنجی یا کالیبره کردن: اطمینان یافتن از درستی و دقت یک وسیله اندازه گیری را گویند. برای نمونه کولیس اندازه درست را نشان دهد و هرچند دفعه که اندازه می گیریم همان اندازه را نشان دهد.کالیبراسیون وسیله اندازه گیری بر موارد زیر تاثیر می گذارد:

۱-کنترل کیفیت

۲- ایمنی

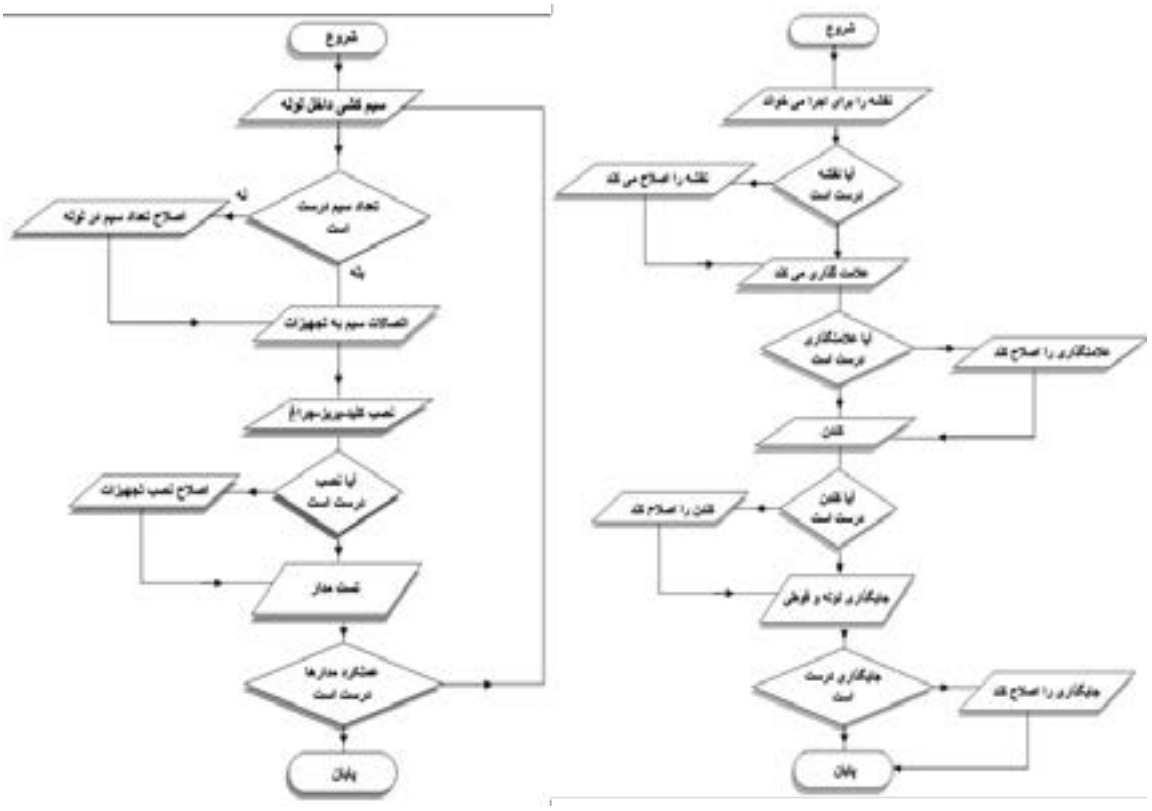
۳- محیط زیست

در واقع کالیبراسیون وسیله اندازه گیری این اطمینان را فراهم می سازد که محصول نهایی با کیفیت لازم تولید شود .در انتهای سیم کشی و فرآیند کنترل کیفیت با دستگاههای برق برای مثال مقاومت زمین یا عایقی سیم‌ها را تست می کنیم این وسایل حتما باید کالیبره شده باشند تا از صحت آزمون با آنها مطمئن بود.

۶-در هر مرحله از نصبِ درستِ قطعات مطمئن شویم.

۷- در هر مرحله اندازه‌ها و موارد را با نقشه مطابقت دهیم و نصب وسیم کشی را اصلاح کنیم.

اصلاحات در هر مرحله خود نوعی کنترل کیفیت به حساب می آید و باید اعمال گردد کارهایی مثل نصب و سیم کشی که فرایند چندین مرحله ای متفاوت دارند اصلاح در هر مرحله تاثیر به سزایی دارد و در برخی موارد حتی کلید ورود به مرحله بعدی نیز خواهد بود برای مثال اگر شما در مراحل اولیه جایگذاری قوطی پریز در آشپزخانه کنترل و اصلاحی روی کار نداشتید در مراحل پایینی هیچ کاری از شما بر نمی آید. نمودارهای زیر سیم کشی را به دو مرحله تقسیم کرده و لزوم اصلاح در هر مرحله از کار را نشان می دهند.

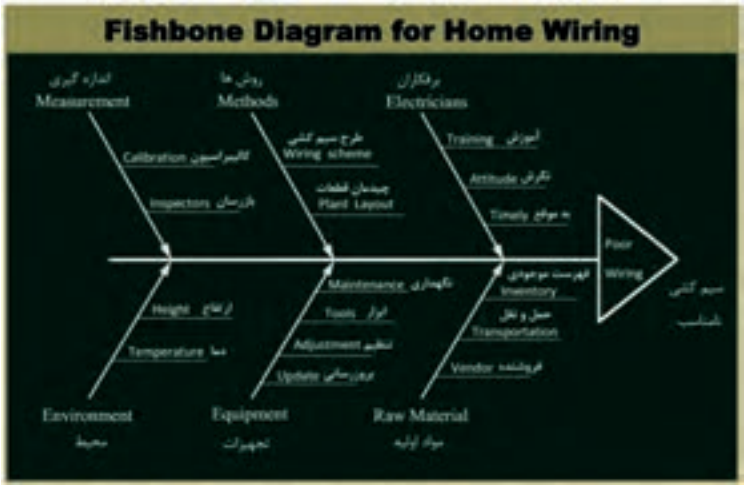


۸- نصب نهایی قطعات را با نقشه مطابقت دهیم

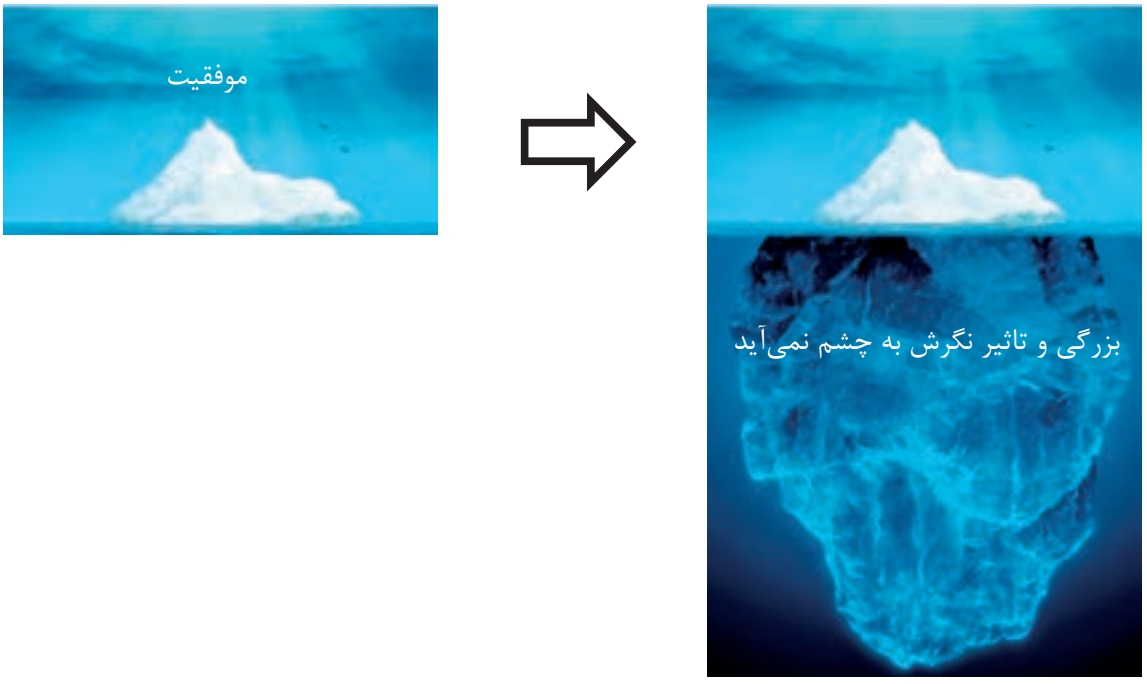
پس از آنکه نصب نهایی قطعات انجام شد و سیم کشی پایان یافت ، بار دیگر باید آن را با نقشه هادی موجود مطابقت دهیم و اگر مغایرتی وجود داشت برطرف شود. احیانا اگر حین اجرای سیم کشی تفاوتی با نقشه های موجود و نهایی رخ داده که اجتناب ناپذیر بوده این موارد باید در قالب مستندات و نقشه های جدیدی تهیه‌شده و هنگام بهره برداری ساختمان در اختیار مسئول نگهداری قرار گیرد تا این مرحله کار کنترل و رفع عیب به‌صورت چشمی صورت می گرفت اما باید پذیرفت در مورد برق باید با ابزارهای اندازه گیری نهایتا کار اصلاح و کنترل نهایی را انجام داد که در مرحله بعد به آن خواهیم پرداخت . با این حال وجود نقشه های چون ساخت پس از بهره برداری در زندگی شهری اهمیت زیادی پیدا می کند چرا که در صورت بروز حوادث این نوع نقش ها کمک بزرگی به عیب یابی و رفع آن خواهد کرد. و حتی در نجات افراد موثرخواهد بود.

۹-آزمون های اولیه در مورد سیم کشی را انجام داده و در صورت بروز عیب آن را برطرف کنیم

در انتهای کتاب طراحی و سیم کشی ساختمان مسکونی با چند آزمون آشنا شدید که با ابزار اندازه گیری مربوط صورت می گرفت و قبل از برقدار کردن مدارها این آزمون‌ها از جمله تست عایقی تاکید می شد و همانطور که در ابتدای این فصل آمد اندازه گیری و مقادیر آن تکلیف نهایی را برای کنترل کیفیت مشخص خواهد کرد سیم کشی ساختمان به عنوان یک محصول هر چند در فرآیند کار احتیاج به کنترل کیفی داشت اما اندازه گیری نهایی که تحت عنوان تست و بازرسی انجام خواهد شد و توسط افراد کارآزموده و دستگاه‌های کالیبره صورت خواهد گرفت. تکلیف برقکاری را مشخص خواهد کرد نمودار زیر علل و عواملی که در سیم کشی و کیفیت آن تاثیر دارند و در این فصل راجع به آنها صحبت شد را نشان می‌دهد. از این نوع نمودار برای برای کنترل کیفیت و تحلیل آن استفاده می شود که به نمودار استخوان ماهی معرف است.

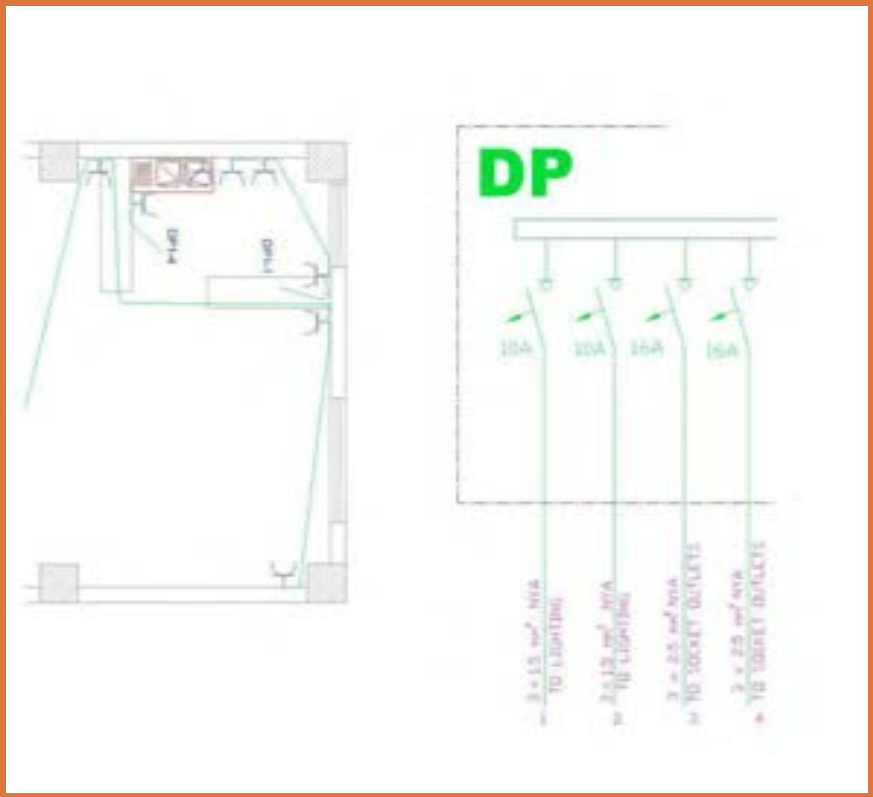


با وجود مطالبی در ابتدای فصل در تعریف کنترل کیفیت آمد آنچه در پشت نگاه یک برقکار جای گرفته و به لحاظ ایمانی به او اجازه می دهد به سیم کشی ادامه دهد رضایت مشتری است که همانا رضای خداوند را نیز به همراه دارد. در فصل تعمیر و نگهداری کتاب طراحی و سیم کشی دیدید که گاهی به دلیل حوداثی که رخ می دهد لازم می شود یک ساختمان مجدد سیم کشی گردد .اگر از ابتدای کار، برقکاران به گونه ای سیم کشی را یاد بگیرند که در آینده امکان سیم کشی مجدد برای مدارها و کل سیم کشی ساختمان وجود داشته باشد . رضایت مشتری با این دیدگاه برقکاری از یک سیم کشی حاصل می شود و این چیزی است که و به وجدان و نگرش برقکاران بر می گردد که در آموزش های آنها از ابتدا این طرز فکر و شخصیت ایمانی افراد باید شکل گیرد . نگرش افراد را به قله یخِ رویِ آب تشبیه می کنند که قسمت اعظم آن در زیر آب قرار گفته و آن موفقیتی است که دیده نمی شود و این همانا مفهوم نگرش افراد در کار است که سنجش و اندازه گیری آن سخت است اما در کنترل کیفیت کار خیلی موثر.



فصل ۵

پروژه



اجرای پروژه

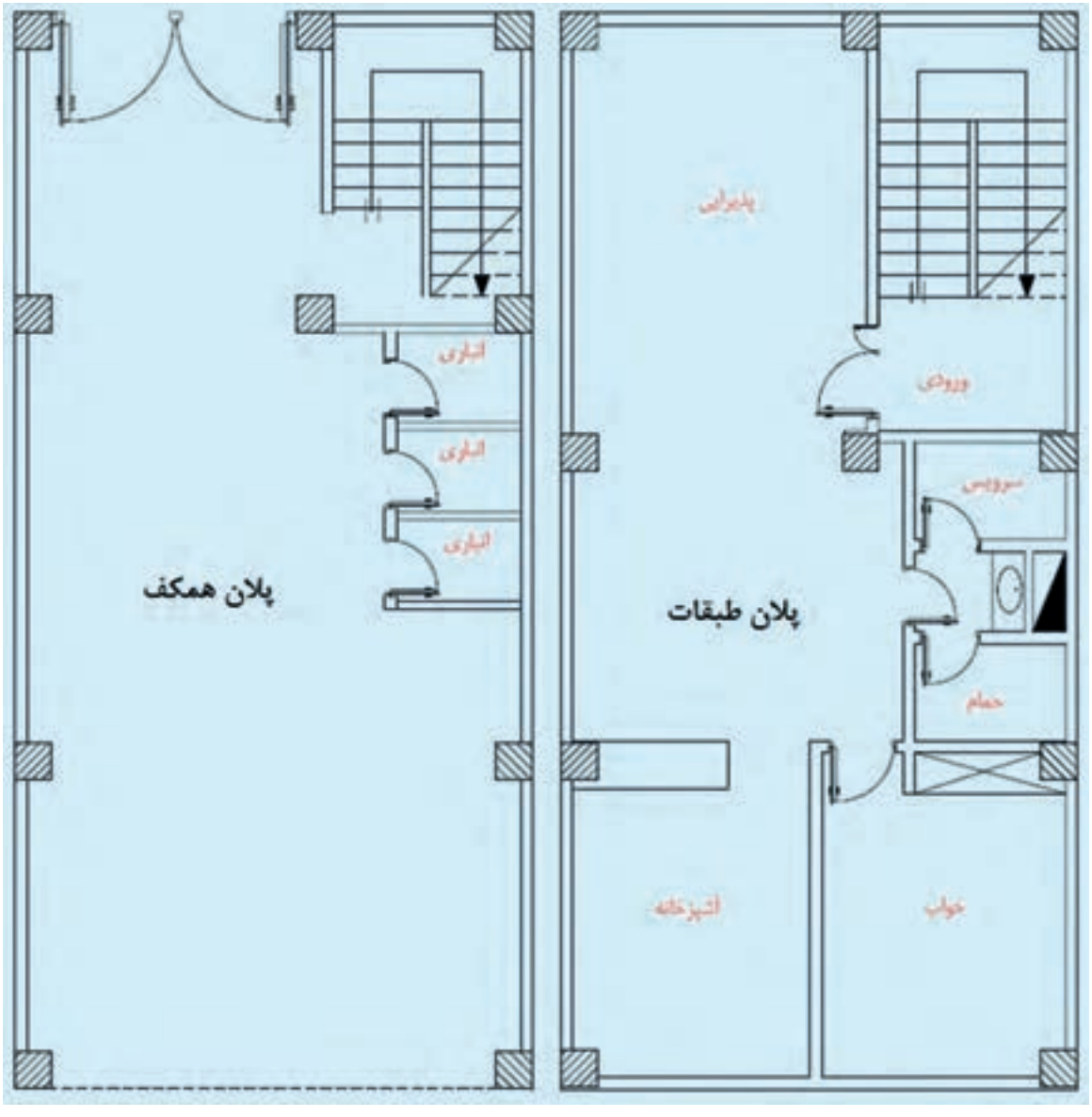
نقشه های آورده شده در این فصل مربوط به پلان طبقات و همکف یک واحد مسکونی است.
از بین این نقشه‌ها به اختیار دو نقشه را انتخاب کنید و نقشه روشنایی و پریز شامل (برق- تلفن- آنتن)، تابلوها (تابلوی کنتور- تابلوی اشتراکی- تابلوی تقسیم واحدها) و رایزر (آیفون- آنتن- تلفن- تابلوها و روشنایی راه پله) را ترسیم کنید

برای اجرای هر کدام از دو پروژه به موارد زیر توجه کنید

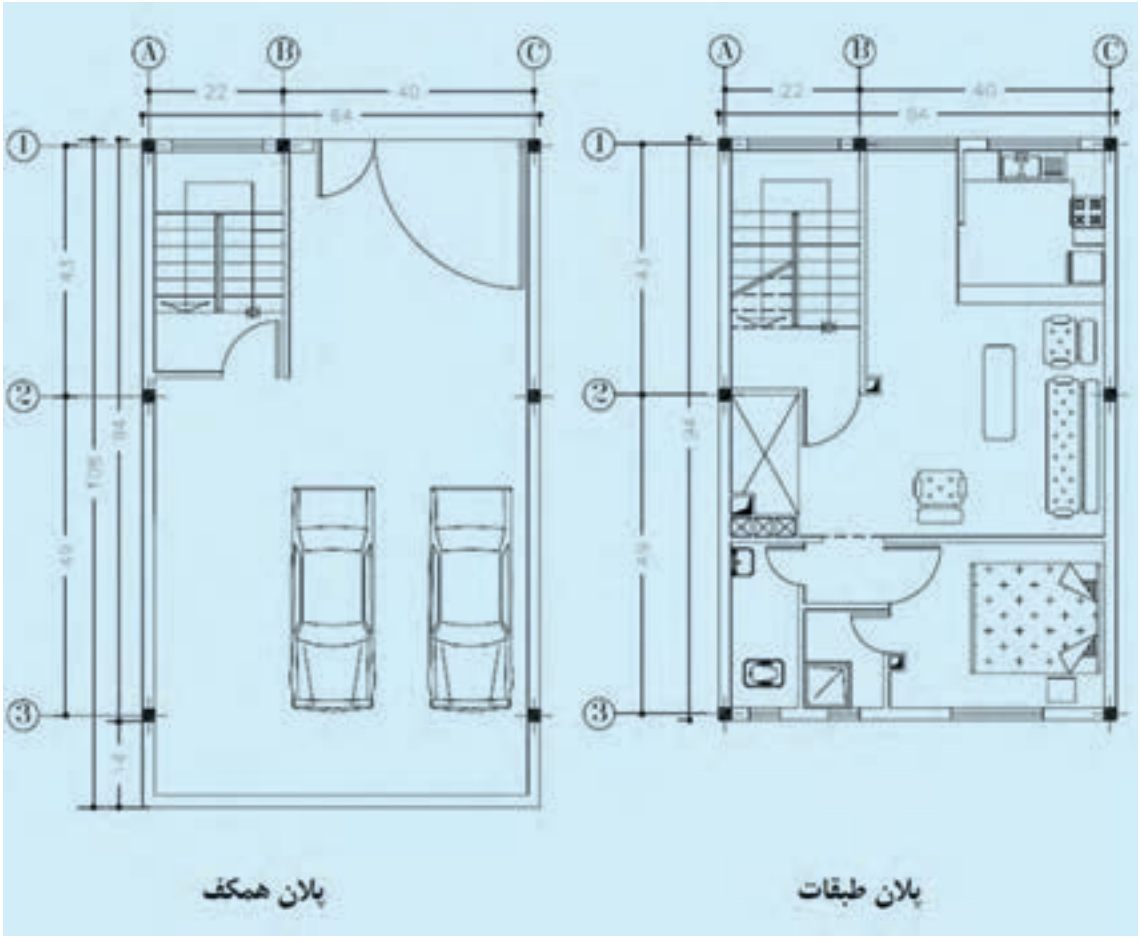
نقشه‌کشی برق را در دو مرحله زیر انجام دهید.
الف- قرارگیری علایم وسایل الکتریکی بر روی پلان: برای قرارگیری علایم بر بروی پلان می‌توان از دستورهای Copy و Paste استفاده کرد. اما علایم ایجاد شده گاهی باید چرخانده شوند و یا به محل مناسب‌تری انتقال داده شوند. برای قرارگیری علایم از دستورهای ویرایشی مانند Move و Rotate استفاده کنید.
در چیدمان به موارد زیر توجه کنید:
۱- از دستور Mirror به جای Rotate استفاده نکنید، چرا که معنای علامت را تغییر خواهند داد.
۲- در صورتی که فقط چرخش های ۹۰ درجه برای علایم لازم باشد امکان جانبی ORTHO را فعال کنید.
۳- نام هر پلان را در زیر آن به فارسی درج کنید. تمامی نوشته ها را در لایه Text قرار دهید. اندازه این فونت با توجه به مقیاس نقشه فونت D_Naskh مقدار ۰/۲مناسب است.

ب- مداربندی: برای مداربندی دستورهای ترسیمی مثل رسم خطوط و قوس ها ضروری است. ممکن است در مداربندی به دستورات و موارد زیر برخورد کنید.
۱- در صورتیکه خطی از روی خط دیگر عبور کرد بهتر است با دستور Break شکافی برای یکی از خطوط که ار روی دیگری عبور کرده ایجاد نمود.
۲- بهتر است محل اتصال دو خط شکسته زاویه دار قوس زده شود برای این منظور از دستور fillet استفاده کنید.
۳- در صورتی که در مداربندی نیاز به کشیدن خط کاملاً افقی یا عمودی داشتید از امکان جانبی ORTHO استفاده کنید.
۴- برای رسم پیکان آدرس‌دهی در مداربندی از دستور Leader استفاده کنید.
۵- برای آدرس نوشته شده در کنار پیکان از دستور Single Line Text به جای Multitext استفاده کنید. اندازه این فونت با توجه به مقیاس نقشه فونت استاندارد AutoCad مقدار ۱/۵ مناسب است.

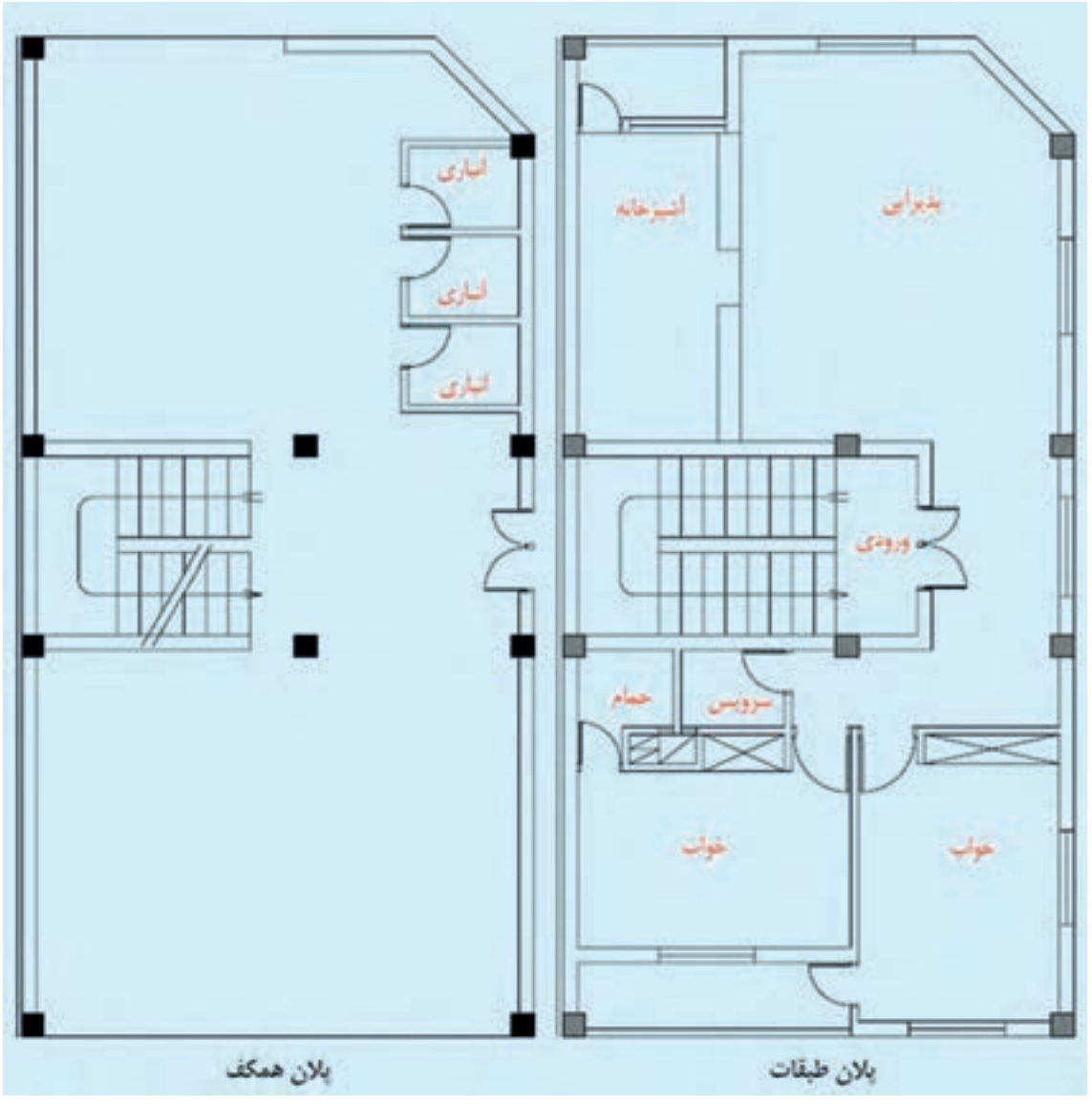
نقشه شماره ۱:


پذیرایی
ورودی
سرویس
حمام
خواب
آشپزخانه
انباری
انباری
انباری
پلان طبقات
پلان همکف

نقشه شماره ۲:



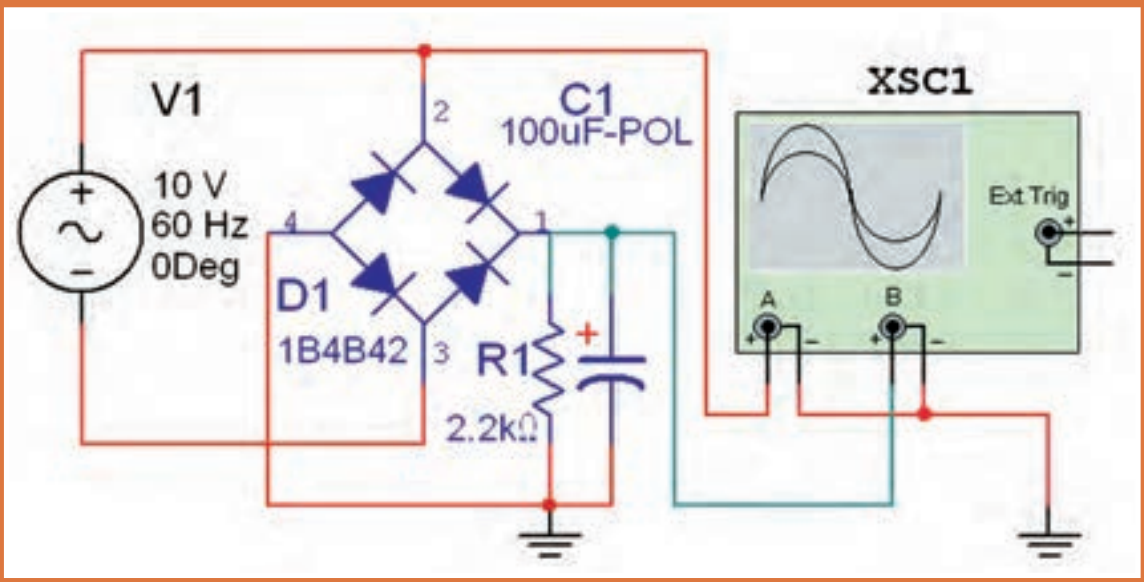
نقشه شماره ۳:


انباری
انباری
انباری
آشپزخانه
پذیرایی
ورودی
حمام
سرویس
خواب
خواب
پلان همکف
پلان طبقات

بخش سوم (الکترونیک)

فصل ۳

نرم‌افزارهای نقشه‌کشی و شبیه‌سازی الکترونیکی



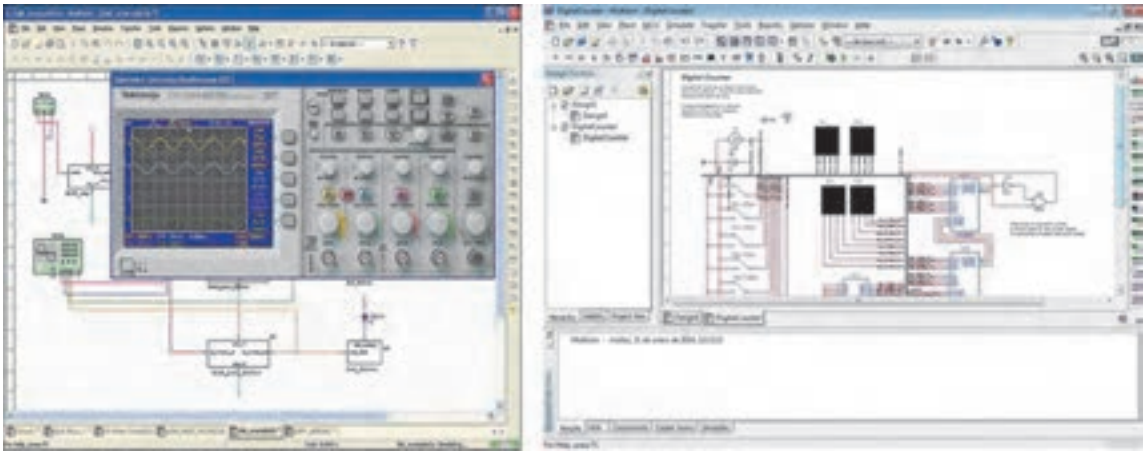
آموزش نرم‌افزارهای شبیه‌سازی الکترونیکی

نصب نرم‌افزار:

امروزه با پیشرفت علم و فناوری و ظهور نرم‌افزارهای مختلف، بسیاری از کاربردها به سوی شبیه‌سازی هدایت شده‌اند. نرم‌افزارهای گوناگونی برای طراحی و آموزش به کمک کاربران آمده است و بسیاری از متخصصین برای سرعت دادن به کار خود و کیفیت‌بخشی آن، از این نوع نرم‌افزارها استفاده می‌کنند. اما لازمه ادامه حیات هر نرم‌افزاری به روزرسانی آن است. در فرآیند به روزرسانی، علاوه بر حل مشکلات موجود در نسخه‌های قدیمی، کاربردهای جدیدی نیز به آن اضافه می‌شود.

در این بخش می‌خواهیم شما را با نسخه‌های مختلف از نرم‌افزارهای شبیه‌سازی الکترونیکی آشنا کنیم.

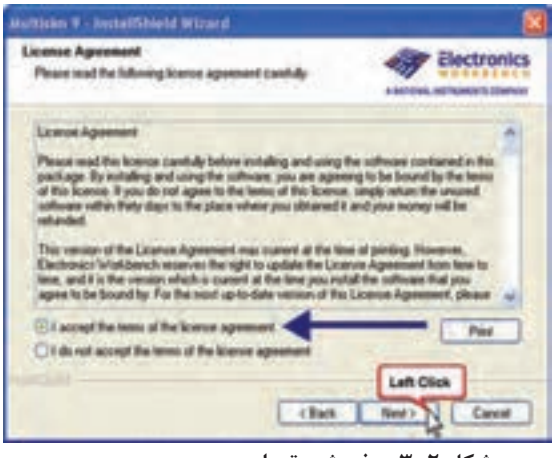
برای نصب هر نرم‌افزاری باید ابتدا CD مربوط به نرم‌افزار را در داخل درایو کامپیوتر قرار دهید. متناسب با سرعت کامپیوتر خود باید کمی صبر کنید تا CD یا DVD باز شود و منوی اصلی روی صفحه بیاید. در صورتی‌که لوح فشرده شما به صورت خود راه‌انداز (Auto Run) نباشد می‌توانید از طریق منوی اصلی my computer، لوح فشرده مورد نظر در نرم‌افزار را باز کنید. پس از باز



شکل ۱-۳ - منوی اصلی نرم‌افزار

شدن منوی نرم‌افزار با توجه به نوع نرم‌افزار شکل‌های ۱-۳ ظاهر می‌شوند.

فرآیند نصب هر نرم‌افزاری معمولاً توسط کارخانه سازنده ارائه می‌شود و در فایل read me یا به صورت یک فایل تصویری در اختیار کاربر قرار می‌گیرد. برای نصب نرم‌افزار لازم است به این فایل‌ها مراجعه کنید.



شکل ۲-۳- پذیرش مقررات

قبل از نصب به امکانات کامپیوتری مورد نیاز برای نصب و راه‌اندازی این نرم‌افزار توجه کنید و در صورت نیاز رایانه خود را ارتقاء دهید.

- معمولاً در هر نرم‌افزار برای فرآیند نصب، مقررات و قوانین نرم‌افزار بیان می‌شود. در صورتی‌که به زبان انگلیسی تسلط دارید یک بار مقررات را بخوانید و با دوستان خود در باره آن بحث کنید. سپس گزینه ..... I accept the را انتخاب کنید و فرآیند را ادامه دهید.

راه‌اندازی و کار با نرم‌افزار

- راه‌اندازی و کار با نرم‌افزارها کاملاً با هم تشابه دارد. هم‌چنین نوارهای ابزار آن نیز بسیار با هم شباهت دارند. در این قسمت می‌خواهیم کار با یکی از نسخه‌های نرم‌افزار مولتی‌سیم را آموزش دهیم.
- در مراحل کار با نرم‌افزار مولتی‌سیم سعی کنید که به اینترنت متصل نشوید.

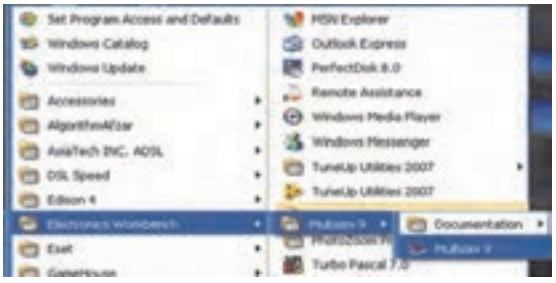
فایل‌های نسخه‌های نرم‌افزاری با ویرایش کم‌تر مثلاً فایل‌های مولتی‌سیم ۹ با مولتی‌سیم ۱۰ قابل باز شدن است. ولی فایل‌های نسخه‌های بالاتر در نسخه‌های پایین‌تر قابل باز شدن نیست. این موضوع برای تمام نرم‌افزارها صادق است.

معرفی نسخه‌های مختلف نرم‌افزار مولتی‌سیم

- هر نرم‌افزاری توسط موسسه سازنده به روز می‌شود و با توجه به مشکلاتی که نرم‌افزار اولیه دارد، اصلاح می‌شود. اولین نسخه نرم‌افزار مولتی‌سیم، نرم‌افزار EWB یا Electronic Workbench (میز آزمایشگاهی الکترونیک) بود که از نسخه ۴ شروع شد و تا نسخه ۷ ادامه یافت. پس از آن نام این نرم‌افزار به صورت Multisim تغییر یافت. مولتی‌سیم مخفف کلمات Multi Simulation به معنی شبیه‌سازهای چندگانه است. اولین نسخه، شماره ۷ بود که در ادامه EWB قرار گرفت، سپس نسخه شماره ۸ آن تهیه گردید. نسخه‌های شماره ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۳ و ۱۴ آن نیز در بازار وجود دارد.
- از آن‌جا که نرم‌افزار مولتی‌سیم در هنرستان‌های ایران تقریباً بومی شده و همه آن را می‌شناسند، توصیه می‌کنیم از این نرم‌افزار استفاده کنید. در هر صورت استفاده از سایر نرم‌افزارها منعی ندارد. لازم است نرم‌افزاری انتخاب شود که اهداف آموزشی ترسیم و شبیه‌سازی نقشه‌های الکترونیکی را پوشش دهد.
- فرآیند نصب این نرم‌افزار توسط کارخانه سازنده ارائه می‌شود و با فرآیند نصب انواع نرم‌افزارها مشابهت دارد.

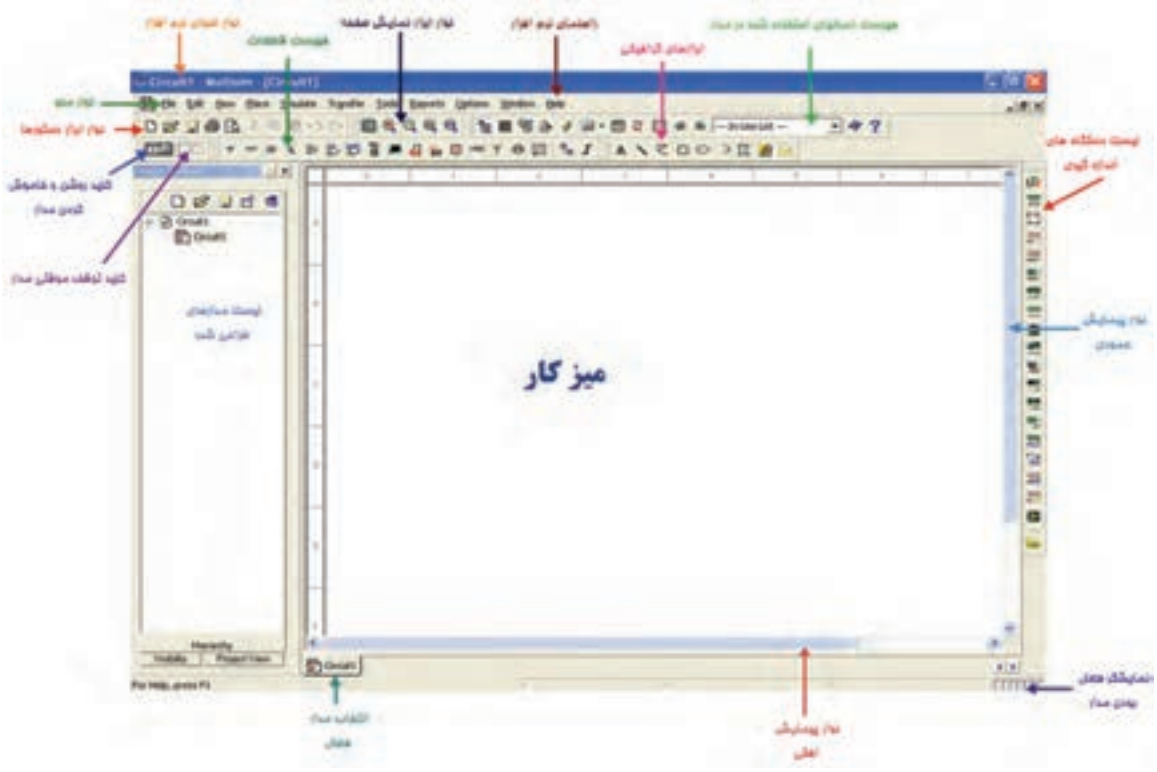
کار با نرم‌افزار

طبق روالی که برای هر نرم‌افزار وجود دارد، برای وارد شدن به محیط هر نرم‌افزاری مطابق شکل ۳-۳ منوی start را انتخاب کنید، سپس از گزینه All Programs پوشه مربوطه را فراخوانی کنید.



شکل ۳-۳- مسیر وارد شدن به نرم‌افزار

■ با وارد شدن به محیط مولتی‌سیم، شکل ۴-۳ که میز کار نرم‌افزار است، ظاهر می‌شود. این شکل قسمت‌های اصلی این نرم‌افزار را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۳- قسمت‌های اصلی نرم‌افزار

زمانی می‌توانید با این نرم‌افزار کار کنید که کلیه مراحل را چندین بار روی رایانه تجربه کرده و اثر آن را ببینید.

نکته مهم: در صورتی‌که با این منوها آشنایی دارید، می‌توانید به مراحل بعد بروید.

■ در این قسمت به معرفی تعدادی از آیکون‌های موجود در نوارهای ابزار به عنوان یک مرجع می‌پردازیم. بدیهی است زمانی کلیه آیکون‌ها را فرا خواهید گرفت که در یک بازه زمانی طولانی با نرم‌افزار کار کنید. توصیه می‌کنیم در فرآیند کار نکات مهم را در یک نسخه Word یادداشت کنید و در صورت نیاز به آن مراجعه نمائید.

■ نوار منو از زیر منوهای مختلفی تشکیل شده است که به معرفی دو نوع پر کاربرد آن می‌پردازیم. در صورت نیاز به سایر منوها از گزینه Help یا از مربی خود کمک بگیرید.

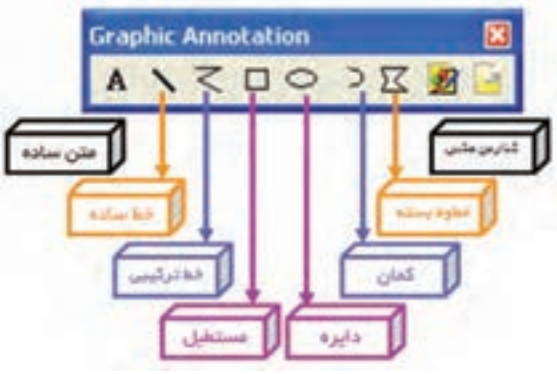
■ ابتدا با قابلیت‌های فهرست در منوی File و معادل فارسی آن آشنا می‌شویم. شکل ۵-۳ این قابلیت‌ها را نشان می‌دهد.

شکل ۵-۳- قابلیت‌های سربرگ فایل

■ قابلیت‌های منوی Edit و معادل فارسی آن را بنویسید.

■ از آن‌جا که یکی از اهداف اصلی در این درس ترسیم تصاویر قطعات و نمادهای مختلف در الکترونیک و جدول نقشه است. از این رو در اولین گام منوی حاشیه‌نویسی گرافیک Graphic Annotation را به کار می‌بریم. یادآور می‌شود که ترسیم گرافیکی در این نرم‌افزار بسیار محدود بوده و در حد نرم‌افزار اتوکد نیست.

■ برای رسم تصاویر گرافیکی می‌توانید از فهرست ابزارهای گرافیکی استفاده کنید. شکل ۶-۳ نام و نماد این ابزارها را نشان می‌دهد. در صورتی‌که این فهرست روی نرم‌افزار شما مشاهده نمی‌شود، روی نوار کنار Help یک بار کلیک راست کنید و سپس گزینه چهارم «Graphic Annotation» را فعال کنید. به طور کلی این ابزار برای درج نوشته یا شکل در مدار به کار می‌رود.



شکل ۶-۳- ابزارهای گرافیکی

■ روی دایره کلیک چپ کنید و موس را رها کنید و روی میز کار ببرید. بر روی میز کار دست خود را روی کلید چپ موس نگه‌دارید و موس را تکان دهید تا به اندازه دایره‌ای به شعاع دل‌خواه برسید.

■ حال موس را آزاد کنید. روی محیط دایره کلیک راست کنید تا فهرست شکل ۷-۳ ظاهر شود. در این شکل کاربرد هر دستور مقابل آن ظاهر شده است.

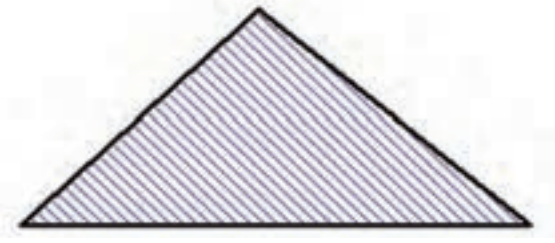
شکل ۷-۳- قابلیت‌های تغییر در هر قطعه و شکل

■ روی محیط دایره کلیک راست کنید، گزینه Fill Type را انتخاب کنید. در این گزینه با توجه به شکل ۸-۳ می‌توانید نوع پرکردن داخل دایره را انتخاب کنید.

شکل ۸-۳- انتخاب نوع رنگ داخل دایره

■ روی محیط دایره دوباره کلیک راست کنید و گزینه Fill Color را انتخاب کنید وسپس رنگ سبز را انتخاب کنید.

■ مجدداً روی محیط دایره کلیک راست کنید و گزینه Pen Style را انتخاب ویکی از گزینه‌ها را به دل‌خواه فعال کنید. این قسمت برای خطوط مربوط در محیط شکل به کار می‌رود. بعد از انتخاب Pen Style، گزینه Pen Color را روی رنگ زرد بگذارید. با استفاده از خطوط به هم چسبیده، شکل ۹-۳ را طراحی کنید.



شکل ۹-۳- یکی از خطوط طراحی برای داخل شکل

فعالیت: روی مثلث کلیک راست کنید و گزینه Clock Wise ۹۰ را انتخاب کنید. چه اتفاقی می‌افتد؟

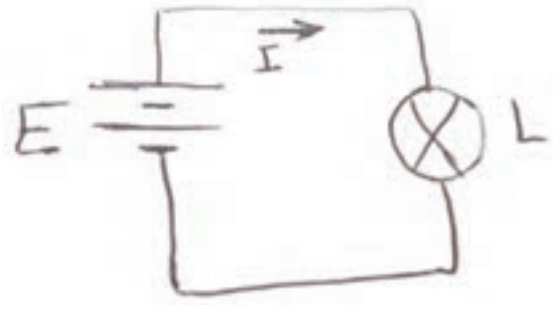
مجدداً روی مثلث کلیک راست کنید و Counter CW ۹۰ را انتخاب کنید. چه فرقی با حالت قبلی دارد؟

روی مثلث کلیک راست کنید و گزینه Flip Vertical را انتخاب کنید، آیا مثلث تغییر می‌کند؟ به نظر شما با انتخاب Flip Horizontal چه تغییری در شکل ظاهر می‌شود؟

کار عملی ۱: با استفاده از مثلث و ترسیم خط، نماد دیود را ترسیم کنید و آن را ذخیره نمائید.

کارعملی ۲: با استفاده از نماد دایره و سایر نمادها، نماد ترانزیستور را ترسیم کنید.

■ با استفاده از نمادهای گرافیکی نماد اسکچ (sketch) یا طرح اولیه دستی شکل ۱۰-۳ را رسم کنید.



شکل ۱۰-۳- مدار ساده ترسیم شده با دست

- برای درج متن می‌توانید از گزینه A استفاده کنید. هم‌چنین با زدن کلیدهای Ctrl+T و مشخص کردن ناحیه درج متن با موس، متن مورد نظر را می‌توانید بنویسید و در زیر مدار بنویسید "نقشه فنی مدار الکتریکی یک لامپ با باتری".
- اسکچ یا طرح اولیه مدار دیگری را انتخاب کنید و آن را با استفاده از نرم‌افزار ترسیم نمائید.
- فایل‌ها را به نام خود در پوشه‌ای ذخیره کنید. برای ذخیره فایل‌ها به گونه‌ای شماره‌گذاری کنید که بتوانید بعداً به آن دسترسی پیدا کنید. مثلاً با یک تاریخ و نام فایل و نام خودتان فایل را ذخیره کنید.
- هنگامی که متنی را درج کردید روی آن کلیک راست کنید و گزینه Font را انتخاب کنید. اندازه متن چگونه قابل تغییر است؟

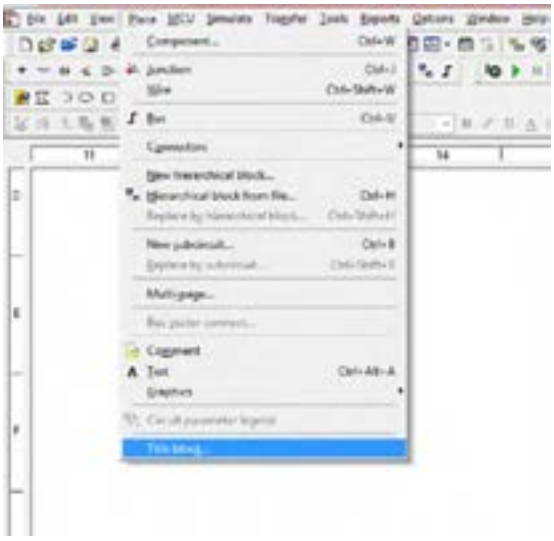
Madar 1 XXXX 95 04 06

نام مجری نام فایل‌سال ماه روز

طراحی جدول عنوان نقشه در نرم‌افزار مولتی‌سیم

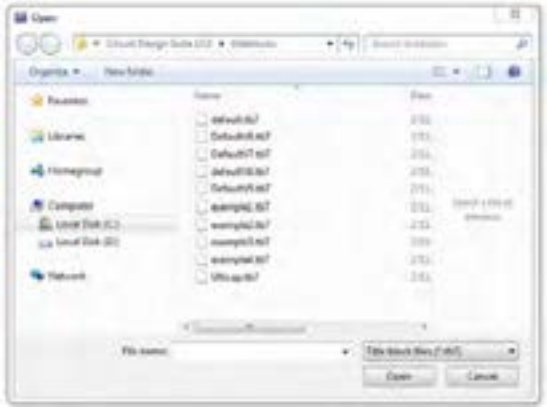
روش اول: استفاده از جدول‌های آماده در نرم‌افزار

در نرم‌افزار مولتی‌سیم، ۱۰ نوع متفاوت جدول عنوان نقشه وجود دارد، که ۵ عدد آن پیش فرض نرم‌افزار است و ۵ مثال متفاوت دارد. چگونگی دسترسی به این جداول با توجه به آدرس‌دهی در شکل‌های ۳-۱۱ الی ۳-۱۴ امکان‌پذیر است. از منوی Place شکل ۳-۱۱ گزینه Title black انتخاب می‌گردد.



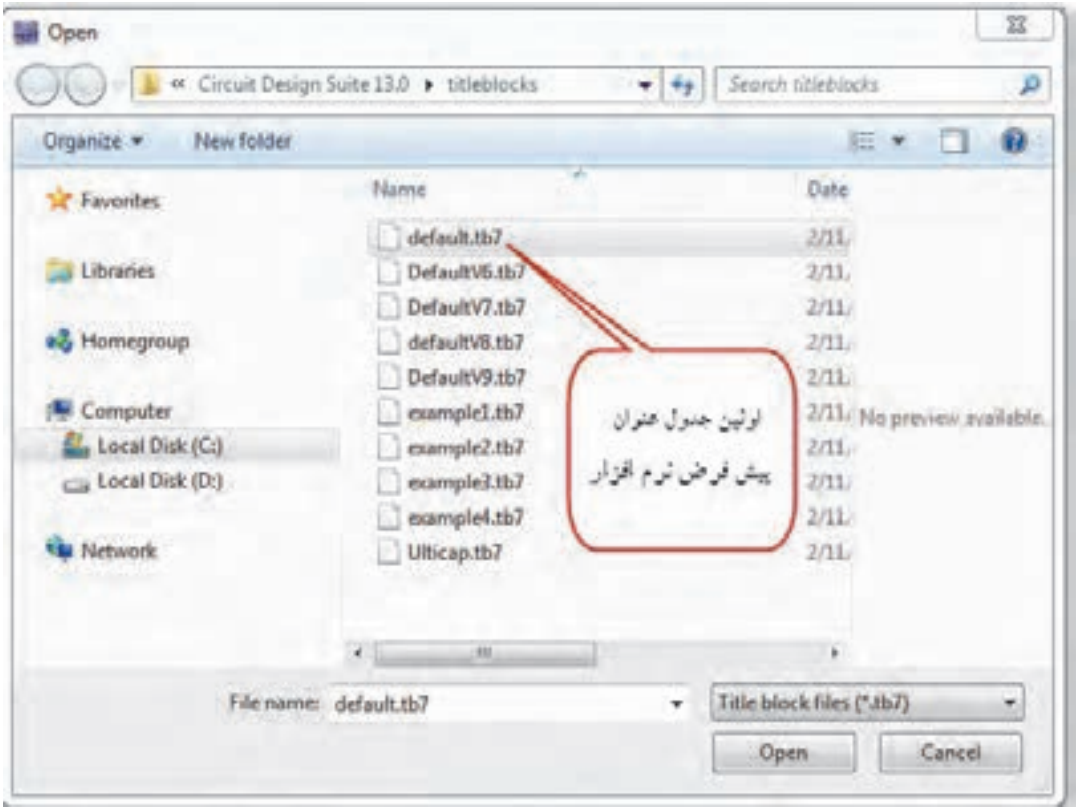
شکل ۳-۱۱- مسیر انتخاب جدول عنوان آماده در نرم‌افزار با انتخاب Title black

با انتخاب Title black فایل شکل ۳-۱۲ باز می‌شود، که در آن عناوین جدول‌ها قابل مشاهده است.



شکل ۳-۱۲- فایل عناوین جداول نقشه در نرم‌افزار

از فهرست فایل عناوین، اولین جدول عنوان پیش‌فرض نقشه (شکل ۳-۱۳) را انتخاب می‌نمائیم.



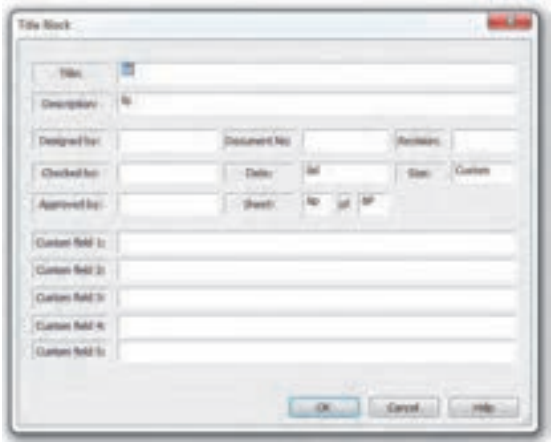
شکل ۱۳-۳- اولین جدول پیش‌فرض عنوان نقشه

در شکل ۱۴-۳ ساختار اولین جدول پیش‌فرض و ترجمه عنوان نقشه نمایش داده شده است.

مشخصات عنوان نقشه در شکل ۱۵-۳ آورده شده است. برای تکمیل مشخصات جدول باید روی آن کلیک راست کنید و گزینه Properties را انتخاب نمائید یا دوبار روی جدول کلیک کنید، تا جدول شکل ۱۴-۳ باز شود. سپس در قسمت‌های خالی مشخصات را به طور کامل بنویسید.

Title: Design1	عنوان طرح	Desc.: Design1			
Designed by:	نام طراح	Document No:	شماره سند	Revision:	دفعات بازبینی
Checked by:	کنترل کننده	Date: 7/11/2016	تاریخ	Size: سایز Custom	سفارش
Approved by:	تائید کننده	Sheet 1 of 1	شماره صفحه ۱ از ۱		

شکل ۱۴-۳- ترجمه جدول پیش‌فرض عنوان نقشه در نرم‌افزار



شکل ۱۵-۳- مشخصات جدول عنوان نقشه

مثال ۱: مشخصات جدول عنوان نقشه مدار یک منبع تغذیه، در شکل ۱۶-۳ تکمیل شده است.

الف - ساختار آن را بررسی کنید.

ب- مشخصات آن را پس از ترجمه کردن به طور کامل بنویسید.

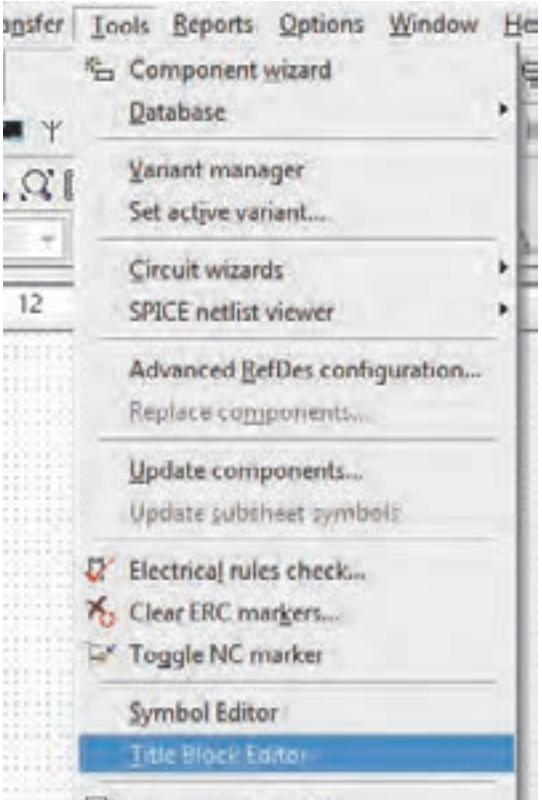
Title: نقشه مدار یکسوساز		
Size: A4	Document N: 1	Revision: 2
Date: 1395/08/20	Sheet 1 of 2	

شکل ۱۶-۳- جدول عنوان example3.tb7

با انتخاب دوجدول example3.tb7 و ulticap.tb7 برای ویرایش می‌توان از فهرست عناوین جدول شکل ۱۷-۳ و شکل‌های ۱۸-۳ و ۱۹-۳ استفاده کرد.

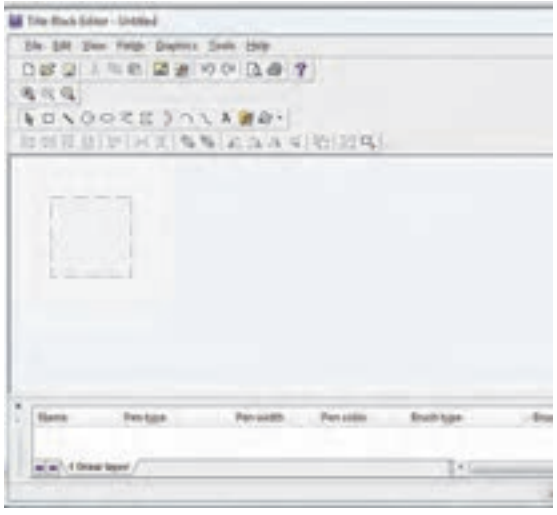
REV: 2	DATE: 1395/08/20	ENG: علی محمدی
PROJECT: مدار یکسوساز با پل دیود و صافی خازنی		
COMPANY: ADDRESS: CITY: COUNTRY:		
INITIAL:	PAGE: 1	OF: 2

شکل ۱۷-۳- جدول عنوان ulticap.tb7



شکل ۱۸-۳- ویرایشگر جدول عنوان Title Block Editor

شکل ۱۹-۳ محیط کار ویرایشگر جدول عنوان را نشان می‌دهد.



شکل ۱۹-۳- محیط کار ویرایشگر جدول عنوان

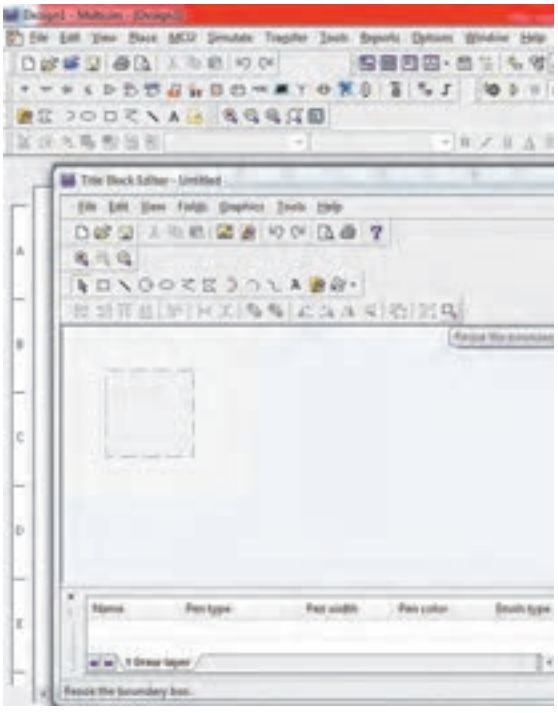
برای مثال جدول شکل ۲۰-۳ را با این روش، طی چند مرحله می‌توان رسم کرد.

Title: نقشه مدار یکسوساز		
Size: A4	Document N: 1	Revision: 2
Date: 1395/08/20	Sheet 1 of 2	

شکل ۲۰-۳- یک نوع روش طراحی جدول

■ در ابتدا یک فایل جدید باز کنید وحتماً آن را با نام دلخواه، save as نمایید.

محدوده جدول را با گزینه Resize the boundary box شکل ۲۱-۳ در مقیاس بزرگ تنظیم کنید.



شکل ۲۱-۳-محدوده جدول در مقیاس بزرگ

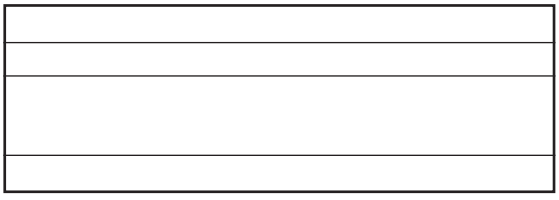
■ برای رسم جدول عنوان نقشه می‌توانید از منوی ابزارهای گرافیکی Graphic Annotation شکل ۲۲-۳ استفاده کنید.

شکل ۲۲-۳ منوی ابزارهای گرافیکی Graphic Annotation

■ ابتدا روی مستطیل کلیک چپ کنید و موس را رها کنید و روی میز کاربرید. بر روی میز کار دست خود را روی کلید چپ موس نگه دارید و موس را تکان دهید تا به اندازه مستطیل دلخواه برسید. (شکل ۲۳ -۳)

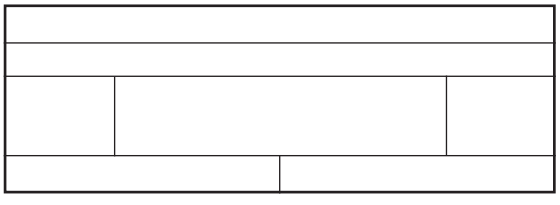
شکل ۲۳- ۳ - ترسیم کادر مستطیل جدول عنوان

■ با خط ساده ابزارهای گرافیکی چهار ردیف (خط افقی) مطابق شکل ۲۴-۳ را ترسیم کنید.



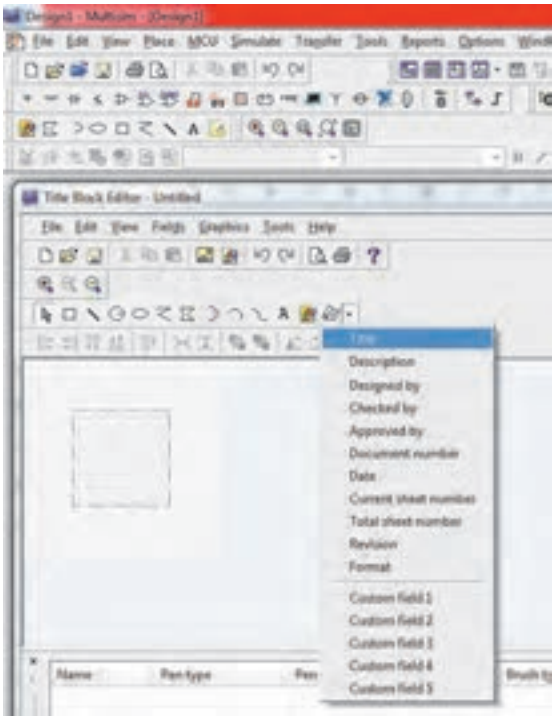
شکل ۲۴-۳- ترسیم خطوط افقی جدول برای تشکیل ردیف‌ها

■ با همان خط ساده خطوط عمودی جدول را رسم کنید تاشکل ۲۵-۳ تشکیل گردد.



شکل ۲۵-۳ -ترسیم خطوط عمودی جدول

■ برای درج متن و مشخصات جدول می‌توانید ازگزینه Text (A) استفاده کنید. همچنین با زدن کلید "TiTle" و Place Tag شکل الف- ۲۶-۳ و با مشخص کردن ناحیه درج متن با موس، متن مورد نظر را می‌توانید در شکل ب-۲۶-۳ بنویسید.



الف- بر چسب عنوان "TiTle" و Tag Place

Title:		
Size: Custom	Doucument N.	Revision:
Date:	Sheet of	

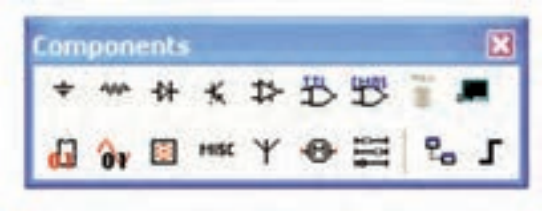
ب- مشخصات هر بخش جدول عنوان

شکل۲۶-۳- مشخصات جدول

■ جدول طراحی شده را (Save) ذخیره کنید. هر گاه به آن نیاز داشتید از منوی Place، گزینه Title black را فرا بخوانید.

قطعات الکتریکی پرکاربرد در مدارهای الکترونیکی

المان‌هایی که در مدارهای الکترونیکی مورد استفاده قرار می‌گیرد، شامل موارد زیر است:



شکل ۲۷-۳ - المان‌های پرکاربرد مدارهای الکتریکی و الکترونیکی

■ منابع تغذیه(Place Sources): در این گزینه انواع منابع DC و AC را می‌توانید انتخاب کنید.

■ قطعات پایه (Place Basic): در این بخش قطعات الکتریکی پایه از قبیل مقاومت، انواع خازن، سیم‌پیچ (سلف)، مقاومت متغیر، انواع کلید و .... وجود دارد.

■ دیود (Place Diode): در این قسمت عناصر نیمه‌هادی دوپایه از قبیل دیود معمولی، دیود زنر، دیود نورانی و پل دیود و ... وجود دارد.

■ ترانزیستور (Place Transistor): انواع ترانزیستور در این قسمت وجود دارد.

■ انواع نشان‌دهنده‌ها و نمایشگرها (Place Indicator): انواع نمایشگرهای الکتریکی و الکترونیکی را می‌توانید مطابق شکل ۲۸-۳ از گزینه Indicator انتخاب کنید.

شکل ۲۸-۳- انواع نمایشگرهای الکتریکی و الکترونیکی

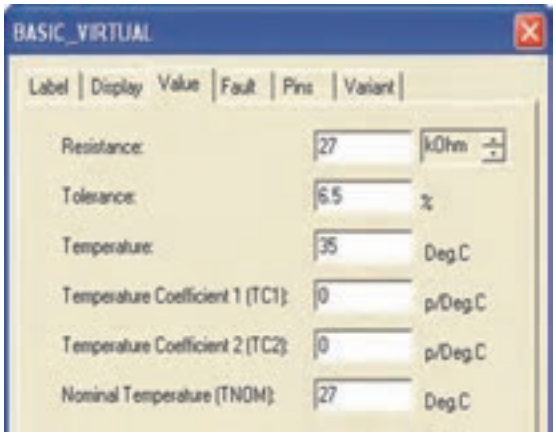
■ قطعات مجازی: کنار Help کلیک راست کنید. گزینه قطعات مجازی «Virtual Component» را انتخاب کنید تا شکل ۲۹-۳ ظاهر شود.

شکل ۲۹-۳ - قطعات مجازی

در این فهرست مشخصات الکتریکی (جریان عبوری از قطعه، ولتاژ دو سر آن، توان مصرفی و....) تمامی قطعات الکتریکی و الکترونیکی توسط کاربر قابل تعریف است.

■ آیا می‌توانید با استفاده از المان‌های مجازی مقاومت ۲۷ Ω، تولرانس ۶/۵ درصد، درجه حرارت ماکزیمم ۳۵ درجه سانتی‌گراد، ضریب حرارتی صفر و درجه حرارت کار ۲۷ درجه سانتی‌گراد ایجادکنید؟ با توجه به شکل ۳۰-۳ این فرآیند را بیابید.

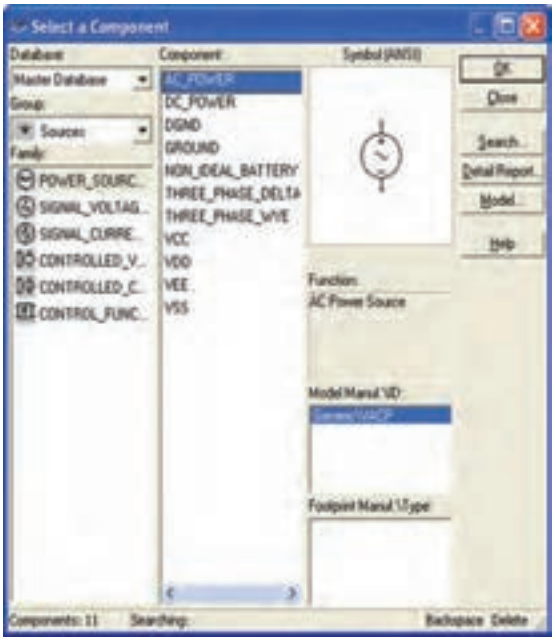
توجه: جهت انتخاب قطعه به جای استفاده از OK می‌توانید روی قطعه دو بار کلیک کنید.



شکل ۳۰-۳- صفحه مشخصات مقاومت

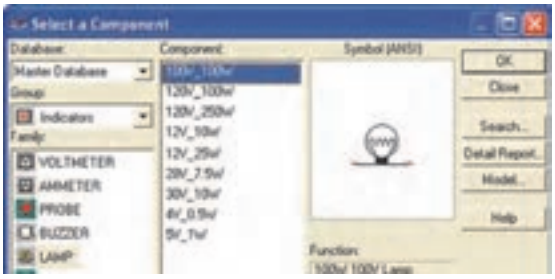
چگونگی بستن مدار بر روی میز کار آزمایشگاهی

برای فراخوانی منابع تغذیه روی گزینه Place Source کلیک کنید، تا شکل ۳۱ -۳ ظاهر شود.



شکل ۳۱-۳ - نحوه فراخوانی قطعات

■ گزینه DC_Power را انتخاب و سپس روی OK کلیک کنید.

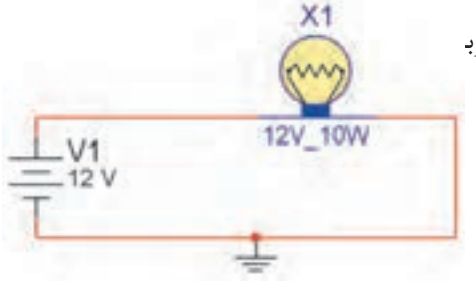


شکل ۳۲-۳ - انتخاب لامپ از منوی نشان‌دهنده‌ها

- روی میز کار، هنگامی که محل باتری را با موس مشخص کردید، کلیک چپ کنید.
- مانند مرحله قبل از گزینه Place Indicator، لامپ ۱۲ ولت ۱۰ وات را انتخاب کنید و آن را روی میز کار انتقال دهید. (شکل ۳۲-۳)

نکته مهم: هنگام بستن مدار توسط آزمایشگاه مجازی، مدار متصل شده حتماً باید اتصال زمین داشته باشد.

- موس را روی پایه مثبت باتری حرکت دهید تا نقطه تو پر مشکی ظاهر شود.
- نماد اتصال زمین را نیز از گزینه Place Source انتخاب کنید و به میز کار انتقال دهید.
- انگشت خود را روی کلید سمت چپ موس نگه دارید و مکان‌نما را به کمک حرکت دادن موس به یک سر لامپ برسانید، سپس انگشت خود را بردارید.
- باید بین پایه باتری و پایه لامپ یک سیم وصل شود. همین عمل را برای سر منفی باتری و زمین انجام دهید، تا سیم اتصال بین این دو نقطه نیز وصل شود.
- به همین ترتیب زمین را به محل اشتراک سیم منفی باتری و یک سر لامپ متصل کنید.
- آیا شکل ترسیمی شما مشابه شکل ۳۳-۳ است؟ تجربه



شکل ۳۳-۳ - مدار ساده لامپ

- کلید را به حالت ببرید. چه اتفاقی می‌افتد؟ آیا با استفاده از گزینه دیگری می‌توان مدار را فعال کرد؟

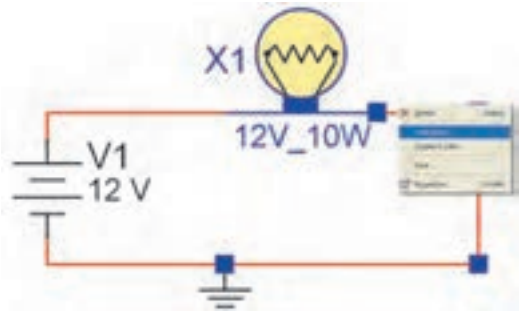
در صورتی‌که مدار به طور صحیح بسته شده باشد باید لامپ روشن شود. در غیر این صورت مجدداً مراحل را تکرار کنید.

نکته مهم: برای خاموش کردن لامپ می‌توانید از روش‌های زیر استفاده کنید.
*** فایل مربوط به مدار را یک بار ببندید و مجدداً باز کنید. برای این منظور از علامت ضرب‌در داخلی که به رنگ خاکستری است استفاده کنید.**
*** با قرار دادن یک کلید در مسیر سیم‌ها، مدار را قطع و وصل کنید.**

- مدار را ذخیره‌کنید.

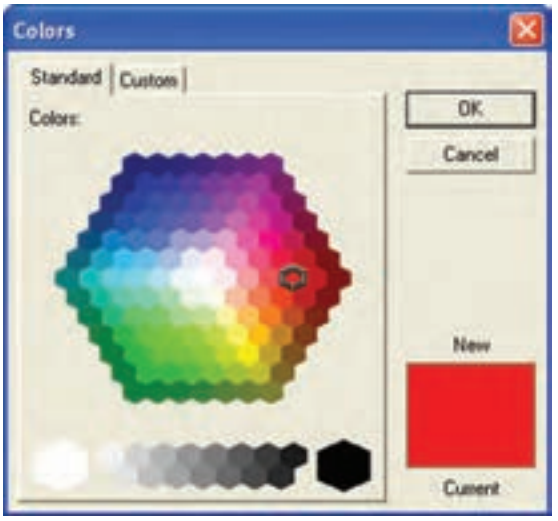
تغییر رنگ سیم و قطعات

- برای تغییر رنگ سیم ابتدا میز کار مربوط به آزمایش قبل را خاموش کنید.
- روی سیمی که بین لامپ و زمین قرار دارد کلیک راست کنید تا شکل ۳۴-۳ ظاهر شود.



شکل ۳۴-۳ - نحوه اجرای تغییر رنگ سیم

■ گزینه Wire Color مربوط تغییر رنگ سیم است. آن را انتخاب کنید تا شکل ۳۵-۳ ظاهر گردد.



شکل ۳۵-۳ - صفحه مربوط به تغییر رنگ

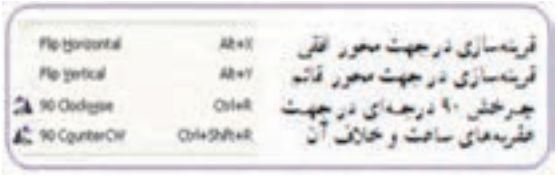
کار عملی ۲:

۱-مدار شکل ۳۷-۳ را طبق دستورات داده‌شده ترسیم کنید.

۲-رنگ سیم‌ها، باتری و لامپ را به دلخواه خود تغییر دهید.

سایر عملیات

■ برای چرخش قطعات در جهت‌های مختلف می‌توانید با کلیک راست کردن روی قطعه از دستورهای شکل ۳۶-۳ استفاده کنید.



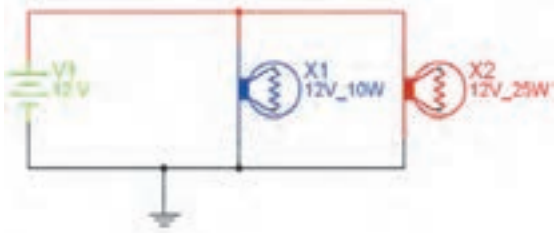
شکل ۳۶- ۳ - دستورات چرخش قطعات

■ برای اقدام به Delete، Copy، Paste و Cut یک قطعه یا سیم، روی آن کلیک راست کنید و گزینه مورد نظر را انتخاب کنید.

■ رنگ مشکی را انتخاب، سپس بر روی Ok کلیک کنید. باید رنگ سیم تغییرکند.

■ برای تعویض رنگ قطعه، به طور مثال به روی باتری کلیک راست کنید و گزینه Color را انتخاب کنید.

■ با انتخاب رنگ دلخواه، رنگ قطعه نیز تغییر می‌کند.



شکل ۳۷-۳ رنگ‌های مختلف در مدار

۳- برای مدار رسم‌شده، جدول نقشه را ترسیم‌کنید و اطلاعات جدول را طبق استاندارد کامل‌کنید.

۴- مدار را راه‌اندازی کنید و عملکرد آن را تایید نمایید.

۵- فایل نقشه مدار و فایل شبیه‌سازی‌شده را ذخیره کنید.

کاربرد قطعات در نرم‌افزار

جست‌وجوی قطعه از کتابخانه قطعات

■ برای جست‌وجوی قطعه ابتدا روی یکی از عناصر نوار قطعات به دل‌خواه کلیک کنید تا شکل۳۸-۳ ظاهر شود. این شکل را می‌توان مشابه کتابخانه‌ای توصیف کرد که که قفسه‌های مختلفی دارد و در هر قفسه چندین طبقه وجود دارد. هم‌چنین طبقات براساس عناوین کتاب‌ها تفکیک شده است.

■ گروه اصلی (Group): در این قسمت گروهی از وسایل مانند منابع تغذیه، دستگاه‌های اندازه‌گیری، عناصر الکتریکی (مقاومت، سلف، خازن) و... قابل دستیابی است.

■ خانواده گروه اصلی(Family): این قسمت زیرشاخه‌ای از گروه اصلی محسوب می‌شود که در این بخش می‌توانید از هر خانواده عناصر مربوط به گروه اصلی را مشاهده و انتخاب کنید. مثلاً، اگر منابع یا Sources انتخاب شود، انواع منابع در ستون Family ظاهر می‌شود که می‌توانید منبع مورد نظر (مثلاً Power Sources) را انتخاب کنید.

■ المان‌ها (Components): المان‌ها زیر شاخه‌ای از خانواده گروه اصلی (Family) است که در این قسمت می‌توانید المان‌هایی که در کتابخانه نرم‌افزار وجود دارد را انتخاب و مورد استفاده قرار دهید. به طور مثال، اگر در گروه اصلی، منابع (Sources)، و در خانواده گروه اصلی منبع قدرت (Power Sources) را انتخاب کرده‌اید. در ستون المان‌ها (Components) انواع منابع از قبیل DC، AC و VCC قابل انتخاب است.

شکل ۳۸-۳ - جست‌وجو در کتابخانه نرم‌افزار

■ برای جست‌وجوی قطعات روی گزینه Search کلیک کنید تا شکل ۳۹-۳ ظاهر شود.

شکل ۳۹-۳ - جست‌وجوی قطعات

■ دیود 1N4001 را جست‌وجو کنید و روی میز کار قرار دهید.

■ ابتدا می‌توانید کتابخانه المان (Group) و یا قفسه آن (Family) را مشخص کنید تا جست‌وجوی محدودتری داشته باشید.

■ با انتخاب Detail Report برگه اطلاعاتی (data sheet) قطعه ظاهر می‌شود و می‌توانید مشخصات قطعه را ببینید.

کار عملی ۳:

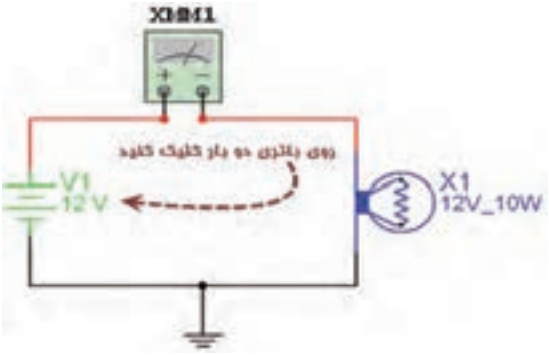
مشخصات ترانزیستور BC107 را، با توجه به برگه اطلاعاتی پیدا کنید و به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

۱-نوع ترانزیستور

۲-حداکثر جریان کلکتور

۳-حداکثر توان مصرفی ترانزیستور

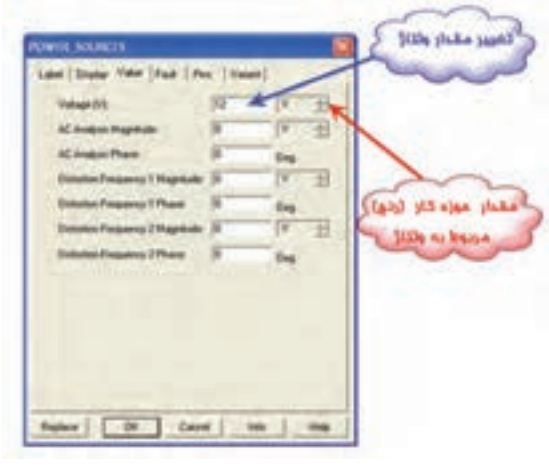
■ مقدار باتری را با توجه به صفحه مشخصات آن می‌توانید تغییر دهید. در این روش روی باتری مطابق شکل ۴۰-۳ دو بار کلیک کنید.



شکل ۴۰-۳ دو بار کلیک بر روی باتری برای تنظیم آن

■ پس از دو بار کلیک کردن بر روی باتری صفحه تنظیمات باتری مطابق شکل ۴۱-۳ ظاهر شود.

■ در شکل ۴۱-۳ می‌توانید ولتاژ را تغییر دهید. (مثلاً با کلیک روی ۱۲ می‌توانید آن را به ۵ ولت تبدیل کنید. همچنین با انتخاب قسمت حوزه کار می‌توانید واحد کیلو ولت، میلی‌ولت و میکروولت را انتخاب کنید.

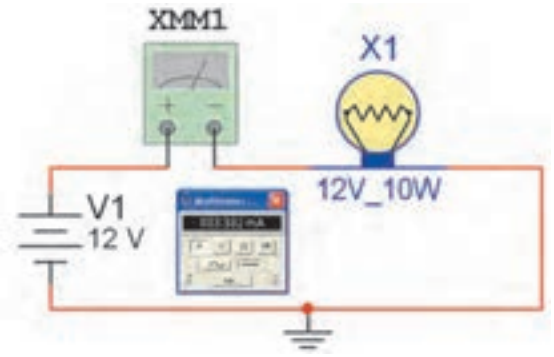


شکل ۴۱-۳ - صفحه تنظیم باتری

اتصال آمپرمتر به مدار

می‌خواهیم به مدار قبلی آمپرمتر اضافه کنیم.

■ آمپرمتر را از منوی ابزار انتخاب کنید و مدار شکل ۴۲-۳ را که همان مدار ساده قبلی است ببندید.

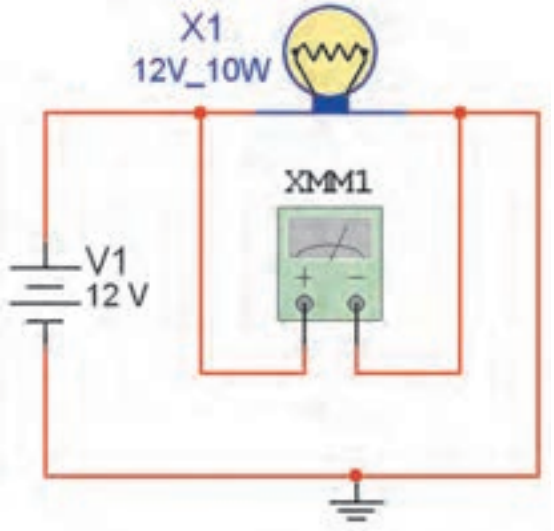


شکل ۴۲-۳ - قرار گرفتن آمپرمتر در مدار

- مدار را روشن کنید. اگر کلید ( ) در این حالت قرار گیرد، باید لامپ روشن شود. درصورتی‌که لامپ روشن نشد مدار را دوباره ببندید.
- در صورتی که لامپ روشن نشد، علت را بررسی و مدار را عیب‌یابی کنید.
- با تغییر مقادیر ولتاژ و واحد آن، مقدار ولتاژ را روی ۵ ولت تنظیم کنید و اثر آن را با آمپرمتر روی جریان اندازه‌گیری شده مشاهده کنید.
- اگر باتری به ۴۰ ولت برسد به نظر شما چه اتفاقی می‌افتد؟ امتحان کنید. حال اگر باتری روی ۵۰۰ میلی‌ولت باشد، آیا لامپ روشن می‌شود؟ چرا؟ تجربه کنید.
- فایل اتصال آمپرمتر را در صفحه‌ای که جدول نقشه وجود دارد ذخیره کنید و اطلاعات جدول را حتماً کامل کنید.
- مدار شکل ۴۳-۳ را ببندید و ولتاژ دو سر لامپ را اندازه بگیرید. برای اندازه‌گیری ولتاژ کافی است که مولتی‌متر را روی V و DC (⎓) قرار دهید.

توجه: با دوبار کلیک کردن چپ روی مولتی‌متر XMM1، مولتی‌متر در نرم‌افزار باز می‌شود و مقدار ولتاژ را نشان می‌دهد.

نکته مهم: در مستندسازی برای این‌که دچار مشکل نشوید، فایل‌ها را با توجه به ماهیت آن در پوشه‌های جداگانه قراردهید.



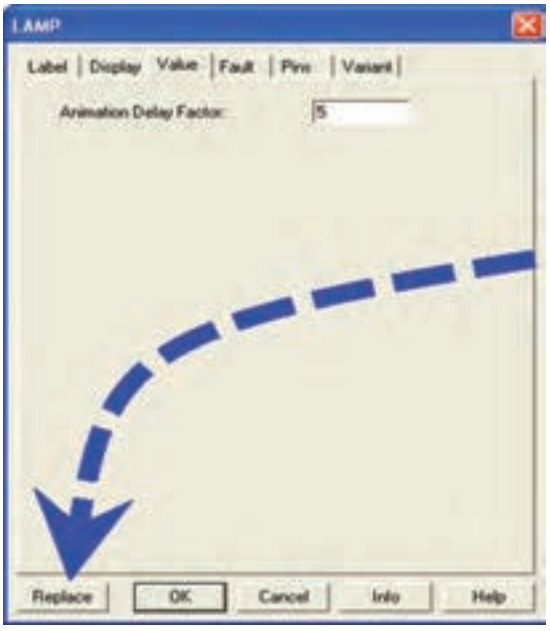
شکل ۴۳-۳ - مدار برای اندازه‌گیری ولتاژ

- فایل مدار برای اندازه‌گیری ولتاژ را در صفحه استاندارد با جدول ذخیره کنید.

جایگزینی و تغییر مشخصات المان‌ها

- برای جایگزینی مشخصات یک المان می‌توانید روی آن دوبار کلیک چپ کنید. سپس گزینه Replace را انتخاب کنید (شکل ۴۴-۳) با انتخاب این گزینه به کتابخانه المان‌ها بر می‌گردید، شکل ۴۵-۳ کتابخانه المان‌ها را نشان می‌دهد.

نکته مهم: با غیر فعال کردن نرم‌افزار و فعال کردن مجدد آن نیز مدار به حالت اولیه برمی‌گردد.



شکل ۴۴-۳ - صفحه مربوط به جایگزینی مشخصات یک المان

■ حال هر المانی را که بخواهید می‌توانید جایگزین کنید.

شکل ۴۵-۳ -کتابخانه المان‌ها

■ در مدار شکل ۴۳-۳ مشخصات لامپ را به ۵ ولت و یک وات و ولتاژ باتری را به ۵ ولت تغییر دهید و آزمایش را مجدداً تکرار کنید.

■ قطعات سه بعدی

برخی از نسخه‌های نرم‌افزار دارای قطعات سه‌بعدی هستند. در صورتی‌که نرم افزار شما این امکان را دارد از قطعات سه بعدی استفاده کنید.

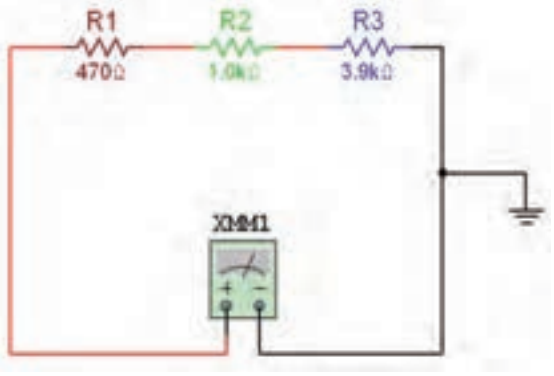
انتخاب قطعات معمولی

■ مقاومت‌های R۱, R۲ و R۳ را به ترتیب از منوی Basic گزینه Resistor مطابق شکل ۴۶-۳ انتخاب کنید. این مقاومت‌ها سه بعدی نیستند و به صورت نماد ظاهر می‌شوند.

■ در منوی Basic/Resistor می‌توانید مقاومت را با استفاده از دو پارامتر اساسی "واحد مقاومت" و "تولرانس مقاومت" انتخاب کنید. طبق شکل ۴۶-۳ در حوزه کار مربوط به واحد مقاومت، واحدهای اهم، کیلواهم و مگا اهم قابل تعیین است. هم‌چنین با انتخاب گزینه ALL، که در منوی Filter قرار دارد تمامی مقاومت‌ها را می‌توان با تولرانسی که مشخص شده است انتخاب نمود. برای تغییر تولرانس نیز مشابه حوزه کار واحدهای مقاومت عمل می‌کنیم.

شکل ۴۶-۳ - انتخاب مقاومت از منوی Basic

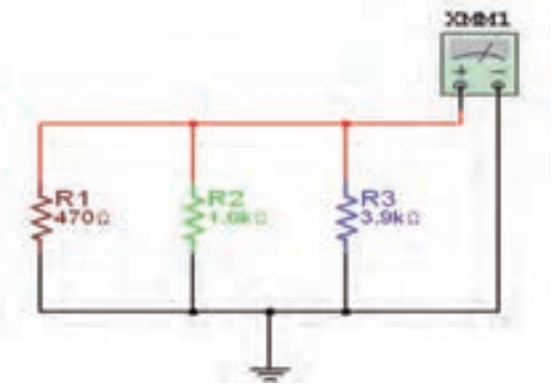
■ مدار شکل ۳-۴۷ را ببندید. مقدار مقاومت معادل مدار را اندازه‌گیری کنید . R_T = ...Ω



شکل ۳-۴۷ - مدار مقاومت‌های سری

■ مداری با ۴ یا ۵ مقاومت به صورت سری ببندید و مراحل آزمایش را تکرار کنید.

■ مدار شکل ۳-۴۸ را ببندید. مقدار مقاومت معادل مدار را اندازه‌گیری کنید. R_T = ...Ω



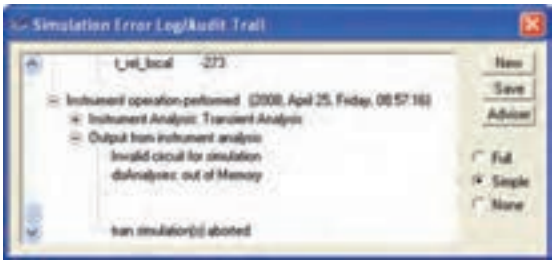
شکل ۳-۴۸ - مدار مقاومت‌های موازی

■ فایل‌ها را ذخیره کنید.

عیب‌گذاری روی مقاومت‌ها

■ دو سر مقاومت R3 را به یکدیگر وصل کنید. مقدار مقاومت معادل چه‌قدر است؟ چرا؟

در نرم‌افزار با انجام این عمل خطای شکل ۳-۴۹ ظاهر می‌شود.



شکل ۳-۴۹- پیام خطای اتصال کوتاه دو سر مقاومت

■ مداری با ۴ یا ۵ مقاومت به صورت موازی ببندید و مراحل آزمایش را تکرار کنید.

■ تمام فایل‌ها را به صورت استاندارد ذخیره‌کنید.

اتصال کلید به مدار

■ کلید SPST را از منوی BASIC و گزینه SWITCH مطابق شکل ۳-۵۰ انتخاب کنید.

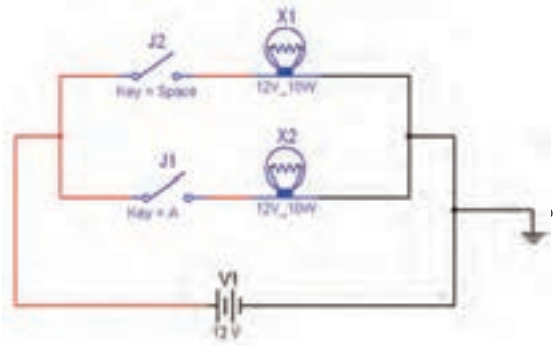
شکل ۳-۵۰ - انتخاب کلید

■ کلید را روی میز کار بیاورید سپس روی آن دوبارکلیک چپ کنید (شکل ۳-۵۱).

شکل ۵۱-۳ - صفحه مربوط به تغییر مشخصات کلید

■ حال با توجه به حرف انتخاب شده، می‌توانید وضعیت کلید را در نرم‌افزار با توجه به دکمه صفحه کلید کامپیوتر تغییر حالت دهید و تغییرات وضعیت کلید را مشاهده کنید.

توجه داشته باشید که برای هر یک از کلیدها حرف مشخصه جداگانه‌ای تعیین کنید. (چرا؟)



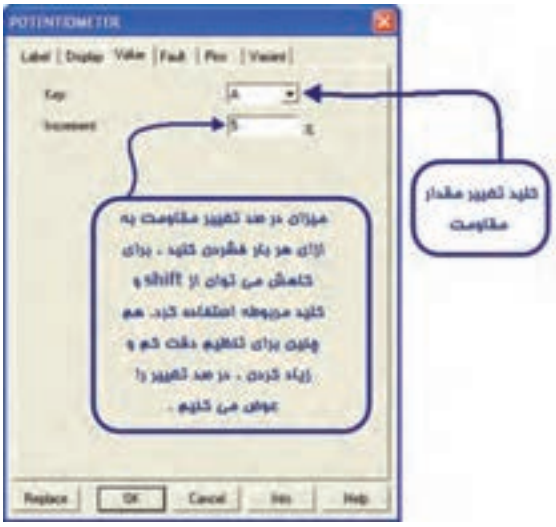
شکل ۵۲-۳- مدار تمرین

■ فایل‌ها را ذخیره کنید.

پتانسیومتر

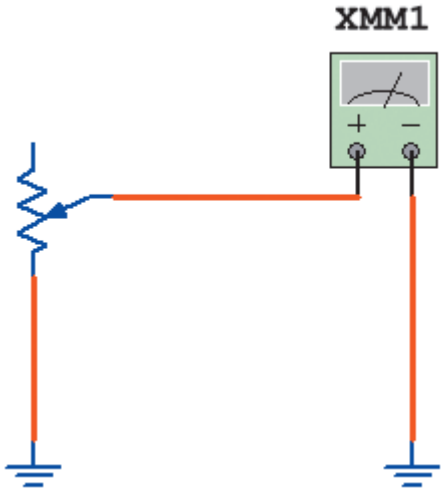
■ از منوی Basic، گزینه Potentiometer (پتانسیومتر) را مطابق شکل ۵۳-۳ انتخاب کنید.

■ با دوبارکلیک چپ روی پتانسیومتر شکل ۵۳-۳ ظاهر می‌شود.



شکل ۵۳-۳ - صفحه تنظیمات پتانسیومتر

■ مدار پتانسیومتر را طبق شکل ۵۴-۳ رسم‌کنید.



شکل ۵۴-۳ - پتانسیومتر

■ برای بالا بردن دقت اهم‌متر، روی اهم‌متر دوبار کلیک چپ کنید. گزینه SET Set... را انتخاب کنید. شکل ۵۵-۳ ظاهر می‌شود. در این شکل شما می‌توانید علاوه بر تغییر دقت اهم‌متر، دقت ولت‌متر و آمپرمتر را نیز تغییر دهید.

شکل ۵۵-۳ - تنظیم دقت مولتی‌متر

■ مقدار پتانسیومتر را در حالات مختلف اندازه بگیرید.

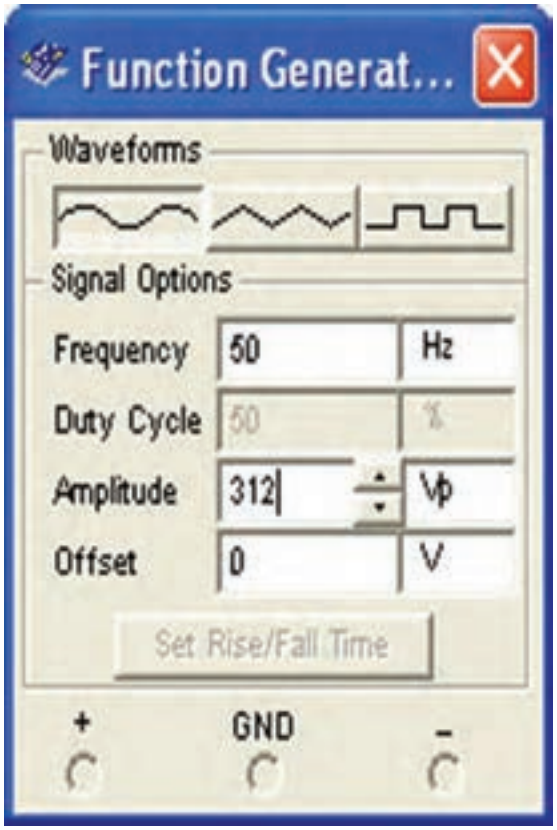
■ فایل‌ها را ذخیره کنید.

فانکشن ژنراتور

■ فانکشن‌ژنراتور را از منوی ابزار، انتخاب و روی آن دوبار کلیک چپ کنید تا شکل ۵۶-۳ روی میز کار ظاهر شود. این فانکشن‌ژنراتور می‌تواند شکل موج‌های مربعی، مثلثی و سینوسی را تولید کند. توسط این دستگاه می‌توانید مقادیر فرکانس، واحد فرکانس، دامنه (پیک موج) سینوسی را تغییر دهید.

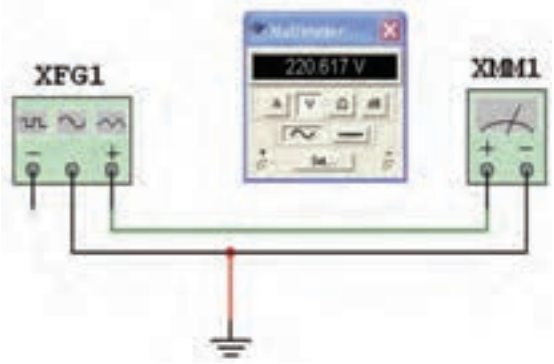
■ فانکشن‌ژنراتور را برای ایجاد ولتاژ مشابه ولتاژ برق شهر، مطابق شکل۵۷-۳ آماده کنید. مولتی‌متر را انتخاب کنید و آن را در حالت AC قرار دهید.

شکل ۵۶-۳ - فانکشن‌ژنراتور و صفحه تنظیم آن



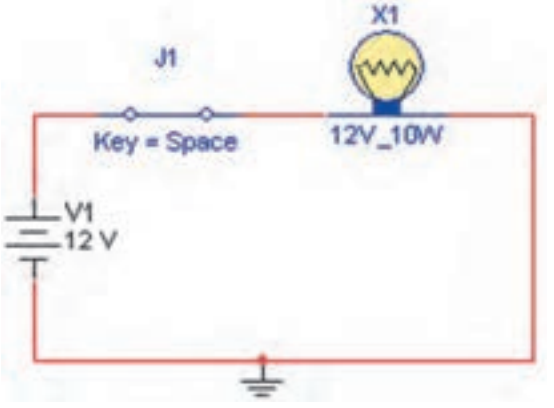
شکل ۵۷-۳ - صفحه تنظیمات فانکشن‌ژنراتور

- مولتی‌متر را به فانکشن‌ژنراتور مطابق شکل ۵۸-۳ وصل کنید. مقدار ولتاژ اندازه‌گیری شده را بخوانید.



شکل ۵۸-۳ - اندازه‌گیری ولتاژ موثر برق شهر

- نقشه را ذخیره کنید.
- مدار الکتریکی ساده شکل ۵۹-۳ را ببندید و مدار را راه‌اندازی کنید.

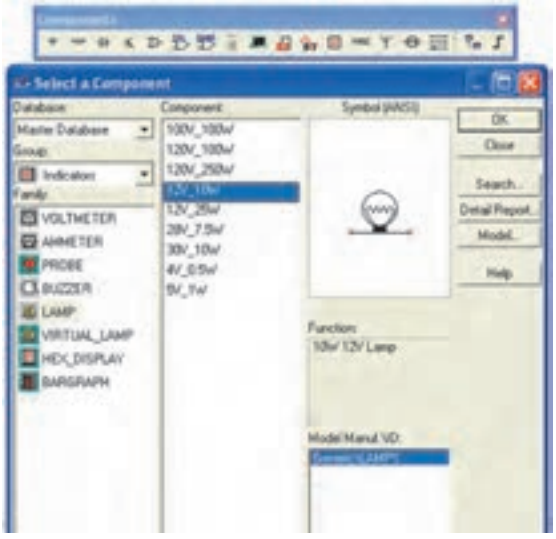


شکل ۵۹-۳ مدار ساده الکتریکی

- برای انتخاب لامپ مسیر زیر را انتخاب کنید.

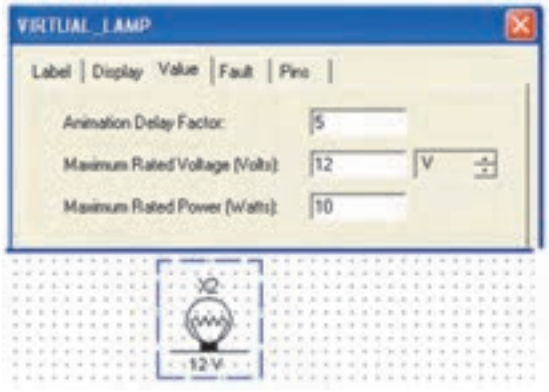
Select a Component → Group → Indicator

- در این گزینه ولت‌متر، آمپرمتر، پروب، بیزر، لامپ، لامپ مجازی، نمایشگر هفت قطعه‌ای و نمودار نمای میله‌ای (Bar graph) وجود دارد. شکل ۶۰-۳ مسیر انتخاب لامپ را نشان می‌دهد.



شکل ۶۰-۳ - مسیر انتخاب لامپ

یک لامپ مجازی را روی صفحه میز کار آزمایشگاه مجازی بیاورید و مقدار ولتاژ آن را ۱۰ ولت و توان را ۲ وات تعیین کنید. برای تغییر مقادیر، روی لامپ دو بار کلیک کنید، صفحه‌ای مانند شکل ۶۱-۳ باز می‌شود. روی این صفحه در زبانه value می‌توانید مقادیر لامپ را تغییر دهید.



شکل ۶۱- ۳ - صفحه مربوط به تنظیم‌های لامپ

نحوه سیم‌بندی: برای اتصال قطعات به یکدیگر ابتدا مکان‌نما را بر روی یکی از پایه‌های قطعه قرار دهید. با کلیک چپ روی آن پایه نقطه‌ای سیاه رنگ ظاهر می‌شود، سپس بدون رها کردن کلیک چپ خط ایجاد شده را ادامه دهید تا به پایه قطعه بعدی برسید. با ظاهر شدن نقطه سیاه در پایه قطعه جدید و رها کردن کلیک چپ، اتصال برقرار می‌شود.

نکته مهم: دسترسی به منوی ابزار مربوط به Measurement Components و Instruments مشابه دسترسی به منوی قطعات است.

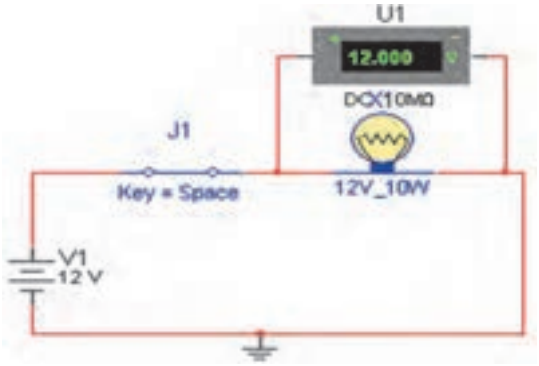
- در مدار شکل ۳-۶۱ ولتاژ منبع V_1 و ولتاژ لامپ را به ۶ ولت تغییر دهید و مدار را آزمایش کنید. در این حالت کلید خاموش و روشن را به گونه‌ای تغییر دهید تا با فشار دادن دکمه مربوط به حرف D، کلید فعال شود.
- ولتاژ منبع V_1 را به ۱۸ ولت تغییر دهید و اثر آن را روی لامپ ملاحظه کنید. نتایج را در چند سطر بنویسید.
- برای اندازه‌گیری ولتاژ از ولت‌متر و برای اندازه‌گیری جریان از آمپرمتر استفاده کنید.
- با استفاده از نوارهای:

Measurement Components → Instruments

می‌توانید این دستگاه‌ها را بر روی صفحه کار بیاورید، در شکل ۳-۶۲ این نوارها را مشاهده می‌کنید.

شکل ۳-۶۲ - نوارهای ابزار و دستگاه‌های اندازه‌گیری

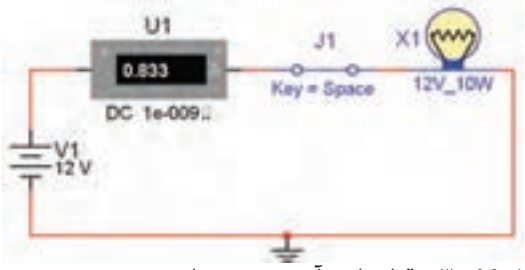
- ولت‌متر را طبق شکل ۳-۶۳ به صورت موازی با قطعه‌ای که می‌خواهید ولتاژ آن را اندازه‌گیری کنید، قرار دهید. یعنی دو سر پروب (سیم رابط) ولت‌متر را به دو سر قطعه‌ای که می‌خواهید ولتاژ دو سر آن را اندازه‌گیری کنید، اتصال دهید.
- مدار را راه‌اندازی کنید و روشن شدن لامپ را مشاهده کنید.



شکل ۳-۶۳ - قرار دادن ولت‌متر دو سر قطعه

- آمپرمتر را طبق شکل ۳-۶۴ به صورت سری در مدار قرار دهید. می‌توانید آمپرمتر را به طور مستقیم در مسیر مورد نظر بگذارید، آمپرمتر به صورت سری قرار می‌گیرد.

نکته: کلید j1 را از منوی Basic قسمت switch بیاورید.



شکل ۳-۶۴ - قرار دادن آمپرمتر در مدار

نکته مهم: هر بار که مدار را راه‌اندازی می‌کنید، برای ایجاد تغییر در مدار، باید مدار را غیرفعال کنید.

- توجه داشته باشید که برای خواندن جریان باید چند لحظه صبر کنید تا آمپرمتر حالت پایدار خود را به دست آورد.
- فایل را ذخیره کنید.
- مدار شکل ۶۵-۳ اتصال لامپ‌ها به صورت سری را با استفاده از نرم‌افزار پیاده‌سازی کنید و آن را راه‌اندازی نمایید.

شکل ۶۵- ۳ - مدار سری لامپ

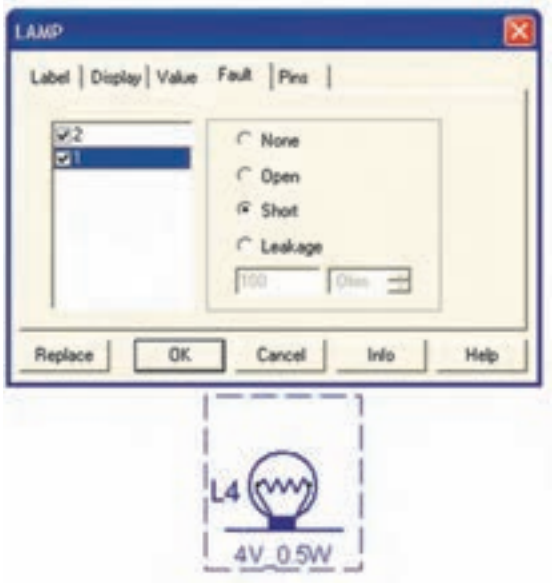
عیب‌گذاری روی قطعات

- روی یکی از لامپ‌ها عیب‌گذاری کنید.

(آن را قطع یا اتصال کوتاه کنید). در صورت قطع شدن باید کلیه لامپ‌ها خاموش شوند و در صورت اتصال کوتاه شدن هر یک از لامپ‌ها فقط آن لامپ خاموش می‌ماند.

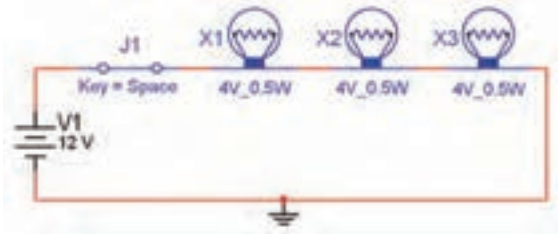
- روی مدار عیب‌گذاری کنید و از دوستان خود بخواهید عیب را بر طرف کنند.

نکته: برای قطع یا اتصال کوتاه کردن یک قطعه در نرم‌افزار، ابتدا آن قطعه را انتخاب کنید سپس با دو بار کلیک چپ روی آن زبانه Fault را فعال می‌نماییم. برای لامپ صفحه‌ای مطابق شکل ۶۶-۳ باز می‌شود. گزینه open (قطع کردن) یا گزینه short (اتصال کوتاه) را انتخاب می‌کنیم و یکی از پایه‌های قطعه را علامت می‌زنیم.



۶۶- ۳ - صفحه عیب‌گذاری X1 لامپ

- یکی از پایه‌های لامپ X1 را در مدار ۶۷ - ۳ قطع کنید.

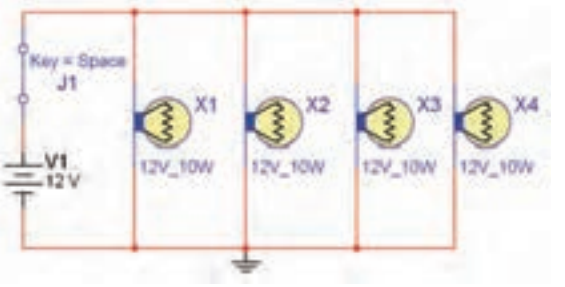


شکل ۶۷-۳ - مربوط به قطع لامپ مدار X1

- مدار را راه‌اندازی کنید. در این حالت نباید هیچ یک از لامپ‌ها روشن شود.
- ولت‌متر را در دو سر لامپ X1، X2 و X3 قرار دهید و مقادیر ولتاژ را اندازه بگیرید. با بررسی مقادیر به دست آمده چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟
- در مدار ۶۵-۳ پایه لامپ X2 را اتصال کوتاه کنید. برای اتصال کوتاه کردن باید هر دو پایه لامپ را علامت ✓ بزنید. پس از فعال کردن مدار، باید طبق شکل ۶۸-۳ لامپ X2 خاموش و دو لامپ دیگر روشن بمانند.

شکل ۳-۶۸ - اثر سوختن یک لامپ در مدار سری

- فایل را ذخیره کنید.
- شکل ۳-۶۹ اتصال لامپ‌ها را به صورت موازی نشان می‌دهد. این مدار را با استفاده از نرم‌افزار ببندید.



شکل ۳-۶۹ - مدار موازی

- فایل را ذخیره کنید.

نکته مهم: در شرایطی که برنامه مولتی‌سیم فعال است، نمی‌توانید هیچ‌گونه تغییری در مدار ایجاد کنید.

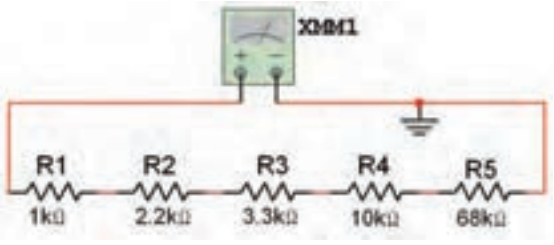
- روی یکی از لامپ‌ها عیب‌گذاری کنید. (آن را بسوزانید). برای این منظور آن را قطع کنید.آیا بقیه لامپ‌ها روشن می‌مانند؟ در شکل ۳-۷۰ لامپ X_1 قطع شده (سوخته) است.

شکل ۳-۷۰ - اثر سوختن یک لامپ در مدار موازی

- فایل را ذخیره کنید.

کار عملی با مقاومت‌ها

- مقاومت‌ها را مطابق شکل ۳-۷۱ به صورت سری ببندید و با استفاده از اهم‌متر مقدار مقاومت معادل را اندازه بگیرید.

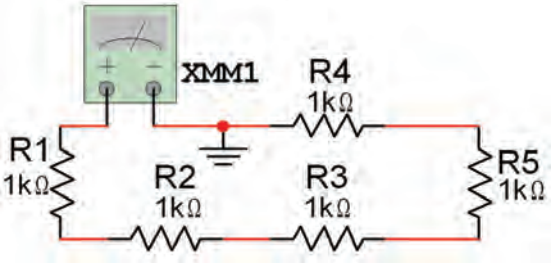


الف - نقشه فنی

ب- مقدار مقاومت

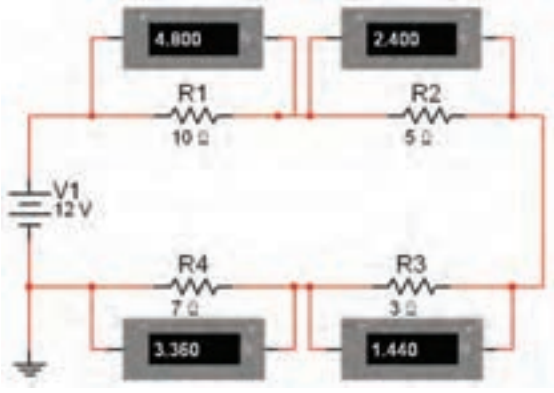
شکل ۳-۷۱ - اتصال مقاومت‌ها به صورت سری

- پنج عدد مقاومت ۱ کیلو اهم را با هم به صورت سری ببندید و مطابق شکل ۳-۷۲ مقاومت کل مدار را با استفاده از اهم‌متر به دست آورید.



شکل ۷۲- ۳ - اندازه‌گیری مقاومت کل در مدار سری

- فایل را ذخیره کنید.
- مدار شکل ۷۳-۳ را ببندید. ولتاژ هر یک از مقاومت‌ها را اندازه بگیرید.

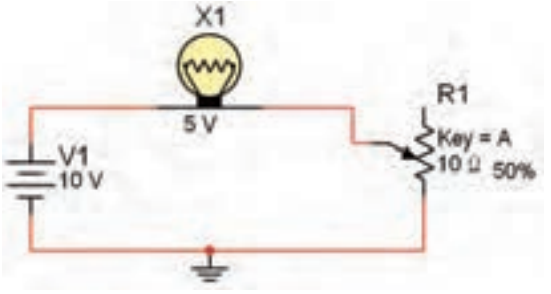


شکل ۷۳- ۳ - اندازه‌گیری ولتاژ دو سر مقاومت‌ها

- فایل را ذخیره کنید.

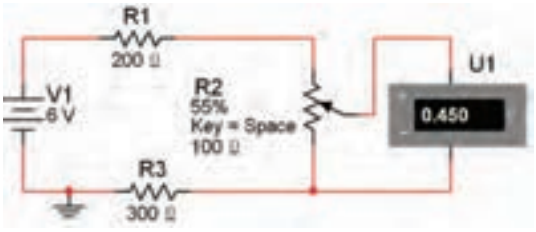
کار عملی با پتانسیومتر

- مدار شکل ۷۴-۳ را با استفاده از مقاومت متغیر 10Ω ببندید.



شکل ۷۴-۳ مقاومت متغیر به عنوان کنترل کننده جریان

- مقدار مقاومت متغیر را با کلیک کردن بر روی حرف A صفحه کلید تغییر دهید، توجه داشته باشید که با هر بار فشار دادن حرف A مقدار مقاومت متغیر به اندازه 5% افزایش پیدا می‌کند و با فشار دادن هم‌زمان دکمه Shift و کلید A مقدار مقاومت با پله‌های ۵ در صدی کم می‌شود. با کم و زیاد کردن مقدار مقاومت متغیر میزان روشنایی لامپ چه تغییری می‌کند؟ آیا در مرحله‌ای لامپ می‌سوزد؟
- مدار شکل ۷۵-۳ را ببندید. ولتاژ بین سر وسط و یکی از پایه‌های مقاومت متغیر را اندازه بگیرید.

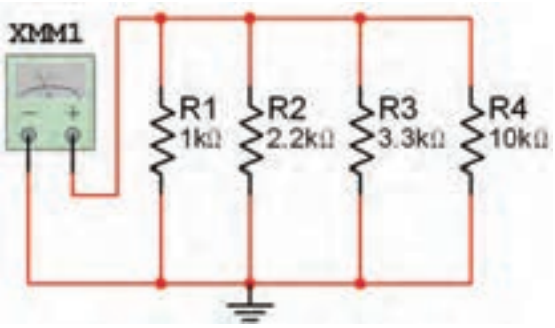


شکل ۷۵-۳ - مقاومت متغیر به عنوان کنترل‌کننده ولتاژ

- سر وسط مقاومت متغیر را با کلیک‌کردن بر روی دکمه space صفحه کلید تغییر دهید. ولتاژ بین سر وسط و پایه دیگر مقاومت را اندازه بگیرید. این مدار در مقایسه با مدار شکل ۷۴- ۳ چه تغییری کرده است؟
- فایل را دخیره کنید.

کار عملی: مقاومت معادل در مدار موازی

- اگر طبق شکل۷۶-۳ پایه‌های یک انتهای مقاومت‌ها را به هم و پایه‌های انتهای دیگر آن‌ها را نیز به طور جداگانه به یک‌دیگر وصل کنیم، مدار موازی شکل می‌گیرد. مقاومت‌های مدار شکل ۷۶-۳ را به صورت موازی به یک‌دیگر وصل کنید و توسط دستگاه اهم‌متر مقاومت معادل مدار را اندازه بگیرید.

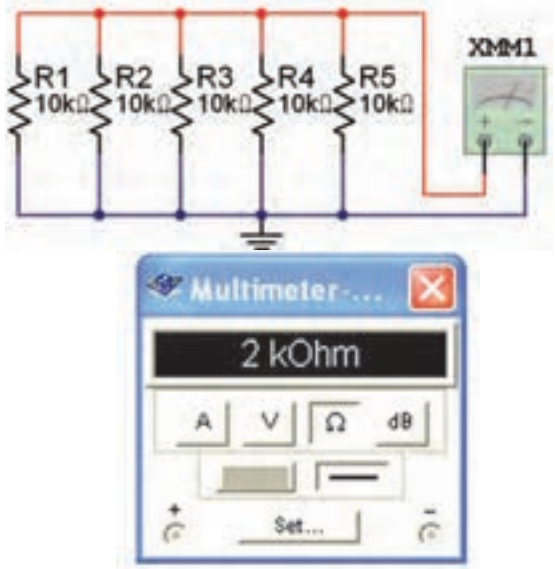


الف – مدار موازی

ب- مقدار مقاومت کل در اهم‌متر

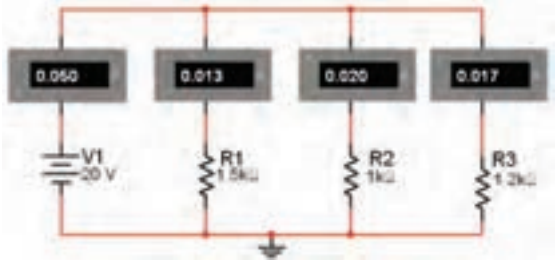
شکل ۷۶- ۳ – اندازه‌گیری مقاومت اهمی کل در مدار موازی

- فایل را ذخیره کنید.
- پنج مقاومت $10K\Omega$ را به صورت موازی ببندید و مقاومت کل مداررا مطابق شکل۷۷-۳ اندازه بگیرید.



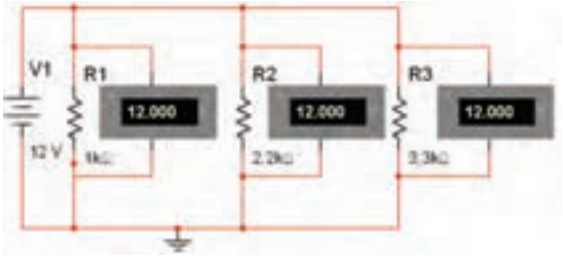
شکل ۷۷- ۳ – اندازه‌گیری مقاومت کل پنج مقاومت مساوی به صورت موازی با اهم متر

- فایل را ذخیره کنید.
- مدار شکل ۷۸-۳ را ببندید.
- مدار را راه اندازی کنید.



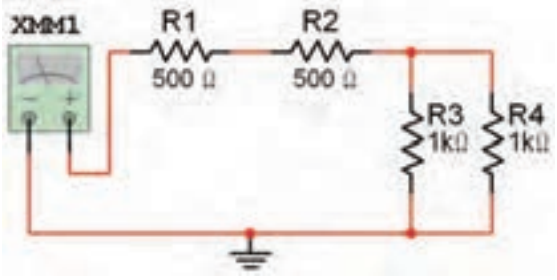
شکل۷۸-۳ – اندازه‌گیری جریان کل و جریان هر شاخه در یک مدار موازی

- فایل را ذخیره کنید.
- مدار شکل ۷۹-۳ را ببندید و پس از راه‌اندازی نقشه را ذخیره کنید.



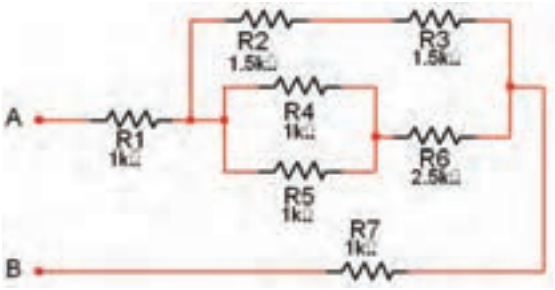
شکل ۷۹-۳ مقدار ولتاژ در دو سر هر یک از مقاومت‌ها در مدار موازی

- مدار شکل ۸۰-۳ را ببندید و پس از راه‌اندازی ذخیره کنید.



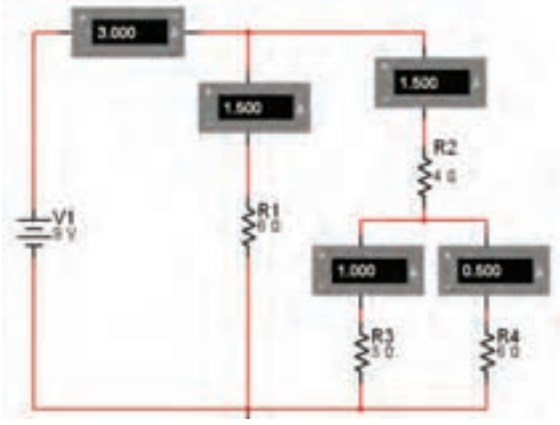
شکل ۸۰- ۳ – یک نمونه مدار ترکیبی سری- موازی

- مدار شکل ۸۱-۳ را ببندید و پس از راه‌اندازی ذخیره کنید.



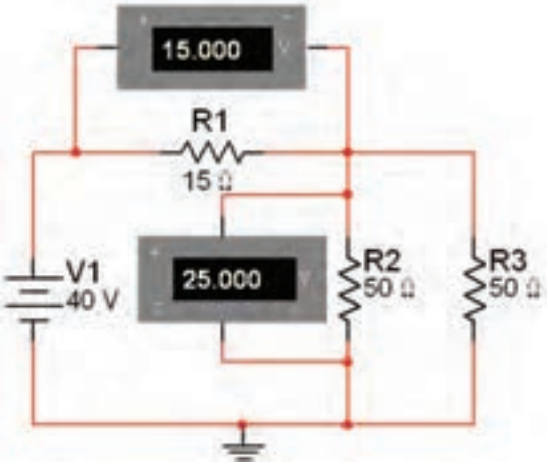
شکل ۸۱- ۳ -یک نمونه دیگر از مدار ترکیبی سری- موازی

■ مدار شکل ۸۲-۳ را ببندید و پس از راه‌اندازی ذخیره کنید.

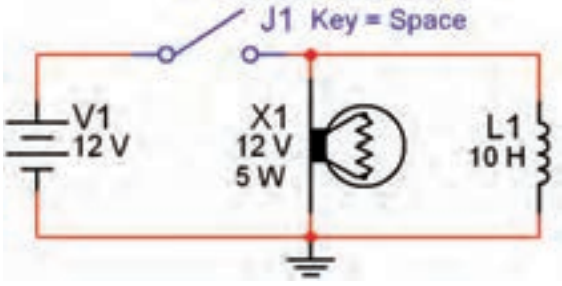


شکل ۸۲- ۳- اندازه‌گیری جریان در یک نمونه مدار ترکیبی سری-موازی

■ مدار شکل ۸۳-۳ را ببندید و پس از راه‌اندازی ذخیره کنید.



شکل ۸۳-۳ - اندازه‌گیری ولتاژها در مدار ترکیبی



شکل ۸۴-۳- اثر قطع کلید روی ولتاژ سلف و لامپ

سلف

سلف در مدار DC

در یک مدار مقاومتی جریان مستقیم، با توجه به شرایط مدار، شدت جریان می‌تواند به طور ناگهانی تغییر کند، مثلاً هنگام بستن کلید، جریان به طور ناگهانی از صفر به ماکزیمم و هنگام قطع کلید، جریان به طور ناگهانی از ماکزیمم به صفر می‌رسد. حال اگر بوبینی (سیم‌پیچ) به مدار اضافه کنیم، شرایط مدار تغییر می‌کند و با توجه به عکس‌العمل سلف، حالات خاص دیگری را به وجود می‌آورد که در این مبحث به آن می‌پردازیم.

■ مدار شکل ۸۴-۳ را روی صفحه کار آزمایشگاه مجازی ببندید. ولتاژ لامپ را روی ۱۲ ولت و توان آن را روی ۵W قرار دهید. مقدار ضریب خودالقائی سلف را ۱۰H تنظیم کنید.

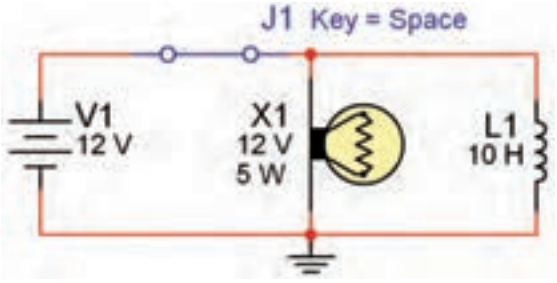
نکته: لامپ و سلف از مسیر:

Select a Component → Indicator → Virtual

و سیم‌پیچ از مسیر Basic **انتخاب شود. در صورتی که از قطعات به جزء قطعات** Virtual **(مجازی) استفاده کنید، مقادیر قابل تغییر نخواهد بود.**

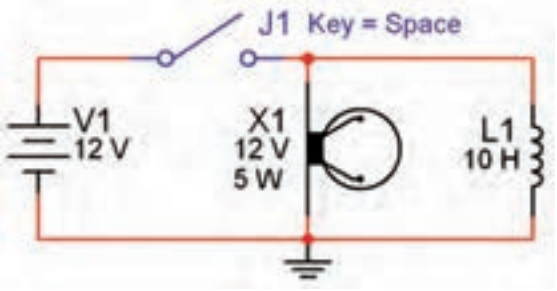
نکته: توجه داشته باشید، هنگامی که قطعات مجازی(Virtual) را انتخاب می‌کنید برخی از مشخصات قطعه روی آن نوشته نمی‌شود. به عنوان مثال با انتخاب لامپ فقط ولتاژ کار و شماره آن روی نقشه درج می‌شود. در این حالت در گزینه Label می‌توانید آن‌چه را می‌-خواهید اضافه کنید. در مدار شکل ۳-۸۴ مقدار توان لامپ در گزینه Label برابر 5W نوشته شده است.

■ پس از راه‌اندازی مدار،کلید را به مدت ۱۵ ثانیه (از ۱۰۰۰ تا ۱۰۱۵ بشمارید) بسته نگه دارید. در این حالت آیا لامپ بلافاصله روشن می‌شود؟ شکل ۳-۸۵ مدار را در زمان وصل کلید و روشن شدن لامپ نشان می‌دهد.



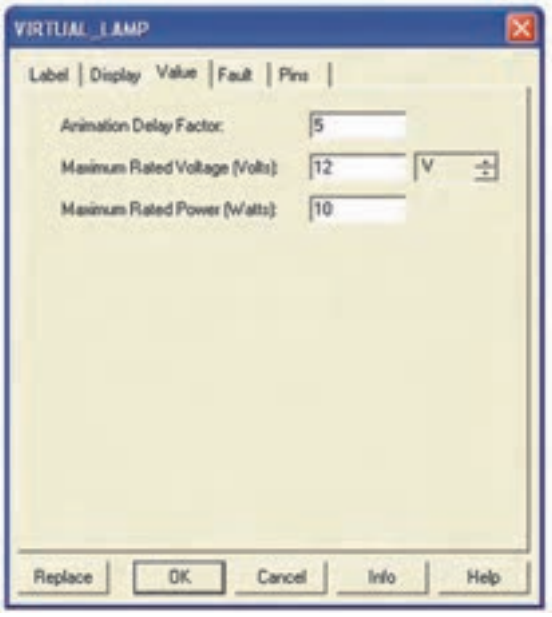
شکل ۳-۸۵ - اثر وصل کلید روی سلف و لامپ

■ کلید مدار را قطع کنید. چه اتفاقی برای لامپ می‌افتد؟ چرا؟ شکل ۳-۸۶ این حالت را نشان می‌دهد. چرا لامپ پس از قطع کلید بلافاصله می‌سوزد؟



شکل ۳-۸۶ - مرحله سوختن لامپ

■ در صورتی که لامپ برای مدت طولانی روشن بماند، ممکن است در زمان قطع کلید، لامپ بسوزد. در این حالت برای جایگزینی لامپ، روی لامپ دو بار کلیک کنید، پنجره شکل ۳-۸۷ باز می‌شود.



شکل ۳-۸۷ - پنجره مشخصات لامپ

■ روی گزینه Replace کلیک کنید. پنجره Select Component مطابق شکل ۳-۸۸ ظاهر می شود. Ok را بزنید، به جای لامپ سوخته لامپ سالم را جایگزین کنید.

توجه کنید: در صورتی که بدون تاخیر زمانی کلید را خاموش و روشن کنید هیچ اتفاقی نخواهد افتاد فقط لامپ به صورت معمولی خاموش و روشن می شود. چرا؟

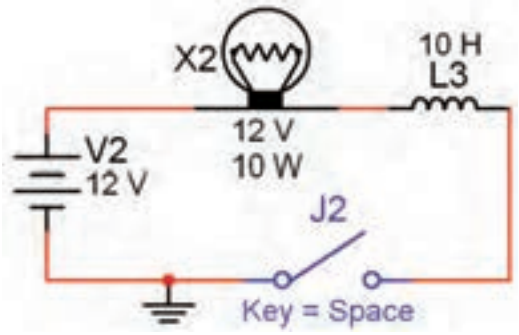
نکته مهم: پس از هر تغییر در مدار می‌بایستی مدار را از حالت فعال خارج نمائید و سپس آن را دو باره فعال نمائید، تا تغییرات ایجاد شده در مدار توسط نرم‌افزار حس شود.

شکل ۸۸-۳ - پنجره مربوط به انتخاب لامپ

■ این مرحله را برای مقادیر مختلف ولتاژ لامپ و XL انجام دهید.

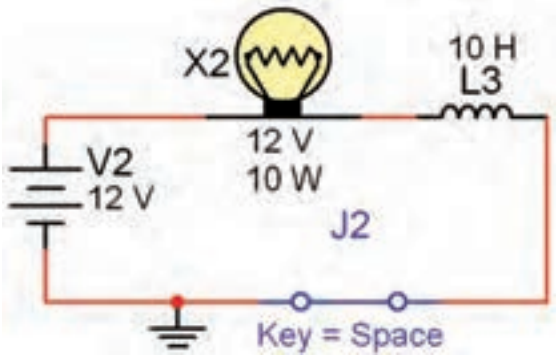
توجه: هنگامی که با استفاده از Label توان لامپ را درج می‌کنید، در صورت تغییر توان لامپ، عدد درج شده در Label تغییر نمی‌کند. لذا لازم است در هر مرحله تغییر توان لامپ، مقدار توان نوشته شده در Label را اصلاح کنید.

■ مدار شکل ۸۹-۳ را ببندید. در این مدار می‌خواهیم تاخیر در روشن شدن لامپ را مشاهده کنیم. ولتاژ کار لامپ را روی ۱۲ ولت، توان آن را روی ۱۲ وات و ضریب خودالقائی سلف را روی ۱۰ هانری بگذارید.



شکل ۸۹-۳ - مشاهده تاخیر در روشن شدن لامپ به دلیل وجود سیم‌پیچ در مدار

■ ابتدا نرم‌افزار را فعال کنید، سپس کلید j_2 را ببندید. از شماره ۱۰۰۰ تا ۱۰۲۰ (حدود ۲۰ ثانیه) بشمارید. طبق شکل ۹۰-۳ لامپ روشن می‌شود.



شکل۹۰-۳ - لامپ بعد از حدود ۱۵ تا ۲۰ ثانیه روشن می‌شود

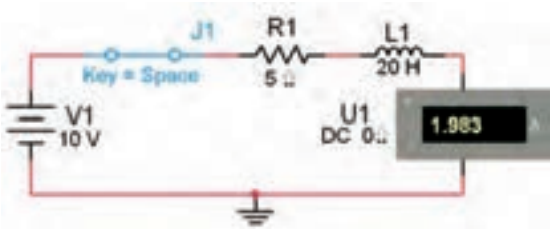
دقت کنید: ترتیب فعال کردن نرم‌افزار و روشن کردن کلید j_2 در این آزمایش اهمیت دارد. همچنین پس از وصل کلید j_2، برای گرفتن زمان می‌توانید از تایمر نرم‌افزار نیز استفاده کنید. این تایمر در پایین صفحه قرار دارد.

■ همان‌طور که ملاحظه می‌کنید، تاخیر در روشن شدن لامپ در این مدار کاملاً قابل مشاهده است.

■ به محض روشن شدن لامپ کلید j_2 را به حالت خاموش ببرید و بلافاصله روشن کنید. چه اتفاقی می‌افتد؟ ابتدا لامپ برای چند لحظه روشن می‌شود و به حالت خاموش می‌رود و پس از ۱۵ تا ۲۰ ثانیه دوباره روشن می‌شود. این عمل را تکرار کنید تا موضوع کاملاً برای شما جا بیفتد.

توجه : این حالت در هر مرحله فقط یک بار قابل مشاهده است و در صورت تکرار یا گذر زمان پاسخ نمی‌دهد. در این شرایط باید کلیه مراحل را به ترتیب از فعال کردن نرم‌افزار شروع کنید.

نکته مهم: توجه داشته باشید که در خلال خاموش و روشن کردن لامپ در هر مرحله نباید نرم‌افزار را غیرفعال کنید. در صورتی که آن را غیرفعال نمودید، برای فعال کردن مجدد آن باید مراحل فوق را دوباره اجرا کنید. هم‌چنین در صورت تکرار مراحل تا فعال ماندن نرم‌افزار برای مدت طولانی، ممکن است نرم‌افزار پاسخ ندهد. در این حالت نرم‌افزار را یک بار غیرفعال و مجدداً فعال کنید.



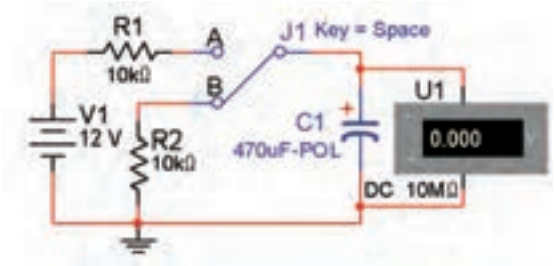
شکل۹۱-۳ مدار سلف و مقاومت در جریان مستقیم

- کلید مدار شکل۹۱-۳ را قطع کنید. آیا به محض قطع کلید، جریان مدار صفر می‌شود؟ آزمایش را انجام دهید.
- فایل را ذخیره کنید.

خازن

شارژ و دشارژ خازن

- مدار شکل ۹۲-۳ را ببندید. نرم‌افزار را راه‌اندازی کنید، سپس کلید j_1 را در شکل ۹۲-۳ در وضعیت A قرار دهید. تغییرات ولتاژ خازن را از روی ولت‌متر ملاحظه کنید.



شکل ۹۲-۳ - اتصال مدار برای بررسی حالت شارژ و دشارژ خازن

نکته: کلید SPDT کلید یک پل دو راهه است. با کلیک کردن بر روی دکمه Space کنتاکت‌های کلید جابجا می‌شود. به این کلید، کلید تبدیل نیز می‌گویند.

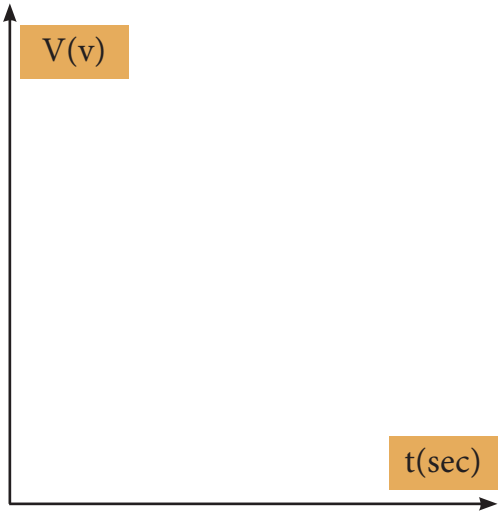
- پس از وصل کردن کلید، با توجه به زمان داده شده در جدول ۱-۳، مقادیر ولتاژ را در جدول ۱-۳ یادداشت کنید.فایل را ذخیره کنید.

جدول ۱- ۳ - جدول شارژ خازن

ولتاژ خازن بر حسب ولت	زمان بر حسب ثانیه
	۵
	۱۰
	۱۵
	۲۰
	۲۵
	۳۰
	۴۰
	۵۰

از تایمر موجود در پایین مدار استفاده کنید، زیرا زمان‌سنج رایانه زمان مربوط به پردازش سیگنال را نیز در نظر می‌گیرد.

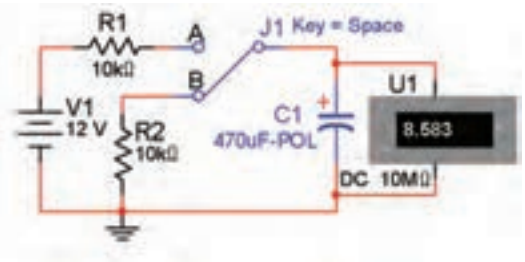
- با توجه به مقادیر به دست آمده در جدول ۱-۳، نقاط را در نمودار مشخص کنید، سپس با اتصال نقاط به یک‌دیگر، منحنی شارژ خازن را رسم نمائید.
- محورهای افقی (t) و عمودی (V) را در نمودار منحنی شارژ خازن با دقت درجه‌بندی کنید.



نمودار منحنی شارژ خازن

نکته: ثابت زمانی خازن از رابطه T=RC به دست می‌آید.

- دریک ثابت زمانی ولتاژ خازن به چند ولت می‌رسد؟
- در چند ثابت زمانی خازن کاملاً شارژ می‌شود؟
- فایل را به طور کامل با منحنی ترسیم شده ذخیره کنید.
- پس از شارژ کامل خازن، کلید را از حالت A به حالت B تغییر دهید. در این حالت خازن از طریق مقاومت R۲ دشارژ می‌شود.



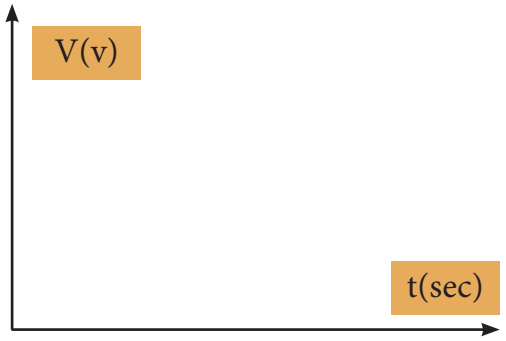
شکل ۹۳- ۳ - اتصال مدار برای دشارژ خازن

- پس از قرار دادن کلید، در وضعیت B، با توجه به مقادیر زمان‌های داده شده در جدول ۲- ۳ تغییرات ولتاژ را یادداشت کنید.

جدول ۲- ۳ - جدول دشارژ خازن

ولتاژ خازن بر حسب ولت	زمان بر حسب ثانیه
	۵
	۱۰
	۱۵
	۲۰
	۲۵
	۳۰
	۴۰
	۵۰

- نقاط مربوط به مقادیر به دست آمده در جدول ۲-۳ را در نمودار زیر مشخص کنید و سپس با اتصال نقاط به یک‌دیگر، منحنی دشارژ خازن را رسم نمائید.



نمودار منحنی دشارژ خازن

- فایل را به طور کامل با منحنی ترسیم شده ذخیره کنید.

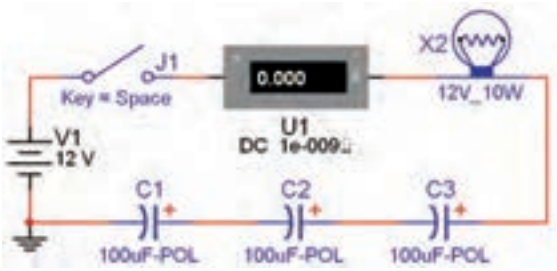
بررسی رفتار خازن در مدار DC

- مدار شکل ۹۴-۳ را ببندید. نرم‌افزار را راه‌اندازی کنید. کلید را وصل نمائید و اثر آن را بر روی نورلامپ و جریان مدار بررسی و سپس فایل را ذخیره کنید.

شکل ۹۴- ۳ - مدار بررسی رفتار خازن در مدار DC

ظرفیت خازن معادل در مدار سری و موازی

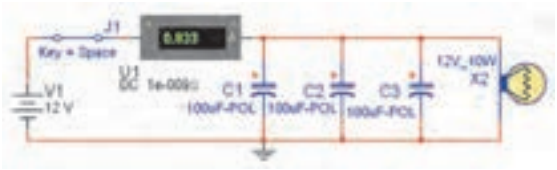
■ مدار شکل ۹۵-۳ را ببندید. در این مدار سه خازن به صورت سری بسته شده‌اند، جریان عبوری از مدار را با جریان مدار شکل ۹۴-۳ مقایسه نمائید.



شکل ۹۵-۳ - جریان عبوری از مدار خازن‌های سری

■ فایل را ذخیره کنید.

■ مدار شکل ۹۶-۳ را ببندید. در این مدار خازن‌ها به طور موازی قرار گرفته‌اند. جریان عبوری از مدار را اندازه‌گیری کنید و با جریان مدار شکل ۹۵-۳ مقایسه نمائید.

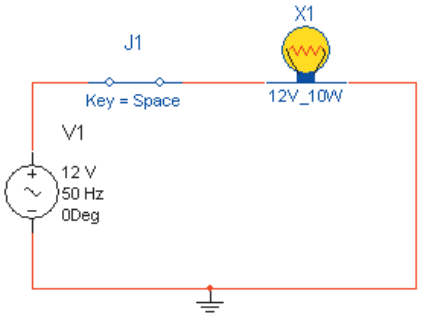


شکل ۹۶-۳- جریان عبوری از مدار خازن‌های موازی

یادآوری: خازن معادل در مدار سری کاهش می‌یابد و در مدار موازی افزایش پیدا می‌کند. چرا؟

آشنایی با منبع تغذیه AC و دستگاه اسیلوسکوپ در نرم‌افزار

■ منبع تغذیه AC را از نوار قطعات و با استفاده از مسیر AC POWER، بر روی صفحه کار بیاورید. مدار شکل۹۷-۳ را ببندید.

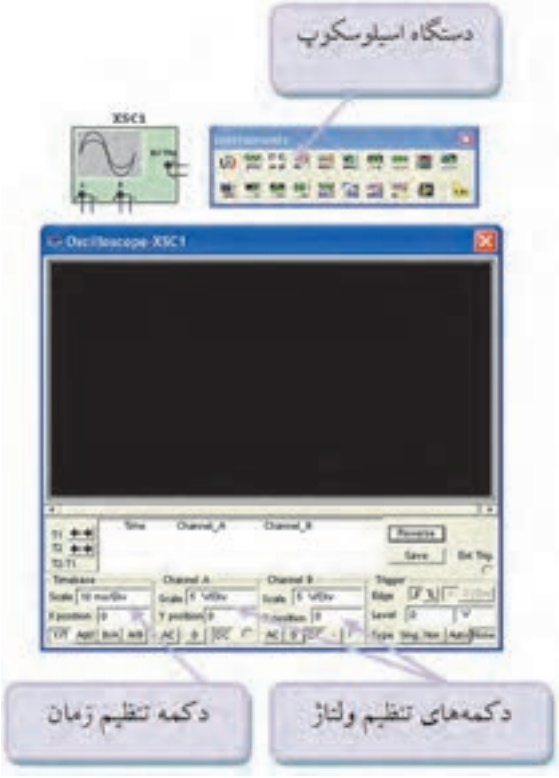


شکل۹۷- ۳ - مدار ساده الکتریکی با منبع AC

نکته ضروری: برای بستن هر نوع مداری استفاده از اتصال زمین لازم است.

■ برای نمایش دادن و اندازه‌گرفتن مشخصه‌های امواج متناوب از دستگاه اسیلوسکوپ استفاده می‌کنند. در این قسمت نحوه کار با اسیلوسکوپ و تنظیم‌های مربوط به آن را شرح خواهیم داد. دستگاه اسیلوسکوپ را از قسمت دستگاه‌های اندازه‌گیری (Instruments) انتخاب کنید و مطابق شکل ۹۸-۳ بر روی میزکار مجازی بیاورید. در صورتی که نوار ابزار مربوط به دستگاه‌های اندازه‌گیری روی میز کار نبود، از گزینه View،گزینه Tool bars را انتخاب کنید، سپس از منوی Tool bars گزینه Instruments را فعال کنید.

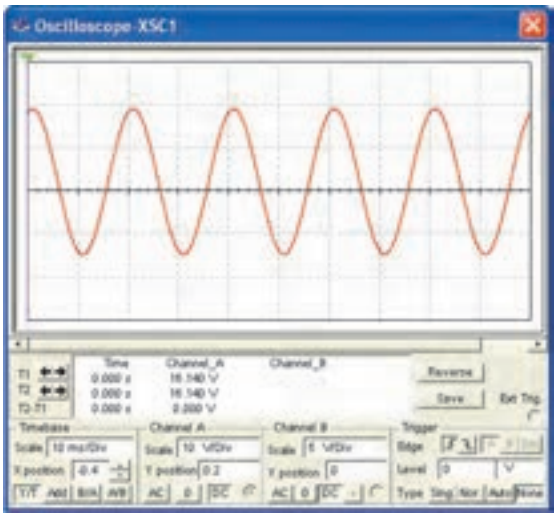
View ➢ Tool bars ➢ Instruments



شکل ۹۸-۳ - اسیلوسکوپ و دکمه‌های تنظیمات

توجه: نوار ابزار مربوط به دستگاه‌های اندازه‌گیری ممکن است در بالا، پایین، سمت چپ یا راست قرار گیرد. شما می‌توانید آن را جابجا کنید.

■ دکمه تنظیم زمان (TIME/DIV) را طوری تغییر دهید تا تعداد سیکل‌های نمایش داده شده مناسب روی صفحه ظاهرشود. برای به دست آوردن زمان تناوب، تعداد خانه‌های افقی یک سیکل را در عدد مربوط به حوزه زمان ضرب کنید. هم‌چنین برای اندازه‌گیری دامنه پیک تا پیک موج می‌توانید تعداد خانه‌های عمودی در فاصله‌ی پیک تا پیک را در عدد مربوط به حوزه(VOLT/DIV) ضرب کنید. شکل ۹۹-۳ این مشخصات را نشان می‌دهد.



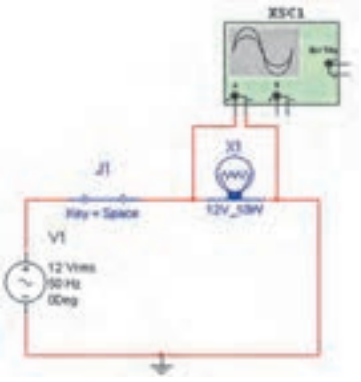
شکل ۹۹-۳ - نحوه اندازه‌گیری ولتاژ و زمان تناوب

■ مقادیر ولتاژ پیک تا پیک و زمان تناوب نشان داده شده در شکل ۹۹-۳ به ترتیب زیر محاسبه می‌شود :

$V_{p-p} = ۳/۵ \times ۱۰ = ۳۵V$

$T = ۲ \times ۱۰ = ۲۰msec$

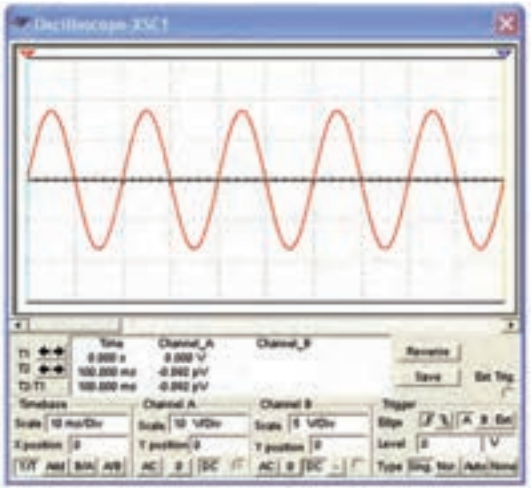
■ دستگاه اسیلوسکوپ را به دو سر لامپ در مدار شکل ۱۰۰-۳ وصل کنید. پایه مثبت کانال A را به یک سر لامپ و پایه منفی آن را به زمین مدار اتصال دهید. مدار را به وسیله دکمه یا راه‌اندازی کنید.



شکل ۱۰۰- ۳- اتصال اسیلوسکوپ به دوسر لامپ

■ روی دستگاه اسیلوسکوپ دو بار کلیک چپ کنید شکل موج مطابق شکل ۱۰۱-۳ روی صفحه ظاهر

می‌شود. با فشار دادن دکمه‌ی Reverse رنگ زمینه صفحه اسیلوسکوپ سفید رنگ می‌شود، به این ترتیب شکل موج بهتر قابل دیدن است.



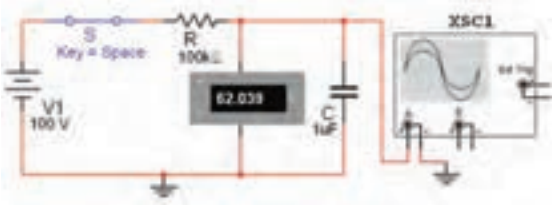
شکل ۱۰۱- ۳- شکل موج دو سر لامپ

نکته مهم: با تغییر رنگ سیم ورودی به دستگاه اسیلوسکوپ، رنگ شکل موج نمایش داده شده تغییر می‌کند.

- فرکانس منبع ولتاژ AC را در مدار شکل ۳-۱۰۰ به مقادیر ۱۰Hz و یک کیلو هرتز تغییر دهید، اثر آن را روی شکل موج خروجی بررسی نمائید.
- فایل و شکل موج‌ها را ذخیره کنید.

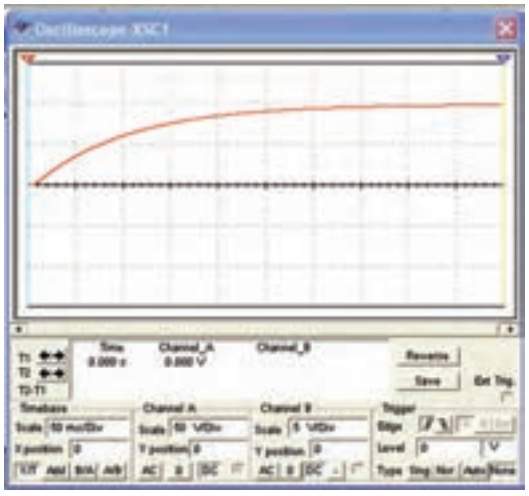
ترسیم منحنی شارژو دشارژخازن با اسیلوسکوپ

- برای مشاهده منحنی شارژ خازن دستگاه اسیلوسکوپ را به دو سر خازن مطابق شکل ۳-۱۰۲ وصل کنید و پس از راه اندازی مدار، کلید S را با فشار دادن کلید Space روی صفحه کیبورد به حالت وصل ببرید. توجه داشته باشید که باید Time/Div اسیلوسکوپ روی ۵۰msec و Volt/DIV روی ۵۰ ولت قرار داده‌شود.



شکل ۱۰۲-۳ - قرار دادن اسیلوسکوپ در مدار شارژ خازن

- صفحه دستگاه اسیلوسکوپ را باز کنید. با گذشت زمان باید منحنی شارژ خازن روی صفحه دستگاه اسیلوسکوپ ظاهر شود.
- شکل ۳-۱۰۳ منحنی شارژ خازن را در دستگاه اسیلوسکوپ نشان می‌دهد. این منحنی با وصل کلید S در مدار ایجاد می‌شود.

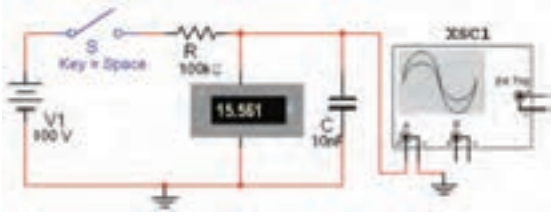


شکل ۱۰۳- ۳- منحنی شارژ خازن

- حداکثر ولتاژ شارژ خازن را اندازه بگیرید و مقدار آن را بنویسید.

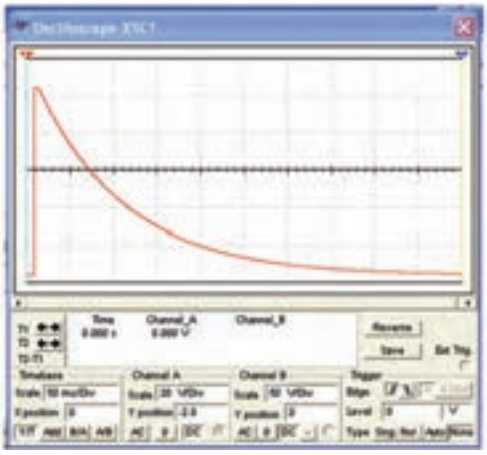
نکته مهم: برای مشاهده دقیق منحنی، تنظیم‌های مربوط به Volt/Div و Time/Div باید با توجه به مقدار خازن و مقاومت در مدار تغییر کند. به عنوان مثال در مدار شکل ۳-۱۰۲ برای مشاهده‌ی منحنی شارژ باید Time/Div روی ۵۰ ms/Div و Volt/Div روی ۵۰ V/Div قرار گیرد.

- فایل وشکل موج هارا را ذخیره کنید.
- مدار شکل ۳-۱۰۴ را ببندید.



شکل ۳-۱۰۴ - مدار دشارژ خازن

- پس از این که خازن به طور کامل شارژ شد، در حالی که نرم‌افزار فعال است،کلید S را با فشار دادن کلید Space روی صفحه کلید قطع کنید و کمی صبر کنید. در این حالت خازن از طریق ولت‌متر شروع به دشارژ می‌کند و روی اسیلوسکوپ منحنی دشارژ ظاهر می‌شود. شکل ۳-۱۰۵ منحنی دشارژ خازن را نشان می‌دهد. چون زمان شارژ شدن خازن بسیار کوتاه است لذا برای این‌که بتوانید منحنی دشارژ را به طور کامل مشاهده کنید، بلافاصله بعد از فعال کردن کلید S آن را غیر فعال نمائید. هم‌چنین طبق شکل ۳-۱۰۵ وضعیت قائم اسیلوسکوپ را تنظیم و Volt/Div را روی ۲۰ و Time base آن را روی ۵۰ ms/Div قرار دهید.



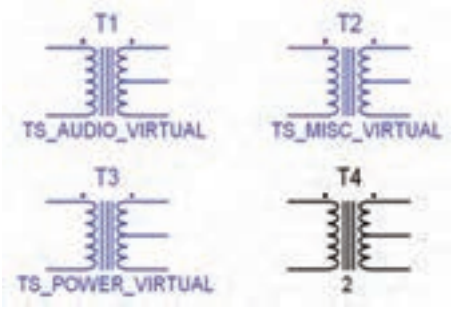
شکل ۳-۱۰۵ - منحنی دشارژ خازن

نکته مهم: توجه داشته باشید به دلیل تولرانس‌های مدار و وسایل مربوط به شبیه ساز ممکن است برخی موارد با مباحث تئوری دقیقاً تطبیق نداشته باشد.

ترانسفورماتور در نرم‌افزار

- انواع ترانسفورماتور را با استفاده از نوار قطعات (Component) و مسیرهای قبلی بر روی صفحه کار مجازی بیاورید. شکل۳-۱۰۶ تعدادی ترانسفورماتور را نشان می‌دهد. ترانسفورماتورها نیز مانند سایر قطعات به دو صورت مقادیر ثابت و Virtual در نرم‌افزار وجود دارند. تعدادی ترانسفورماتور را روی صفحه کار بیاورید و مقادیر آن‌ها را تغییر دهید.

- در نرم‌افزار، ترانسفورماتورها در دو نوع کاهنده و افزاینده وجود دارند. با استفاده از گروه نوار Virtual مطابق شکل ۳-۱۰۷ ترانسفورماتوری که نسبت تبدیل آن قابل تنظیم است را بر روی صفحه کار بیاورید.



شکل ۳-۱۰۶ - تعدادی ترانسفورماتور در نرم‌افزار

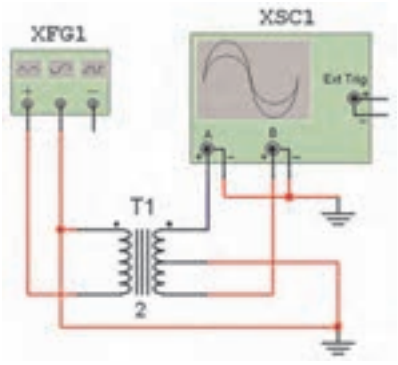
نکته مهم: توجه داشته باشید که در نرم‌افزار مولتی‌سیم، ترانسفورماتور به صورت سه‌بعدی وجود ندارد.

شکل ۱۰۷- ۳- انتخاب ترانسفورماتور از نوار مجازی

■ روی ترانسفورماتور کلیک راست کنید و در قسمت تنظیمات آن مطابق شکل ۱۰۸-۳ نسبت دور اولیه به ثانویه را تعیین نمائید.

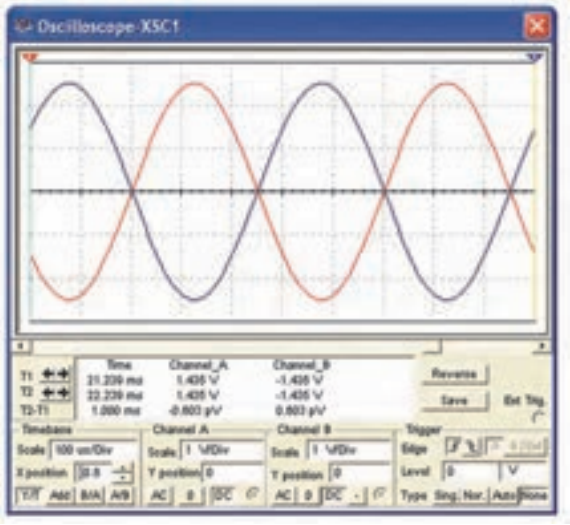
شکل ۱۰۸- ۳- تنظیم نسبت ترانسفورماتور

■ مدار شکل ۱۰۹-۳ را ببندید. با استفاده از ولت‌متر AC ولتاژ دو سر ثانویه را اندازه‌گیری کنید. چه رابطه‌ای بین ولتاژ دو سر ثانویه و ولتاژ کل ثانویه برقرار است؟



شکل ۱۰۹-۳ - مدار برای اندازه‌گیری اختلاف فاز

■ توسط دستگاه اسیلوسکوپ اختلاف فاز بین دو شکل موج ورودی و خروجی را در شکل ۱۱۰-۳ اندازه‌گیری کنید.



شکل ۱۱۰-۳ - اختلاف فاز بین شکل موج ورودی و خروجی

اختلاف فاز = ... درجه

■ فایل کامل و شکل موج‌ها را پس از نامگذاری به صورت استاندارد ذخیره کنید.

آشنایی با اسیلوسکوپ سه‌بعدی موجود در نرم‌افزار

■ قبلاً با اسیلوسکوپ سه بعدی موجود در نرم‌افزارآشنا شده‌اید. به منظور یادآوری در شکل‌های ۱۱۱-۳ تعدادی از کلیدهای پر کاربرد روی پانل اسیلوسکوپ سه بعدی موجود در نرم‌افزار را نشان داده‌ایم.

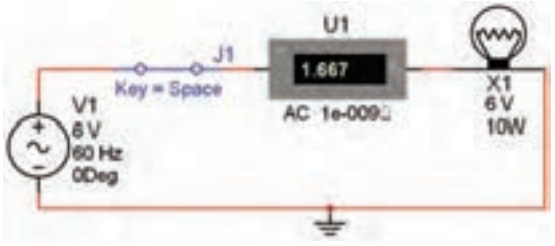
شکل ۱۱۱-۳ - دکمه‌های دستگاه اسیلوسکوپ سه‌بعدی

■ به منظور آشنایی بیشتر چند مدار را با اسیلوسکوپ سه بعدی ببندید و تمرین کنید تا در کاربرد این دستگاه مهارت کافی کسب نمایید.

سلف در مدار AC

■ در مدارهای AC چون جریان همواره در حال تغییر است، اندوکتانس اثری دائمی بر کار مدار می‌گذارد.

■ مدار شکل ۱۱۲ ۳- را ببندید. نرم‌افزار را راه‌اندازی کنید و سپس کلید مدار را در حالت وصل بگذارید. آیا لامپ روشن می‌شود؟ آیا آمپرمتر عددی را نشان می‌دهد؟



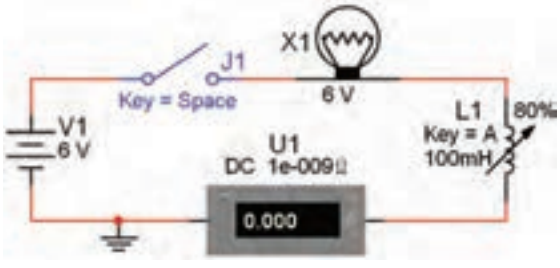
شکل ۱۱۲ ۳- روشن شدن لامپ با ولتاژ AC

■ فایل را ذخیره کنید.

نکته: هنگام اندازه‌گیری جریان در مدار AC،آمپرمتر را روی حالت AC بگذارید. هم چنین برای این‌که بتوانید مقدار جریان را با هر تغییر در مدار مشاهده کنید، باید پس از هر تغییر کمی صبر کنید تا میلی‌آمپرمتر فعال شود.

بررسی تاثیرهسته و فرکانس در مقاومت القایی سلف

■ مدار شکل ۱۱۳-۳ را ببندید. نرم‌افزار را راه‌اندازی کنید. سپس کلید را وصل نمائید. شدت جریان عبوری از مدار را یادداشت کنید. توجه داشته باشید که در این حالت سلف روی ۸۰ درصد قرار دارد و توان لامپ ۱۰ وات است.

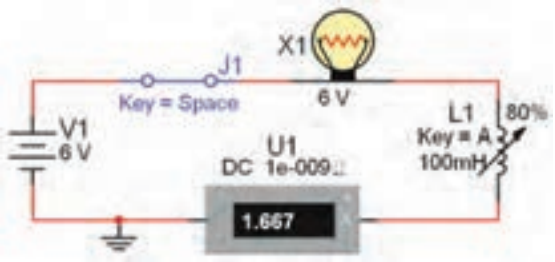


شکل ۱۱۳-۳ - اثر تغییر مقدار اندوکتانس در شدت جریان

■ اندوکتانس سلف را با فشار دادن بر روی کلید A به طور لحظه‌ای تغییر دهید. (کم و زیاد کنید). این عمل معادل به حرکت درآوردن هسته داخل سلف است.

■ با نگه داشتن کلید Shift و فشار دادن مرحله‌ای کلید A، مقدار سلف شروع به کاهش می‌کند. این امر به منزله بیرون آوردن هسته از داخل سلف است. این مرحله را به طور کامل انجام دهید.

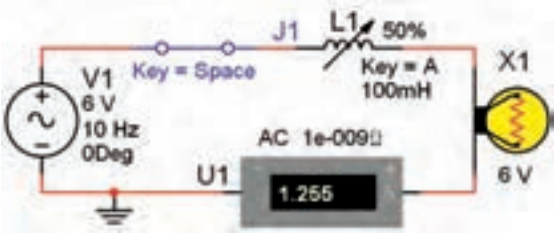
■ با توجه به شکل ۳-۱۱۴، به چه دلیل هنگام کاهش اندوکتانس، فیلامان لامپ سرخ می‌شود؟



شکل ۳-۱۱۴ - بررسی علت سرخ شدن فیلامان لامپ

■ فایل را ذخیره کنید.

■ مدار شکل ۳-۱۱۵ را ببندید. مدار را فعال کنید. سپس کلید A روی صفحه کلید را تغییردهید و به روشنایی لامپ توجه کنید. آیا جریان مدار متغیر است؟

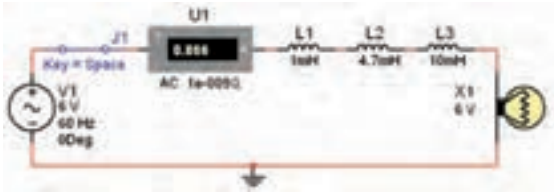


شکل ۳-۱۱۵ - بررسی اثر تغییر مقدار سلف در مدار با منبع AC

■ فایل را ذخیره کنید.

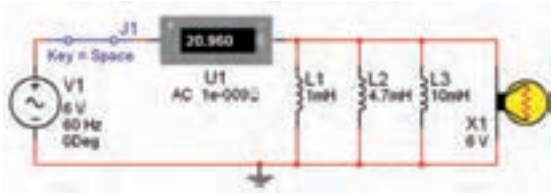
سری و موازی کردن سلف‌ها

■ مدار شکل ۳-۱۱۶ را ببندید و پس از راه‌اندازی مدار، فایل را ذخیره کنید.



شکل ۳-۱۱۶ - سری کردن سلف‌ها و لامپ در مدار AC

■ مدار شکل ۳-۱۱۷ را ببندید. شدت جریان مدار را اندازه‌گیری کنید و با مدار شکل ۳-۱۱۶ مقایسه نمائید.

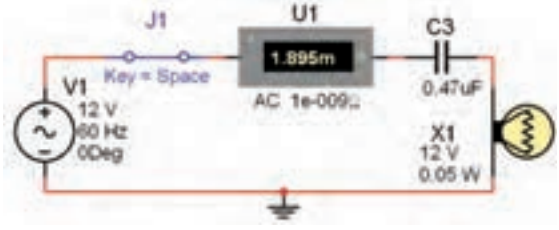


شکل ۳-۱۱۷ - موازی کردن سلف‌ها با لامپ

■ فایل را ذخیره کنید.

بررسی رفتار خازن در مدار AC

■ مدار شکل ۳-۱۱۸ را ببندید. پس ازراه‌اندازی نرم‌افزار، کلید j1 را وصل کنید. به عملکرد مدار توجه نمائید. نور لامپ چه وضعیتی دارد؟ آیا با توجه به نور لامپ جریان مدار متناسب با شکل موج ورودی تغییر می‌کند؟ آیا به نظر می‌رسد که خازن شارژ و دشارژ می‌شود؟



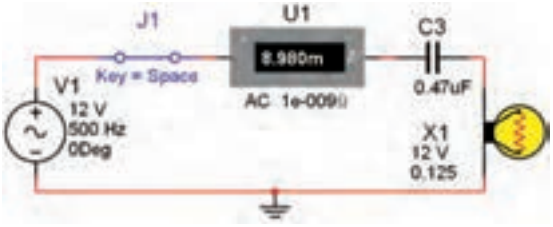
شکل ۳-۱۱۸ - رفتار خازن در مدار AC

■ فایل را ذخیره کنید.

■ طبق شکل ۳-۱۱۹ فرکانس منبع را از ۶۰Hz به ۵۰۰Hz افزایش دهید. سپس مدار را راه‌اندازی کنید و کلید j1 را وصل کنید.

■ به چه دلیل دراین مدار در مقایسه با مدار

شکل۱۱۸-۳ جریان افزایش یافته است و لامپ روشن می‌شود؟

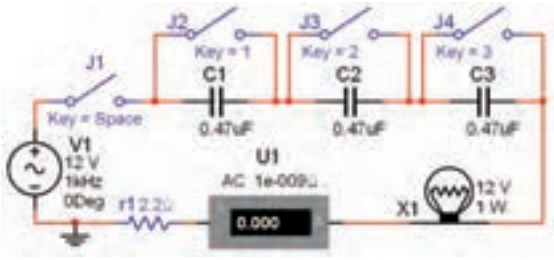


شکل ۱۱۹-۳ - افزایش فرکانس مدار

- فایل را ذخیره کنید.

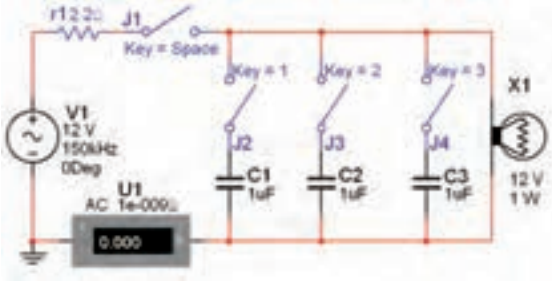
سری و موازی کردن خازن‌ها

- مدار شکل ۱۲۰-۳ را ببندید. در این مدار سه خازن را به صورت سری با لامپ بسته‌ایم و در دو سر هر خازن یک کلید به صورت موازی قرار داده‌ایم.



شکل ۱۲۰-۳ - بررسی عملکرد خازن‌ها به صورت سری در مدار

نکته مهم: با دو بار کلیک کردن روی کلید می‌توانید فرمان مربوط به عملکرد کلید را با استفاده از صفحه کلید کامپیوتر تغییر دهید. دراین مدار کلید j_1 با Space ،کلید j_2 ، عدد(۱)، کلید j_3 با عدد (۲) وکلید j_4 با عدد (۳) عمل می‌کند.



شکل ۱۲۱-۳ - اتصال سه خازن به صورت موازی با لامپ

- هنگامی که خازن‌ها را به ترتیب از مدار خارج می‌کنید، چه تاثیری روی جریان مدار و نور لامپ می‌گذارد؟
- فایل را ذخیره کنید.
- مدار شکل ۱۲۱-۳ را ببندید. در این مدار سه خازن را با لامپ به صورت موازی بسته‌ایم. هم‌چنین برای کنترل مدار با خازن یک کلید به صورت سری قرار دارد.
- نرم‌افزار را فعال کنید و کلید j_1 را ببندید. به نور لامپ و جریان مدار توجه کنید.
- کلیدها را به ترتیب ببندید و اثر آن‌ها را بر روی نور لامپ بررسی کنید، سپس فایل را ذخیره کنید.

دیود

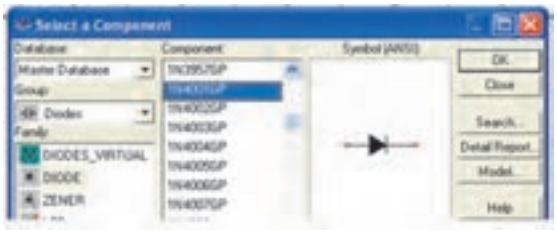
نکته: در هر مرحله که تغییری در مدار ایجاد می‌کنید نرم‌افزار را غیر فعال و سپس فعال کنید. هم‌چنین کمی صبر کنید تا آمپرمتر، جریان مدار را نشان دهد.

تشخیص دیود و نحوه بایاس کردن آن:

- دیود را از روی یکی از نوارهای قطعات Virtual ، Diode و 3D Components مطابق شکل ۱۲۲-۳ بر روی صفحه کار مجازی بیاورید.

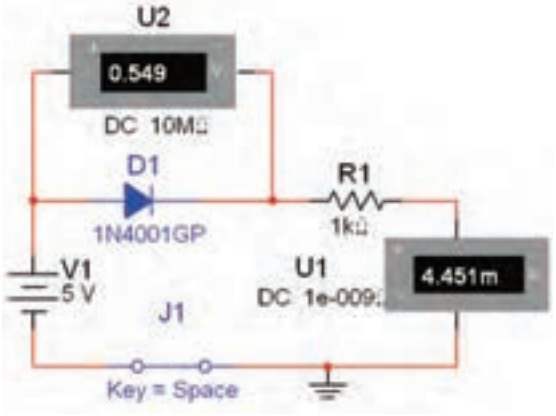
شکل ۱۲۲-۳ - قرار دادن دیود بر روی میز کار مجازی

■ هم‌چنین می‌توانید با استفاده از نوار Components گروه قطعات دیود مطابق شکل ۳-۱۲۳ دیود را روی میز کار مجازی انتقال دهید.



شکل ۳-۱۲۳ - قراردادن دیود روی صفحه کار مجازی

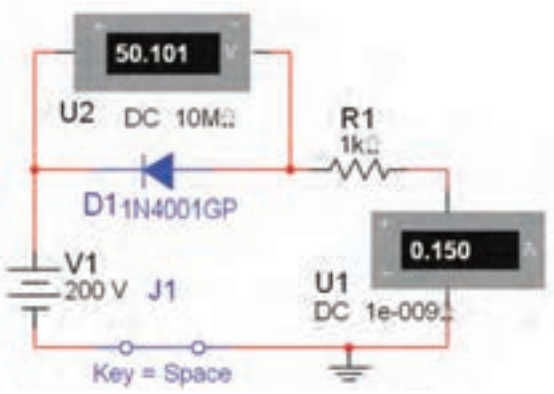
■ مدار شکل ۳-۱۲۴ را ببندید. این مدار نحوه بایاس کردن دیود را در بایاس مستقیم نشان می‌دهد. مدار را راه‌اندازی کنید. شدت جریان و ولتاژ را اندازه بگیرید.



شکل ۳-۱۲۴ - مدار بایاس مستقیم دیود

I_F = ... mA V_F = ...Volt

■ مدار شکل ۳-۱۲۵ را ببندید. این مدار نحوه بایاس کردن دیود را در حالت معکوس نشان می‌دهد. جریان عبوری از مدار و ولتاژ دو سر دیود را اندازه بگیرید.



شکل ۳-۱۲۵ - مدار بایاس معکوس دیود

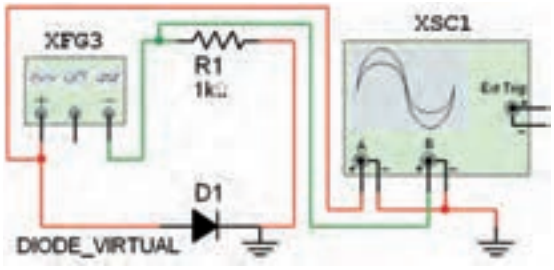
I_R = ... mA V_D = ...Volt

■ فایل را ذخیره‌کنید.

مشاهده منحنی مشخصه دیود

■ برای مشاهده منحنی مشخصه دیود از دستگاه اسیلوسکوپ استفاده کنید.

■ مدار شکل ۳-۱۲۶ را روی صفحه کار مجازی ببندید.



شکل ۳-۱۲۶- مدار نمایش منحنی مشخصه ولت آمپردیود

■ فانکشن ژنراتور را روی فرکانس ۱۰۰ HZ و دامنه ۲ Vp-p قرار دهید و نرم‌افزار را فعال کنید.

■ دستگاه اسیلوسکوپ را راه‌اندازی کنید و تنظیم‌های زیر را انجام دهید.

CH_A : Volt/Div = ۱ V/ Div

CH_B : Volt/ Div =۵۰۰ mV/Div

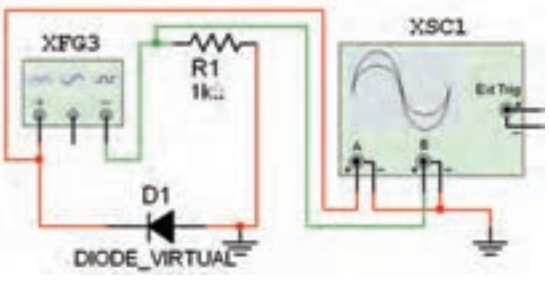
Time/Div = ۱۰ ms/Div

■ مدار را راه‌اندازی کنید. باید روی اسیلوسکوپ منحنی ولت آمپر دیود نمایش داده شود. در شکل ۱۲۷-۳ منحنی را مشاهده می‌کنید.

شکل ۱۲۷- ۳- منحنی مشخصه دیود در بایاس موافق و مخالف

توجه: برای مشاهده منحنی مشخصه دیود دکمه B/A و دکمه Invert کانال B را در دستگاه اسیلوسکوپ فعال کنید.

■ مطابق مدار شکل ۱۲۸-۳ جهت دیود را بر عکس کنید و منحنی مشخصه را ملاحظه نمائید.



شکل ۱۲۸-۳ - معکوس کردن دیود

■ مقادیر ولتاژ موافق و ولتاژ مخالف دو سر دیود را از روی منحنی مشخصه دیود اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

V_R = ... Volt	V_F = ... Volt

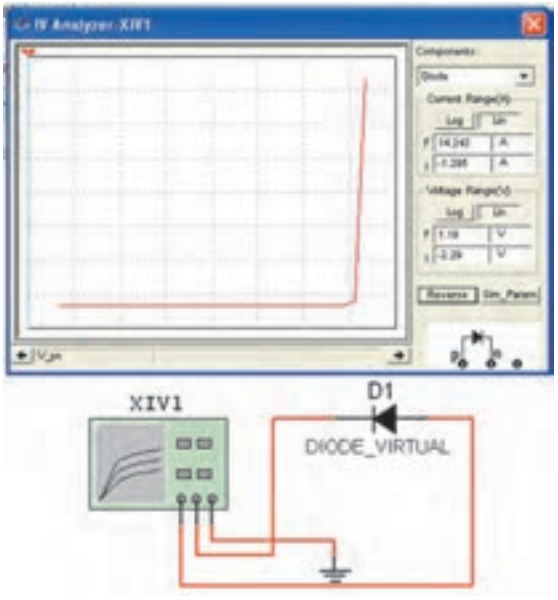
■ با توجه به ولتاژهای اندازه‌گیری شده، دیود از نوع سیلیسیومی است یا ژرمانیومی؟

■ برای مشاهده منحنی مشخصه دیود از دستگاه (منحنی‌نگار) IV-Analyzer نیز می‌توانید استفاده کنید. این دستگاه را از نوار ابزار (Instruments) بر روی صفحه کار بیاورید. شکل ۱۲۹-۳ دستگاه منحنی‌نگار یا تحلیل‌گر ولت‌آمپررا نشان می‌دهد.

شکل ۱۲۹-۳- دستگاه تحلیل‌گر ولت‌آمپر

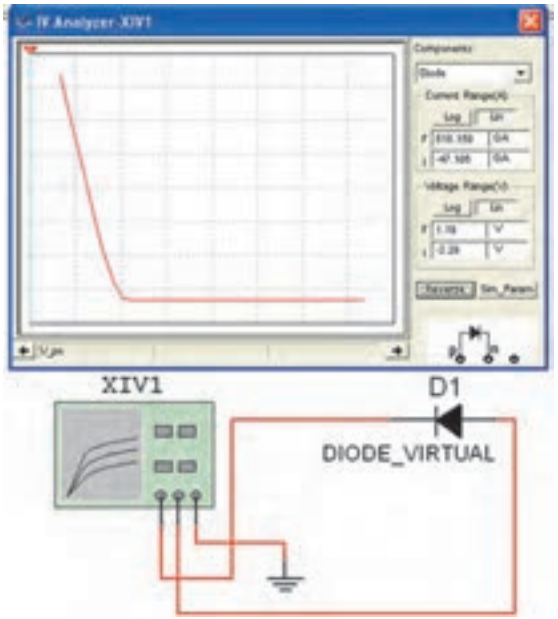
■ برای مشاهده منحنی مشخصه ولت‌آمپر دیود ابتدا باید در کادر Components روی دستگاه گزینه دیود را انتخاب کنید. سپس پایه آند دیود را به پایانه P و پایه کاتد را به پایانه N اتصال دهید. در نهایت اتصال زمین را به پایانه‌ای که در کنار پایانه N قرار دارد متصل کنید.

■ تنظیم‌ها را انجام دهید و مدار را مطابق شکل ۱۳۰-۳ راه‌اندازی کنید. برای سفید شدن رنگ زمینه دستگاه دکمه Reverse را فعال کنید.



شکل ۱۳۰-۳- منحنی مشخصه دیود در بایاس مستقیم

■ مطابق شکل ۱۳۱-۳، منحنی مشخصه دیود در بایاس معکوس را رسم کنید..

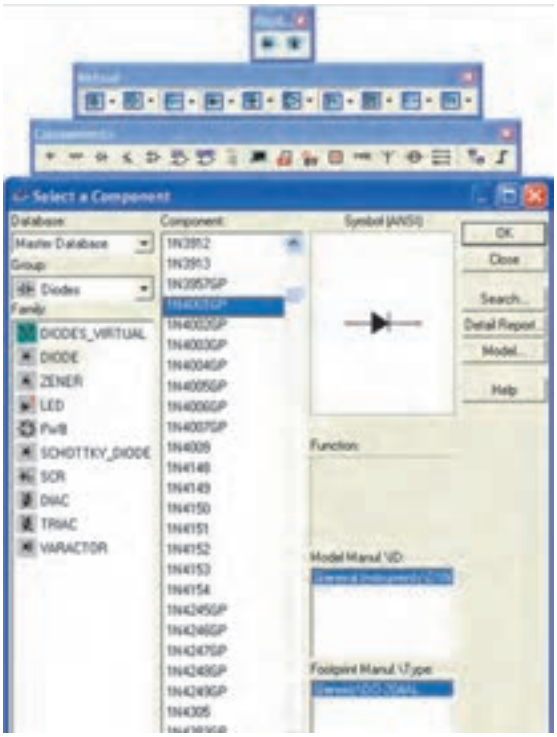


شکل ۱۳۱- ۳- منحنی مشخصه دیود در بایاس معکوس

■ فایل را ذخیره‌کنید.

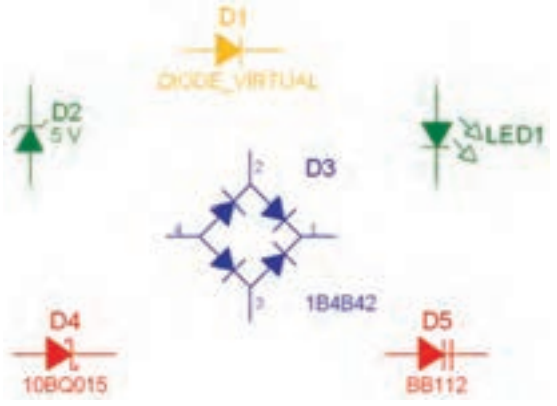
مشاهده انواع دیود:

■ انواع دیود را با استفاده از نوارهای شکل ۱۳۲- ۳ می‌توانید بر روی صفحه کار مجازی بیاورید.



شکل ۱۳۲-۳- قرار دادن دیود با استفاده از نوارهای نرم‌افزار

■ چند نمونه دیود را در شکل ۱۳۳- ۳ مشاهده می‌کنید. شما نیز با انتخاب دیودهای مختلف این تجربه را انجام دهید و آن قدر تکرار کنید تا کاملاً مسلط شوید.

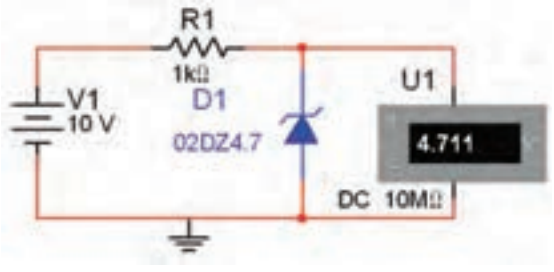


شکل ۱۳۳- ۳ - انواع دیود در نرم‌افزار

- به قسمت 3D Components مراجعه کنید. آیا در این قسمت دیودهایی وجود دارد که بتوانید آن‌ها را روی صفحه کار بیاورید؟
- با استفاده از انواع نمادهای گرافیکی انواع دیودها را ذخیره کنید.
- فایل‌هارا ذخیره کنید.

دیود زنر و آزمایش مربوطه:

- ولتاژ دو سر دیود زنر در بایاس معکوس مقدار ثابتی دارد. مدار شکل ۱۳۴-۳ را با استفاده از دیود زنر ببندید. به مقدار ولتاژ دیود زنر توجه کنید.

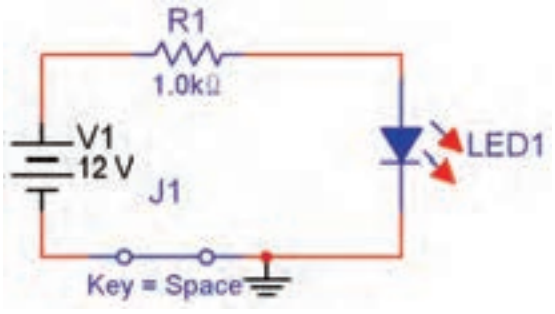


شکل ۱۳۴-۳ - اندازه‌گیری ولتاژ دیود زنر در بایاس معکوس

- اگر ولتاژ منبع تغذیه را تغییر دهید باز هم ولت‌متر همان ولتاژ را نشان خواهد داد، در مدار شکل ۱۳۴-۳ ثابت بودن ولتاژ را در دو سر دیود زنر پس از تغییر ولتاژ منبع تغذیه مشاهده می‌کنید. مراحل تغییر را تکرار کنید.
- فایل‌ها را ذخیره کنید.

دیود LED و مدارهای آن:

- مدار شکل ۱۳۵- ۳ را ببندید و نرم‌افزار را راه‌اندازی کنید در این حالت باید دیود LED روشن شود.



شکل ۱۳۵- ۳ - مدار آزمایش دیود LED

- با تغییر دیودهای LED در مدار شکل ۱۳۵- ۳ روشن شدن آن را در رنگ‌های مختلف تجربه کنید.
- مدار شکل ۱۳۵- ۳ را با استفاده از LED در نوار 3DComponents ببندید.
- فایل را ذخیره کنید.
- یکی از کاربردهای دیود LED استفاده از آن در نمایش اعداد در هفت قطعه‌ای (Seven Segment 7S) است. هفت قطعه‌ای را از نوار قطعات مطابق مسیر شکل ۱۳۶-۳ به روی میز کار مجازی بیاورید.

Indicator ➢ Hex Display ➢ Component

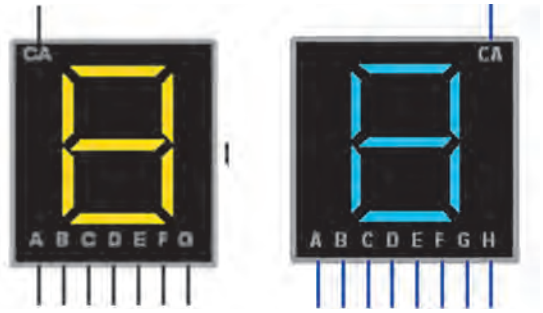
شکل ۱۳۶- ۳- قرار دادن 7S بر روی صفحه کار

■ قطعه 7S در رنگ‌های مختلف را به روی صفحه کار بیاورید و انواع آن را مشاهده کنید.

■ برای نمایش دو رقم می‌توانید از 7S دورقمی استفاده کنید. در شکل ۱۳۷- ۳ این 7S را مشاهده می‌کنید.

شکل ۱۳۷- ۳ - انتخاب 7S دو رقمی

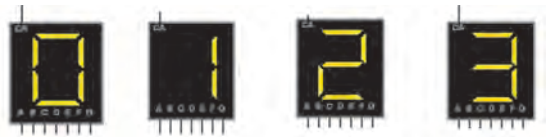
■ با استفاده از نوار قطعات دو نوع 7S مختلف را مطابق شکل ۱۳۸-۳ برروی صفحه کار بیاورید . با توجه به شکل چه تفاوتی بین آن‌ها مشاهده می‌کنید؟



شکل ۱۳۸- ۳- دو نوع 7S موجود در نرم‌افزار

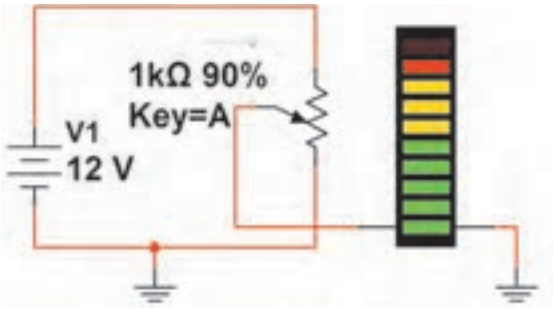
توجه: در نرم‌افزار مولتی‌سیم برای روشن شدن هفت قطعه‌ای باید مدار راه‌انداز مربوط به آن را به 7S وصل و کامل کرد.

■ در شکل ۱۳۹-۳ ارقام صفر تا نه را که با استفاده از مدار شمارنده روشن شده است مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۳۹- ۳- نمایش اعداد یک رقمی با استفاده از 7S

■ یکی دیگر از انواع چندقطعه‌ای‌ها بارگراف Bargraph است. بارگراف‌ها معمولاً دارای تعدادی LED هستند که در کنار هم قرار دارند و با اعمال ولتاژ به آن‌ها با توجه به میزان ولتاژ ورودی LEDها روشن می‌شوند، در شکل ۱۴۰-۳ یک نمونه بارگراف موجود در نرم‌افزار را ملاحظه می‌کنید.



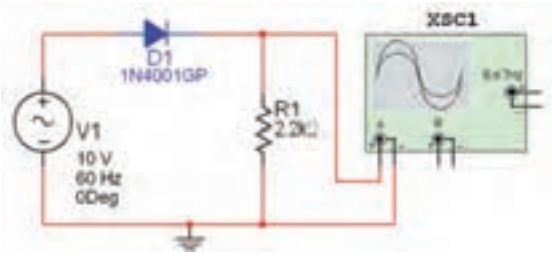
شکل ۱۴۰-۳ - مدار بارگراف

■ بارگراف موجود در نرم‌افزار ۱۰ دیود دارد که با افزایش ولتاژ در پله‌های یک ولتی روشن می‌شود. مدار شکل ۱۴۰-۳ را ببندید و ولتاژ را توسط پتانسیومتر به تدریج از یک ولت به ۱۲ ولت افزایش دهید. به نتایج به دست آمده توجه کنید.

■ فایل را ذخیره کنید.

مدارهای یک‌سوساز نیم‌موج و تمام‌موج:

■ مدار شکل ۱۴۱-۳ یک‌سوکننده نیم‌موج را نشان می‌دهد. برای مشاهده شکل موج روی دستگاه اسیلوسکوپ دو بار کلیک کنید. در این حالت کلید DC دستگاه اسیلوسکوپ باید فعال باشد.

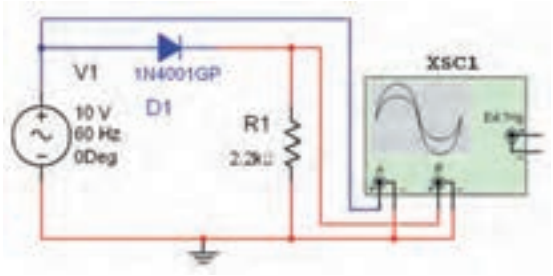


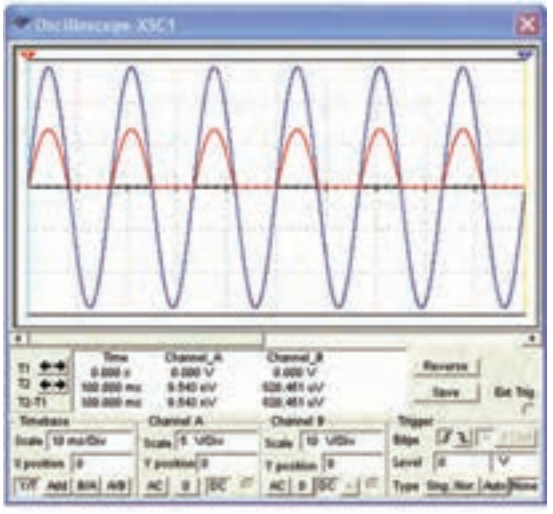
شکل ۱۴۱- ۳- مدار و شکل موج یک‌سوساز نیم موج

■ برای مشاهده هم زمان شکل موج‌های ورودی و خروجی کانال A دستگاه اسیلوسکوپ را به ورودی منبع تغذیه و کانال B دستگاه اسیلوسکوپ را به خروجی مدار وصل کنید. برای تفکیک رنگ شکل موج‌های ورودی و خروجی نمایش داده شده روی صفحه اسیلوسکوپ رنگ سیم متصل شده به یکی از کانال‌ها را تغییر دهید.

■ برای مشاهده هم زمان ورودی و خروجی، مدار شکل ۱۴۱- ۳ را به صورت شکل ۱۴۲- ۳ درآورید. شکل موج‌های ورودی و خروجی را از نظر نوع شکل و مقدار دامنه با هم مقایسه کنید.

■ فایل را ذخیره کنید.



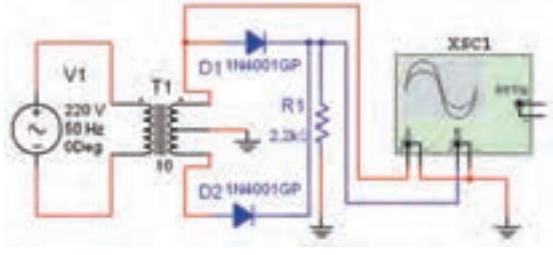


شکل ۱۴۲- ۳- مدار یک‌سوساز نیم موج و شکل موج‌های آن

■ در مدار یک‌سوساز نیم‌موج می توانید از ترانسفورماتور نوار Virtual نیزاستفاده کنید.

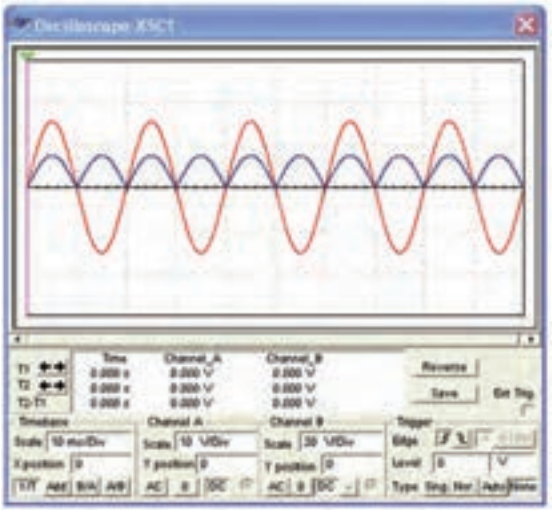
■ فایل را ذخیره کنید.

■ برای یک‌سوسازی تمام موج از دو روش می‌توان استفاده کرد. یکی از روش‌ها قراردادن دو دیود و ترانسفورماتور با سر وسط (سه سر متقارن) در مدار است. مدار شکل ۱۴۳-۳ را ببندید.



شکل ۱۴۳- ۳- مدار یک‌سوساز تمام موج با ترانسفورماتور سر وسط

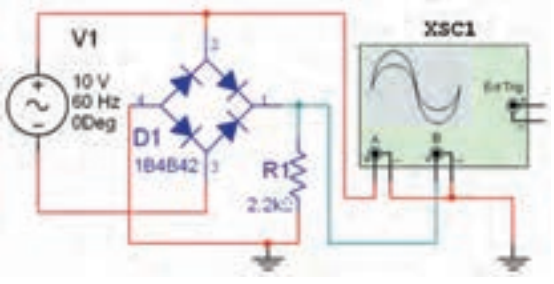
■ در شکل ۱۴۴-۳ شکل موج‌های ورودی و خروجی را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۴۴-۳ - شکل موج‌های یک‌سوساز تمام موج

■ فایل را ذخیره کنید.

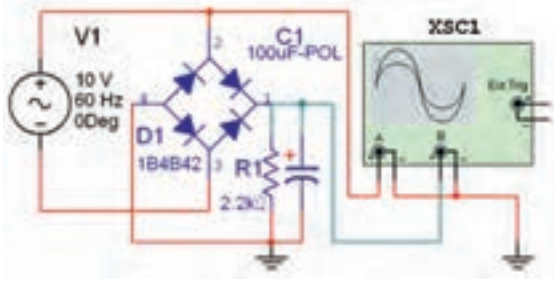
■ روش دوم برای یک‌سوسازی تمام موج استفاده از دیود به صورت پل یا پل دیود است. پل دیود را از نوار Components قسمت دیود انتخاب کنید. مدار شکل۱۴۵-۳ را ببندید و شکل موج‌های ورودی و خروجی را ببینید و آن‌ها را با شکل موج‌های شکل ۱۴۴- ۳ مقایسه کنید.



شکل ۱۴۵-۳- مدار یک‌سوساز تمام موج پل

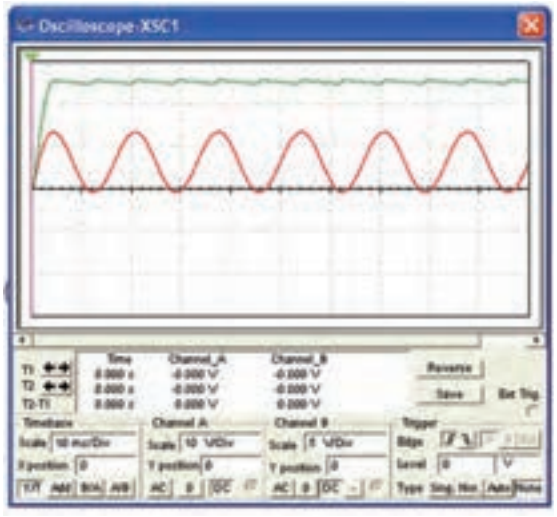
■ آیا می‌توانید با استفاده از ترانسفورماتور نیز مدار یک‌سوساز تمام موج پل دیود را ببندید؟ تجربه کنید.

■ خازن صافی را در مدار تمام موج پل دیود قرار دهید و مدار را طبق شکل ۱۴۶- ۳ را ببندید.



شکل ۱۴۶- ۳ - یک‌سوساز تمام موج با خازن صافی

■ شکل موج‌های ورودی و خروجی مدار باید مشابه شکل ۱۴۷-۳ باشد. آن‌ها را مشاهده کنید.

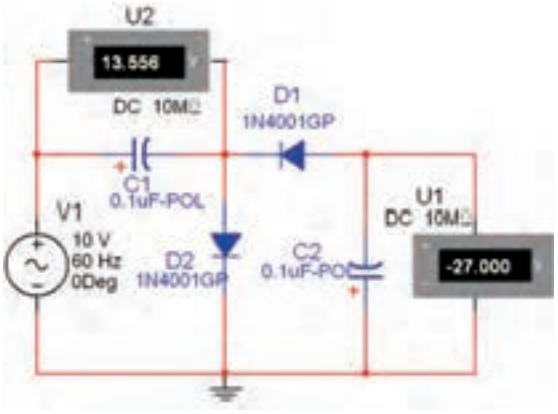


شکل ۱۴۷- ۳- شکل موج یک‌سوساز تمام موج با خازن صافی

■ فایل را ذخیره کنید.

بستن مدارهای چند برابر کننده ولتاژ

■ با استفاده از دیود و خازن می‌توان علاوه بر یک‌سوسازی ولتاژ متناوب، مقادیر ولتاژ خروجی را نیز چند برابر کرد. مدار دو برابرکننده شکل ۱۴۸-۳ را ببندید و ولتاژهای ورودی و خروجی را اندازه بگیرید.



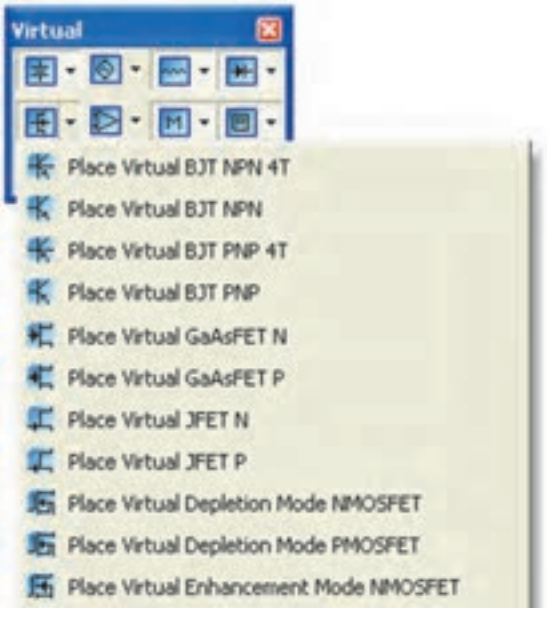
۱۴۸- ۳ - مدار دو برابر کننده

■ چه رابطه‌ای بین ولتاژ دو سر خازن C1 و ولتاژ خروجی مدار وجود دارد؟

■ فایل را ذخیره کنید.

ترانزیستور

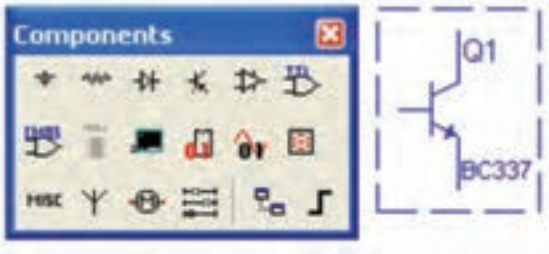
■ برای انجام آزمایش لازم است با استفاده از نرم‌افزار نحوه قرار دادن ترانزیستور و علامت فنی آن را تجربه کنید. برای این منظور ترانزیستور را از طریق نوار Virtual مطابق شکل ۱۴۹-۳ بر روی صفحه کار بیاورید.



شکل ۱۴۹-۳ - نحوه قراردادن ترانزیستور ازطریق نوار مجازی

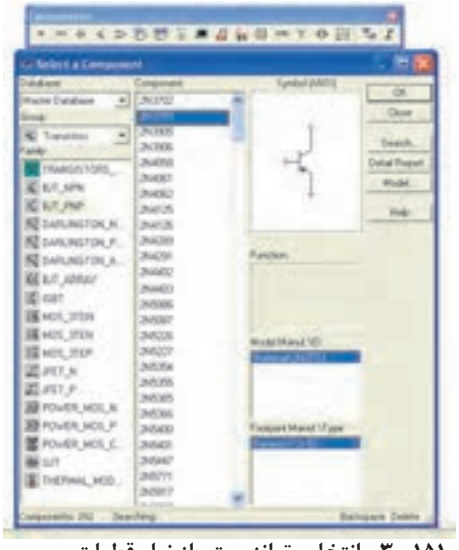
■ با استفاده از قسمت ترانزیستور در نوار Virtual، می‌توانید انواع ترانزیستور را بر روی صفحه کار مجازی بیاورید. با تکرار این مرحله، تسلط و آشنایی با انواع ترانزیستورها را تجربه کنید.

■ با استفاده از نوار Components Transistor نیز می‌توانید مطابق شکل ۱۵۰- ۳ انواع ترانزیستور را بر روی صفحه کاربیاورید.



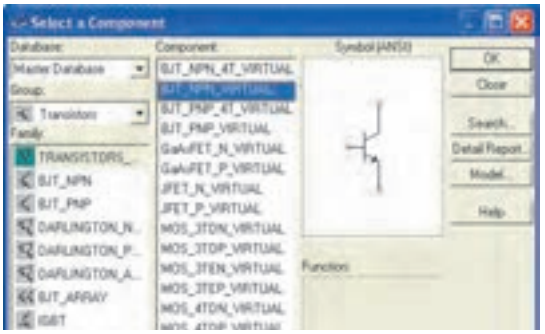
شکل ۱۵۰- ۳ - نحوه قراردادن ترانزیستور

■ برای آوردن ترانزیستور، ابتدا روی نوار قطعات Components کلیک کنید تا منوی Select a Component باز شود. در زبانه Group نام ترانزیستور را مشاهده می‌کنید. در منوی Family طبق شکل ۱۵۱-۳ گزینه‌های Transistor، BJT_NPN و.... وجود دارد.



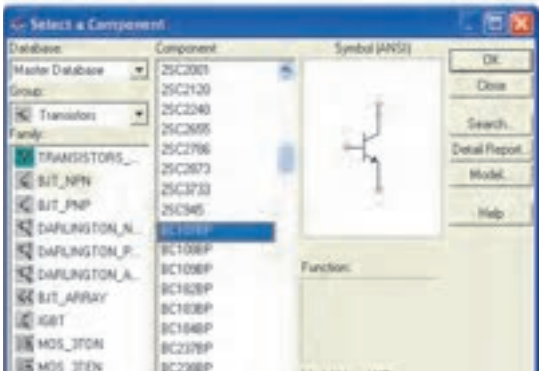
شکل ۱۵۱- ۳- انتخاب ترانزیستوراز نوار قطعات

■ اگر مطابق شکل ۱۵۲- ۳ روی گزینه TRANSISTORS – ... کلیک کنید، ترانزیستورهای Virtual انتخاب می‌شود.



شکل ۱۵۲- ۳- انتخاب ترانزیستور از نوع مجازی

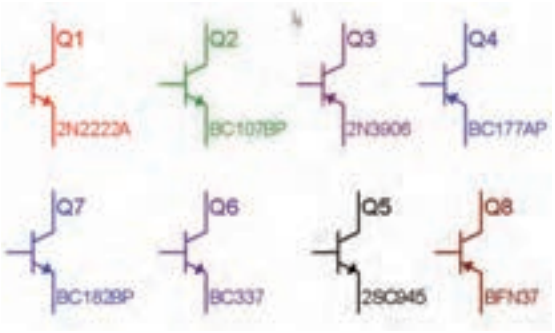
■ در صورتی که طبق شکل ۱۵۳- ۳ روی گزینه‌های BJT_NPN یا BJT_PNP کلیک کنید، ترانزیستورها مانند شکل ۱۵۳-۳ با شماره مشخص ظاهر خواهد شد.



شکل ۱۵۳- ۳- انتخاب ترانزیستور با شماره خاص

■ با استفاده از روش‌هایی که فرا گرفتید، انواع ترانزیستور را بر روی صفحه کار بیاورید، تا با ترانزیستورهای مختلف آشنا شوید.

■ اگر از نوار Components استفاده کنید، در فهرست ترانزیستورها، انواع ترانزیستور با شماره فنی آن مشخص شده است. در این حالت می توانید با انتخاب نوع و شماره مورد نظر، ترانزیستور را بر روی صفحه‌کار بیاورید. شکل ۱۵۴-۳ چند نوع ترانزیستور را با شماره فنی آن نشان می‌دهد.

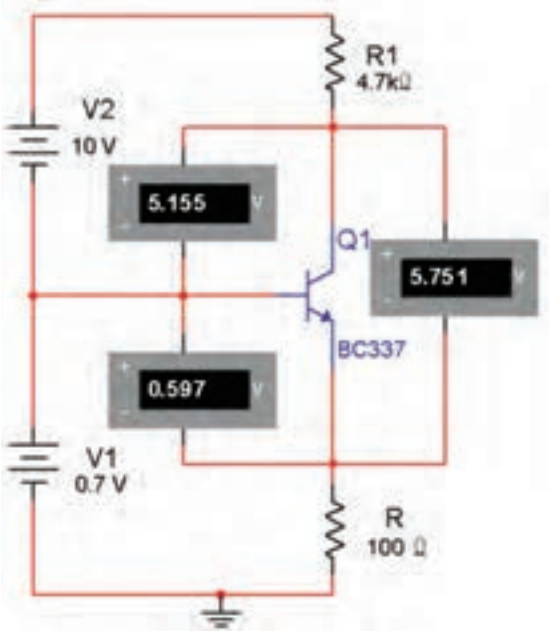


شکل ۱۵۴- ۳ - انواع ترانزیستوربا شماره فنی

■ فایل را ذخیره کنید.

نحوه بایاسینگ ترانزیستور

■ برای این که ترانزیستور بتواند به عنوان تقویت‌کننده، سوئیچ و... عمل کند، باید ترانزیستور را از نظر dc تغذیه کنیم، اعمال ولتاژ به پایه‌های ترانزیستوررا بایاسینگ ترانزیستور می‌نامند. مدار شکل ۱۵۵-۳ نوعی بایاسینگ ترانزیستور را نشان می‌دهد.

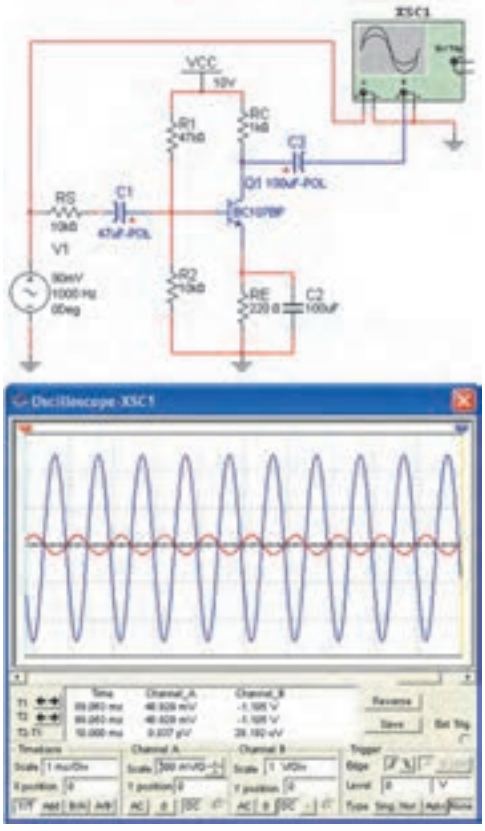


شکل ۱۵۵- ۳ - نوعی بایاسینگ ترانزیستور

نکته: همان‌طور که مشاهده می‌شود، شرط هدایت در ترانزیستور این است که: دیود بیس امیتر در بایاس موافق و دیود بیس کلکتور در بایاس مخالف قرار گیرد.

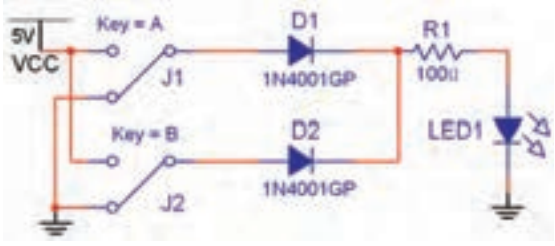
مدار تقویت‌کننده امیتر مشترک

- برای تقویت ولتاژ یا جریان یک سیگنال الکتریکی لازم است مدار را از نظر ولتاژ DC (یکی از انواع بایاسینگ) به طور صحیح تغذیه کنیم، پس از بایاسینگ می‌توانیم با اعمال سیگنال به ورودی مدار، سیگنال تقویت شده را از خروجی تقویت‌کننده دریافت کنیم.
- مدار شکل ۱۵۶-۳ یک نمونه از تقویت‌کننده امیتر مشترک را نشان می‌دهد. مدار را ببندید و شکل موج ورودی و خروجی را مشاهده کنید.



شکل ۱۵۶- ۳ تقویت‌کننده امیترمشترک و شکل موج‌های آن

نکته: برای مشاهده دامنه ورودی حوزه کار Volt/Div را کوچک‌تر از خروجی تنظیم کرده‌ایم.

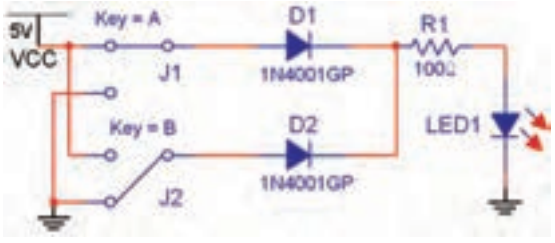


شکل ۱۵۷-۳ - مدار دیودی گیت OR

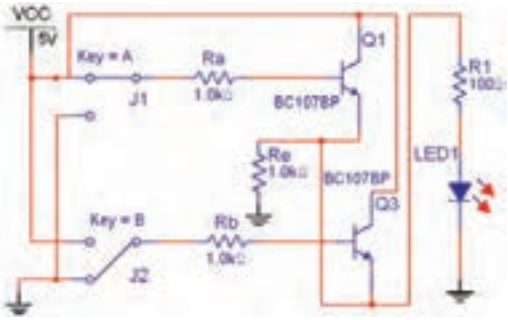
- دستگاه اسیلوسکوپ را به خروجی مدار وصل کنید، (در این حالت باری به مدار وصل نیست). دامنه سیگنال ورودی را آن قدر تغییر دهید تا دامنه سیگنال خروجی روی ۵ ولت پیک تا پیک تنظیم شود.
- فایل را ذخیره‌کنید.

دروازه‌های منطقی

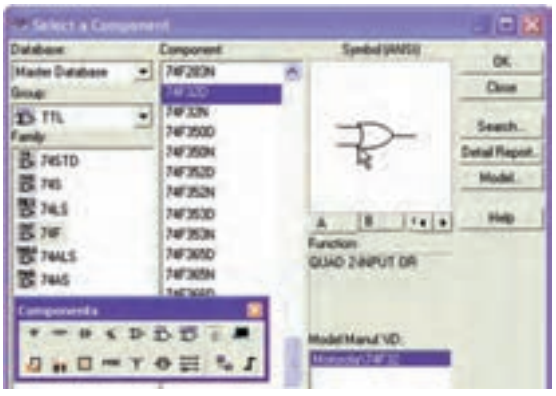
- دروازه‌های منطقی شکل۱۵۷-۳ تا ۱۶۱-۳ را ترسیم کنید، سپس مدارها را راه‌اندازی کرده و فایل‌ها را دخیره کنید.



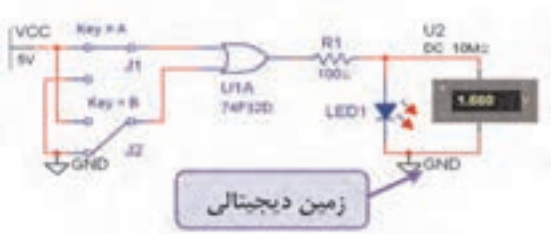
شکل ۱۵۸-۳ - مدار دیودی گیت OR



شکل ۳-۱۵۹ - مدار ترانزیستوری گیت OR

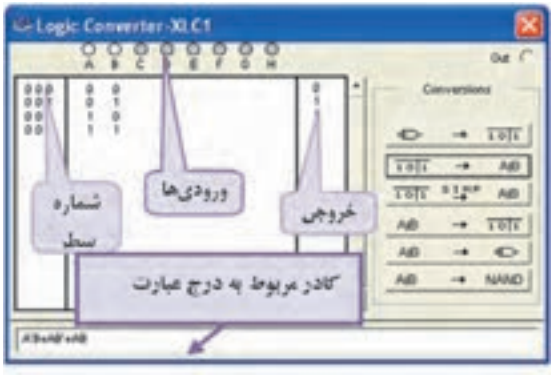


شکل ۳-۱۶۰ - نحوه انتخاب گیت منطقی OR

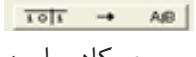


شکل ۳-۱۶۱ - مدار گیت منطقی OR

■ در نرم‌افزار مولتی‌سیم دستگاهی به نام Logic Converter یا مبدل منطقی وجود دارد که می‌توانید عملیات مختلفی را با آن انجام دهید. به عنوان مثال اگر جدول صحت گیتی را بنویسید، با فعال کردن یکی از دکمه‌های این دستگاه عبارت بولی گیت مورد نظر نوشته می‌شود و هم‌چنین می‌توانید مداری را طراحی کنید و جدول صحت و عبارت منطقی آن را ملاحظه نمائید. شکل ۳-۱۶۲ موقعیت دستگاه مبدل منطقی را در نرم‌افزار نشان می‌دهد.



شکل ۳-۱۶۲ - موقعیت دستگاه مبدل منطقی در نرم‌افزار

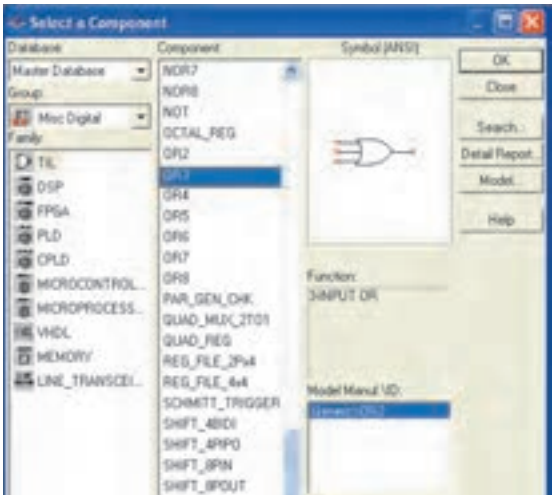
■ دستگاه Logic Converter را بر روی صفحه آزمایشگاه مجازی بیاورید. ورودی‌های مدار را از قسمت‌های A، B و .... انتخاب کنید. اگر دو ورودی را انتخاب کنید، چهار سطر و دو ستون برای ورودی‌ها شکل می‌گیرد و به ترتیب اعداد صفر و یک منطقی را مطابق اعداد باینری به ورودی‌ها اختصاص می‌دهد. در این جدول، ستون اول از سمت چپ شماره سطر و ستون دوم در وسط مربوط به ورودی‌ها و ستون سوم از سمت چپ خروجی را نشان می‌دهد. با کلیک کردن بر روی علامت سؤال در ستون خروجی جدول، یک بار عدد صفر و با کلیک مجدد عدد یک به خروجی هر سطر اختصاص داده می‌شود. به این ترتیب می‌توانید خروجی دل‌خواه خود را بنویسید. به عنوان مثال برای گیت OR به ترتیب اعداد باینری ۰، ۱، ۱ و ۱ را برای خروجی تعیین کنید. با فعال کردن دکمه  عبارت بولی مربوط به جدول صحت بر روی کادر پایین صفحه نوشته می‌شود.

■ در شکل ۳-۱۶۳ کلیدهای مربوط به تبدیل را در دستگاه مبدل منطقی مشاهده می‌کنید.

شکل ۳-۱۶۳ -کلیدهای مربوط به دستگاه مبدل منطقی

■ با توجه به شکل ۳-۱۶۳ در می‌یابیم که دستگاه مبدل منطقی می‌تواند کاربردهای گسترده‌ای داشته باشد.

■ گیت منطقی OR با سه ورودی را از قسمت Misc Digital مطابق شکل ۳-۱۶۴ بر روی صفحه کار نرم‌افزار بیاورید.



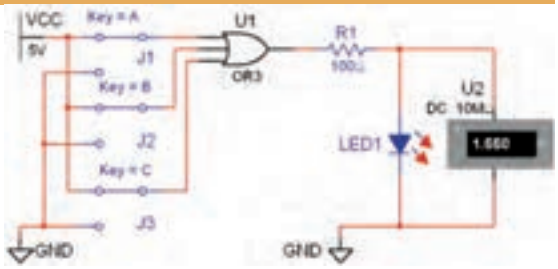
شکل ۳-۱۶۴ - نحوه استفاده از گیت OR با سه ورودی

■ مدار شکل ۳-۱۶۵ را ببندید و با تغییر کلیدهای ورودی جدول صحت ۳-۳ را کامل نمائید.

نکته مهم: با استفاده از قسمت Misc Digital می‌توانید از انواع گیت‌ها، با تعداد ورودی دل‌خواه (تا ۸ ورودی) برای طراحی مدار استفاده کنید.

جدول ۳-۳ - جدول صحت گیت OR با سه ورودی

کلید A	کلید B	کلید C	خروجی(F)
۰	۰	۰	
۰	۰	۱	
۰	۱	۰	
۰	۱	۱	
۱	۰	۰	
۱	۰	۱	
۱	۱	۰	
۱	۱	۱	



شکل ۳-۱۶۵ - مدار گیت OR با سه ورودی

■ با استفاده از قسمت Misc Digital گیت‌های OR که بیش از سه ورودی دارند را ببندید و نتایج به دست آمده را بنویسید.

■ یکی دیگر از قابلیت‌های دستگاه مبدل منطقی، نوشتن عبارت منطقی گیت یا مدار منطقی است پس از

این‌که جدول مدار گیت را تکمیل کردید، دکمه تبدیل جدول به عبارت را فعال نمائید. عبارت منطقی مربوط به مدار در کادر پایین صفحه دستگاه ظاهر می‌شود. شکل ۱۶۶-۳ موقعیت این دکمه و کادر عبارت منطقی را نشان می‌دهد.

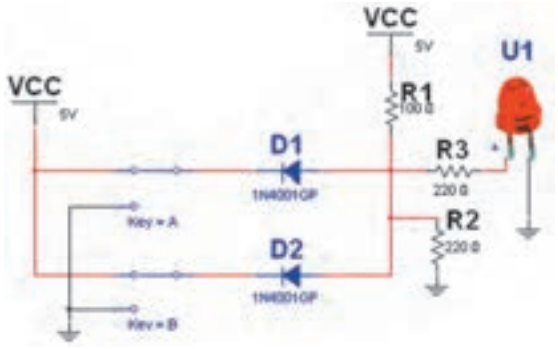
شکل ۱۶۶-۳ - موقعیت دکمه تبدیل جدول به عبارت منطقی

■ با فعال کردن دکمه simplify شکل ساده شده عبارت منطقی در کادر مربوطه ظاهر خواهد شد، شکل ۱۶۷-۳.

شکل ۱۶۷-۳ - موقعیت دکمه ساده کردن عبارت منطقی

دروازه منطقی AND

■ مدار شکل ۱۶۸-۳ را ببندید. این مدار مربوط به دروازه منطقی دیودی گیت AND است.



شکل ۱۶۸-۳ - مدار دیودی گیت AND در حالتی که هر دو کلید A و B وصل است.

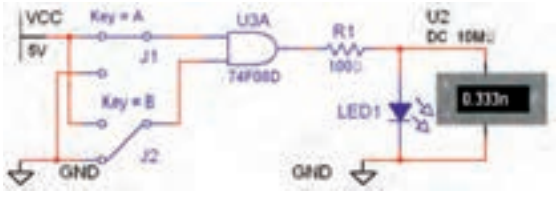
■ در مدار شکل ۱۶۸-۳ از دیود LED واقعی استفاده شده است.

■ کلیدهای مدار شکل ۱۶۸-۳ را تغییر وضعیت دهید و جدول صحت ۴-۳ را کامل کنید.

جدول ۴-۳ - جدول صحت گیت AND با دو ورودی

کلید A	کلید B	خروجی(F)
۰	۰	
۰	۱	
۱	۰	
۱	۱	

■ گیت منطقی AND به شماره فنی ۷۴F۰۸D را از قسمت گیت‌های منطقی TTL بر روی صفحه کار آزمایشگاه مجازی بیآورید. مدار شکل ۱۶۹-۳ را ببندید. کلیدهای مدار را مطابق جدول ۵-۳ تغییر وضعیت دهید و رفتار مدار را ببینید.



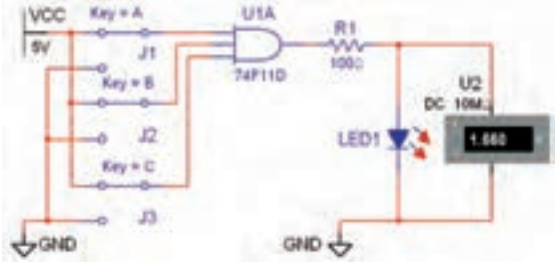
شکل ۱۶۹-۳ - مدار گیت AND

جدول ۳-۵ - جدول صحت گیت AND با دو ورودی

کلید A	کلید B	خروجی(F)
۰	۰	
۰	۱	
۱	۰	
۱	۱	

■ آیا می‌توانید با استفاده از دستگاه مبدل منطقی جدول صحت گیت AND را بنویسید و عبارت بولی این گیت را مشاهده نمائید؟ تمرین کنید.

■ با استفاده از گیت منطقی ۷۴F۱۱D که یک دروازه‌ی منطقی AND با سه ورودی است، مداری را مطابق شکل ۳-۱۷۰ ببندید و جدول صحت ۳-۶ را کامل نمائید.



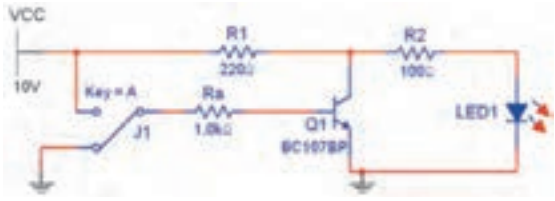
شکل ۳-۱۷۰ - مدار گیت منطقی AND با سه ورودی

جدول ۳-۶ - جدول صحت گیت AND با سه ورودی

کلید A	کلید B	کلید C	خروجی(F)
۰	۰	۰	
۰	۰	۱	
۰	۱	۰	
۰	۱	۱	
۱	۰	۰	
۱	۰	۱	
۱	۱	۰	
۱	۱	۱	

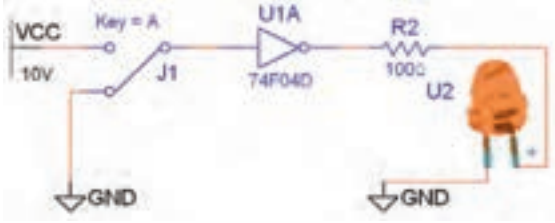
دروازه منطقی NOT

■ با استفاده از ترانزیستور، مدار شکل ۳-۱۷۱ را ببندید و مدار را راه‌اندازی کنید.



شکل ۳-۱۷۱- مدار ترانزیستوری گیت NOT

■ گیت منطقی NOT به شماره فنی ۷۴F۰۴D را از قسمت گیت‌های منطقی TTL بر روی صفحه کار آزمایشگاه مجازی بیاورید. مدار شکل ۳-۱۷۲ را ببندید.



شکل ۳-۱۷۲ - مدار گیت منطقی NOT

■ کلید مدار را مطابق جدول ۳-۷ تغییر دهید و جدول را کامل کنید.

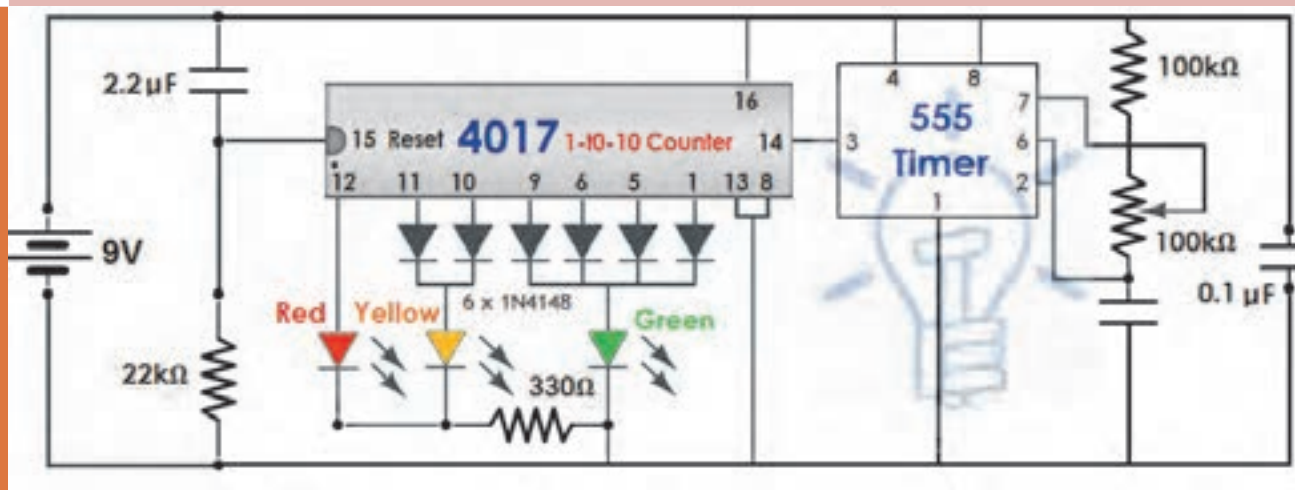
■ فایل‌ها را ذخیره کنید.

جدول ۳-۷ - جدول صحت گیت NOT

کلید A	خروجی(F)
۰	
۱	

فصل ۴

اجرای پروژه

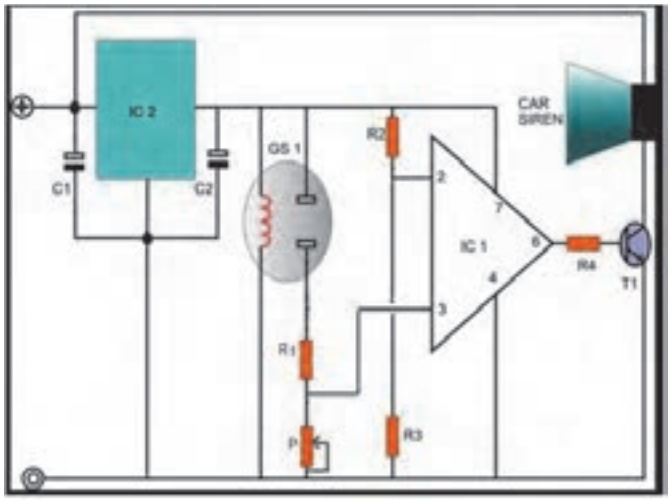


فرایند اجرای پروژه

- با توجه به آموخته‌های خود در فصل‌های اول تا سوم، در این بخش تعدادی پروژه نقشه‌کشی و شبیه‌سازی رایانه‌ای مرتبط با الکترونیک را به اجرا در آورید. در فرایند اجرا موارد زیررا رعایت‌کنید.
- جدول نقشه را ترسیم‌کنید و مشخصات کامل، تاریخ، نسخه (ویرایش) و موارد دیگر را روی آن درج نمائید.
- نقشه داده شده در هر پروژه را با استفاده از نرم‌افزار با مقیاس مناسب ترسیم‌کنید.توجه‌داشته باشید که نقشه ترسیمی شما باید در صفحه A۴ که در آن نقشه را ترسیم‌کرده‌اید جا بگیرد.
- پس از ترسیم مدار در صورت امکان آن را راه‌اندازی کنید و شبیه‌سازی آن را ببینید.
- پس از اتمام نقشه‌کشی و راه‌اندازی، فایل را با پسوند نرم‌افزاری و به‌صورت PDF یا Word ذخیره‌کنید.
- پس از اتمام نقشه‌کشی تمام پروژه‌ها، آن‌ها را در یک فایل Word یا PDF تجمیع‌کنید و فایل را به مربی خود ارائه دهید.

پروژه شماره ۱: آشکارساز گاز

- در مدار شکل ۱-۴ IC1، آی‌سی مقایسه‌گر با شماره فنی µA۷۴۱ و IC2 ، آی‌سی رگولاتور با شماره فنی ۷۸۰۵ و GS1 سنسور گاز با شماره فنی TGS813 است.



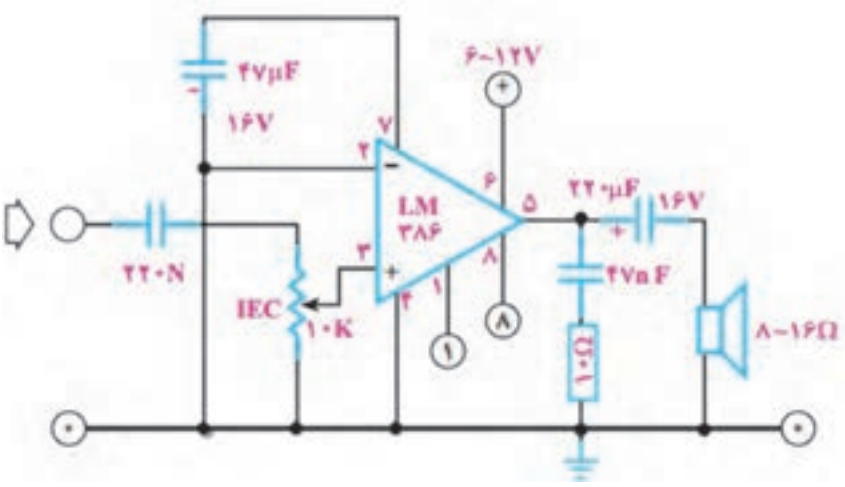
شکل ۱-۴- آشکارساز گاز

- در شکل ۲-۴ شکل ظاهری این سنسور ولیست قطعات مدار آشکارساز گاز را مشاهده می‌کنید. ولتاژ تغذیه مدار ۹ ولت است. نقشه را با نمادهای استاندارد موجود در نرم‌افزار با دقت و چیدمان مناسب ترسیم و در صورت امکان شبیه‌سازی کنید، سپس فایل را ذخیره نمائید.

شکل ۲-۴ - سنسور گاز و لیست قطعات مدار

پروژه شماره ۲: تقویت‌کننده صوتی

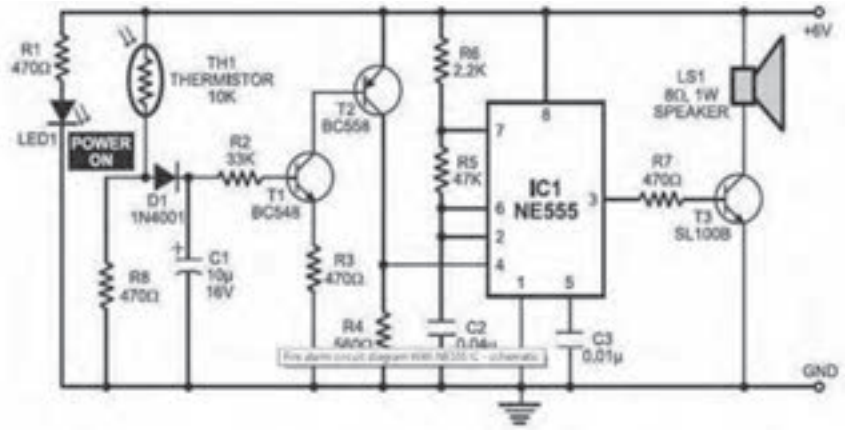
■ مدار شکل ۳-۴ یک تقویت‌کننده صوتی است که با آی‌سی LM386 طراحی و ترسیم شده است. این تقویت‌کننده می‌تواند تا چند صد میلی‌وات توان موثر را به خروجی تحویل دهد. برای سیگنال‌های ضعیف مانند سیگنال خروجی میکروفون، باید یک تقویت‌کننده اولیه(Preamplifier) به ورودی این مدار متصل نمود. نقشه مدار را با نمادهای استاندارد موجود در نرم‌افزار با دقت و چیدمان مناسب ترسیم و در صورت امکان شبیه‌سازی کنید و در پایان فایل را ذخیره نمائید.



شکل ۳-۴ -تقویت‌کننده صوتی

پروژه شماره ۳: مدار هشداردهنده آتش‌سوزی

■ در مدار شکل ۴-۴ از آی‌سی ۵۵۵ برای تولید صدای آژیر استفاده شده است. سنسور حساس به حرارت در مدار، ترمیستور NTC است. با گرم‌شدن NTC ترانزیستور فعال‌شده و فرمان لازم را به مولد فرکانس آژیر می‌دهد و آن را فعال می‌کند. نقشه مدار را با نمادهای استاندارد موجود در نرم‌افزار با دقت و چیدمان مناسب ترسیم و در صورت امکان شبیه‌سازی کنید و در پایان فایل را ذخیره نمائید.



شکل ۴-۴ مدار هشداردهنده آتش‌سوزی

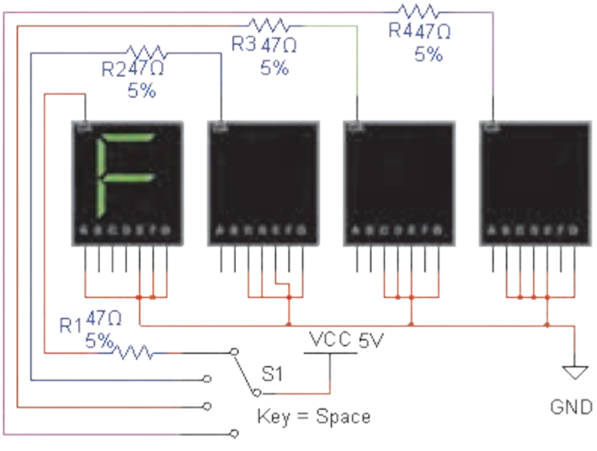
پروژه شماره ۴: کلید فرمان با نور

مدار شکل ۵-۴ کلید فرمان با نور است که در آن از آی‌سی µA۷۴۱ استفاده شده است. این مدار به‌طور اتوماتیک با روشنایی یا تاریکی تحریک‌شده و به رله فرمان قطع و وصل می‌دهد. نقشه مدار را با نمادهای استاندارد موجود در نرم‌افزار با دقت و چیدمان مناسب ترسیم و در صورت امکان شبیه‌سازی کنید و در پایان فایل را ذخیره نمائید.

شکل ۵-۴ -کلید فرمان با نور

پروژه شماره ۵: تابلو روان با کلید چندحالته چرخشی

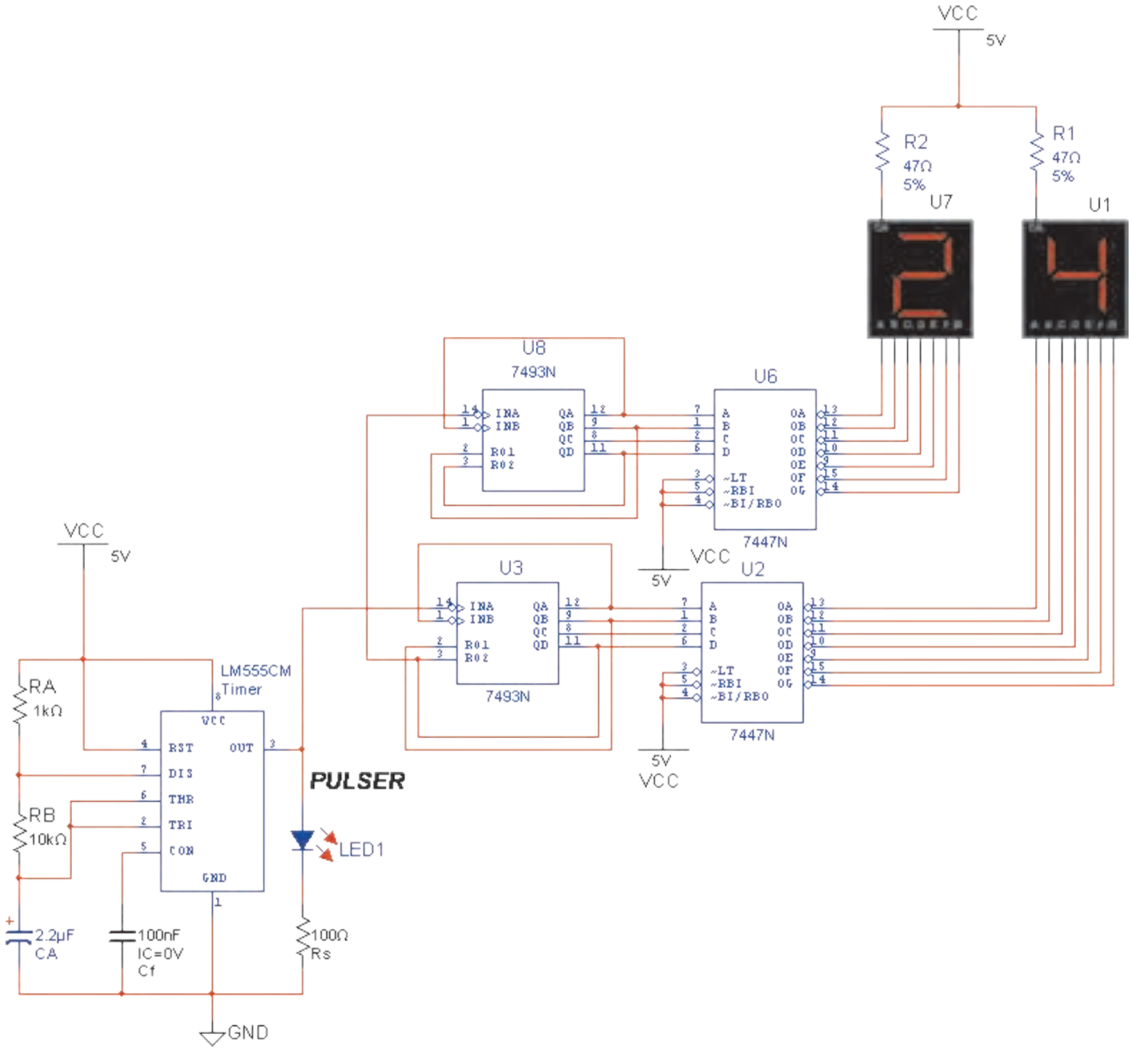
در مدار شکل ۶-۴ از ۴ عدد Segment- ۷ و کلید چند حالته استفاده‌شده است.کلید S1 با کلید Space فعال می‌شود و حرف ظاهرشده روی نمایش‌گر را جابجا می‌کند. اگر کلید Space به صورت فشرده نگه داشته شود، مدار به صورت تابلو روان کار می‌کند. نقشه مدار را با نمادهای استاندارد موجود در نرم‌افزار با دقت و چیدمان مناسب ترسیم و در صورت امکان شبیه‌سازی کنید و در پایان فایل را ذخیره نمائید.



شکل ۶-۴ - تابلو روان

پروژه شماره ۶: مدار شمارنده

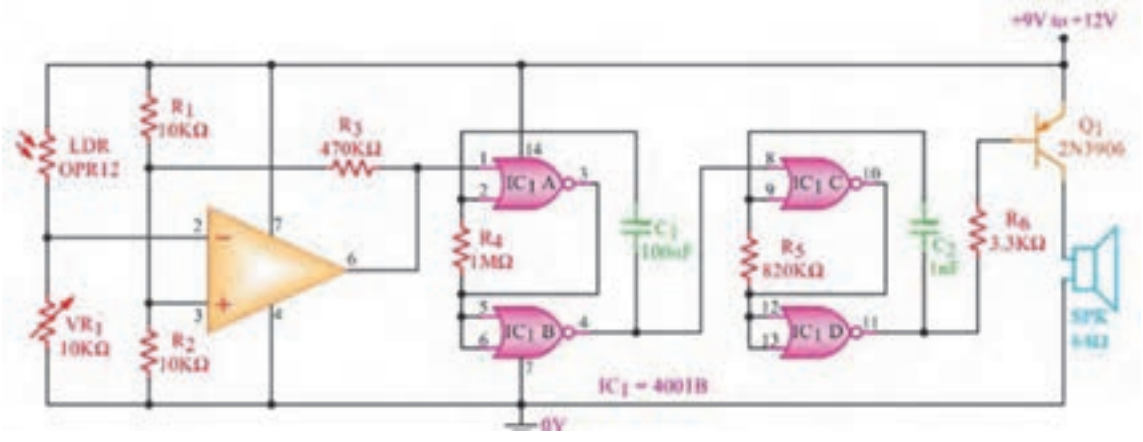
در مدار شکل ۷-۴ از دو آی‌سی با شماره فنی ۷۴۹۳ استفاده شده است. مدار یک شمارنده دو رقمی است که از صفر تا ۹۹ را شمارش می‌کند. مبدل اعداد دودویی به نمایشگر، آی‌سی ۷۴۴۷ و مولد پالس، آی‌سی با شماره ۵۵۵ است. نقشه مدار را با نمادهای استاندارد موجود در نرم‌افزار با دقت و چیدمان مناسب ترسیم و اشکالات آن را برطرف نمائید. در صورت امکان شبیه‌سازی کنید و در پایان فایل را ذخیره نمائید.



شکل ۷-۴- شمارنده دو رقمی

پروژه شماره ۷ : آژیر نوری

■ در مدار آژیر شکل ۸-۴ از آی‌سی μA۷۴۱ و ۴۰۰۱ استفاده شده است. این مدار می‌تواند صدای هشدار آژیر را تولید کند. نقشه مدار را با نمادهای استاندارد موجود در نرم‌افزار با دقت و چیدمان مناسب ترسیم و در صورت امکان شبیه‌سازی کنید و در پایان فایل را ذخیره نمائید.



شکل۸-۴- مدار آژیر

پوشه (File) نهایی مدارهای اجرا شده

■ تمام نقشه‌های ترسیم شده در طول سال را در یک پوشه رایانه‌ای (فایل) تجمیع کنید و به صورت یک مجموعه استاندارد تحویل هنرآموز خود نمائید.

فصل ۵

کنترل کیفیت

کنترل کیفیت

چرا کنترل کیفیت مهم است؟

ویژگی‌های یک محصول که مورد توافق مشتری و تولیدکننده است و منجر به رضایت مشتری می‌شود راکیفیت می‌گویند. این ویژه‌گی‌ها می‌تواند جنس، اندازه، چگونگی کار، خواص فیزیکی، خواص شیمیایی، خواص مکانیکی و ویژگی‌های هنری باشد. به عبارت دیگر باید از یک نوع استاندارد تعریف شده تبعیت کند. برای تحویل محصول به مشتری لازم است ابتدا کیفیت آن‌را کنترل کنیم سپس محصول را به مشتری تحویل دهیم. اگر محصولی از نظر کمیت و کیفیت با نیاز مشتری منطبق باشد آن محصول مورد تائید است. اگر محصولی با نیازهای مشتری منطبق نبوده و کیفیت لازم را نداشته باشد، مورد تایید نیست. لذا برای تولید محصول با کیفیت، باید کیفیت محصول را اندازه بگیریم. هم‌چنین برای اندازه‌گیری باید وسیله اندازه‌گیری مطمئن، درست و دقیق باشد. مفهوم این جمله آن است که در علوم فنی و مهندسی کیفیت را نیز با اندازه و اعداد و ارقام می‌سنجند، نه صرفاً با دید چشمی و سلیقه‌ای، بنابر این برای رسیدن به یک محصول کیفی لازم است ابزارهای مناسب فراهم و فرآیندهای دقیق برای کنترل به اجرا در آید . در شکل ۱-۵ نمودار نیازهای مرتبط با کنترل کیفیت را ملاحظه می‌کنید.

مفاهیم و واژه‌ها

کنترل(Control): به معنی وارسی، نظارت، رسیدگی و ممیزی برای اطمینان از صحت انجام یک فرایند کار، محصول یا خدمات است.

شکل ۱-۵- نمودار نیازهای مرتبط با کنترل کیفیت

کیفیت (Quality): به معنی ویژگی‌های یک فرایند، فرآورده یا خدمت است به گونه‌ای که خواسته‌های مشتری را در سطح قابل قبولی برآورده نماید. در این صورت کیفیت دارای نوعی ارزش عینی و قابل اندازه‌گیری و سنجش است. سطح این ارزش بر اساس توافق بین مشتری و عرضه‌کننده مشخص می‌شود. کیفیت باید مجموعه خواسته‌ها و استانداردهای مورد نظر مشتری را برآورده نماید. لذا توجه به کیفیت سبب ارتقاء و بهبود دائمی کالا یا خدمات می‌شود و جلب اعتماد مشتری را فراهم می‌نماید.

کنترل کیفیت مبتنی بر آمار

در کنترل کیفیت آماری، سعی بر این است که ضایعات تولید تا حد امکان کاهش یابد. چنانچه مدیری بخواهد کنترل کیفیت را اجرا کند باید آمار بگیرد. برای مثال تعیین نماید که آیا ضایعات کارخانه یا کارگاه نسبت به روز قبل افزایش یا کاهش یافته‌است؟ سپس باید این

آمار را به‌صورت نمودار در آورد و بعد از تجزیه و تحلیل نمودارها، ریشه نقایص را بیابد. به این ترتیب با کنترل کیفیت آماری می‌توان کنترل موثر بر تولید داشت و بهره‌وری را افزایش داد.

عوامل تاثیرگذار در کیفیت

کیفیت یک محصول در ارتباط با سه عامل تعیین می‌شود.

۱- کیفیت طرح ۲- کیفیت انطباق ۳- کیفیت در عملکرد

الف- کیفیت طرح: محصولاتی که برای یک کار مشابه طراحی می‌شوند معمولاً تفاوت‌هایی با هم دارند. مثلاً در طراحی منبع تغذیه یک دستگاه، عوامل تاثیرگذاری مانند دما و تغییرات آن، رطوبت، تولرانس قطعات را در نظر می‌گیرند. این عوامل منجر به تولید محصولی با استهلاک کم‌تر و عمر طولانی‌تر می‌شود. عدم توجه به این عوامل سبب تولید محصولی با عمر و دوام کوتاه‌تر می‌شود.

ب- کیفیت انطباق: میزان انطباق مشخصات محصول با مشخصات استاندارد یا مشخصات درخواستی از طرف مشتری است. مثلاً مشتری خواهان ساخت آمپلی‌فایری با توان موثر معین و پارازیت کم و توان تلفاتی ناچیز است. چنانچه محصول تولیدشده با در خواست مشتری تطابق داشته باشد از کیفیت انطباق بالایی برخوردار است.

پ- کیفیت عملکرد: تابعی از کیفیت طرح و کیفیت انطباق است. در صورت ضعیف بودن کیفیت طرح یا عدم تطابق با مشخصات مورد نظر مشتری یا استانداردهای تعریف شده، کیفیت عملکرد نیز پایین می‌آید.

اهداف کنترل کیفیت

کنترل کیفیت اهداف گسترده‌ای را پوشش می‌دهد که مهم‌ترین آن به شرح زیر است.

- ✓ حفظ استانداردهای تعریف‌شده
- ✓ کشف و اصلاح انحراف از فرایند اجرای کار
- ✓ ارزیابی از کارایی واحدهای مستقل و واحدهای به‌هم پیوسته
- ✓ ارزیابی از کارایی افراد شامل مدیران، مهندسین، تکنسین‌ها، کارگران و عوامل پشتیبانی

فعالیت‌های کنترل کیفیت

در تمام مراحل زندگی و تقریباً در تمام فرایند اجرای کارهای جاری، همه ما به نوعی با کنترل کیفیت یا Quality Control و خلاصه آن QC سروکار داریم.برای مثال وقتی می‌خواهیم میوه بخریم به کیفیت آن توجه می‌کنیم. مثلاً به تازه بودن، یک دست بودن، رسیده بودن و سالم بودن میوه اهمیت می‌دهیم. یا وقتی می‌خواهیم پارچه یا پیراهن بخریم، نوع پارچه را از نظر کیفیت کنترل می‌کنیم. حتی برای انتخاب رستوران جهت صرف غذا نیز از QC بهره می‌بریم. مثلاً در شهری که ناآشنا هستیم از افرادی می‌پرسیم کدام رستوران غذای بهتری دارد یا کدام رستوران بهداشتی‌تر است یا غذای خوب با قیمت مناسب می‌دهد. بنابراین بازه کنترل کیفیت آنقدر وسیع است که تقریباً تمام فعالیت‌ها را پوشش می‌دهد. در تمام صنایع مختلف از جمله صنعت الکترونیک ، فعالیت‌های کنترل کیفیت را می‌توان در ۵ بازه زیر دسته‌بندی نمود.

■ کنترل کیفیت نقشه و طرح

در این فرایند، نقشه ترسیم‌شده از نظر صحت، چیدمان، قابل اجرایی بودن و موارد دیگر کنترل کیفی می‌شود. این بخش کتاب اختصاص به کنترل کیفیت نقشه و طرح‌های الکترونیکی دارد. کنترل کیفیت فرایند و محصول در زمان مناسب ارائه خواهد شد.

■ کنترل کیفیت مواد و ابزار

مواد و ابزاری که در فرایند تولید استفاده می‌شود باید از نظر کیفی کنترل شود تا برای کار مورد نظر قابل استفاده باشد. مثلاً اگر می‌خواهیم برروی بُردها و دستگاه‌های الکترونیکی کار کنیم باید از سیم‌چین ظریف مینیاتوری با نماد استاندارد حک شده روی آن استفاده کنیم. همچنین درصورتی که بخواهیم عمل لحیم‌کاری را روی بُردانجام دهیم بایداز لحیم با درصد مناسب قلع و سرب استفاده کنیم.

■ کنترل کیفیت تجهیزات و دستگاه‌ها

ابزار مورد استفاده در صنایع الکترونیک باید استاندارد وکالیبره باشد و از نظر حوزه اندازه‌گیری، دارای دقت

مناسب برای اجرای کار مورد نظر باشد.
مثلاً هویه انتخابی برای لحیم‌کاری ترانزیستور یا آی‌سی (IC) باید دارای وات مناسب برای قطعه مورد لحیم‌کاری باشد. تمام تجهیزات و دستگاه‌های الکترونیکی باید دارای نشان استاندارد ملی یا بین‌المللی باشند.

کنترل کیفیت فرایند اجرای کار

فرایند اجرای کار باید از استانداردهای تعریف‌شده تبعیت کند. انطباق این فرایند با استانداردها، همان کنترل کیفیت است. گاهی در تعاریف این نوع کنترل را تضمین کیفیت (Quality Assurance) یا QA می‌نامند. برای مثال اگر قرار است فیبر مدارچاپی به مدت ۵ دقیقه در کوره حرارت ببینند، در فرایند QC یا QA بررسی می‌کنند که آیا این مرحله درست اجرا شده است یا خیر؟ همچنین آیا افرادی که به‌طور مداوم با گازهای سمی مانند بخار لحیم سروکار دارند، آیا از ماسک و عینک استفاده می‌کنند یا خیر؟ کنترل کیفیت فرایند کار، بر اساس نوع فعالیت به صورت اختصاصی تدوین می‌شود. مثلاً برای فرایند نصب و راه‌اندازی دستگاه‌های الکترونیکی یا مونتاژ بردهای الکترونیکی، فرایند خاص QC برای هر فعالیت تعریف می‌شود. نصب و راه‌اندازی این فرایند می‌تواند شامل مکان صحیح نصب، سیم‌کشی و کابل‌کشی استاندارد، نصب سخت‌افزارها، نصب نرم‌افزارها، صحیح نصب‌کردن سوکت‌ها و کابل‌های اتصال باشد.

کنترل کیفیت محصول

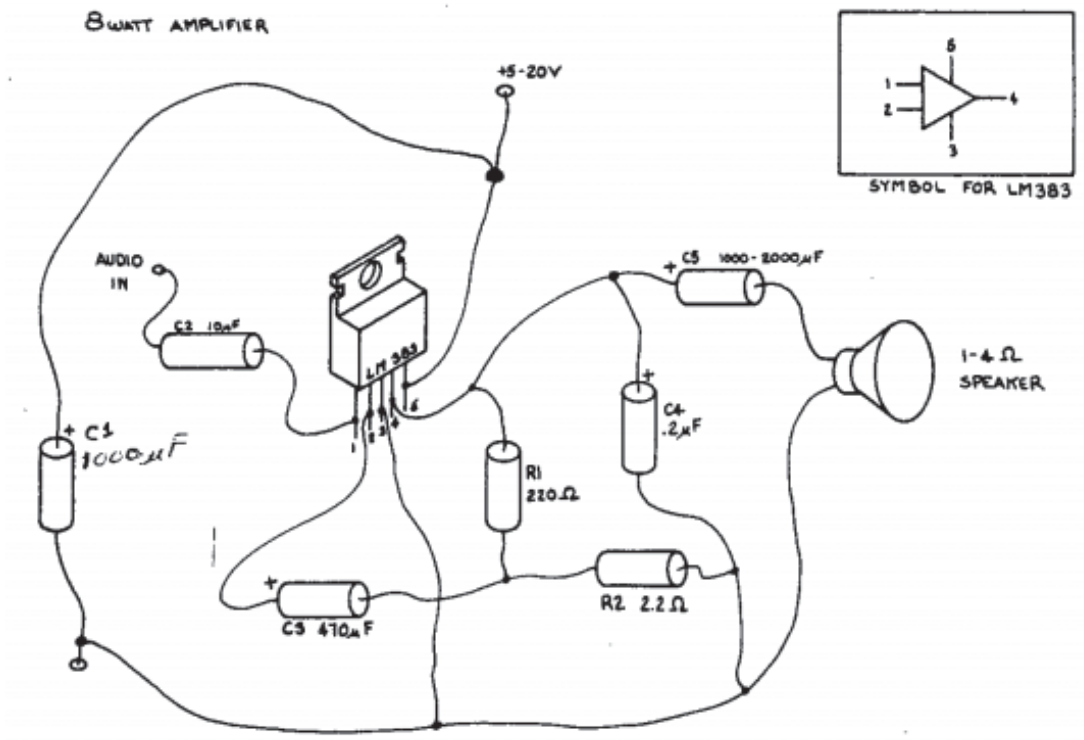
محصول خروجی باید با استانداردهای تعریف‌شده انطباق داشته‌باشد. مثلاً اگر میزان توان خروجی یک دستگاه تقویت‌کننده صوتی پس از تولید و نهایی‌شدن باید ۱۰ وات موثر باشد، در کنترل کیفیت محصول بررسی می‌کنند آیا محصول تولیدشده با این توانایی انطباق دارد یا خیر؟
ش‌کل ظاهری، زیبایی، سازگاربودن با بدن (Ergonomy)، کارآئی و بسیاری از موارد دیگر از شاخص‌ها و معیارهای سنجش کنترل کیفیت محصول است.
اگر فعالیت‌های کنترل کیفیت انجام نگیرد، منجر به تولید کالای بی‌کیفیت می‌شود. عوامل تولید کالای بی‌کیفیت می‌تواند خطاهای انسانی، ضعف در طراحی، کالیبره نبودن تجهیزات، سوءمدیریت، عدم برنامه‌ریزی مناسب و بها ندادن به فرایند کنترل کیفیت باشد. کالای بی‌کیفیت عوارضی دارد که برخی از این عوارض به شرح زیر است:

- ✓ ادعای خسارت
- ✓ برگشت محصول تولید شده
- ✓ تحمیل هزینه‌های اضافی اصلاحی و پیشگیرانه
- ✓ دوباره‌کاری
- ✓ سلب اعتماد مشتری

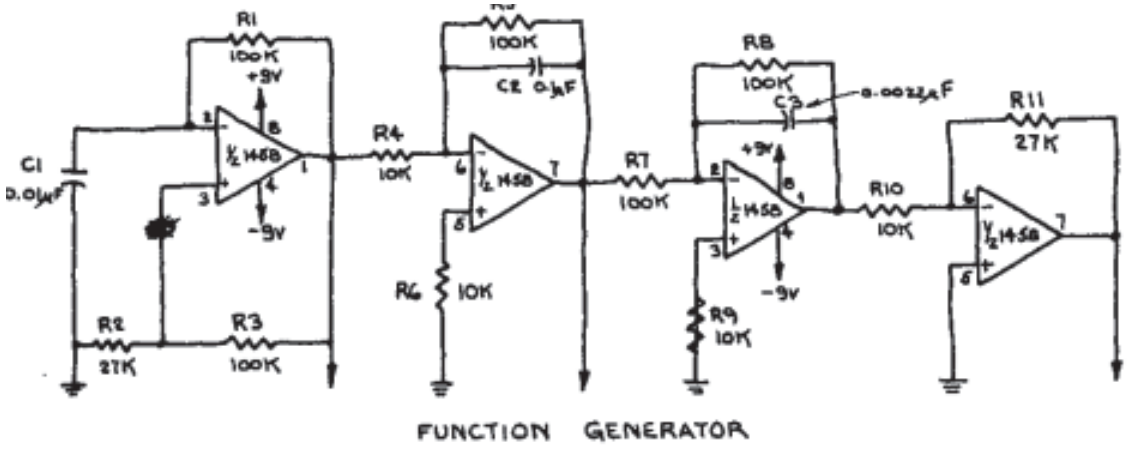
کنترل کیفیت در نقشه‌های الکترونیکی

برای طراحی یک مدار الکترونیکی لازم است طراح ابتدا یک نقشه دستی که اسکچ (Sketch) نامیده می‌شود را ترسیم نماید. شکل ۲-۵ و ۳-۵ دو نمونه اسکچ را نشان می‌دهد. قطعات در مدار اسکچ می‌تواند دو بعدی

یا سه بعدی باشد.

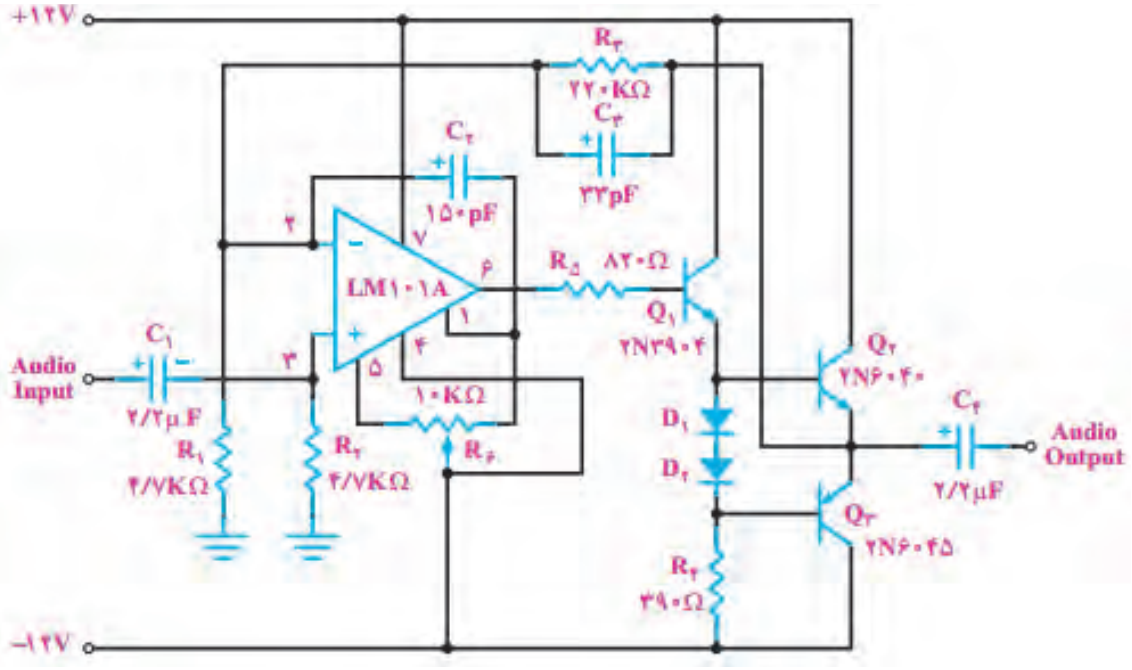


شکل ۲-۵ - مدار اسکچ با قطعات سه‌بعدی

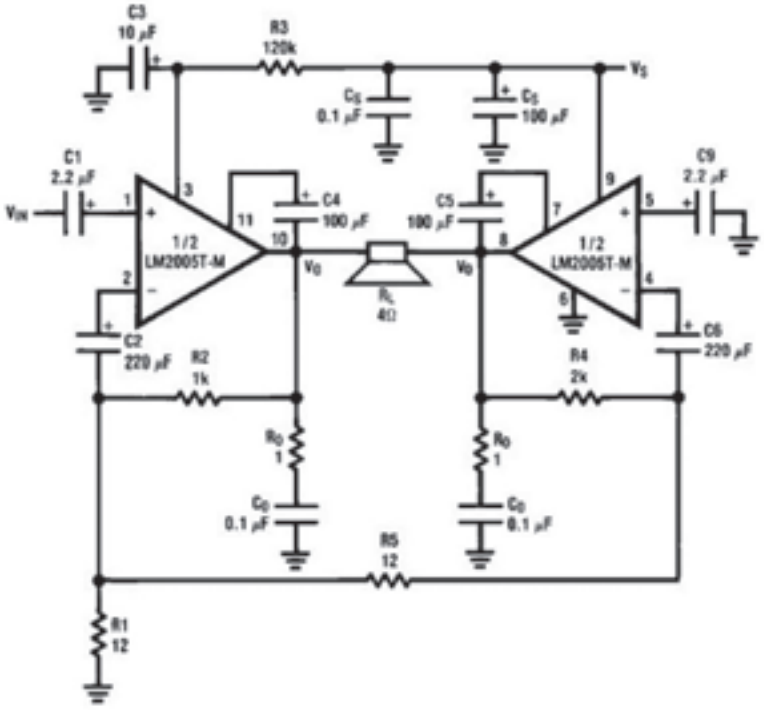


شکل ۳-۵ - مدار اسکچ با قطعات دوبعدی

رسام یا نقشه‌کش، طرح دستی را با استفاده از نرم‌افزارهای نقشه‌کشی، تبدیل به نقشه الکترونیکی استاندارد می‌نماید. در شکل ۴-۵ و ۵-۵ دو نمونه نقشه استاندارد را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۴-۵ - مدار تقویت‌کننده



شکل ۵-۵- مدار تقویت‌کننده

برای ترسیم نقشه و نمادهای قطعات الکترونیکی استانداردهای متفاوتی وجود دارد که متداول‌ترین آن‌ها استاندارد IEC است.

لازم است نقشه ترسیم‌شده با یکی از استانداردهای بین‌المللی، ملی یا محلی تطبیق داشته باشد. از این رو ضرورت دارد، نقشه‌های ترسیم‌شده از بعد استاندارد بودن کنترل شوند.

در یک نقشه استاندارد باید موارد متعددی مورد توجه قرارگیرد. برخی **خطاهای** متداول که در ترسیم نقشه ممکن است رخ دهد به شرح زیر است:

۱- ترسیم نکردن اتصال زمین در نقشه مدار

۲- اتصال ناصحیح دستگاه به مدار (مثلاً اتصال ورودی اصلی به زمین و اتصال زمین دستگاه به ورودی مدار)

۳- متصل نکردن اتصال زمین دستگاه یا بار به مدار (مثلاً یک سمت بلندگو به زمین وصل نیست)

۴- عدم رعایت اتصال صحیح قطبین (پُلاریته) دستگاه اندازه‌گیری به مدار (مثلاً رعایت نکردن اتصال صحیح مثبت (+) و منفی (–) آمپرمتر با توجه به جهت جریان عبوری از مدار)

۵- ترسیم نکردن خطوط تغذیه مدار

۶- اشتباه در مقادیر کمی قطعات (مثلاً مقاومت ۱۰ کیلو اهم به‌جای ۱۰ اهم)

۷- اشتباه در قراردادن جهت صحیح قطعه (مثلاً آند- کاتد دیود)

۸- اشتباه در قرار دادن نوع ترانزیستور(NPN بجای PNP)

۹- اتصال ناصحیح تغذیه به مدار(مثلاً Vcc+ با پُلاریته ناصحیح به مدار وصل شود)

۱۰- متصل نکردن خطوط از کوتاه‌ترین فاصله

۱۱- متصل نکردن برخی خطوط ارتباطی

۱۲- ترسیم نکردن و قرار ندادن برخی از قطعات در مدار

۱۳- جایگزینی اشتباه قطعات (مثلاً مقاومت به جای سیم‌پیچ)

۱۴- تعیین نکردن ورودی و خروجی مدار (در صورتی‌که مدار ورودی و خروجی دارد)

۱۵- رعایت نکردن ضخامت خطوط در نقشه‌هایی که دارای خطوط با ضخامت متفاوت هستند.

۱۶- درج نکردن مقادیر قطعات در نقشه‌هایی که باید قطعات مقدار داشته باشند.

۱۷- درج نکردن شماره قطعه (مثلاً C_1 یا R_2) در نقشه‌هایی که باید قطعات شماره داشته باشند.

۱۸- چیدمان نامتوازن قطعات یا ترسیم نامتقارن نقشه (مثلاً تجمع قطعات در یک سمت و کمبود قطعات در سمت دیگر)

۱۹- رعایت نکردن نظم در چیدمان قطعات (مثلاً مقاومتی باید افقی قرار گیرد ولی در مدار عمودی قرارداده شده است)

۲۰- رعایت نکردن ابعاد نقشه متناسب با تعداد قطعات

(مثلاً نقشه‌ای با ۵ قطعه را در ابعاد وسیع یا قطعات زیادی را در ابعاد کوچک ترسیم‌کند)

۲۱- رعایت نکردن فواصل خطوط ارتباطی و فواصل بین قطعات (مثلاً در رسم خطوط data bus)

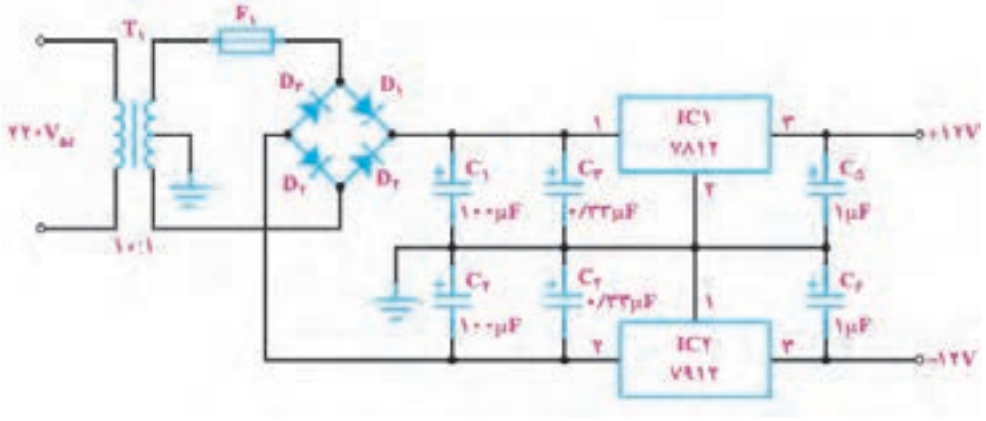
۲۲- انتخاب غیراستاندارد قلم و ابعاد نمادهای قطعات

۲۳- انتخاب رنگ نامناسب برای خطوط و المان‌ها

۲۴-درج نکردن جدول یا عدم تکمیل عناوین موجود در آن

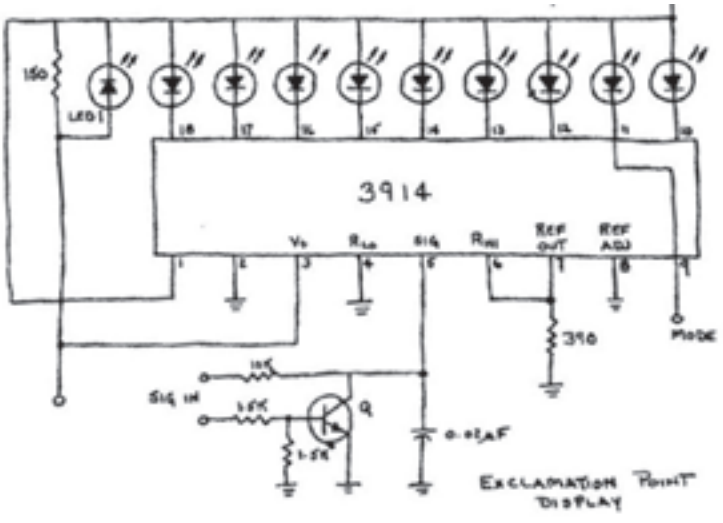
کار عملی ۱:

۱-اسکچ نقشه الکترونیکی شکل ۶-۵ را با دست رسم کنید.



شکل ۶-۵ - مدار منبع تغذیه

۲-با استفاده از اسکچ شکل ۷-۵ نقشه استاندارد الکترونیکی مدار را رسم‌کنید.



شکل ۷-۵- مدار ترسیم شده با دست

معمولاً صحت عملکرد اولیه مدار با استفاده از شبیه‌سازی انجام می‌شود. به عبارت دیگر قبل از اجرای نمونه‌سازی، لازم است با استفاده از نرم‌افزارهای شبیه‌سازی، مدار شبیه‌سازی شود. پس از دریافت

صحیح از عملکرد مدار در فرایند شبیه‌سازی، اقدام به نمونه‌سازی می‌نمایند.

چگونگی اجرای QC در نقشه‌های الکترونیکی

برای تایید یک نقشه الکترونیکی معمولاً اجرای QC با ابزارهای مختلف انجام می‌گیرد. یکی از ابزارها، استفاده از چک‌لیست (فهرست‌وارسی) است.

معمولاً چک‌لیست بر اساس اهمیت و نیاز شکل می‌گیرد.

چک‌لیست QC برای اسکچ:

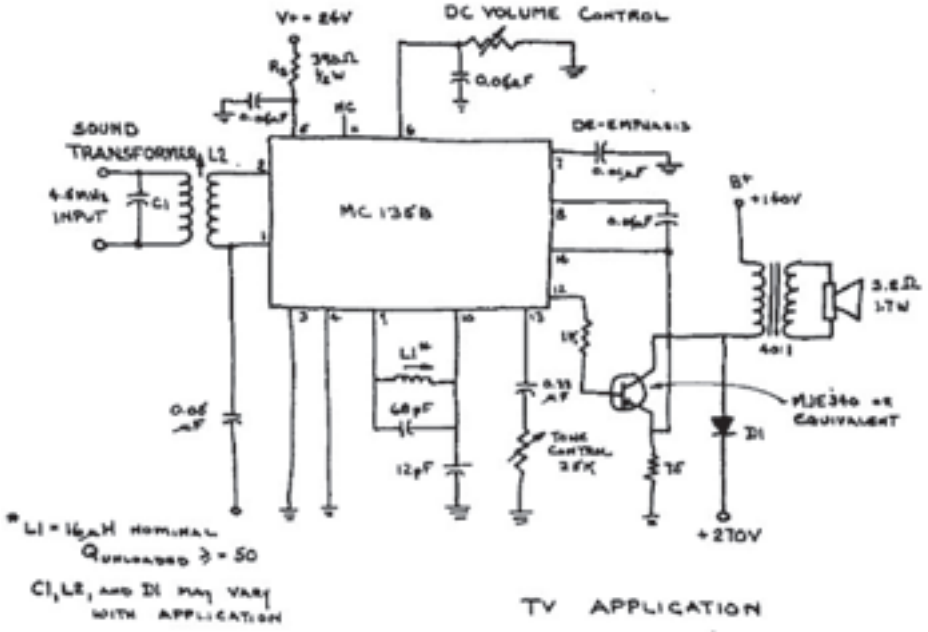
جدول شماره ۱-۵ یک نمونه‌ای از فهرست وارسی (چک‌لیست) مربوط به QC اسکچ را نشان‌می‌دهد.

جدول ۱-۵ فهرست‌وارسی (چک‌لیست) کنترل کیفیت (QC) نقشه‌های اسکچ

نام و نام خانوادگی مسئول QC			
ردیف	عنوان	بلی	خیر
۱	نام طرح دارد		
۲	جدول اطلاعات کامل است		
۳	نقشه خوانا است		
۴	اتصال‌ها کامل است		
۵	امضاء طرح دارد		
۶	تاریخ ترسیم دارد		
۷	نمادها به طور صحیح رسم شده است		
۸	قطب‌های تغذیه صحیح رسم شده است		
۹	نقشه دارای ابعاد مناسب است		
۱۰	نام و امضاء نقشه‌کش وجود دارد		
۱۱	نقشه فایل رایانه‌ای دارد		
توضیحات:			
قابل قبول ☐ مردود ☐ امضاء			

کار عملی ۲:

با استفاده از چک‌لیست شماره ۱-۵، اسکچ شکل ۸-۵ را QC کنید.



شکل ۸-۵- نقشه دستی مدار

چک‌لیست QC برای نقشه الکترونیکی:

در جدول شماره ۲-۵ فهرست وارسی (چک‌لیست) کنترل کیفیت نقشه‌های الکترونیکی را مشاهده می‌کنید.

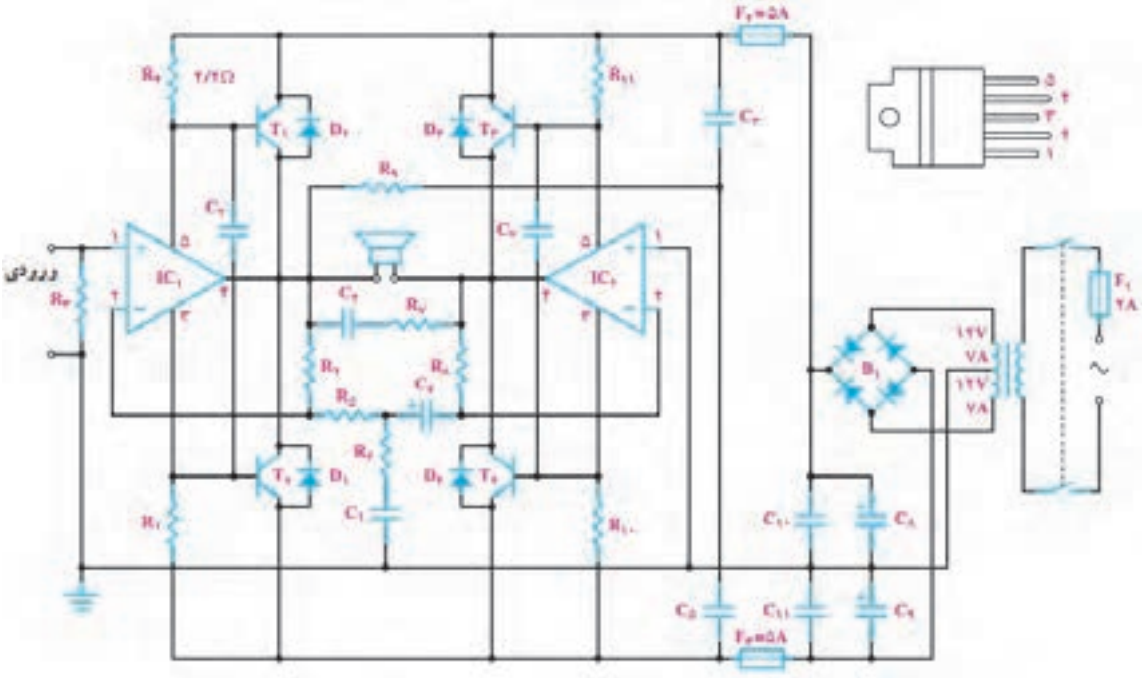
جدول ۲-۵ فهرست‌وارسی (چک‌لیست) کنترل کیفیت (QC) نقشه‌های الکترونیکی

نام و نام خانوادگی مسئول QC			
ردیف	**عنوان**	**بلی**	**خیر**
۱	جدول اطلاعات دارد		
۲	جدول اطلاعات کامل است		
۳	سیم اتصال زمین (سیم مشترک) رسم شده است		
۴	ولتاژها صحیح وصل شده‌اند		
۵	نماد قطعات صحیح رسم شده‌اند		
۶	تقارن و توازن در نقشه رعایت شده است		

ردیف	عنوان	بلی	خیر
۷	خطوط ارتباطی اتصال کامل دارد		
۸	ورودی‌ها و خروجی‌ها مشخص شده است		
۹	مقادیر روی قطعات درج شده است		
۱۰	شماره روی قطعات درج شده است		
۱۱	نقشه دارای ابعاد مناسب است		
۱۲	فواصل خطوط ارتباطی رعایت شده است		
۱۳	نام و امضاء نقشه‌کش وجود دارد		
۱۴	نقشه فایل رایانه‌ای دارد		
توضیحات:			
قابل قبول ☐ مردود ☐ امضاء			

کار عملی ۳:

با استفاده از چک‌لیست شماره۲-۵ ، نقشه الکترونیکی شکل ۹-۵ را QC کنید و نظر خود را بنویسید.



شکل ۹-۵- نقشه الکترونیکی برای اجرای QC

منابع و مآخذ

۱. آقایی، سعید. ۱۳۸۸. نقشه‌کشی و طراحی به کمک رایانه. چاپ اول. نشر گنج هنر.
۲. آقایی، سعید.۱۳۸۶. تمرینات رسم فنی بوگولیوبوف. چاپ اول. نشر گنج هنر.
۳. عبداله‌زاده، حسن. ۱۳۹۵. نقشه‌کشی به کمک کامپیوتر. چاپ هشتم. شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.
۴. خواجه‌حسینی، محمد.۱۳۹۴. نقشه‌کشی ۱. چاپ نهم. شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.
۵. موسوی، سیدابوالحسن. عبداله‌زاده، حسن. حسنی، سیدحسین. ۱۳۹۴. تکنولوژی و کارگاه نقشه‌کشی. شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.
۶. ظریفیان جولایی، مهین، صموتی، سید محمود. ۱۳۹۴. آزمایشگاه مجازی (۱) کد ۳۵۸/۳. چاپ پنجم. شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.
۷. ظریفیان جولایی، مهین، . ۱۳۹۴. آزمایشگاه مجازی (۱) کد ۳۵۸/۳. چاپ پنجم. شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.
۸. رضازاده، یداله، نصیری، غلامحسین، صموتی، سید محمود، نصیری سوادکوهی، شهرام. ۱۳۹۴. کارگاه الکترونیک عمومی جلد ۱ کد ۴۸۸/۷. چاپ پنجم. شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.
۹. Help نرم‌افزار مولتی‌سیم.
10. Bethune, James D, Svatik, Paul T. 1997. Introduction to Electrical-Mechanical Drafting with CAD. Prentice-Hall.