فصل ۳

دانش فنی، اصول، قواعد، قوانین و مقررات

مقررات ملی ساختمان مجموعه‌ای است از ضوابط فنی، اجرایی و حقوقی که لازم است در طراحی، نظارت و اجرای عملیات ساختمانی اعم از تخریب، نوسازی، توسعه بنا، تعمیر و مرمت اساسی، تغییر کاربری و بهره‌برداری از ساختمان که به منظور تأمین ایمنی، بهره‌دهی مناسب، آسایش، بهداشت و صرفه اقتصادی فرد و جامعه وضع می‌گردد.
وزارت راه و شهرسازی در اجرای ماده ۳۳ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان، وظیفه تدوین مقررات ملی ساختمان را بر عهده دارد.

مقررات ملی ساختمان شامل بیست و دو مبحث می‌باشد که توسط دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان تهیه شده است. در ادامه مباحث بیست و دو گانه مقررات ملی ساختمان به اختصار معرفی خواهد شد.

مبحث اول ـ تعاریف

کلیه واژه‌ها و اصطلاحات فنی و حقوقی به‌کار رفته در تمامی مباحث «مقررات ملی ساختمان» در این مبحث گردآوری شده است. هدف از تدوین این مبحث، ایجاد پایه‌ای برای تفاهم میان دست‌اندرکاران صنعت ساختمان و یکسان‌سازی مفاهیم در حوزه شمول مقررات ملی ساختمان می‌باشد.

مبحث دوم ـ نظامات اداری

این مبحث در مورد نظامات اداری موجود در صنعت ساختمان و حیطه وظایف دست‌اندرکاران این صنعت اعم از اشخاص حقیقی و حقوقی شامل: دفاتر مهندسی طراحی ساختمان، ناظر ساختمان، شهرداری‌ها و مراجع صدور پروانه ساختمان، سازمان نظام مهندسی، وزارت راه و شهرسازی و ... را بیان نموده است.

مبحث سوم ـ حفاظت ساختمان‌ها در مقابل حریق

اجرای تأسیسات برقی و مکانیکی در ساختمان‌ها، استفاده از مصالح سوختنی، توسعه شبکه‌های انرژی، برق و گاز، به‌کارگیری تجهیزات گوناگون، سبب افزایش احتمال آتش‌سوزی در ساختمان‌ها گردیده است. به همین دلیل توجه بیشتر به موضوع حفاظت ساختمان‌ها در برابر حریق، امری الزامی و اجتناب ناپذیر محسوب می‌گردد. به منظور حفظ جان و مال انسان‌ها و فراهم ساختن ایمنی لازم در برابر آتش‌سوزی، رعایت اصول فنی در طراحی و اجرای ساختمان‌ها ضروری است که در این مبحث به آن پرداخته شده است.

مبحث چهارم ـ الزامات عمومی ساختمان

به منظور نظارت بر تأمین نیازهای حداقل ساکنین و بهره‌برداران از ابنیه و ساختمان‌های مشمول قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان، از نظر محدودیت‌ها، ابعاد حداقل فضاها، نورگیری و تهویه مناسب و سایر الزامات عمومی، این مقررات به عنوان بخشی از مقررات ملی ساختمان ایران ملاک عمل قرار می‌گیرد.

مبحث پنجم ـ مصالح و فراورده‌های ساختمانی

این مبحث درباره شناخت و معرفی انواع مواد، مصالح و فراورده‌های ساختمانی متعارف است که در احداث انواع ساختمان‌ها و تأسیسات مربوط، مورد استفاده قرار می گیرد.

مبحث ششم ـ بارهای وارد بر ساختمان

این مبحث، حداقل بارهایی را که باید در طراحی ساختمان‌ها و سازه‌های موضوع این مقررات مورد استفاده قرار گیرند، تعیین می‌نماید. این بارها شامل بارهای ثقلی ـ مرده (وزن اجزای دائمی ساختمان‌ها مانند تیرها، ستون‌ها، کف‌ها، دیوارها، بام‌ها، راه‌پله و تیغه‌ها، وزن تأسیسات و تجهیزات ثابت)، بارهای زنده (بارهای غیر دائمی که در حین استفاده و بهره‌برداری از ساختمان‌ها به آن وارد می‌شوند)، بار برف و بارهای ناشی از باد و زلزله و بالاخره بارهای ناشی از فشار خاک و آب، می‌باشند.

مبحث هفتم ـ پی و پی‌سازی

در این مبحث دستورالعملی کلی جهت نحوهٔ برنامه‌ریزی و انجام آزمایش‌های مکانیک خاک ارائه شده است.

مبحث هشتم ـ طرح و اجرای ساختمان‌های با مصالح بنایی

امروزه در کشور ما، به خصوص در شهرهای کوچک و روستاها مصالح بنایی کاربرد بسیار گسترده‌ای در امر ساختمان‌سازی دارد. وقوع زلزله‌های پیاپی و ویرانی‌های زیاد در این دسته از ساختمان‌ها بیانگر این مطلب است که برای ساخت ساختمان‌های با مصالح بنایی در کشور نیاز به مجموعه قوانین و مقررات فراگیر و لازم‌الاجرایی است که با رعایت آنها سطح کیفی ساخت و ساز این ساختمان‌ها ارتقا یابد. با این هدف، مبحث هشتم مقررات ملی ساختمان برای ساختمان‌های بنایی خشتی، سنگی، آجری، سنتی و دارای کلاف و غیر مسلح برای نخستین بار در کشور تدوین شده است.

مبحث نهم ـ طرح و اجرای ساختمان‌های بتن آرمنه

هدف این مبحث ارائه حداقل ضوابط و مقرراتی است که با رعایت آنها شرایط ایمنی، قابلیت بهره‌برداری و پایانی سازه‌های بتن مسلح فراهم شود.

مبحث دهم ـ طرح و اجرای ساختمان‌های فولادی

این مبحث حداقل ضوابط و مقررات لازم را برای طرح، محاسبه و اجرای ساختمان‌های فولادی تعیین می‌کند.

مبحث یازدهم ـ اجرای صنعتی ساختمان‌ها

هدف این بخش از مقررات، تعیین حداقل ضوابطی است که برای اجرای ساختمان‌های فولادی به کار می‌رود. این مقررات برای اجرای کلیه ساختمان‌های فولادی معمول به کار می‌رود.

مبحث دوازدهم ـ ایمنی و حفاظت کار در حین اجرا

هدف از این مبحث تعیین حداقل ضوابط و مقررات به‌منظور تأمین ایمنی و بهداشت عمومی در هنگام اجرای عملیات ساختمانی است که رعایت مفاد آن برای کلیه ساختمان‌ها لازم‌الاجرا است.

مبحث سیزدهم ـ طرح و اجرای تأسیسات برقی ساختمان‌ها

تأسیسات برقی ساختمان‌های مسکونی، تجاری، اداری، درمانی، آموزشی، عمومی، صنعتی، کشاورزی و دامداری، نمایشگاه‌های دائمی و موقت، پارک‌های تفریحات و کارگاه‌های ساختمانی باید با رعایت مفاد این مقررات و نیز آیین‌نامه‌ها و استانداردهای ذکر شده در این مبحث اجرا شوند.

مبحث چهاردهم ـ تأسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع

مبحث چهاردهم، الزامات حداقل را در مورد تأسیسات مکانیکی که به‌منظور گرم‌کردن فضاهای داخل ساختمان، خنک‌کردن فضاهای داخل ساختمان و تهیه و ذخیره آب‌گرم مصرفی در داخل ساختمان نصب شود، مقرر می‌دارد.

مبحث پانزدهم ـ آسانسورها و پله‌های برقی

این مبحث از مقررات ساختمان حداقل ضوابط لازم را برای بهره‌برداری ایمن و بهینه از آسانسور، پله‌برقی و پیاده‌رو متحرک وضع می‌نماید.

مبحث شانزدهم ـ تأسیسات بهداشتی

مبحث شانزدهم الزامات حداقل را در مورد تأسیسات مکانیکی به‌منظور لوله‌کشی آب مصرفی ساختمان، هواکش، فاضلاب، لوازم بهداشتی و لوله‌کشی آب باران ساختمان، مقرر می‌دارد.

مبحث هفدهم ـ تأسیسات لوله‌کشی و تجهیزات گاز طبیعی

مبحث هفدهم مقررات ملی ساختمان با عنوان تأسیسات لوله‌کشی و تجهیزات گاز طبیعی ساختمان‌ها، ضوابط حداقل را برای طراحی و اجرای لوله‌کشی گاز ساختمان‌ها و کنترل‌های کیفی، نصب و راه‌اندازی وسایل گازسوز، دودکش‌ها و هوارسانی به وسایل گازسوز، ضوابط بهره‌برداری و ایمنی و ضوابط ویژه گازرسانی برای ساختمان‌های عمومی مقرر می‌دارد.

مبحث هجدهم ـ عایق‌بندی و تنظیم صدا

هدف از تدوین این مقررات به حداقل رساندن نوفه (صدای ناخواسته) در ساختمان‌ها است تا ضمن تأمین سلامت و آسایش ساکنان، شرایط مناسب شنیداری نیز فراهم گردد.

مبحث نوزدهم ـ صرفه‌جویی در مصرف انرژی

این مبحث از مقررات ملی ساختمان ظوابط طرح، محاسبه و اجرای عایق‌کاری حرارتی و سیستم‌های تأسیسات گرمایی، سرمایی، تهویه، تهویه مطبوع، تأمین آب گرم مصرفی و روشنایی الکتریکی در ساختمان‌ها را تعیین می‌کند.

مبحث بیستم ـ علائم و تابلوها

هدف کلی از تدوین این مقررات، ساماندهی به تابلوها و علائم به‌منظور تأمین سلامت و بهداشت، ایمنی، آسایش و صرفه‌جویی در منابع می‌باشد. بدین منظور علائم و تابلوها باید از نظر ارائه اطلاعات و هشدارهای ایمنی، صحیح عمل نموده و از نظر ساخت و نصب بی‌خطر و ایمن بوده و پیام‌رسانی آنها خطرساز نباشد.

مبحث بیست‌ویکم ـ پدافند غیرعامل[1]

هدف این مقررات تعیین حداقل ضوابط و مقررات برای طرح و اجرای ساختمان‌ها در برابر تهدیدهای انسان‌ساز خصوصاً تهاجم هوایی می‌باشد. به‌طوری که ساختمان‌های حیاتی مانند بیمارستان‌ها و ... پس از انفجار قابلیت خدمات درمانی خود را حفظ نمایند و برای سایر ساختمان‌ها، ضمن کاهش تلفات، خسارت‌های وارده در حد قابل قبول باشد.

مبحث بیست‌ودوم ـ مراقبت و نگهداری از ساختمان‌ها

هدف این مبحث نگهداری اجزا و قطعات ساختمان‌هایی که با ضوابط و مقررات ملی اجرا شده‌اند می‌باشد که ساختمان‌های موجود و ساختمان‌هایی که در آینده احداث می‌شوند را شامل می‌شود.

۱ـ پدافند غیرعامل: به مجموعه اقدامات غیرمسلحانه که موجب کاهش آسیب‌پذیری نیروی انسانی، ساختمان‌ها و تأسیسات و... در مقابل عملیات خصمانه و مخرب دشمن می‌گردد.

فهرستی از وظایف و امور مهم برای مجریان پروژه‌ها

در ذیل فهرستی از عناوین فعالیت‌های مهم در پروژه‌ها به‌عنوان ابزاری کمکی برای مسئولان و مجریان پروژه‌ها ارائه شده است. لازم به‌ذکر است براساس شرایط و نوع قرارداد هر پروژه ممکن است رعایت برخی از این آیتم‌ها ضرورت نداشته باشد. ضمناً این فعالیت‌ها به‌طور معمول در حوزهٔ وظایف مدیران پروژه‌ها تعریف می‌گردند؛ لکن با توجه به دیدگاه شرکت‌ها و نیز چارت سازمانی هر پروژه ممکن است در پست‌های شغلی مختلف تقسیم گردند.

- مطالعه و بررسی اسناد و مستندات پیمان قرارداد، قبل و بعد از ابلاغ پیمان
- مطالعه و بررسی نقشه‌ها، قبل و بعد از ابلاغ پیمان
- پیگیری تهیه ضمانت‌نامه اقساط پیش‌پرداخت‌ها و ارائه به کارفرما
- پیگیری تهیه ضمانت انجام تعهدات و ارائه به کارفرما
- بازدید از محل پروژه و سایت کارگاه قبل از تحویل زمین
- بررسی امکانات محلی نظیر ماشین‌آلات، نیروی انسانی، منابع و معادن محلی
- بررسی شرایط اقلیمی منطقه
- بررسی اجاره بهای زمین، مسکن، خودرو و...
- تحویل زمین پروژه و سایت تجهیز کارگاه
- انتخاب منابع قرضه، معادن شن و ماسه و...
- فراهم نمودن مقدمات اعزام و استقرار پرسنل و ماشین‌الات آماده به‌کار
- ارسال کانکس‌های موقت به محل پروژه جهت شروع تجهیز کارگاه
- ارائه پلان تجهیز کارگاه به مشاور و اخذ تأییدیه آن
- آغاز عملیات ساخت انبار سرپوشیده و روباز
- آغاز عملیات اجرایی ساخت و تجهیز کارگاه شامل: ■ کانکس یا ساختمان‌ها، ■ منابع آب و سوخت، ■ تعمیرگاه ماشین‌آلات ■ پست برق (برق شبکه یا موتور برق)، ■ ساخت و تأمین تأسیسات آب و فاضلاب، □ تأسیسات برق، ■ تأسیسات مخابرات، ■ ساخت و راه‌اندازی سنگ‌شکن، ■ ماسه‌شور، ■ بچینگ پلانت، ■ تأمین سیلوهای سیمان، ■ ساخت کارگاه‌های آهنگری، نجاری، سکوها و...
- بررسی برنامه زمان‌بندی تفصیلی
- بررسی هیستوگرام‌های منابع پروژه و ریزفعالیت‌های پروژه و تعیین درصد وزنی و مالی منابع پروژه (WBS)
- ارائه برنامه زمان‌بندی پروژه به مشاور و اخذ تأییدیه آن
- اخذ تسهیلات اعطایی کارفرما
- اخذ مجوزهای محلی جهت استفاده از شبکه برق، آب، بهره‌برداری از منابع قرضه و معادن
- اخذ حواله‌جات و تسهیلات دریافت سیمان و سوخت و... از مراجع و نهادها و سازمان‌های دولتی و غیردولتی
- پیگیری تهیه بیمه‌نامه تمام خطر پروژه و ارائه به کارفرما
- پیگیری تهیه بیمه‌نامه ماشین‌آلات
- پیگیری تهیه بیمه‌نامه مسئولیت مدنی با شخص ثالث یا بدون شخص ثالث
- تهیه چارت سازمانی پروژه

- چیدمان نفرات مورد نیاز و استخدام و به‌کارگیری آنها
- معرفی نفرات کلیدی به مشاور و کارفرما و در صورت نیاز تأیید صلاحیت آنها از کارفرما
- تقسیم مسئولیت‌ها میان کلیه عوامل اجرایی با بهره‌گیری از نیروهای واجد شرایط با درنظر گرفتن امکان بهره‌وری بیشتر
- بررسی رفع معارض احتمالی پروژه (تملک اراضی کشاورزی، مسکونی، دولتی و...) دکل‌های برق، شبکه‌های مختلف تأسیسات شهری و محلی، انبار مصالح و اجناس دپو شده متعلق به کارفرما و یا مردم محلی در محدوده اجرای پروژه و اعلام به مشاور و کارفرما و پیگیری مستمر آنها
- تأمین و تدارک مصالح اصلی پروژه شامل سیمان، میلگرد و... با درنظر گرفتن بار مالی زیاد آنها و ضرورت پیگیری از مرکز یا کارخانه‌های مربوطه
- عقد قرارداد با پیمانکاران جزء و فروشندگان
- اخذ تأییدیه صلاحیت پیمانکاران جزء و فروشندگان از کارفرما در صورت لزوم
- تدارک ماشین‌آلات مورد نیاز پروژه با اولویت ماشین‌آلات در تملک شرکت، خرید یا اجاره
- بررسی روش‌های اجرایی و ارائه Quality Plan پروژه
- اعلام Quality Plan پروژه به مشاور و اخذ تأییدیه آن
- انتخاب و معرفی آزمایشگاه‌های واجد شرایط به مشاور و کارفرما
- اخذ تأییدیه صلاحیت آزمایشگاه‌های واجد شرایط از کارفرما (درصورتی که هزینه انجام آزمایشات در تعهدات پیمانکار باشد)
- پیاده نمودن سیستم مدیریت کنترل پروژه
- پیاده‌سازی سیستم اداری و پرسنلی
- پیاده‌سازی سیستم تعمیر و نگهداری ماشین‌آلات سبک و سنگین
- سیستم مالی، هزینه کردن تنخواه و صندوق، پشتیبانی و خرید کالا
- پیاده نمودن سیستم انبارداری، تدارکات و حمل
- پیاده نمودن سیستم QC/QA مطابق با نیاز کارفرما
- پیاده نمودن سیستم ایمنی، حفاظت و بهداشت (HSE)
- کنترل فعالیت‌های مربوط به برنامه‌های زمان‌بندی و به‌هنگام نمودن آنها
- کنترل مصالح ورودی به کارگاه انبار و...
- کنترل صورت وضعیت کارکردهای شرکت و پیمانکاران جزء
- کنترل تأخیرات به‌وجود آمده و مستندسازی آنها
- پیگیری ادعاها
- کنترل هزینه‌ها و مقایسه هزینه‌های واقعی با هزینه‌های پیش‌بینی شده (آیتم‌های ضرر‌ده) و همچنین پرداخت حقوق
- کنترل صورت مجالس، دستور کارها، چک‌لیست‌ها و پیگیری اخذ مصوبات آنها از مشاور و یا کارفرما
- کنترل وظایف دفتر فنی در حوزه مستندسازی، گزارشات، مکاتبات
- کنترل عملیات اجرایی، بازبینی و یا اصلاح روش‌های اجرایی
- کنترل کمّی و کیفی عملیات اجرایی
- کنترل عوامل مختلف در منابع انسانی به جهت بررسی راندمان و بهره‌وری آنها در بخش‌های مختلف پروژه
- تشکیل جلسات هماهنگی با نظارت مشاور و کارفرما و اخذ صورت جلسات مورد نیاز پروژه
- پیگیری مستمر درخصوص مصوبات جلسات با کارفرما و مشاور
- پیگیری مطالبات مالی پروژه از ذی‌حسابی کارفرما

- شرکت در جلسات هماهنگی و مستمر سرپرست کارگاه با گروه‌های اجرایی و پیمانکاران جزء
- بررسی مشکلات مختلف پروژه از قبیل مشکلات قراردادی، اجرایی، حوادث قهریه، معارض موجود، نبود و یا عدم تأمین به‌موقع مصالح و مطالبات مالی پروژه و... که ناشی از عدم قصور پیمانکار است
- تهیه و تنظیم ادعاهای شرکت در ارتباط با مشکلات ناشی از عدم قصور پیمانکار و پیگیری آنها
- ارائه راهکارهای پیشنهادی برای حل مشکلات ایجاد شده در مسیر انجام پروژه
- بررسی امکان ایجاد روش‌های مهندسی ارزش، تهیه برآوردهای مالی و زمانی و ارائه طرح توجیهی به کارفرما و مشاور جهت جایگزینی با روش‌های موجود
- بررسی و تأمین امکانات و تسهیلات رفاهی، آموزشی و چندرسانه‌ای برای پرسنل کارگاه (در حد امکانات کارگاه)
- بررسی افزایش ۲۵ درصد مقادیر پروژه و کارهای جدید
- ارائه برآورد و آنالیز قیمت‌های جدید به مشاور و پیگیری اخذ مصوبات آنها
- بررسی لزوم تشکیل کمیسیون طبقه‌بندی خاک جهت تعیین درصد سنگ عملیات خاکی و سنگی
- پیگیری تشکیل کمیسیون پیش راه‌اندازی و اخذ مصوبه ابلاغ آن
- پیگیری تشکیل کمیسیون رفع نواقص و اخذ مصوبه ابلاغ آن
- پیگیری تشکیل کمیسیون تحویل موقت و اخذ مصوبه ابلاغ آن
- پیگیری تشکیل کمیسیون تحویل قطعی و اخذ مصوبات ابلاغ آن
- ارسال صورت وضعیت قطعی و جمع‌آوری کلیه مستندات جهت دفاع از ادعاها تا حصول نتیجه و پیگیری مصوبه آن
- پیگیری استرداد ضمانت‌نامه و سایر سپرده‌ها

مشخصات سه نوع دستگاه جوشکاری ۳۰۰ آمپری

مشخصات	موتور ژنراتور	یکسوکننده	ترانسفورماتور
مقدار متوسط بازده در بار کامل (درصد)	۶۰	۶۵	۸۵
توان ورودی متوسط بدون بار (وات)	۲۸۵۰	۱۰۵۰	۶۰۰
ایمنی	بسیار خوب	خوب	متعارف
تناسب و تطابق با الکترودهای مختلف	خوب	خوب	خیلی کم
هر سه الکترود (در شرایط مساوی)	استاندارد	استاندارد	صرفه‌جویانه
تغییرات شدید جریان خروجی با ولتاژ ورودی	خیلی کم	خیلی زیاد	زیاد
تغییرات شدید به علت گرم شدن	خیلی زیاد	کم	خیلی کم
انحراف قوس	زیاد	متوسط	کم
صدا	زیاد	کم	کم
عمر	خوب	مطالعه نشده	خیلی خوب
کیفیت جوش	خوب	خوب	خوب
هزینه نگهداری	خیلی زیاد	مطالعه نشده	خیلی کم

جوشکاری قوس الکتریکی با الکترود روکش‌دار (SMAW)

شکل ۱ـ الکترودهای روکش‌دار

در حال حاضر متداول‌ترین روش جوشکاری در کارگاه‌های متعارف ساختمانی روش SMAW می‌باشد. در این روش که موسوم به روش دستی می‌باشد از الکترودهای روکش‌دار استفاده می‌گردد. انواع الکترودهای مورد استفاده در این روش شامل روتیلی معمولی، روتیلی پودر آهن‌دار، سلولزی و کم‌هیدروژن می‌باشند و به‌ترتیب الکترودهای E۶۰۱۲، E۶۰۱۴، E۶۰۱۰ و E۷۰۱۸ نمونه‌هایی متناظر با هر یک از الکترودهای مذکور می‌باشد. الکترودها در قطرهای ۲/۲۵، ۳/۲۵، ۴ و ۵ میلی‌متر تولید می‌شوند.به‌طور معمول در اجرای سازه‌های فولادی قطر الکترودهای مصرفی با توجه به ضخامت قطعه، شکاف ریشه اتصال، وضعیت جوشکاری، بعد جوش و میزان مهارت جوشکار تعیین می‌گردد.

جدول مشخصات جوش ساختمانی و فلز مبنای سازگار با آن

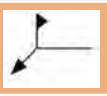
گروه	فلز مبنا	روش جوشکاری			
		جوش با الکترود (SMAW)	جوش زیر پودری (SAW)	جوش تحت حفاظ گاز (GMAW)	جوش با فلوس مغزی (FCAW)
I	ST37)Fy 2400)	AWS A5.1 یا A5.5 E60XX یا E70XX	AWS A5.17 یا AWS A5.23 F6X یا S7X_EXXX	AWS A5.18 E70S_X یا E70U_X	AWS A5.20 E60T_X
II	ST52)Fy=3600)	AWS A5.5.E70XX یا A5.1	AWS A5.17 یا AWS A5.23 S7X _EXXX	AWS A5.18 _E70S_X یا E70U_1	AWS A5.20 E70T_X (E70T_3 و E70T_2 استثنا)

شکل ۲ـ جوشکاری با الکترودهای روکش‌دار

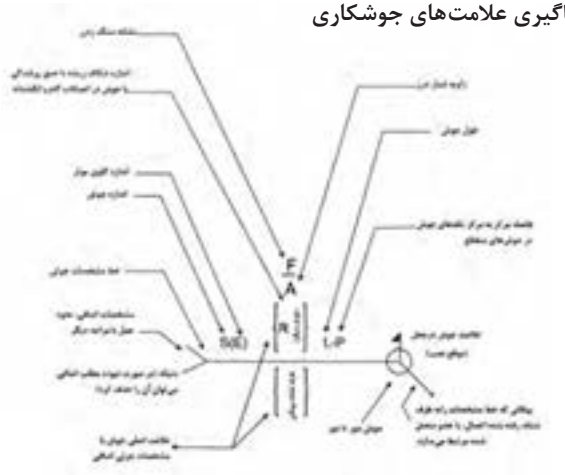
علائم اصلی جوش

شیاری							گوشه	کام یا انگشتانه	جوش پشت یا پشت‌بند
نیم جناغی گرد	جناغی گرد	نیم لاله‌ای	لاله‌ای	نیم جناغی	جناغی	ساده			

علائم تکمیلی جوش

شکل سطح جوش		جوش در محل (موقع نصب)	جوش دور تا دور
محدب	تخت		
			

محل قراردادی جاگیری علامت‌های جوشکاری



تذکر

اندازه، علامت، طول جوش و فاصلهٔ تکه‌های آن باید به‌همین ترتیب از جپ و راست روی خط مشخصات نوشته شود.

جهت خط مشخصات یا محل پیکان تغییری در این قاعدع ایجاد نمی‌کند.

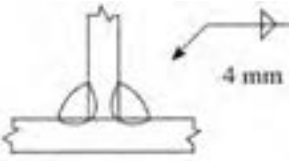
ساق قائم جوش‌های ، باید در طرف چپ قرار گیرد.

جوش‌های طرف نشانهٔ پیکان و طرف دیگر دارای یک اندازه می‌باشند، مگر اینکه خلاف آن ذکر شده باشد.

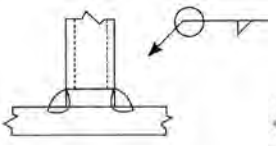
برای دیگر علائم اساسی به کتاب علائم قراردادی اتصالات در ساختمان‌های فلزی یا نشریات AWS مراجعه کنید.

نمونه‌هایی از کاربرد علائم جوشکاری

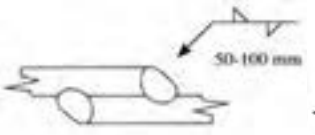
جوش‌های گوشه



تصویر نشانگر این است که عدد نماینده اندازه ساق جوش، وقتی جوش‌های دو طرف یکی باشند، تنها در یک طرف گذارده می‌شود.

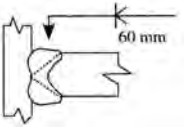


تصویر نشانگر آن است که جوش دور تا دور می‌باشد.

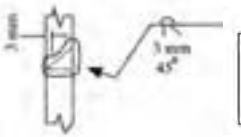


تصویر نشان‌دهنده این است که جوش‌ها یکی در میان بوده، تکه‌های جوش ۵ سانتی‌متری هستند و به فاصله مرکز به مرکز ۱۰ سانتی‌متری قرار دارند.

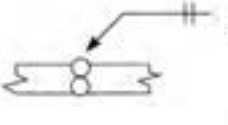
جوش‌های شیاری



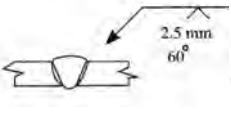
تصویر نشانگر جوش شیاری نیم‌جناغی دوطرفه می‌باشد.



تصویر نشانگر جوش نیم‌جناغی با شکاف ریشه ۳ میلی‌متر و با پخ ۴۵ درجه در قطعه بالایی و استفاده از جوش پشت‌بند می‌باشد.



تصویر نشانگر جوش شیاری از دوطرف ساده با جوشکاری می‌باشد.



تصویر نشانگر جوش شیاری جناغی با زاویهٔ پخی ۶۰ درجه و شکاف ریشه ۲/۵ میلی‌متر می‌باشد.

عیوب جوش و پیچیدگی اعضای جوشی

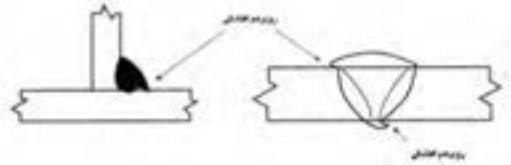
به‌منظور دستیابی به یک جوش با کیفیت، متغیرهای جوشکاری باید به درستی انتخاب شده و به‌کار گرفته شود. برخی از این متغیرها شامل نوع الکترود متناسب با فلز پایه ازنظر نوع روکش و فلز پرکننده، تکنیک جوشکاری، وضعیت جوشکاری، ساختار اتصال و مشخصه‌های الکتریکی شامل قطبیت، آمپراژ و ولتاژ است. به‌طور خلاصه عیوب اصلی جوش به قرار ذیل می‌باشند:

۱ روی هم افتادگی (Overlap)

تعریف: نقصی در کنار یا ریشه جوش که به‌علت جاری شدن فلز برروی سطح فلز پایه و یا پاس جوش قبلی ایجاد می‌شود بدون اینکه ذوب و اتصال مناسب با آن ایجاد شود. این عیب می‌تواند اثری مانند بریدگی کناره جوش داشته باشد و یک منطقه تمرکز تنش ناشی از عدم یکنواختی در جوش ایجاد شود.

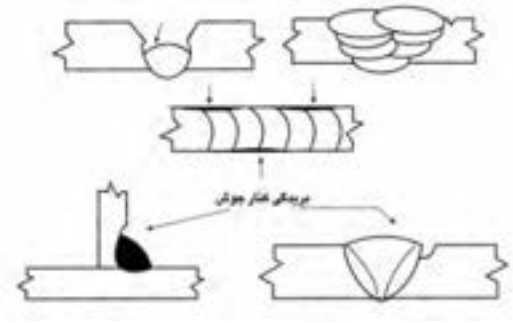
علت:

- سرعت حرکت کم جوشکاری
- زاویه نادرست الکترود



- استفاده از الکترود با قطر بالا
- آمپراژ خیلی کم

۲ بریدگی کنار جوش (Undercut)



تعریف: شیاری است غیریکنواخت به‌صورت کنگره‌ای در کنار یا ریشه جوش و یا لبه فلز پایه که ضمن کاهش سطح مقطع فلز پایه می‌تواند موجب ایجاد تمرکز تنش و یک منطقه مستعد برای ترک شود.

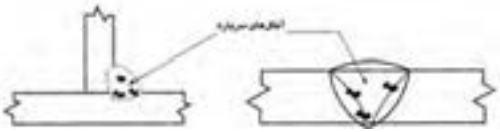
علت:

- آمپراژ زیاد
- طول قوس بلند
- حرکت موجی زیاد الکترود
- سرعت حرکت بسیار زیاد جوشکاری
- زاویه الکترود خیلی به سطح اتصال متمایل بوده است
- سرباره با ویسکوزیته زیاد

۳ آخال‌های سرباره (Slag inclusion)

تعریف: به هر ماده غیرفلزی که در یک اتصال جوش باقی بماند، آخال‌های سرباره می‌گویند. این آخال‌ها می‌توانند در مقطع جوش نقاط ضعیفی ایجاد کنند. آخال‌های سرباره استحکام سطح مقطع جوش را کاهش داده و یک منطقه مستعد ترک ایجاد می‌کنند.

علت:

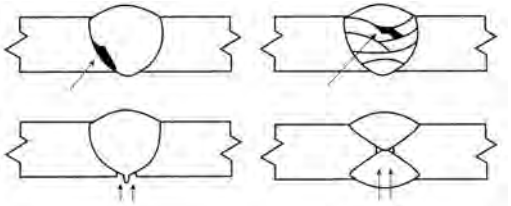


- پاک نشدن مناسب سرباره از پاس‌های قبلی
- آمپراژ ناکافی
- زاویه یا اندازه نادرست الکترود
- آماده‌سازی نادرست.

۴ ذوب ناقص (Lack of fusion, LOF)

تعریف: عدم اتصال بین فلز جوش و فلز پایه یا بین لایه‌های جوش که اتصال جوش را ضعیف کرده و یک منطقه مستعد ایجاد ترک خستگی ایجاد می‌شود.

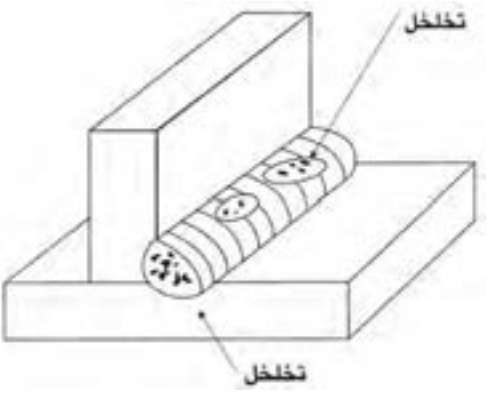
علت:



- استفاده از الکترودهای کوچک برای فولاد ضخیم و سرد
- آمپراژ ناکافی
- زاویه الکترود نامناسب
- سرعت حرکت بسیار زیاد جوشکاری
- سطح آلوده (پوسته نورد، لکه، روغن و ...)

۵ تخلخل (Porosity)

تعریف: تخلخل سوراخ یا حفره‌ای است که به صورت داخلی یا خارجی در جوش دیده می‌شود که به نام‌های «مک لوله‌ای»، «مک سطحی» یا «سوراخ‌های کرمی» نیز شناخته می‌شود که موجب



کاهش استحکام اتصال جوشی می‌شود. تخلخل سطحی به اتمسفر خورنده اجازه می‌دهد که فلز جوش را مورد حمله قرار دهد و موجب خوردگی آن شود.

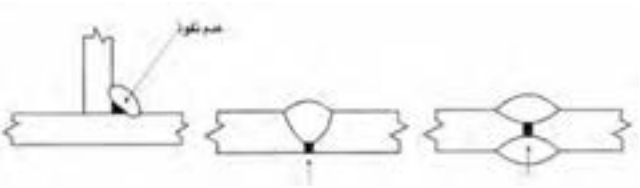
علت:

- سطح فلز پایه مرطوب و یا آلوده مثل آلودگی‌های روغن، غبار، لکه یا زنگار
- مرطوب بودن و یا شکستگی روپوش الکترود
- محافظت گازی ناکافی از قوس الکتریکی و حوضچه مذاب
- وجود مقادیر بالای گوگرد و فسفر در فلزات پایه.

۶ عدم نفوذ (نفوذ ناقص) (Lack of penetration, LOP)

تعریف: عدم نفوذ کامل فلز جوش در ریشه اتصال که موجب ضعف اتصال جوشی و ایجاد یک منطقه مستعد ترک خستگی می‌شود.

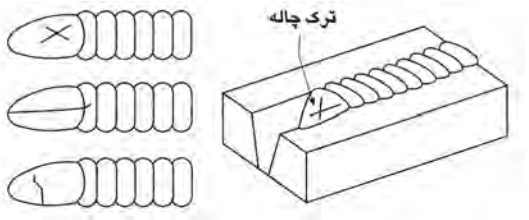
علت:



- آمپراژ بسیار پایین
- فاصله ریشه ناکافی
- استفاده از الکترود با قطر بالا در پاس ریشه
- سرعت حرکت زیاد جوشکاری

۷ چاله جوش (Crater)

چاله جوش، حوضچه‌هایی است که در انتهای جوش اتفاق می‌افتد و با ترک‌هایی از مرکز حوضچه به اطراف همراه است که گاهی به این ترک، ترک ستاره‌ای نیز گفته می‌شود. ترک چاله جوش، ترک انقباضی بوده و معمولاً از قطع ناگهانی قوس ناشی می‌شود. ترک چاله جوش معمولاً به سه صورت طولی، عرضی و ستاره‌ای دیده می‌شود.



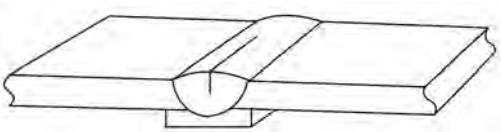
۸ پاشش (ترشح) یا جرقه زیاد (Spatter)

تعریف: قطرات مذاب که از منطقه قوس به اطراف پراکنده می‌شوند و در صورت قرار گرفتن در محل درز جوش می‌تواند باعث عدم ذوب فلز پایه شوند.

علت:

- آمپراژ زیاد
- طول قوس بلند
- استفاده از الکترود مرطوب
- وزش قوس.

۹ ترک در جوش (Crack)

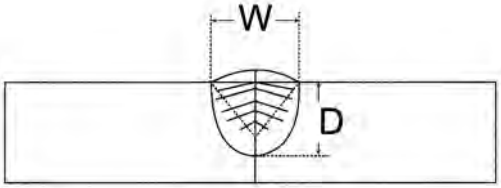


ترک مرکزی ناشی از جدایش و تفکیک

منظور از ترک، پدیده‌ای است که در اثر عواملی مانند انجماد سریع (ترد شدن منطقه جوش) و تنش‌های داخلی ناشی از انقباض جوش، ایجاد می‌شود. ترک‌ها از نظر زمان ایجاد به دو نوع ترک گرم و ترک سرد تقسیم‌بندی می‌شوند. ترک‌های گرم، ترک‌هایی هستند که در دماهای بالا رخ می‌دهند و ترک‌های سرد ترک‌هایی هستند که بعد از اینکه جوش به دمای محیط رسید، رخ می‌دهد. بیشتر ترک‌ها در اثر تنش‌های کششی ناشی از انقباض جوش ایجاد می‌شوند.

■ **الف) ترک به صورت خط مرکزی (طولی):** علت ترک مرکزی یکی از سه پدیده زیر است:

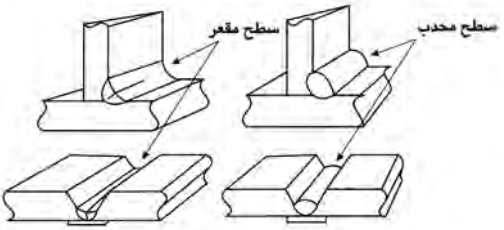
الف) ۱ ترکی که ناشی از جدایش و تفکیک است: ناخالصی‌هایی نظیر گوگرد، فسفر، روی، مس و قلع در فلز جوش یا فلز پایه می‌توانند با آهن ترکیباتی با نقطه ذوب پایین تشکیل دهند و در حین سرد شدن جوش به وسط جوش هدایت شده و باعث جدایش و در نتیجه ترک در مرکز جوش شود.



ترک مرکزی مربوط به شکل گرده جوش

۲ ترکی که مربوط به شکل گرده جوش است: این نوع ترک بیشتر در جوش‌های تک‌پاسه اتفاق می‌افتد. اگر یک پاس جوش دارای عمق بیشتری نسبت به عرض آن باشد و یا اینکه پهنای جوش زیاد ولی عمق نفوذ خیلی کم باشد، این نوع ترک اتفاق می‌افتد. توصیه می‌شود که نسبت پهنای جوش به عمق آن ۱ به ۱ یا ۱/۴ به ۱ باشد تا از ایجاد این ترک جلوگیری شود.

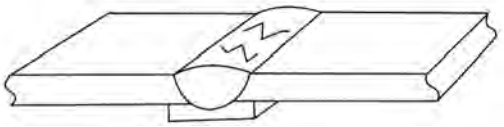
۳ ترکی که مربوط به شرایط سطحی جوش است: اگر جوش‌هایی با سطح مقعر ایجاد شود، تنش‌های ناشی از انقباض‌های داخلی کم می شود که سطح جوش تحت کشش قرار گرفته و موجب ایجاد ترک در خط مرکزی شود.



ترک مرکزی مربوط به شرایط سطحی جوش

ب) ترک عرضی: ترک عرضی، ترک متقاطع نیز نامیده می‌شود. ترکی است که در جهت عمود بر طول جوش ایجاد می‌شود. این نوع ترک، از انواعی است مه اغلب در جوشکاری با آن مواجه می‌شویم و معمولاً در جوشی که دارای استحکام بالاتری در مقایسه با فلز پایه باشد و دارای چقرمگی کمی است دیده می‌شود. این نوع ترک با نفوذ زیادهیدروژن به منطقه جوش و افزایش تنش‌های پسماند و سرد شدن سریع جوش، تشدید می‌شود.

ج) ترک منطقه متأثر از حرارت جوش: این نوع ترک به صورت طولی در کنار نوار جوش روی فلز پایه اتفاق



ترک عرضی

می‌افتد و زمانی رخ می‌دهد که سه شرط زیر در محل اتصال برقرار باشد:
۱ـ نفوذ هیدروژن زیاد در منطقه جوش، ۲ـ افزایش تنش‌های پسماند، ۳ـ ترد شدن منطقه جوش (در اثر سرد شدن سریع جوش، وجود کربن زیاد در فلز پایه).

سطح مقطع کابل متناسب با شدت جریان مصرفی

شدت جریان حداکثر (آمپر)	سطح مقطع کابل (میلی‌متر مربع)
۲۰۰	۲۵
۳۰۰	۵۰
۴۵۰	۷۰
۶۰۰	۹۵

نمونه فرم مشخصات فنی روند جوشکاری

ملاک اجرای عملیات جوشکاری دستورالعمل جوش (WPS) است. یک بازرس می‌تواند دستورالعمل جوشکاری (WPS) مربوط به سازه فلزی موردنظر را تهیه و تدوین کند یا اینکه دستورالعمل جوشکاری توسط یک مهندس جوش تدوین و تأیید شده باشد و بازرس با در دست داشتن دستورالعمل مربوطه تمامی بندهای دستورالعمل را در شروع کار به اپراتور و کارشناسان پروژه توضیح داده و سپس مطابق آن کنترل‌های لازم را اعمال نماید.

مشخصات فنی روند جوشکاری (WPS)

پیش‌نویس ☐ تأیید شده ☐

نام شرکت: تهیه‌کننده: تاریخ: شماره:

نام پروژه: تأییدکننده: تاریخ:

فرایند جوشکاری: جوشکاری دستی ☐ جوشکاری ماشینی ☐

شماره PQR پشتیبان: جوشکاری خودکار ☐ جوشکاری نیمه‌خودکار ☐

ساختار اتصال

نوع اتصال: جوش یکطرفه ☐ جوش دوطرفه ☐

پشتبند دارد ☐ ندارد ☐

نوع مواد پشتبند:

تخلیه جوش از پشت انجام می‌شود ☐ نمی‌شود ☐

روش تخلیه جوش از پشت:

اندازه شکاف ریشه: اندازه پیشانی ریشه:

زاویه شیار: شعاع شیار (U‌شکل و نیم‌U‌شکل):

وضعیت جوشکاری

شیاری: گوشه:

وضعیت جوشکاری عمودی: سربالا ☐ سرازیر ☐

مشخصه‌های الکتریکی

نوع جریان:

AC ☐ DCEP ☐ DCEN ☐

مشخصات فلز پایه

مشخصات فلز پایه:

نوع و رده فولاد:

ضخامت فلز پایه:

تکنیک جوشکاری

جوش مستقیم ☐ جوش هلالی ☐ جوش زنجیری ☐

جوش یک پاسه ☐ چندپاسه ☐

تعداد الکترودها: روش تمیزکاری بین پاس‌ها:

مشخصات فلز پرکننده

مشخصات الکترود مصرفی:

رده‌بندی الکترود:

نوع روکش:

پیش‌گرمایش

حداقل درجه حرارت پیش‌گرمایش:

و درجه حرارت بین موج‌ها:

حداکثر:

روند جوشکاری

جزئیات اتصال	سرعت حرکت	ولتاژ	جریان: آمپر	جریان: نوع و قطبیت	فلز پرکننده: قطر	فلز پرکننده: رده‌بندی	فرایند	شماره عبور

الف) حداقل اندازه و بعد جوش شیاری

در جوش شیاری نفوذ کامل معادل ضخامت ورق نازک‌تر و در جوش شیاری با نفوذ نسبی تحت شرایط زیر قابل‌قبول است:

ضخامت ورق (میلی‌متر)	بعد جوش (میلی‌متر)
۳ ـ ۵	۲
۵ ـ ۶	۳
۶ ـ ۱۲	۵
۱۲ ـ ۲۰	۶
۲۰ ـ ۳۸	۸
۳۸ ـ ۵۷	۱۰

شکل ۳ـ ابزار اندازه‌گیری بعد جوش

ب) بازرسی بعد و اندازه جوش گوشه

۱ بعد مؤثر گلوی جوش گوشه، کوتاه‌ترین فاصله از ریشه تا سطح هندسی تئوریک مقطع جوش است. در شکل‌های ۵ ـ ۱۴ تا ۵ ـ ۱۶ گلوی مؤثر در چندین حالت نشان داده شده است.

۲ حداکثر اندازه جوش گوشه در صورتی که ضخامت قطعه مساوی یا کوچک‌تر از ۷ میلی‌متر است، مساوی ضخامت قطعه می‌باشد.

۳ درصورتی که ضخامت قطعه بزرگ‌تر از ۷ میلی‌متر باشد، حداکثر اندازه جوش گوشه ۲میلی‌متر کوچک‌تر از ضخامت قطعه است.

حداقل اندازه جوش گوشه طبق استاندارد:

ضخامت ورق (میلی‌متر)	بعد جوش (میلی‌متر)
کمتر یا مساوی ۶	۳
۶ ـ ۱۲	۵
۱۲ ـ ۲۰	۶
بزرگ‌تر از ۲۰	۸

ج) جوش انگشتانه و کام

۱ حداقل قطر سوراخ جوش انگشتانه نباید کمتر از ضخامت ورق به علاوه ۸ میلی‌متر باشد. حداکثر قطر مساوی حداقل قطر به علاوه ۳ میلی‌متر است.

۲ حداقل فاصله مرکز به مرکز سوراخ‌های جوش انگشتانه ۴ برابر قطر سوراخ می‌باشد.

۳ طول شکاف جوش کام نباید بیش از ۱۰ برابر ضخامت ورقی باشد که در آن ایجاد می‌شود. عرض شکاف نباید کمتر از ضخامت ورق به‌علاوه ۸ میلی‌متر باشد. حداکثر عرض مساوی، حداقل عرض به علاوه ۳ میلی‌متر است.

۴ انتهای شکاف باید به صورت نیم‌دایره و یا در صورت گوشه‌دار بودن، دارای گردی با شعاع حداقل ضخامت ورق باشد.

۵ حداقل فاصله محور به محور شکاف‌ها در امتداد عرضی، چهار برابر عرض شکاف و حداقل فاصله مرکز به مرکز شکاف‌ها در امتداد طولی، مساوی دو برابر طول شکاف است.

۶ در صورتی که ضخامت ورق مساوی و یا کوچک‌تر از ۱۶ میلی‌متر باشد تمام ضخامت سوراخ و یا شکاف باید با جوش پر شود. در صورتی که ضخامت ورق بزرگ‌تر از ۱۶ میلی‌متر باشد ضخامت جوش مساوی نصف ضخامت ورق و یا ۱۶ میلی‌متر (هر کدام که بزرگ‌تر است) می‌باشد.

بازرسی پیچیدگی و تغییر شکل‌های ناشی از جوشکاری

یکی از موارد بازرسی بعد از جوشکاری کنترل میزان پیچیدگی در سازه موردنظر است که باید پیچیدگی چه در طول یا عرض و یا پیچیدگی‌های زاویه درحد مجاز طبق استاندارد AWS D1.1 باشد.

بازرسی عملیات پس گرم کردن و تنش‌زدایی

در صورتی که در دستورالعمل جوشکاری انجام عملیات حرارتی الزام شده باشد بازرس باید درجه حرارت و زمان عملیات حرارتی و نحوه سرد شدن و نتایج پس از عملیات حرارتی را بر روی اتصال، کنترل و ثبت نماید.

آزمایش‌های غیرمخرب

این بازرسی‌ها پس از اتمام جوشکاری علاوه‌بر بازرسی چشمی صورت می‌گیرد که شامل آزمایش مایع نافذ PT ذرات مغناطیسی MT و پرتونگاری RT است که به‌طور خلاصه کاربرد و ویژگی هر کدام از روش‌های فوق در زیر آمده است:

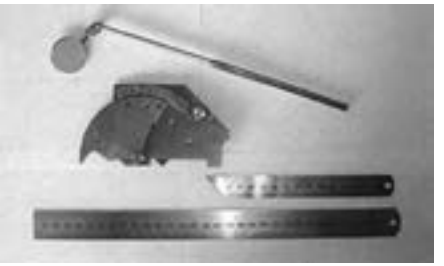
الف) بازرسی چشمی (VT)

ب) آزمایش مایع نافذ (PT)

ج) آزمایش ذرات مغناطیسی (MT)

د) آزمایش فراصوتی (UT)

هـ) آزمایش پرتونگاری (RT)



شکل ۴ـ ابزار بازرسی چشمی

بازرسی چشمی: اولین مرحله در آزمایش یک قطعه، بازرسی چشمی است. بازرس با چشم غیرمسلح فقط عیب‌های نسبتاً بزرگی را که به سطح قطعه می‌رسند نمایان خواهد کرد. با به‌کار بردن لوازمی مثل ذره‌بین و چراغ‌قوه می‌توان کارآیی بازرسی چشمی را افزایش داد. بازرسی چشمی نیازمند دیدی قوی و ورزیده و تجربه طولانی همراه اطلاعات و دانش و حضور ذهن می‌باشد.

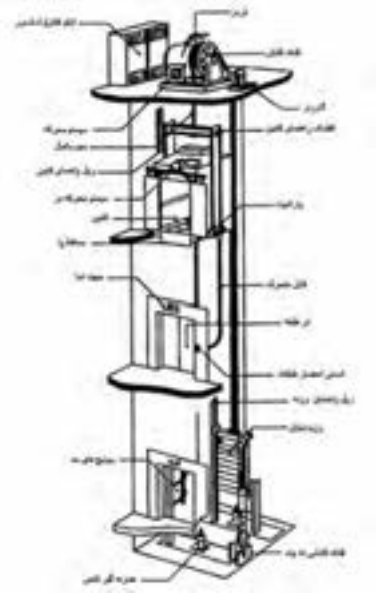
منتخبی از مشخصات کاربردی آسانسورها

آسانسور

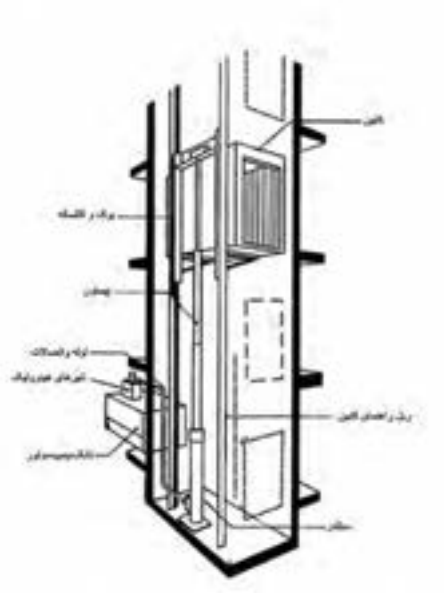
وسیله‌ای است متشکل از کابین و معمولاً وزنه تعادل و اجزای دیگر که با روش‌های مختلفی مسافر (نفر) یا بار یا هر دو را در مسیر بین طبقات ساختمان جابه‌جا می‌کند.

آسانسور کششی: آسانسوری است که حرکت آن بر اثر اصطکاک بین سیم بکسل و شیار فلکه کشش، به‌هنگام چرخش آن، توسط سیستم محرکه انجام می‌شود. (شکل ۵)

آسانسور هیدرولیکی: در این نوع آسانسور عامل حرکت کابین، سیلندر و پیستون هیدرولیکی است و ممکن است وزنه تعادل نیز داشته باشد و معمولاً برای ارتفاعات کم و سرعت‌های کم کاربرد دارد. (شکل ۶)



شکل ۵ـ آسانسور کششی



شکل ۶ـ آسانسور هیدرولیکی

بالاسری
فاصله قائم بین کف بالاترین توقف تا زیر سقف چاه آسانسور را بالاسری گویند. این فاصله برای جلوگیری از برخورد تعمیرکاران یا اجزای فوقانی کابین با سقف چاه پیش‌بینی می‌شود و اندازه آن متناسب با نوع و سرعت آسانسور از جدول‌های استاندارد به‌دست می‌آید.

تابلو کنترل آسانسور
مجموعه‌ای شامل مدارهای فرمان و قدرت که وظیفه کنترل حرکت کابین و پاسخگویی به احضار را به‌عهده دارد. قسمت فرمان در انواع قدیمی از رله‌های متعدد و در انواع جدید عموماً از ریزپردازنده‌ها و سایر قطعات الکترونیکی ساخته می‌شود.

تراز طبقه شدن
منظور هم‌تراز شدن کف کابین با کف تمام شده طبقه در محل ورودی به آسانسور است.

سیستم اضافه بار
در برخی آسانسورها برای جلوگیری از اضافه بار حسگری را به شیوه‌های مختلف تعبیه می‌کنند تا هنگام سوار شدن مسافر یا گذاشتن بار بیش از ظرفیت پیش‌بینی شده در کابین، ضمن اعلام خبر از حرکت آسانسور تا تخلیه بار اضافی جلوگیری شود.

سیستم ترمز ایمنی (سیستم پاراشوت)
سیستم مکانیکی که ترجیحاً در قسمت زیرین یا بالای چهارچوب (یوک) کابین و وزنه تعادل (در صورت لزوم) قرار می‌گیرد و در مواقع اضطراری با افزایش غیرعادی سرعت، فعال شده و سبب توقف کابین یا وزنه تعادل به‌وسیله قفل شدن کابین یا وزنه تعادل به ریل‌ها می‌شود، ترمزهای ایمنی به سه دسته تقسیم می‌شوند:

- آنی یا لحظه‌ای برای سرعت‌های تا ۰/۶۳ متر بر ثانیه
- آنی با ضربه‌گیر برای سرعت‌های تا ۱ متر بر ثانیه
- تدریجی برای سرعت‌هایی که بیشتر یا مساوی یک متر بر ثانیه می‌باشند.

چاه: فضایی است که ریل‌ها و برخی تجهیزات آسانسور در آن نصب می‌شوند و کابین و وزنه تعادل در این مکان حرکت می‌نمایند. معمولاً با دیوارها، درهای طبقات و درها و دریچه‌های اضطراری محصور می‌گردد، در آسانسورهای نما باز قسمتی از دیوارها ممکن است محصور نباشد.

چاهک
فاصله قائم بین کف پایین‌ترین توقف تا کف چاه آسانسور (به ابعاد چاه آسانسور) را چاهک می‌گویند. این اندازه مانند بالاسری از اهمیت زیادی برخوردار است و از جدول‌های استاندارد، متناسب با نوع و سرعت آسانسور انتخاب می‌شود.

درهای طبقات
درهایی هستند که در محل ورودی طبقات به کابین قرار می‌گیرند، درهای طبقات انواع مختلف دارند مانند درهای تلسکوپی (یک طرف بازشو)، درهای سانترال (وسط بازشو)، درهای آکاردئونی، درهای لولایی و ... انتخاب نوع و اندازه بازشوی درهای طبقات متناسب با نوع کاربری و مطابق با استانداردها و ضوابط مربوط صورت می‌گیرد.

درب کابین
دری است که در ورودی کابین قرار گرفته و معمولاً به‌طور خودکار باز و بسته می‌شود. سیستم محرکه باز و بسته کردن درهای خودکار طبقات معمولاً روی درب کابین وجود دارد و هنگامی که در طبقه موردنظر توقف می‌کند هم‌زمان با باز شدن یا بسته شدن درب کابین، درب خودکار طبقه نیز باز یا بسته می‌شود.

ریل‌های راهنما

اجزای فلزی با مقطع T هستند که برای هدایت کابین یا وزنه تعادل (در صورت وجود) به‌کار می‌روند.

زنجیر جبران (سیم بکسل جبران)

در ساختمان‌های مرتفع وقتی که کابین در بالا و یا پایین‌ترین طبقه قرار می‌گیرد مجموع وزن سیم بکسل‌ها که مقدار قابل ملاحظه‌ای است به یک سمت فلکه کششی منتقل می‌شود و مشکلاتی مانند سرخوردن روی فلکه کشش، گرم شدن موتور، مصرف انرژی زیاد را به‌وجود می‌آورد. برای جلوگیری از این موارد، سیم بکسل یا زنجیری، هم‌وزن سیم بکسل‌ها، از تیر پایین یوک کابین به تیر پایین وزنه تعادل متصل می شود که اضافه وزن به‌وجود آمده به‌وسیله سیم بکسل‌ها را جبران نماید و به آن سیم بکسل یا زنجیر جبران می‌گویند.

سرعت نامی

حداکثر سرعت کابین هنگام حرکت عادی را سرعت نامی می‌گویند.

سیستم‌های فراخوانی آسانسور

نحوه پاسخ به احضار مسافرین در آسانسور با توجه به نوع کاربری ساختمان می‌تواند متفاوت باشد و انتخاب صحیح سیستم کنترل اهمیت زیادی دارد.

انواع مرسوم سیستم‌های فراخوانی به شرح زیر می‌باشد:

۱ **ساده (پوش با تن):** در این نوع، آسانسور به اولین احضار پاسخ داده و تا انجام این فرمان، احضارهای بعدی بی‌تأثیر است. این سیستم که ساده‌ترین است برای مکان‌های کم ترافیک، آسانسورهای باربر و بیماربر (مخصوص حمل تخت یا برانکارد) با تعداد طبقات کم مناسب است. دکمه احضار در طبقات، تکی است.

۲ **جمع کن روبه پایین (کالکتیودان):** در این نوع، آسانسور در حین حرکت از بالا به پایین به کلیه احضارها پاسخ می‌دهد و برای ساختمان‌های مسکونی و پرجمعیت و ساختمان‌های اداری که در طبقات آن شرکت‌های مستقل از هم قرار دارند و کم ترافیک هستند مناسب می‌باشد، دکمه احضار در طبقات، تکی است.

۳ **جمع کن روبه بالا (کالکتیوآپ):** شبیه جمع‌کن روبه پایین است و به احضارهای از پایین به بالا پاسخ می‌دهد و برای ساختمان‌های کم ترافیک که طبقه اصلی در بالا و سایر طبقات در پایین است مناسب می‌باشد. دکمه احضار در طبقات، تکی است.

۴ **جمع کن انتخابی (کالکتیو سلکتیو):** در این نوع، آسانسور به احضارهای در جهت حرکت کابین پاسخ داده و در نتیجه از توقف‌های غیرضروری در پاسخ به احضارهایی که خلاف جهت حرکت کابین است جلوگیری به‌عمل می‌آید. در هر طبقه دو دکمه با علامت بالا و پایین (به‌غیر از طبقات انتهایی بالا و پایین که یک دکمه می‌باشد)، وجود دارد. این نوع کنترل برای ساختمان‌های اداری پر ترافیک توصیه می‌شود.

۵ **فراخوانی گروهی:** اگر کنترل به صورت دوتایی، سه‌تایی یا بیشتر باشد دو، سه یا چند آسانسور با یک فرمان کنترل شده و نزدیک‌ترین کابین هم‌جهت به احضار پاسخ می‌دهد. در این سیستم زمان انتظار مسافرین حداقل خواهد بود و برای برج‌های مرتفع، هتل‌ها و مؤسسات بزرگ که از چند دستگاه آسانسور نزدیک به‌هم استفاده می‌نمایند مناسب می‌باشد.

سطح مفید کابین

سطح مفیدی است که برای ایستادن مسافر و یا گذاشتن بار به‌کار گرفته می‌شود و مقدار آن متناسب با ظرفیت بار یا مسافر محاسبه می‌شود.

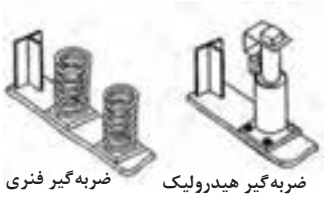
شیر اطمینان

شیر هیدرولیکی است که هنگام سقوط یا افزایش ناگهانی سرعت در آسانسورهای هیدرولیک به‌کار می‌رود و هنگام افزایش جریان روغن بیش از حد مجاز، بسته شده و از سقوط یا افزایش سرعت کابین جلوگیری می‌نماید.

ضربه‌گیر (بافر)

وسیله‌ای ارتجاعی است که برای جلوگیری از اصابت کنترل نشده کابین و یا وزنه تعادل به کف چاهک به‌کار می‌رود و طوری طراحی و انتخاب می‌شود که قسمتی از انرژی جنبشی کابین را مستهلک کند. ضربه‌گیر لاستیکی تا سرعت یک متر در ثانیه ضربه‌گیر فنر حلقوی تا سرعت ۱/۶ متر بر ثانیه و ضربه‌گیر هیدرولیک برای هر سرعتی قابل استفاده است. (شکل ۷)

باید توجه داشت که ضربه‌گیر برای متوقف کردن کابین در سقوط آزاد طراحی نشده است.



شکل ۷ــ ضربه‌گیر (بافر)

طبقه اصلی ورودی

منظور طبقه‌ای است که ورودی افراد پیاده به ساختمان از آن طریق انجام می‌شود و معمولاً هم‌تراز خیابان است. چنانچه در ساختمانی دسترسی‌های اصلی مختلفی به یک آسانسور وجود داشته باشد پایین‌ترین آنها طبقه اصلی محسوب می‌شود.

طول مسیر حرکت

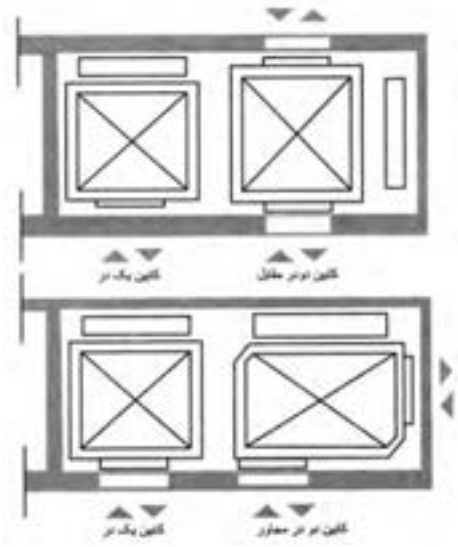
ارتفاع بین کف طبقه اصلی و ورودی تا کف بالاترین طبقه توقف آسانسور طول مسیر حرکت نامیده می‌شود.

کابین

جزئی از آسانسور است که مسافر، بار یا هر دو را در خود جای می‌دهد. کابین دارای کف برای ایستادن، دیوارهایی برای حفاظت مسافرین یا بار، سقف و معمولاً دارای در می‌باشد.

کابین دو در

کابینی است که دو در دارد، در صورتی که این دو در، در دو ضلع روبه‌رو باشند کابین دو در روبه‌رو و در صورتی که در دو ضلع مجاور باشند کابین دو در مجاور نامیده می‌شود (شکل ۸)



شکل ۸ــ پلان

کلید آتش‌نشان

کلیدی است که در مواقع ضروری، توسط آتش‌نشان فعال شده و کنترل آسانسور فقط توسط آتش‌نشان (راهبر داخل کابین) صورت می‌گیرد و به سایر احضارها پاسخ داده نمی‌شود تا کارآیی آسانسور با حذف توقف‌های غیرضروری بیشتر شود.

کنترل‌کننده مکانیکی سرعت (گاورنر)

وسیله‌ای مکانیکی است که از طریق سیم بکسل یا زنجیر به سیستم ترمز ایمنی (پاراشوت) کابین یا وزنه تعادل (در صورت وجود) وصل است تا در موقع افزایش سرعت از حد تعیین‌شده توسط استانداردهای معتبر قفل کرده و ضمن فرمان قطع برق موتور آسانسور، سیستم ترمز ایمنی را فعال نماید.

موتورخانه

فضایی است که موتور گیربکس یا سیستم رانش آسانسور و تابلو کنترل و غیره را در خود جای می‌دهد و ابعاد آن به‌ازای ظرفیت‌های مختلف در جدول‌های استاندارد قید شده است. در برخی سیستم‌ها موتورخانه در بالا یا کنار چاه آسانسور حذف و سیستم رانش آسانسور به داخل چاه آسانسور منتقل شده است.

نگهدارنده ریل‌ها

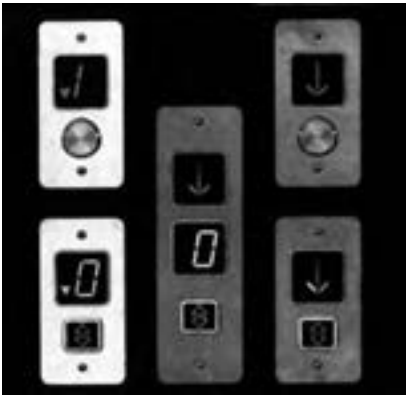
رابطی است که ریل‌ها را به سازه و دیواره چاه آسانسور متصل می‌کند و برای اتصال آن از بست مخصوص و پیچ‌ومهره استفاده می‌شود.

وزنه تعادل

وزنه یا ترکیبی از وزنه‌ها است که برای متعادل کردن وزن کابین و بخشی از ظرفیت آسانسور به‌کار می‌رود.

یوک کابین

قاب نگهدارنده‌ای است که کف کابین، ترمزهای ایمنی، کفشک‌ها و سیم بکسل‌ها به آن متصل می‌شوند.



شکل ۹ــ انواعی از پوش‌پاتن

شکل ۱۰ــ تصاویری از بالابر معلولین

شکل ۱۱ــ تصویری از آسانسور اکسپوز

کروکی (Sketch): ترسیم عوارض یک محل به صورت تقریبی.
نقشه (Map): ترسیم عوارض یک منطقه به طور دقیق و کوچک و ساده‌شده بر روی صفحه‌ای افقی
عکس ماهواره‌ای (Satellite Image): عکسی است که به وسیلهٔ ماهواره‌های تصویربرداری از سطح زمین گرفته می‌شود.
مسّاحی (Chaining): به کارهایی گفته می‌شود که در زمین‌های کم‌وسعت با وسایل سادهٔ نقشه‌برداری به منظور تهیهٔ نقشه، پیاده‌کردن نقشه و به‌دست آوردن مساحت انجام می‌شود.
نقشه‌برداری (Surveying): علم، هنر و فن تهیه و پیاده‌کردن انواع نقشه‌ها به همراه انجام کلیه محاسبات مربوطه است.
مقیاس (Scale): به میزان کوچک‌شدن ابعاد افقی عوارضِ روی زمین به منظور ترسیم روی کاغذ، مقیاس گفته می‌شود.
نوار اندازه‌گیری (Measuring tape): که اصطلاحاً به آن متر (Meter) می‌گوییم ابزاری است که از آن برای اندازه‌گیری فاصله (Distance) استفاده می‌شود. مترهای موجود در بازار از جنس پارچه‌ای، پلاستیکی، فلزی و فایبرگلاس‌اند و در اندازه‌های مختلف تولید می‌شوند.
خطا (error): خطا عبارت است از میزان تفاوت بین مقدار واقعی و مقدار اندازه‌گیری‌شده، یا به‌عبارتی خطا برابر است با مقدار اندازه‌گیری‌شده منهای مقدار واقعی:

$$e = x' - \overline{x}$$

انواع خطاها:
۱ خطای بزرگ یا اشتباه (Blunder / Mistake / Gross error)
۲ خطای تدریجی (Systematic error)
۳ خطای اتفاقی (Random error)

اشتباه (Gross error/ Mistake / Blunder): خطای بزرگ یا اشتباه بر اثر بی‌دقتی عامل یا خرابی دستگاه صورت می‌گیرد و در نقشه‌برداری به هیچ عنوان پذیرفتنی نیست؛ خطای بزرگ قابل تصحیح نیست و برای دوری از وقوع اشتباه، باید اندازه‌گیری متکی بر کنترل باشد.
خطای تدریجی (Systematic error): خطای تدریجی (سیستماتیک یا جمع‌شونده) معمولاً بر اثر به‌هم خوردن تنظیم دستگاه‌های اندازه‌گیری و دقیق‌نبودن آنها و همچنین لحاظ‌نکردن آثار محیطی در اندازه‌گیری به وجود می‌آید. این خطا قابل تصحیح بوده و می‌توان اثر آن را بر اندازه‌گیری‌ها به کمک روابط ریاضی یا فیزیکی محاسبه و برطرف نمود.
خطای اتفاقی (Random error): خطایی است که پس از حذف اشتباه و خطای تدریجی باز هم در اندازه‌گیری‌ها وجود دارد. این خطا برخلاف خطای تدریجی دارای جهت مشخصی نیست و از نظم خاصی پیروی نمی‌کند؛ خطاهای اتفاقی را نمی‌توان حذف کرد، چرا که اصلاً قابل اندازه‌گیری نیستند، اما می‌توان با تکرار اندازه‌گیری‌ها و میانگین‌گیری از آنها، مقدار این خطا را تا حد دقت مورد نیاز کاهش داد.

منابع ایجاد خطا:
۱ انسان یا همان عاملِ اندازه‌گیری (Person)
۲ وسایل و دستگاه‌های اندازه‌گیری (Instrument)
۳ شرایط محیطی در هنگام اندازه‌گیری (Nature)

برداشت (Data Collection): به مجموعه عملیات اندازه‌گیری طول و زاویه که با استفاده از نقاط معلوم به منظور تعیین مکان نقاط دیگری از زمین و جمع‌آوری اطلاعات برای تهیه نقشه انجام می‌شود برداشت می‌گویند.
نرم‌افزار AutoCAD: متداول‌ترین نرم‌افزار ترسیمی است که اطلاعات جمع‌آوری شده در مرحله برداشت را به صورت نقشه ترسیم می‌کند.
روش ۵-۴-۳ در پیاده کردن زاویهٔ قائمه با متر: با اضلاع ۳، ۴ و ۵ می‌توان یک مثلث قائم‌الزاویه مطابق رابطه فیثاغورث تشکیل داد که به آن روش ۵-۴-۳ گفته می‌شود.
آفست (Offset) یا اخراج عمود: یکی از روش‌های مهم و کاربردی برای برداشت، روش آفست یا اخراج عمود نام دارد.
خط هادی یا خط مبنا (Base Line): خط هادی خط مستقیمی است که ترجیحاً در امتداد بلندترین طول زمین انتخاب شده و به اکثر نقاط و عوارض نزدیک باشد؛ همچنین از این خط به بیشتر عوارض منطقه، دید، برقرار است.
پیاده‌کردن (Stake Out): به انتقال نقاط و خطوط یک طرح از روی نقشه به روی زمین، با حفظ تناسب و شکل و موقعیت آن، پیاده‌کردن گفته می‌شود.

دیوار جداکننده (پارتیشن) (Partition): دیوارهایی که به طور معمول از مصالح گوناگون و سبُک ساخته شده و برای جداسازی فضاها، محافظت در مقابل عوامل جوی و جلوگیری از انتقال صوت و حرارت استفاده می‌شود.
دیوار باربر (Bearing Wall): دیوارهایی که علاوه بر وزن خود، نیروهای وارده را نیز تحمل می‌نمایند.
بهداشت (Health): حفظ سلامت جسمی، روحی و روانی کارگران و افراد مرتبط با کارگاه ساختمانی و افرادی که در مجاورت آن هستند حائز اهمیت است و تمهیدات و اقدامات لازم را شامل می‌گردد.
ایمنی (Safety): حفاظت از کلیهٔ کارگران و افرادی که با کارگاه ساختمانی ارتباط دارند و نیز افرادی که در مجاورت آن هستند و حفاظت ماشین‌آلات، تجهیزات و ابنیه در داخل و خارج کارگاه ساختمانی را شامل می‌شود.
محیط‌زیست (Environment): حفاظت از محیط‌زیست و انتخاب قسمت‌هایی از زمین (در سطح یا عمق) و استفاده از ابزار و مصالح دوستدار طبیعت را که آسیب کمتری به محیط‌زیست می‌رسانند مورد بررسی و توجه قرار می‌دهد.
بهداشت، ایمنی، محیط زیست (H.S.E.) (Health, Safety, Environment): رعایت هر سه مورد را با هم در بر می‌گیرد که در قسمت‌های قبل، هرکدام تشریح گردیده است.
آجر (Brick): سنگی ساختگی است که با توجه به مصالح مصرفی به آجر رسی، آجر ماسه آهکی و آجر بتنی تقسیم‌بندی می‌شود.
مقاومت فشاری (Comperessive Strength): برای یافتن میزان تحمل اجسام در برابر نیروهای فشاری به‌کار می‌رود که با مقدار نیروی وارده، رابطهٔ مستقیم و با سطح باربری آن، رابطه معکوس دارد. از واحدهای آن می‌توان پاسکال (Pa) و مگاپاسکال (MPa) را نام برد.
مگاپاسکال (MPa): واحد تنش (مقاومت فشاری) و فشار است که از تقسیم نیرو (نیوتن) (N) بر مساحت (میلی‌متر مربع) (mm^2) به دست می‌آید.

مقیاس

$$\text{مقیاس} = \frac{\text{فاصلهٔ دو نقطه روی نقشه}}{\text{فاصلهٔ افقی همان دو نقطه روی زمین}}$$

$$Sc = \frac{ab}{AB}$$

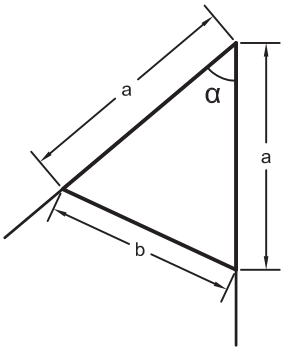
طول متوسط قدم

$$\text{طول متوسط قدم} = \frac{\text{فاصله}}{\text{تعداد قدم‌ها}}$$

بهترین مقدار (محتمل‌ترین مقدار) برای یک کمیت:

$$\overline{X} = \frac{\Sigma x_i}{n} = \frac{x_1 + x_2 + \ldots + x_n}{n}$$

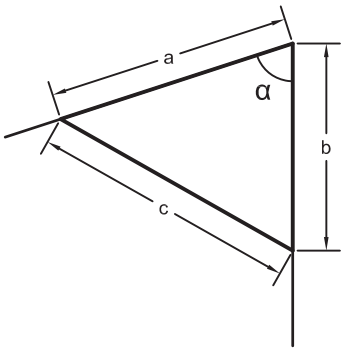
روش اول تعیین زاویه با متر- روش مثلث متساوی‌الساقین



$$\alpha = 2\sin^{-1}(\frac{b}{2a})$$

در رابطهٔ بالا α (آلفا) زاویه، a طول ساق‌های مثلث (دو ضلع برابر) و b ضلع روبروی زاویه است.

روش دوم تعیین زاویه با متر – روش مثلث نامشخص (استفاده از رابطه کسینوس‌ها)



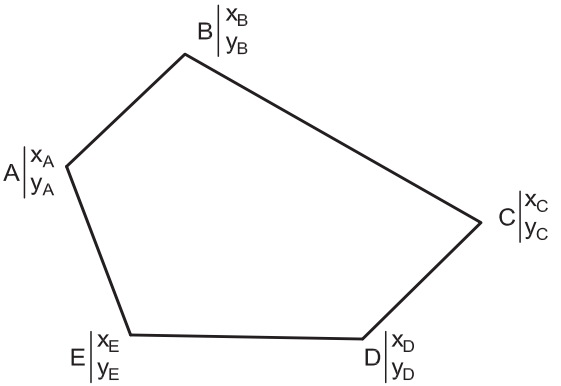
$$\alpha = \cos^{-1}\left(\frac{a^2 + b^2 - c^2}{2ab}\right)$$

در رابطهٔ بالا α (آلفا) زاویه، a و b طول‌های کنار زاویه و c ضلع روبروی زاویه است.

مراحل تعیین مساحت قطعه زمین به روش کاغذ میلی‌متری

۱ شمارش مربع‌های کامل یک سانتی‌متر مربعی
۲ شمارش مربع‌های کوچک‌تر، یعنی ۰/۲۵ سانتی‌متر مربعی
۳ تبدیل قطعات باقیمانده به مربع‌های ۰/۲۵ سانتی‌متر مربعی و شمارش آنها
۴ محاسبهٔ مساحت کل مربع‌ها
۵ محاسبهٔ مساحت در مقیاس نقشه

مراحل تعیین مساحت قطعه زمین با استفاده از مختصات (روش گوس)



۱ از یکی از نقاط - به دلخواه - آغاز کرده و در جهت حرکت عقربه‌های ساعت نقاط دیگر را در کنار آن یادداشت کرده تا به نقطه آخر برسیم؛ در انتها نقطه شروع را دوباره می‌نویسیم.

۲ مختصات هر نقطه را در زیر اسم آن به صورت کسری بنویسید؛ به صورتی که x در بالای کسر (صورت) و y در پایین کسر (مخرج) نوشته شود.
۳ طرفین و وسطین را معلوم کرده و مجموع حاصل‌ضرب‌های طرفین و وسطین را به دست آورید.
۴ مساحت (S) از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$S = \frac{\left|\text{وسطین} - \text{طرفین}\right|}{۲}$$

برای محاسبه طول و ارتفاع یک دیوار با توجه به ابعاد آجر استاندارد می‌توان از روابط زیر استفاده کرد.

ارتفاع دیوار	$L = ۶/۵\ n$
طول دیوار دو سر آزاد	$L = ۱۱\ n - ۱$
طول دیوار دو سر بسته	$L = ۱۱\ n + ۱$
طول دیوار یک سر آزاد و یک سر بسته	$L = ۱۱\ n$

محاسبه زوایای داخلی یک چندضلعی منتظم

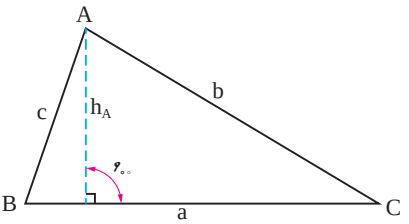
به یک n ضلعی که اضلاع آن با هم برابر باشند، n ضلعی منتظم گفته می‌شود.

مجموع زوایای داخلی یک n ضلعی برابر است با: $(n-2)\ 180^\circ$

محاسبهٔ مساحت مثلث

مساحت مثلث نامشخص ABC را می‌توانیم به روش‌های مختلف محاسبه کنیم.

مساحت مثلث با داشتن اندازهٔ قاعده و ارتفاع آن، برابر است با:



یک دوم قاعده ضرب‌در ارتفاع $S = \frac{1}{2} a.h_A$

مساحت مثلث با داشتن دو ضلع و زاویهٔ بین آنها، برابر است با:

یک دوم حاصل ضرب دو ضلع ضرب در سینوس زاویهٔ بین آنها. $S = \frac{1}{2} a.b.\sin C$

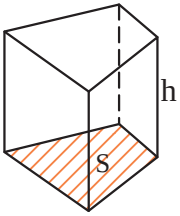
مساحت مثلث با داشتن سه ضلع، برابر است با:

جذر حاصل ضرب نصف محیط مثلث ضرب‌در نصف محیط مثلث، منهای هر یک از اضلاع آن.

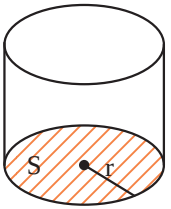
$$S = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)} \quad , \quad p = \frac{a+b+c}{2}$$

محاسبه حجم احجام منشوری

حجم احجام منشوری برابر است با مساحت قاعده × ارتفاع

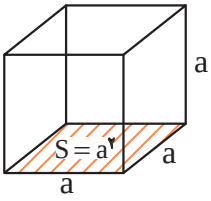


حجم منشور با مساحت قاعدهٔ S و ارتفاع h برابر است با Sh

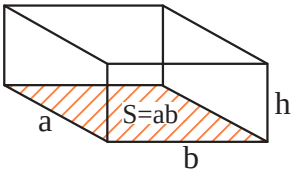


حجم استوانه با شعاع قاعدهٔ r و ارتفاع h برابر است با $\pi r^2 h$

حجم مکعب به ضلع a برابر است با a^3



حجم مکعب مستطیل به اضلاع قاعدهٔ a و b و ارتفاع h برابر است با a.b.h



چگالی و واحدهای اندازه‌گیری آن

۱ چگالی یک ماده، جرم واحد حجم آن ماده است. چگالی را با حرف یونانی ρ (با تلفظِ «رُ») نمایش می‌دهند.

$$\text{چگالی} = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}} \quad \text{یا} \quad \rho = \frac{m}{V}$$

۲ واحد اصلی اندازه‌گیری چگالی در سیستم SI کیلوگرم بر متر مکعب $\left(\frac{kg}{m^3}\right)$ است.

۳ واحدهای دیگر چگالی گرم بر سانتی‌متر مکعب $\left(\frac{g}{cm^3}\right)$ و تن بر متر مکعب $\left(\frac{t}{m^3}\right)$ است.

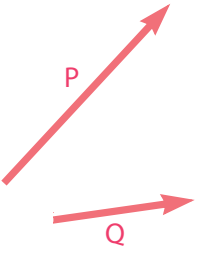
محاسبات جرم، چگالی و حجم

برای محاسبات مربوط به جرم، چگالی و حجم از رابطهٔ $\rho = \frac{m}{V}$ استفاده می‌کنیم.

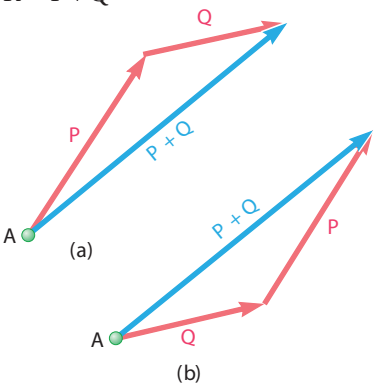
- برای کنترل تناسب عرض (b) و ارتفاع (h) پله از فرمول‌های اندازهٔ قدم، راحتی و احتیاط استفاده می‌شود.

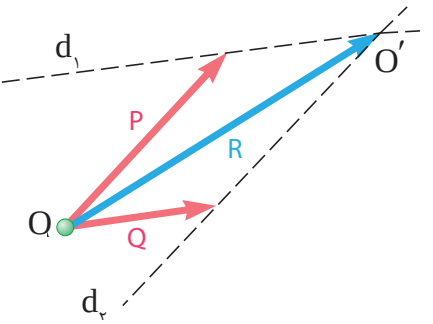
فرمول‌های پله

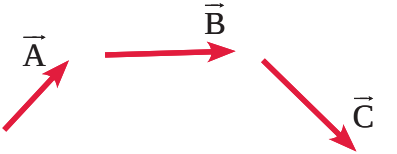
فرمول پله احتیاط	$h+b = ۴۶\ cm$
فرمول راحتی پله	$b-h = ۴۶\ cm$
فرمول اندازهٔ قدم	$۶۳ \leq ۲h+b \leq ۶۴\ cm$

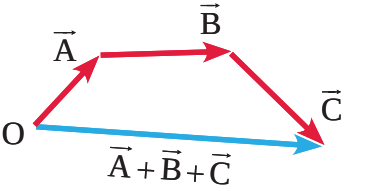


$\vec{R} = \vec{P} + \vec{Q}$

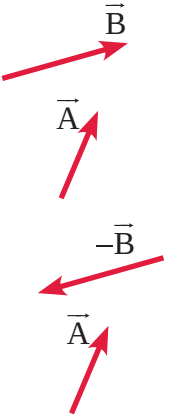


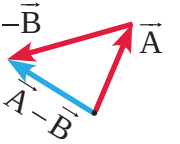




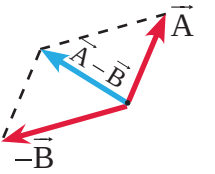


$\vec{A} - \vec{B} = \vec{A} + (-\vec{B})$

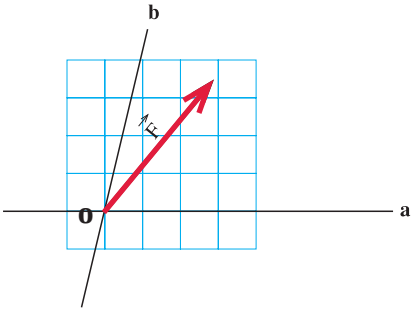


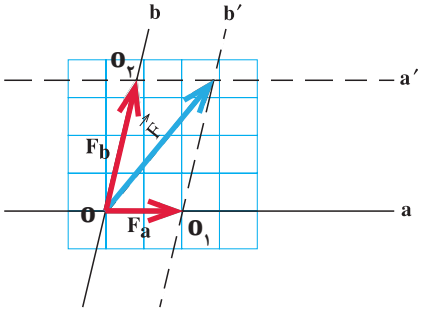


تفاضل بردارهای $\vec{A}$ و $\vec{B}$ به روش مثلث

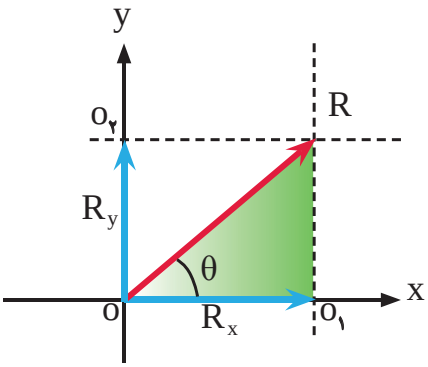


تفاضل بردارهای $\vec{A}$ و $\vec{B}$ به روش متوازی‌الاضلاع





اندازه یا مقدار مؤلفه‌های R_x و R_y با استفاده از روابط مثلثاتی در مثلث رنگ شدهٔ شکل روبه‌رو به شکل زیر محاسبه می‌شوند:

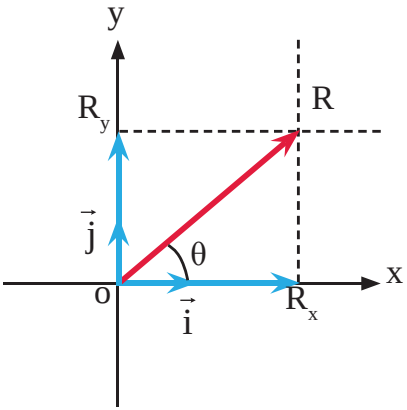


$$\cos\theta = \frac{R_x}{R} \Rightarrow \quad R_x = R.\cos\theta$$

$$\sin\theta = \frac{R_y}{R} \Rightarrow \quad R_y = R.\sin\theta$$

نمایش برداری یک بردار در دستگاه مختصات دکارتی

$$\vec{R} = R_x\vec{i} + R_y\vec{j}$$



که در رابطهٔ فوق R_x مؤلفهٔ $\vec{R}$ روی محور x و R_y مؤلفهٔ $\vec{R}$ روی محور y می‌باشد.

مقدار گشتاور حول یک محور عبارت است از حاصل ضرب نیرو (F) در کوتاه‌ترین فاصله نیرو یا امتداد آن تا محور موردنظر (d). گشتاور را با M نمایش می‌دهند و رابطهٔ آن به‌صورت زیر نوشته می‌شود:

$$M = F.d$$

شرط تعادل نقطه مادی آن است که برآیند نیروهای وارد بر آن صفر باشد یعنی:

$$\sum\vec{F} = 0 \Rightarrow \begin{cases} \sum\vec{F}_x = 0 \\ \sum\vec{F}_y = 0 \end{cases}$$

شرایط تعادل جسم صلب عبارت است از:

$$\begin{cases} \sum F_x = ۰ \\ \sum F_y = ۰ \\ \sum M = ۰ \end{cases}$$

مراحل تحلیل خرپا در این روش عبارت است از:

۱ محاسبه عکس‌العمل‌های تکیه‌گاهی ←
۲ ترسیم پیکر آزاد هر گره ←
۳ اعمال شرایط تعادل هر گره (نقطهٔ مادی) یعنی: $\leftarrow \begin{cases} \sum F_x = ۰ \\ \sum F_y = ۰ \end{cases}$
۴ حل معادلات تشکیل‌شده و محاسبهٔ مجهولات موردنظر

گشتاور اول سطح (ممان استاتیک)

حاصل ضرب مساحت در فاصلهٔ مرکز آن تا محور موردنظر.

گشتاور اول (ممان استاتیک) سطوح مرکب

$$Q_x = \sum_{i=۱}^{n} A_i \bar{y}_i$$

$$Q_y = \sum_{i=۱}^{n} A_i \bar{x}_i$$

مرکز سطح سطوح مرکب

$$\bar{x} = \frac{\sum A_i \bar{x}_i}{\sum A_i}$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum A_i \bar{y}_i}{\sum A_i}$$

ممان اینرسی یک سطح نسبت به محورهایی که موازی با محورهای مرکزی آن سطح می‌باشند، برابر است با ممان اینرسی آن سطح نسبت به محورهای مرکزی به اضافه حاصل‌ضرب مساحت در مجذور فاصله محور موردنظر تا مرکز سطح.

یعنی:

$$I_X = I_{X_G} + Ad_۱^۲$$

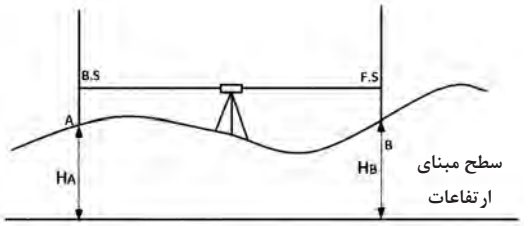
$$I_Y = I_{y_G} + Ad_۲^۲$$

$H_B + F.S = H_A + B.S$

$H_B - H_A = B.S - F.S$

$\Delta H_{AB} = B.S - F.S$

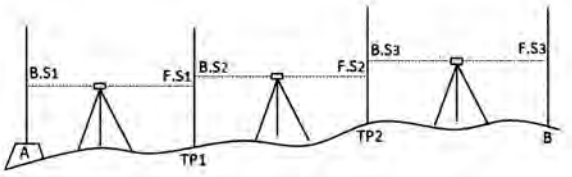
$H_B = H_A + \Delta H_{AB}$



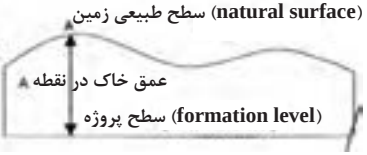
شکل ترازیابی هندسی

$\Delta H_{AB} = \sum B.S - \sum F.S$

$H_B = H_A + \Delta H_{AB}$



شکل ترازیابی تدریجی



ارتفاع پروژه – ارتفاع زمین = عمق خاک

یا

hi=Hi–Hp

به عبارتی حجم کل از رابطهٔ تعمیم یافتهٔ زیر قابل محاسبه می‌باشد:

$V = A \times ۱/۴ \ (\sum h۱ + ۲\sum h۲ + ۳\sum h۳ + ۴\sum h۴) + \sum R$

$\sum h۱$: مجموع عمق خاک گوشه‌هایی که در یک مربع مشترک‌اند.

$\sum h۲$: مجموع عمق خاک گوشه‌هایی که در دو مربع مشترک‌اند.

$\sum h۳$: مجموع عمق خاک گوشه‌هایی که در سه مربع مشترک‌اند.

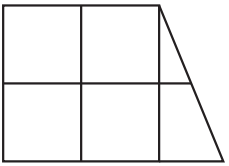
$\sum h۴$: مجموع عمق خاک گوشه‌هایی که در چهار مربع مشترک‌اند.

$\sum R$: مجموع حجم‌های اشکال مثلثی و ذوزنقه‌ای شکل.

$V_{\text{مثلث}} = A \times (h۱ + h۲ + h۳) / ۳$

$V_{\text{ذوزنقه}} = A \times (h۱ + h۲ + h۳ + h۴) / ۴$

که در این حالت باید ابتدا مساحت (A) هر مثلث و یا ذوزنقه را از روی اضلاع زمینی دقیقاً محاسبه نموده و در روابط بالا قرار داد.



(اختلاف ارتفاع دو نقطه)/ (اختلاف ارتفاع نقطه پایین‌تر با ارتفاع منحنی) × فاصله دو نقطه = فاصله منحنی از نقطه ارتفاع پایین‌تر

ارتفاع معلوم نقطه آخر - ارتفاع به‌دست آمده برای نقطه آخر = خطای بست ترازیابی

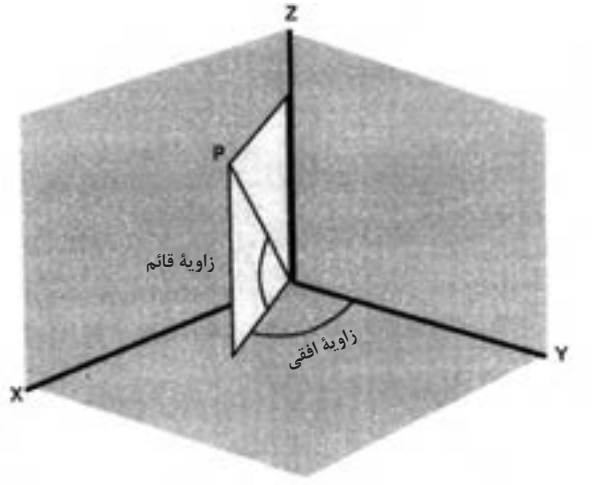
$$e_L = h' - h$$

- مقدار مجاز خطای بست ترازیابی از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

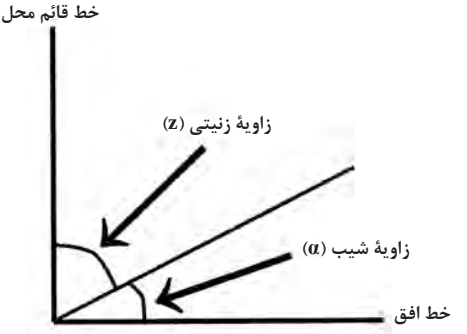
$$e_{max} = ۱۲\sqrt{k}$$

- مقدار تصحیح از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$c = \frac{-e_L}{n}$$



شکل۱۲ــ زاویهٔ افقی و قائم



شکل۱۳ــ زاویهٔ شیب و زنیتی

بین زاویهٔ شیب و زنیتی رابطهٔ زیر برقرار است:

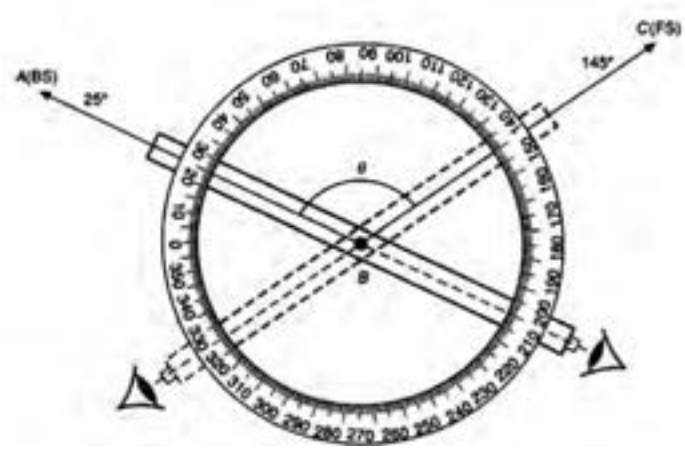
$$Z = ۹۰^\circ - \alpha$$

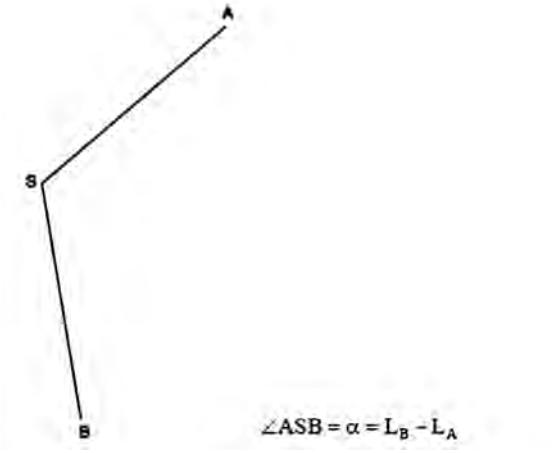
بین واحدهای زاویه رابطهٔ زیر برقرار می‌باشد که از آن می‌توان برای تبدیل آنها به‌هم استفاده نمود.

$$\frac{D}{۳۶۰}=\frac{G}{۴۰۰}=\frac{R}{۲\pi}\Rightarrow\frac{D}{۱۸۰}=\frac{G}{۲۰۰}=\frac{R}{\pi}$$

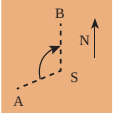
$$\frac{D}{۹}=\frac{G}{۱۰}$$

که در آن D، G و R به‌ترتیب مقادیر عددی زاویه برحسب درجه، گراد و رادیان می‌باشد.





محاسبهٔ زاویهٔ افقی به روش کوپل

ایستگاه	نقاط نشانه‌روی	حالت دایره به چپ	حالت دایره به راست	میانگین	زاویه	کروکی
S	A	L_A	R_A	$X=\frac{L_A+(R_A\pm۲۰۰)}{۲}$	$\angle ASB=Y-X$	
	B	L_B	R_B	$Y=\frac{L_B+(R_B\pm۲۰۰)}{۲}$		

اندازه‌گیری زاویهٔ قائم به روش کوپل

$$Z_{OA}=\frac{ZL+(۳۶۰-ZR)}{۲}$$

- در استادیمتری از رابطهٔ زیر برای محاسبهٔ فاصلهٔ افقی استفاده می‌شود:

$$D_h=۱۰۰.S.\cos^{۲}\alpha$$

که در آن S همان اختلاف بین اعداد تار بالا و تار پایین می‌باشد و α زاویهٔ شیب امتداد خطِ نشانه‌روی دوربین است.

- در روش پارالاکتیک از رابطهٔ زیر فاصلهٔ افقی را می‌توان محاسبه کرد:

$$D_h=\frac{L}{۲}\cot(\frac{\alpha}{۲})$$

که در آن L طولِ شاخص پارالاکتیک و α زاویه افقی دو سر شاخص پارالاکتیک می‌باشد.

- درصورتی که ژیزمان امتدادی چون AB معلوم فرض شود (G_{AB}) ژیزمان معکوس آن را به‌صورت ژیزمان BA خوانده و به شکل (G_{BA}) نشان می‌دهیم که مقدار آن از رابطهٔ زیر قابل محاسبه است:

$$G_{BA}=G_{AB}\pm ۱۸۰^\circ$$

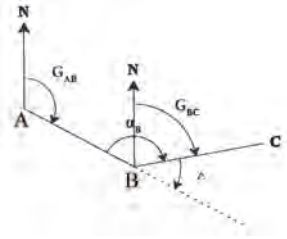
که در این رابطه، چنانچه G_{AB} کوچک‌تر از ۱۸۰° باشد، از علامت + و درصورتی‌که G_{AB} مساوی و یا بزرگ‌تر از ۱۸۰° باشد، از علامت - استفاده می‌شود.

- به کوچک‌ترین زاویه‌ای که هر امتداد با محور Yها می‌سازد، زاویهٔ حامل آن امتداد می‌گویند که با V نمایش داده می‌شود. برای محاسبهٔ زاویهٔ حامل از رابطهٔ روبه‌رو استفاده می‌شود:

$$V_{AB}=\tan^{-۱}\left|\frac{\Delta X_{AB}}{\Delta Y_{AB}}\right|$$

- جدول صفحهٔ بعد ارتباط بین ژیزمان و زاویهٔ حامل را در چهار ربع مختصاتی نشان می‌دهد:

ربع مختصات	رابطهٔ ژیزمان و زاویهٔ حامل
ربع اول	$G_{AB} = V_{AB}$
ربع دوم	$G_{AB} = ۱۸۰^\circ - V_{AB}$
ربع سوم	$G_{AB} = ۱۸۰^\circ + V_{AB}$
ربع چهارم	$G_{AB} = ۳۶۰^\circ - V_{AB}$



■ برای انتقال ژیزمان و به‌عبارتی برای محاسبهٔ ژیزمان یک امتداد از روی ژیزمان امتداد قبل، مطابق شکل زیر کافی است که ابتدا زاویهٔ انحراف Δ را محاسبه کرده وسپس از رابطهٔ زیر مقدار ژیزمان امتداد را مشخص کرد.

معلوم = GAB

$$\left.\begin{array}{l} G_{BC} = G_{AB} - \Delta \\ \Delta = ۱۸۰^\circ \quad (۲۰۰\text{grad}) - \alpha_B \end{array}\right\} G_{BC} = G_{AB} - (۱۸۰^\circ - \alpha_B) = G_{AB} + \alpha_B - ۱۸۰^\circ$$

■ ژیزمان یک امتداد را می‌توان از رابطهٔ زیر به‌دست آورد:

$G_{\text{امتداد بعدی}} = (G_{\text{امتداد قبلی}} + \text{زاویه به راست رأس}) \pm ۱۸۰^\circ$

■ با استفاده از رابطهٔ زیر می توان ΔX و ΔY کلیهٔ امتدادها را محاسبه کرد:

$$\begin{cases} \Delta X_i = L_i \times \text{Sin}\, G_i \\ \Delta Y_i = L_i \times \text{Cos}\, G_i \end{cases}$$

■ پس از محاسبهٔ ΔX و ΔYها با استفاده از روابط کلی زیر مختصات نقاط رئوس پیمایش را محاسبه می‌کنیم. به‌عنوان مثال برای نقطه B داریم:

$X_B = X_A + \Delta X_{AB}$

$Y_B = Y_A + \Delta Y_{AB}$

■ مجموع زوایای یک چندضلعی در فضای ایده‌آل و بدون خطای ریاضی از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

جمع زوایای داخلی = $(n-۲) \times ۱۸۰^\circ$

جمع زوایای خارجی = $(n+۲) \times ۱۸۰^\circ$

■ مقدار خطای بست زاویه‌ای در یک پیمایش بسته از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$e_a = \sum a_i - (n \pm ۲) \times ۱۸۰^\circ$$

■ مقدار مجاز خطای بست زاویه‌ای در یک پیمایش بسته از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

$$e_{MAX} = \pm ۲/۵ \times d_\alpha \times \sqrt{\frac{n}{m}}$$

■ مقدار تصحیح برای زوایا از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$C = \frac{-e_{\alpha}}{n}$$

■ خطای بست موضعی (خطای بست طولی) از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$e_{X,Y} = \sqrt{\sum \Delta X_i^{2} + \sum \Delta Y_i^{2}}$$

■ خطای نسبی بست (دقت پیمایش) از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$e_S = \frac{e_{X,Y}}{\sum L_i}$$

■ تعدیل برای هر ضلع در دو جهت X و Y اعمال می‌شود و مقدار آن از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$\begin{cases} C_X = \frac{-L_i}{\sum L} \times \sum \Delta X \\ C_Y = \frac{-L_i}{\sum L} \times \sum \Delta Y \end{cases}$$

که با مقادیر ΔX و ΔY جمع شده و مقادیر تعدیل شده آنها به‌دست می‌آید:

ΔX تصحیح‌شده = ΔX تصحیح نشده + C_X

ΔY تصحیح شده = ΔY تصحیح نشده + C_Y

■ در روش تاکئومتری فاصلهٔ افقی و اختلاف ارتفاع از روش روابط زیر محاسبه می‌شوند:

$D_h = ۱۰۰.S.(\cos \alpha)^{2}$

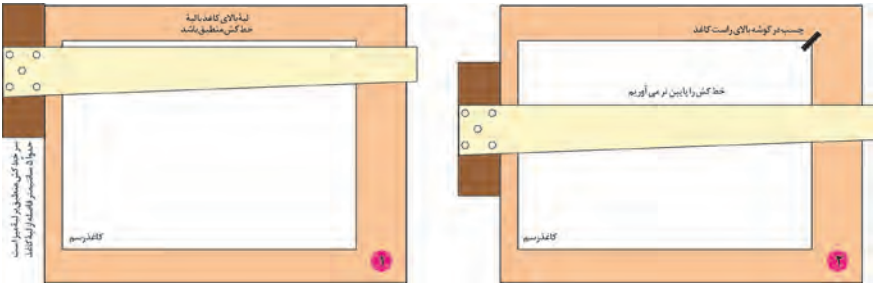
$\Delta h = ۱۰۰.S.\sin \alpha .\cos \alpha + h_i - T$ $(\Delta h = D_h.\tan \alpha + h_i - T)$

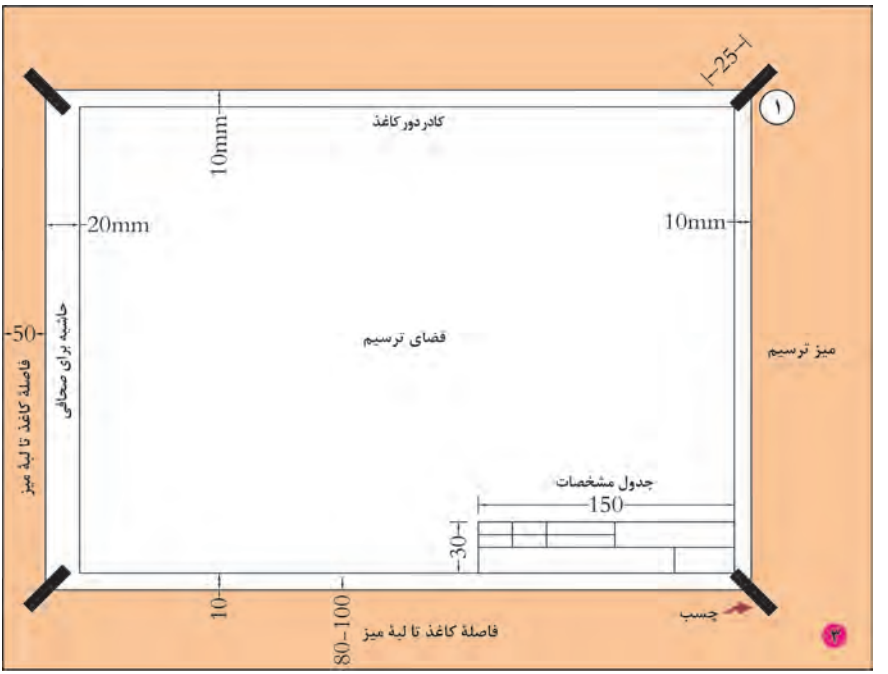
دستورالعمل چسباندن کاغذ:

چسباندن کاغذ به روش a
۱. ابتدا چهار تکه چسب به طول حدود ۲۰ تا ۲۵ میلی‌متر را آماده کنید.
۲. سپس لبهٔ بالای کاغذ را منطبق بر لبهٔ افقی خط‌کش تی تنظیم نمایید.
۳. چسب را روی لبهٔ بالای سمت راست کاغذ و با کمی کشش به بیرون بچسبانید.
۴. دومین چسب را به صورت قطری و در گوشه پایین سمت چپ بچسبانید. در هنگام چسباندن، کاغذ نباید حرکت نماید.
نکته: توجه داشته باشید، کاغذ را طوری روی میز قرار دهید که فاصلهٔ آن از لبهٔ پایینی میز حدود ۸۰ الی ۱۰۰ میلی‌متر و از سمت چپ حدود ۵۰ میلی‌متر باشد. - در هنگام برداشتن کاغذ از روی میز، چسب‌ها را از روی میز برداشته، گرد نموده، سپس به سطل زباله بیندازید.

توجه: در صورتی که بخواهید به روش b کاغذ را بچسبانید مراحل فوق را به ترتیب انجام دهید.

مراحل چسباندن کاغذ به روش(a)



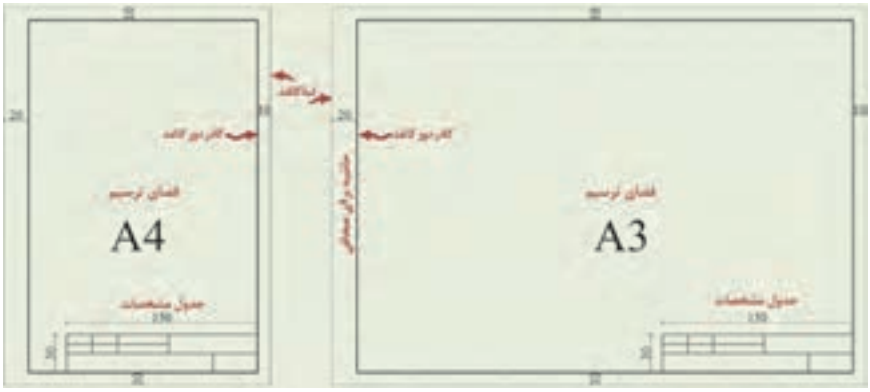


چسباندن کاغذ به روش b
۱. ابتدا چهار تکه چسب به طول حدود ۲۰ تا ۲۵ میلی‌متر را آماده کنید.
۲. سپس لبهٔ بالای کاغذ را منطبق بر لبهٔ افقی خط‌کش تی تنظیم نمایید.
۳. ضمن جلوگیری از جابه‌جا شدن کاغذ، لبهٔ بالایی سمت چپ کاغذ را توسط چسب کاغذی طوری بچسبانید که ابتدا چسب به کاغذ و سپس به میز بچسبد.
۴. چسب بعدی را به صورت قطری در سمت راست و پایین کاغذ بچسبانید.

دستورالعمل ترسیم کادر دور کاغذ:

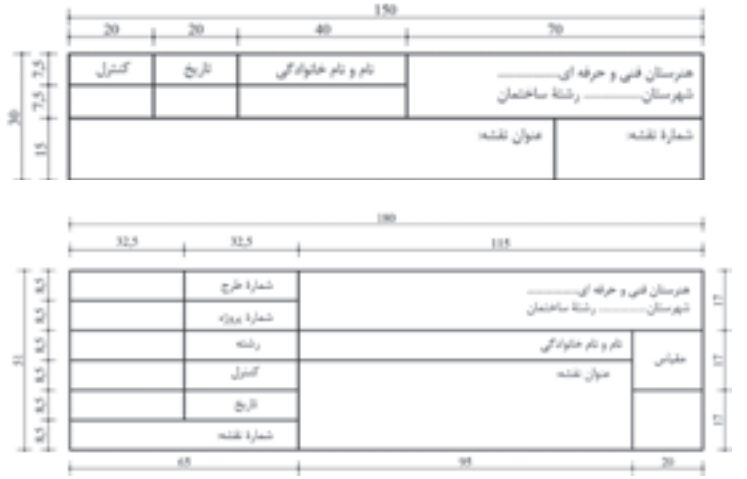
ترسیم کادر دور کاغذ
۱. با توجه به ابعاد کاغذ انتخابی، ابتدا اندازه‌ها را از لبه‌ها مشخص نمایید (با توجه به شکل بالا).
۲. سپس با خط‌کش تی خطوط افقی بالا و بعد پایین کادر را رسم نمایید.
۳. سپس با قراردادن گونیا بر روی خط‌کش، خطوط عمودی سمت راست و چپ را رسم کنید.
نکته: بهتر است کادر را بر روی کاغذ با مداد نازک و کم‌رنگ رسم نموده و پس از پایان ترسیم و قبل از برداشتن کاغذ از روی میز، با مداد سیاه، پررنگ نمایید.

دستورالعمل ترسیم جدول مشخصات:

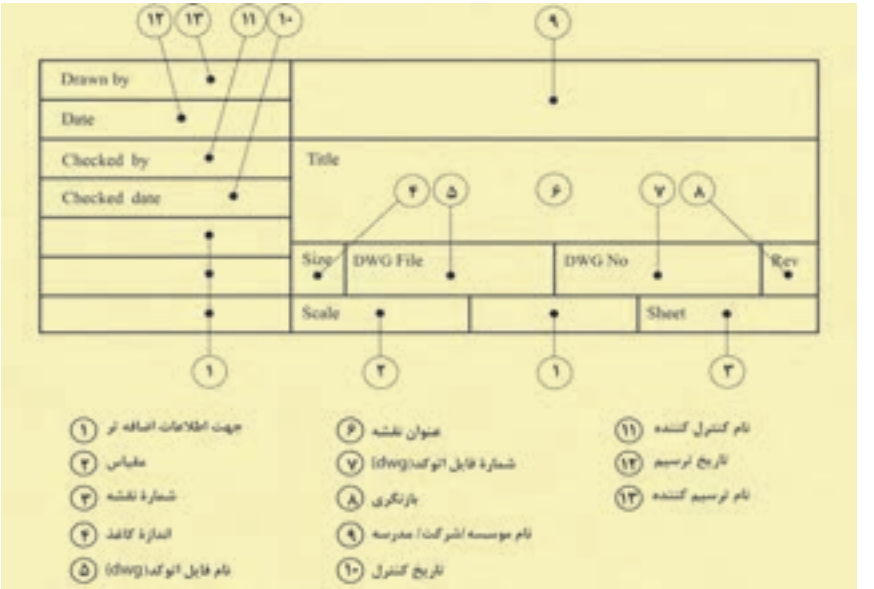


دستورالعمل رسم جدول مشخصات:

رسم جدول مشخصات
۱. یکی از نمونه‌های پیشنهادی از جدول مشخصات را انتخاب کنید.
۲. مطابق با اندازه‌های آن، بر روی کاغذ و در سمت راست پایین نقشه، آن را رسم نمایید.
نکته: پیشنهاد می‌شود ابتدا جدول مشخصات را بر روی کاغذ با مداد نازک و کم‌رنگ رسم کنید و پس از پایان رسم و قبل از برداشتن کاغذ از روی میز با مداد مناسب، پررنگ نمایید. دو ضلع عمودی و افقی سمت راست جدول بر لبهٔ کادر منطبق می‌باشد.

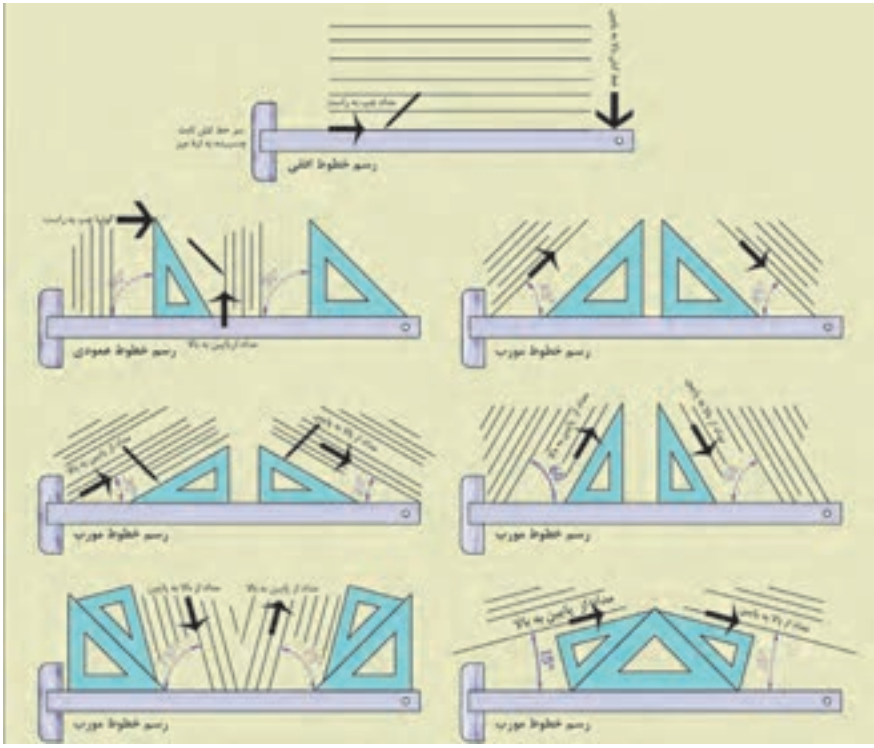


معرفی اجزای داخل جدول مشخصات



دستورالعمل رسم خطوط با خط‌کش و گونیا:

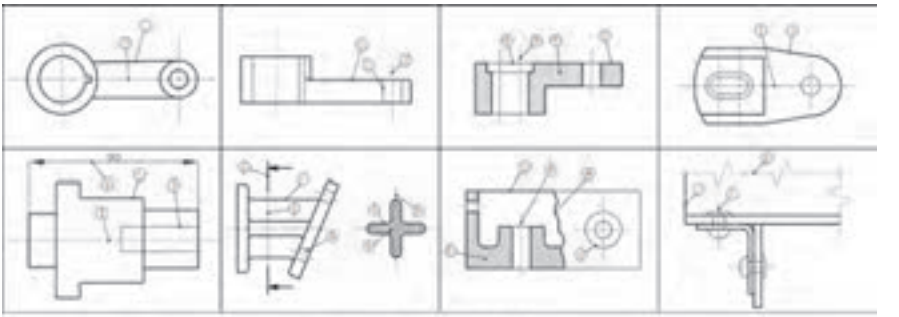
رسم خط با خط‌کش تی و گونیا
۱. «خطوط افقی» را باید با کمک خط‌کش تی رسم نمود. حرکت خط‌کش باید از بالا به پایین کاغذ صورت گیرد و حرکت مداد از چپ به راست می‌باشد.
۲. در رسم «خطوط عمودی» علاوه بر خط‌کش به گونیا نیز نیاز است. خط‌کش تی را ثابت نگه داشته و با قرار دادن یکی از گونیاها بر روی آن، خطوط عمودی را رسم نمایید. در این حالت، حرکت گونیا از چپ به راست و حرکت مداد از پایین به بالا است.
۳. برای رسم «خطوط مورب»، از گونیا در حالت‌های مختلف استفاده نمایید و جهت حرکت مداد یکی از حالت‌هایی خواهد بود که در شکل زیر نشان داده شده است.
نکته: توجه داشته باشید در حین حرکت خط‌کش یا گونیا، آنها را از روی کاغذ بلند نموده و بر روی آن نکشید. این کار سبب پخش شدن براده‌های مداد بر روی کاغذ می‌شود و رسم را سیاه می‌کند.
- در هنگام رسم خط، فشار دست را کنترل نمایید تا خط همواره رنگ و ضخامت یکسان داشته باشد.
- زاویهٔ قرارگیری مداد هنگام رسم نباید کمتر از ۶۰ درجه باشد.
- در هنگام رسم بهتر است مداد، درون دست به‌آرامی بچرخد، تا ساییدگی نوک مداد به طور یکنواخت صورت گیرد.
- هر خط باید فقط در یک حرکت کشیده شود و نباید آن را به سمت جلو و عقب روی اثر قبلی کشید.



دستورالعمل کاربرد خطوط با ضخامت‌های مختلف:

جدول انواع خطوط از نظر شکل و ضخامت

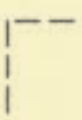
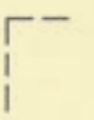
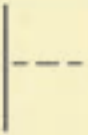
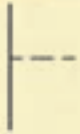
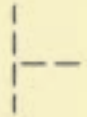
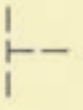
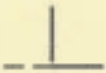
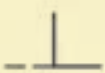
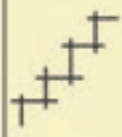
	نمونه‌شکل	نام خط	کاربرد	ضخامت خط با قلم‌ها و مدادهای						مداد پیشنهادی
				۱۶۰-۱۴۰	۱۵۰	۱۲۰	۱۱۰	۹۵	۱۱	
۱		خط اصلی، پر ضخیم یا خط دید	دورنما ظاهری جسم و لبه‌های دید و کانتور کانتور	۰/۵	۰/۷	۱				B
۲		خط چین یا خط نادید	خطوط مخفی یا نادیدکه در معرض دید مستقیم قرار ندارند	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۵				HB
۳		خط پر نازک	خط اندازه، خط رابط، خط کمکی، خط هاشور و ...	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵				H
۴		خط مختلط نازک (خط نقطه یا محور)	نمایش محور و خط تقارن	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۳۵				H
۵		خط پر نازک	خط اندازه، خط رابط امتداد	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۳۵				H
۶		خط مختلط ضخیم (خط برش)	خط مسیر برش در پلان	۰/۵ ۰/۳۵	۰/۷ ۰/۳۵	۱ ۰/۳۵				B H
۷		خط شکستگی ضخیم	شکستگی‌ها و محدوده‌ی برش‌های جزیی	۰/۵	۰/۷	۱				B
۸		خط شکستگی نازک	شکستگی‌ها و محدوده‌ی برش‌های جزیی	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۳۵				HB



۱- خط پر ضخیم | ۲- خط چین | ۳- خط پر نازک | ۴- خط مختلط نازک | ۵- خط پر نازک ۶- خط مختلط ضخیم | ۷- خط شکستگی ضخیم ۸- خط شکستگی نازک | ۹- خط پر متوسط

دستورالعمل کاربرد خطوط در محل‌های تلاقی:

ترسیم انواع خطوط درمحل‌های تلاقی با یکدیگر

ترسیم غلط	ترسیم صحیح	ترسیم غلط	ترسیم صحیح	ترسیم غلط	ترسیم صحیح
					
تلاقی دوخط چین		تلاقی دو خط چین		تلاقی خط چین با خط پُر	
					
تلاقی خط نقطه بامحور		خط چین در امتداد خط پُر		تلاقی دو خط چین	
					
تلاقی خط چین با قوس		خط چین در امتداد خط پُر		تلاقی خط چین با خط	
					
تلاقی خطوط		تلاقی خطوط		تلاقی خطوط	

مراحل ترسیم کروکی
۱. تعیین شمال تقریبی و توجیه کاغذِ کروکی نسبت به آن و رسم جهت شمال بر روی کروکی
۲. مشخص نمودن محدودهٔ کار و ترسیم خطوط مرزی (دورتادور)
۳. انتخاب یک گوشه از منطقه به عنوان شروعِ کار
۴. ترسیم تقریبی عوارض نسبت به شمال و نسبت به هم
۵. نوشتن نام عارضه‌ها بر روی آنها

نکات مورد توجه در تهیهٔ کروکی
۱. جهت شمال فراموش نشود. اگر شمال واقعی محل را نمی‌دانید یک جهت را به عنوان شمال در نظر بگیرید.
۲. کروکی را از کل به جزء ترسیم کنید؛ به این معنی که ابتدا عوارض کناری منطقه را در کروکی بکشید و طبق آنها مابقی عوارض را ترسیم کنید.
۳. در کشیدن کروکی تناسب بین عوارض را رعایت کنید، یعنی عارضه‌های هم‌اندازه را شما هم در یک اندازه ترسیم کنید.
۴. در هنگام حرکت کردن برای ترسیم کروکی مراقب زیر پایتان باشید.

نکات مورد توجه در اندازه‌گیری طول متوسط قدم
ـ کار در زمین‌هایی که ناهمواری‌های زیاد ندارد انجام شود (زمین صاف و مسطح و بدون شیب باشد).
ـ در هنگام قدم زدن، سرعت حرکت فرد ثابت بماند، یعنی گاهی تند و گاهی آهسته راه نرود.
ـ فاصله تقریبی هر قدم با قدم بعدی یکسان باشد، یعنی یک قدم را بلند و یک قدم را کوتاه بر ندارد.
ـ در شمارش قدم‌ها دقت کند که اشتباهی رخ ندهد.

اصول مترکشی:
۱. از سالم بودن و کامل بودن متر و تجهیزات جانبی اطمینان حاصل کنیم.
۲. متر باید به‌صورت افقی در بین دو نقطه کشیده شود.
۳. نقطه صفرِ متر متناسب با سلیقه و نظر کارخانه سازنده متفاوت است. دقت شود که صفرِ متر اشتباه در نظر گرفته نشود.
۴. در بعضی از مترها یک طرف، برحسب متر و سانتی‌متر و طرف دیگر برحسب فوت و اینچ تقسیم‌بندی شده است. در هنگام اندازه‌گیری دقت شود که این دو جابه‌جا اندازه‌گیری نشوند.
۵. در هنگام مترکشی، متر باید بدون پیچ‌خوردگی و کاملاً کشیده و بدون شِنِت (شکم دادن متر) باشد.
۶. در مترهای پارچه‌ای دقت شود متر بیش از اندازه کشیده نشود تا مقدار واقعی دقیق نمایش داده شود، چرا که اگر به مترهای پارچه‌ای فشاری بیش از اندازه وارد شود، کِش می‌آید.
۷. در هنگام قرائت متر و همچنین حین نوشتن آن، دقت شود اعداد، اشتباه قرائت و نوشته نشود.
۸. برای بالا بردن دقت لازم است اندازه‌گیری در یک رفت و برگشت انجام گیرد، سپس از آن میانگین گرفته شود.
۹. همیشه تعداد رقم اعشاری فاصله را به تناسب اندازه دقت در نظر بگیرید.
۱۰. عدد روی متر را از بالا به‌صورت کاملاً مستقیم بخوانید چون اگر به‌صورت کج و با زاویه به آن نگاه کنید عددی غیر از مقدار واقعی را خواهید دید (چند میلی‌متر کمتر یا بیشتر).
۱۱. برای یک دهنه از متری استفاده شود که طول آن از طول دهنه بیشتر باشد.

روش‌های افقی‌نمودن متر
راه اول – افقی‌نمودن با چشم
راه دوم – استفاده از شیلنگ تراز
راه سوم – استفاده از تراز بنایی
راه چهارم – استفاده از رَج‌های دیوار در صورت وجود

مراحل تهیهٔ نقشه
مرحله اول – شناسایی
مرحله دوم – برداشت
مرحله سوم – محاسبه و ترسیم

مراحل برداشت به روش آفست (اخراج عمود)
۱. خطی را به عنوان خط هادی (خط مبنا) مشخص کرده و آن را به عنوان محور xها در نظر می‌گیریم.
۲. از هر نقطهٔ عارضه بر خط هادی عمود کرده و به محل تلاقی آن با خط هادی پای عمود می‌گوییم.
۳. دو طول شروع خط هادی تا پای عمود (x) و پای عمود تا نقطهٔ عارضه (y) را اندازه می‌گیریم.

جدول برداشت به روش آفست (اخراج عمود)			
کروکی و توضیحات	y	x	نقاط

مراحل ترسیم نقشه برداشت شده به روش آفست (اخراج عمود)
۱. ابعاد مناسب برای کاغذ ترسیم نقشه را تعیین کنید.
۲. جهت شمال را در نقشه معلوم کرده و ترسیم نمایید.
۳. خط هادی را با توجه به کروکی و زاویه‌ای که با شمال دارد در مقیاس نقشه ترسیم کنید.
۴. طبق جدول، طول‌های موجود را به مقیاس نقشه تبدیل کرده و مقادیر نقطه شروع خط هادی تا پای عمودِ تک تک نقاط عارضه را بر روی خط هادی مشخص کنید.
۵. در ادامه با استفاده از گونیا و اشل مقادیر پای عمود تا محل نقطهٔ عارضه را مشخص کرده تا محل نقطه عارضه معلوم گردد.
۶. با وصل نمودن نقاط عارضه، طبق کروکی، نقشه منطقه ترسیم می‌گردد.

چارچوب گزارش کار
۱. عنوان؛ شامل: موضوع گزارش، نام نویسنده یا نویسندگان، اسامی افراد گروه، تاریخ انجام عملیات، محل انجام کار، نام دریافت‌کنندگان گزارش
۲. مقدمه؛ در این بخش یک دید کلی (بدون جزئیات) از آنچه انجام شده می‌آید: از جمله هدف کار و روش کار.
۳. وسایل مورد نیاز؛ در این بخش وسایل مورد استفاده و تعداد هر کدام یادداشت می‌شود.
۴. شرح انجام کار؛ در این بخش، شرح کاملی از روش انجام کار به همراه تمام جزئیات و اطلاعاتی که جمع‌آوری شده است آورده می‌شود.
۵. شرح محاسبات؛ در این بخش کلیهٔ محاسبات مربوط به کار عملی و همچنین همهٔ جداول و اعدادِ یادداشت شده ارائه می‌شود.
۶. مشکلات حین انجام کار؛ در این قسمت فهرستی از مشکلات موجود در حین عملیات نوشته می‌شود تا با برطرف کردن آنها بتوان در فعالیت‌های بعدی عملکرد بهتری داشت.
۷. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری؛ با توجه به هدفی که از عملیات داشته‌اید، جمع‌بندی‌ای از کارِ انجام شده را در این قسمت نوشته و مشخص نمایید که آیا به هدف خود رسیده‌اید یا خیر و اگر به هدف نرسیده‌اید، دلایل آن چه بوده است؛ همچنین اگر راه‌حل‌های بهتری برای رسیدن به اهداف مورد نظر دارید، در این بخش ذکر نمایید. در ضمن نتایج کلی فعالیت را نیز در این قسمت بنویسید.
۸. پیوست‌ها؛ شامل کروکی و هر نوع فرم یا اطلاعاتی که از آنها استفاده نموده‌اید.