

فصل ۳

مترها و خط کش ها

هدف های رفتاری: در این فصل انواع مترها، خط کش ها به لحاظ مختلف از جمله قابلیت تفکیک، گستره اندازه گیری، نحوه درجه بندی، و روش استفاده از آنها آموزش داده می شود به گونه ای که فراگیر بتواند:

- ۱- انواع مترها را شرح دهد.
- ۲- انواع خط کش ها را شرح دهد.
- ۳- چرخ اندازه گیر را تعریف کند.
- ۴- روش های استفاده از مترها و خط کش را شرح دهد.
- ۵- نکات حفاظت و ایمنی در مورد خط کش ها را بیان کند.

عناوین این فصل عبارتند از 8

✓ مترها

✓ خط کش ها

مترها

مترها جزء وسایل اندازه‌گیری طول هستند که در صنایع و کارهای نجاری، ساختمانی، معماری، خیاطی، مکانیکی، جوشکاری و ... کاربرد فراوان دارند.

مترها در دو دستگاه یکاهای بین‌المللی و انگلیسی درجه‌بندی می‌شوند. قابلیت تفکیک مترها در دستگاه یکاهای بین‌المللی عموماً یک میلی‌متر و گستره اندازه‌گیری از یک متر تا چند متر و در دستگاه انگلیسی با قابلیت تفکیک $\frac{1}{32}$ اینچ و گستره اندازه‌گیری از یک یارد تا چند یارد هستند و بر حسب موارد کاربردشان، در نمونه‌های زیر تولید می‌شوند:

متر تاشو: این متر از جنس فولاد، فلزات سبک و یا از چوب ساخته می‌شود. این نوع مترها در اندازه‌های ۱ متر و ۲ متر با تعداد قطعات، به ترتیب ۶ و ۱۰ ساخته و به هم پین می‌شوند. این نوع مترها معمولاً دارای تقسیمات سانتی‌متر و میلی‌متر و اینچ می‌باشند (شکل ۱-۳).



شکل ۱-۳- متر تاشو



شکل ۲-۳- متر نواری فنی

متر نواری فنی: این نوع مترها که از جنس فولاد ساخته می‌شوند و با دسته‌ای که روی آن پیش‌بینی شده است، می‌توان آن را جمع کرده و دور قرقره مربوطه پیچاند. این متر در طول‌های مختلف ساخته می‌شوند از این متر به دلیل انعطاف‌پذیر بودنش برای اندازه‌گیری طول قوس‌ها نیز استفاده می‌شود (شکل ۲-۳).

متر نواری پارچه‌ای : این متر، که به دسته جمع‌کننده مجهز است در طول‌های ۱۰، ۲۰، ۲۵ و ... متر تهیه می‌شود. جنس پارچه آن دارای بافت مخصوص است و ابتدای آن دارای قلابی جهت نگه‌داشتن یا اتصال به محل اندازه‌گیری است. از این نوع مترها در کارهای ساختمانی استفاده می‌شود (شکل ۳-۳).



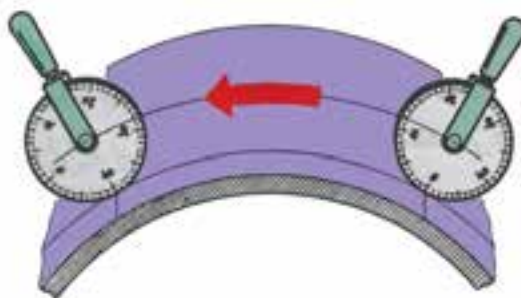
شکل ۳-۳- متر نواری پارچه‌ای



شکل ۳-۴- متر فلزی جیبی

متر فلزی جیبی : این نوع مترها برای انواع کارهای ساخت، از جمله نجاری، ورق‌کاری، جوشکاری و ... کاربرد دارند و در طول‌های یک تا پنج متر و از جنس فولاد ساخته می‌شوند. سر صفر این مترها قلابی جهت اتصال آن به لبه قطعه کار پیش‌بینی شده است. این مترها دارای قفل‌اند و در حالت آزاد نمودن قفل، متر جمع می‌شود و در داخل محفظه پلاستیکی و یا فلزی جاسازی می‌شود (شکل ۳-۴).

چرخ اندازه‌گیر: چرخ اندازه‌گیری نیز جز دسته مترها به حساب می‌آید، که برای اندازه‌گیری سطوح منحنی، سطوح صاف یا طول‌های زیاد مورد استفاده قرار می‌گیرد. هرگاه این وسیله به دستگاه دورسنج مجهز باشد، استفاده از آن آسان‌تر می‌شود، زیرا با مشخص شدن تعداد دور چرخیده شده و معلوم بودن محیط چرخ، طول پیموده شده به‌دست می‌آید (شکل ۳-۵).



شکل ۳-۵- چرخ اندازه‌گیر

خط کش ها

خط کش ها با قابلیت تفکیک بالاتر و گستره اندازه گیری کم تر نسبت به مترها ساخته می شوند و برای اندازه گیری قطعات، با دقتی بالاتر از آنچه که راجع به مترها ذکر شد و هم چنین اندازه گیری با طول های پایین تر نسبت به مترها در صنایع مختلف، و عملیات ترسیم و خط کشی کاربرد دارند. جنس خط کش ها ممکن است چوبی، پلاستیکی یا فلزی باشد. خط کش ها در انواع مختلفی تولید و به بازار عرضه می شوند، از آن جمله :

خط کش تخت : این خط کش تقریباً از پر مصرف ترین خط کش ها است که در کارهای مختلف برای اندازه گیری و رسم خط از آن استفاده می شود. این نوع خط کش در طول های مختلفی تا یک متر و یک یارد ساخته می شوند. متداول ترین آن ها، خط کش های ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۵۰ سانتی متر و ۵/۰، ۱ و ۲ اینچ هستند. جنس این خط کش ها فولادی است که در مقابل ضربه، مقاوم و قابلیت انعطاف پذیری و خمش مناسب دارند.

خط کش ها عموماً در یک طرف دارای درجه بندی میلی متری و در طرف دیگر دارای تقسیمات اینچی هستند. قابلیت تفکیک قسمت میلی متری آن ها معمولاً ۱ میلی متر و ۵/۰ میلی متر و قسمت اینچی آن ها $\frac{1}{32}$ اینچ و قسمت اول آن معمولاً دارای تقسیمات $\frac{1}{64}$ اینچ هستند (شکل ۳-۶).



شکل ۳-۶ — خط کش تخت

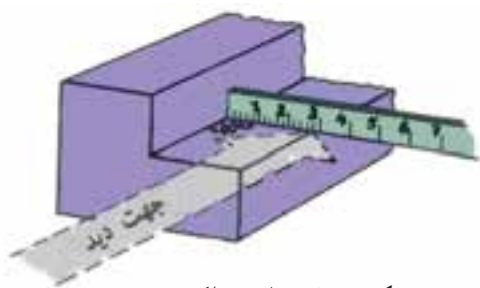
در اندازه گیری های مختلف با خط کش تخت باید به نکات زیر

توجه نمود :

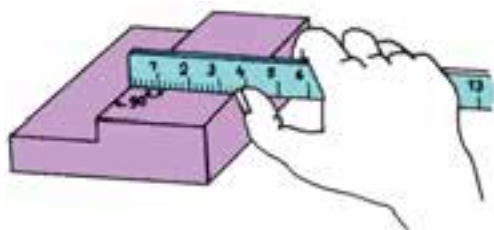
۱- برای خواندن اندازه لازم است به صورت عمودی به اندازه نگاه کرد (شکل ۳-۷).

۲- برای تطابق لبه خط کش با لبه قطعه کار و هم چنین عمود شدن آن بر خط لبه قطعه کار بهتر است از یک گونیا کمک گرفته شود (شکل ۳-۸).

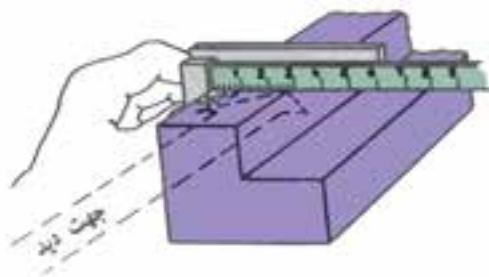
۳- در اندازه گیری هایی که قطعه کار فاقد لبه است و امکان استفاده از وسایل کمکی نیز وجود ندارد، بهتر است ضمن استقرار لبه خط کش به لبه قطعه کار، از سر ناخن برای مشخص کردن اندازه استفاده نمود (شکل ۳-۹).



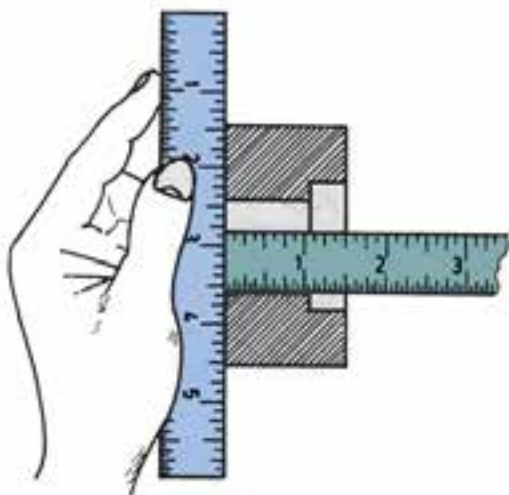
شکل ۳-۷ — خواندن خط کش



شکل ۳-۹ — استفاده از سر ناخن جهت خواندن خط کش

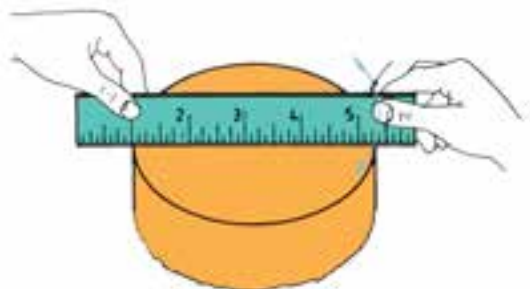


شکل ۳-۸ — استقرار خط کش



شکل ۱۰-۳ اندازه‌گیری عمق قطعات با خطکش

۴- در اندازه‌گیری عمق قطعات سوراخ‌دار بهتر است برای استقرار لبه خطکش از یک تکیه‌گاه مناسب، مثلاً صفحه تخت یا خطکش تخت استفاده شود (شکل ۱۰-۳).



شکل ۱۱-۳ تعیین قطر خارجی با خطکش

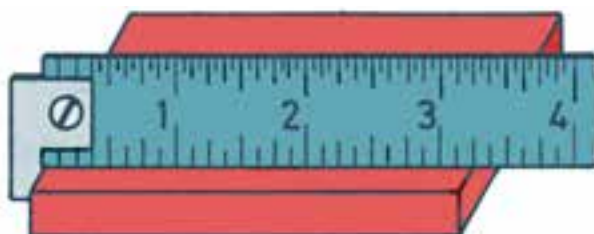
۵- در اندازه‌گیری قطرهای خارجی باید یکی از خطوط درجه‌بندی خطکش را بر لبه کار مماس نمود و سپس با حرکت چرخشی خطکش روی مقطع قطعه، بزرگ‌ترین اندازه نشان داده شده قطر قطعه خواهد بود (شکل ۱۱-۳).



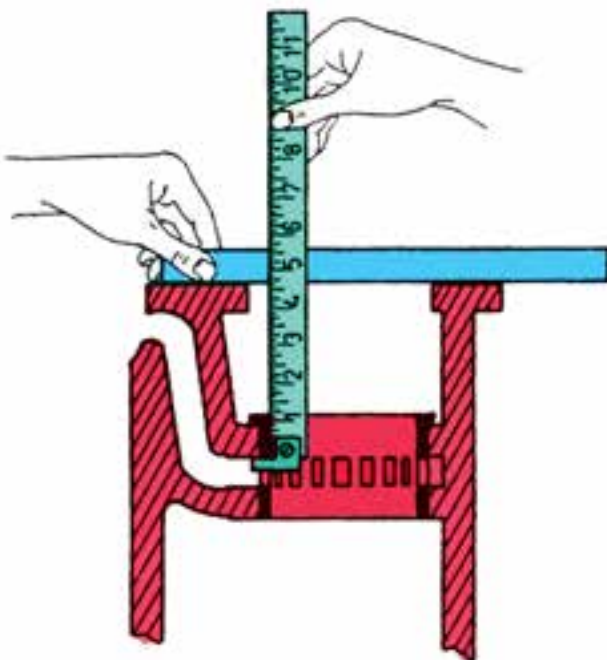
شکل ۱۲-۳ تعیین قطر داخلی با خطکش

۶- برای اندازه‌گیری قطرهای داخلی باید لبه خطکش را بر لبه داخلی قطعه کار چسبانید. سپس، خطکش را روی لبه داخلی قطعه چرخاند. بزرگ‌ترین اندازه نشان داده شده قطر داخلی قطعه خواهد بود (شکل ۱۲-۳).

خطکش قلاب‌دار: با قلابی که در سر این خطکش و در سمت صفر آن پیش‌بینی شده می‌توان آن را به لبه کار گیر داده ضمن ایجاد سرعت عمل در اندازه‌گیری، به دلیل استقرار دقیق لبه صفر خطکش روی قطعه کار، از خطای اندازه‌گیری جلوگیری نمود (شکل ۱۳-۳).



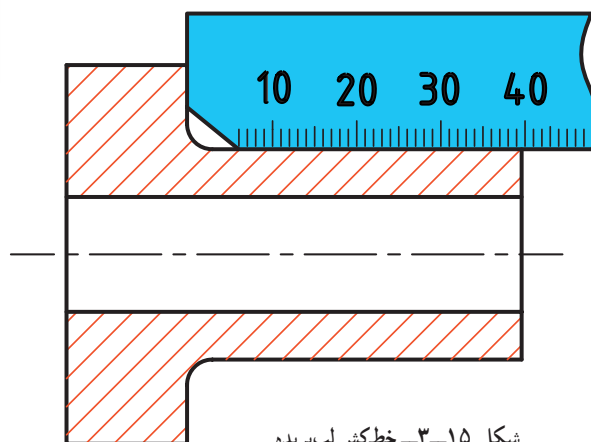
شکل ۱۳-۳ خطکش قلاب‌دار



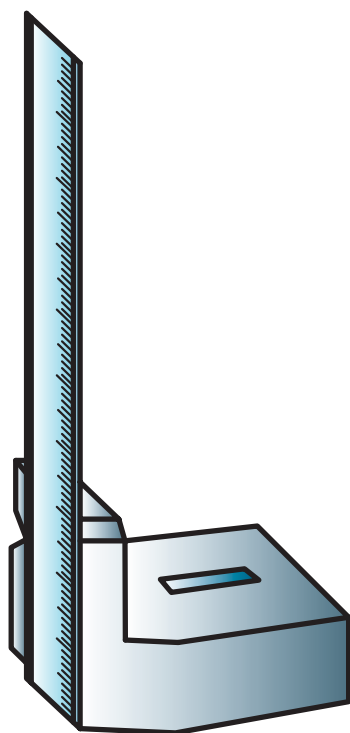
شکل ۳-۱۴ استفاده از خطکش قلابدار

شکل ۳-۱۴، استفاده از این خطکش را همراه با وسیله کمکی برای اندازه‌گیری قسمت‌های غیر قابل دسترس در یک قطعه نشان می‌دهد.

خطکش لب بریده: لبه قسمت صفر این خطکش دارای بریدگی است. با این طرح امکان اندازه‌گیری طول‌های منتهی به قوس‌ها فراهم گردیده است (شکل ۳-۱۵).



شکل ۳-۱۵ خطکش لب بریده



شکل ۳-۱۶ خطکش پایه‌دار

خطکش پایه‌دار: خطکش پایه‌دار در حقیقت نوعی خطکش تخت است که مجهز به پایه چدنی است و خطکش در شیار پیش‌بینی شده روی آن جای گرفته و به وسیله پیچ محکم می‌شود. برای اندازه‌گیری، خطکش و قطعه مورد اندازه‌گیری روی صفحه صافی قرار می‌گیرد و اندازه تعیین می‌شود (شکل ۳-۱۶).



خط کش تلسکوپی: این خط کش به شکل استوانه‌های مدرّج با قطرهای مختلف بوده که در حالت جمع شدن داخل هم دیگر قرار می‌گیرند و کاملاً به اندازه یک خودکار شده و در جیب جای می‌گیرند، سر صفر این خط کش‌ها دارای قلاب برای اتصال به لبه قطعه مورد اندازه‌گیری است (شکل ۱۷-۳).



شکل ۱۷-۳ خط کش تلسکوپی

نکات ایمنی و حفاظتی

- ۱- نشانه یک‌کارگر، تکنسین و مهندس خوب تنظیم و مرتب بودن تجهیزات و ابزارهای اندازه‌گیری‌اش می‌باشد. لذا ضروری است پس از اندازه‌گیری وسایل استفاده شده را مرتب نموده و در محل مربوطه قرار دهید.
- ۲- درجه‌بندی خط کش فولادی باید فاقد زنگ‌زدگی و کوبیدگی باشد. به‌طوری‌که خطوط آن کاملاً قابل رؤیت باشد.
- ۳- تقسیمات خط کش باید خوانا و از وضوح کامل برخوردار باشد (کم‌رنگ نباشد).
- ۴- خط کش‌هایی که مجهز به قلاب‌اند، باید قلابشان فاقد لقی بوده و کاملاً سفت باشند.
- ۵- لبه‌های خط کش کاملاً صاف و بدون پری‌دگی و کندگی باشند.
- ۶- در اندازه‌گیری‌ها تدابیری اندیشیده شود تا لبه صفر خط کش درست منطبق بر لبه قطعه کار باشد.
- ۷- در خواندن اندازه‌ها چنانچه لبه قطعه کار در وسط خط اندازه خط کش قرار گرفت بهترین موقعیت برای قرائت اندازه است.
- ۸- در مواردی که لبه قطعه کار مابین دو خط اندازه قرار می‌گیرد از قاعده گرد کردن اندازه‌ها استفاده می‌شود.



- ۱- وسیله مناسب برای اندازه‌گیری، طول، عرض و ارتفاع کلاس چیست؟
- ۲- وسیله مناسب و روش اندازه‌گیری قطر یک سکه را با رسم شکل شرح دهید.
- ۳- روش اندازه‌گیری طول پا، محیط و قطر میخ دست را با متر فلزی جیبی و رسم شکل شرح دهید.
- ۴- وسیله مناسب برای اندازه‌گیری طول و عرض در و تخته کلاس کدام است؟
- ۵- روش و وسیله اندازه‌گیری طول قد انسان را با رسم شکل بنویسید.
- ۶- برای اندازه‌گیری اثر خط ترمز خودروبی، از چرخ اندازه‌گیر به قطر 10° سانتی‌متر استفاده شده و چرخ اندازه‌گیر 10° دور زده است. طول خط ترمز چند سانتی‌متر است؟
- ۷- از آن‌جا که قسمت کوچکی از خط‌کش فلزی تخت به طول 30° سانتی‌متر، دارای تقسیمات $5/^\circ$ میلی‌متر است روش اندازه‌گیری طول یک مداد را با دقت $5/^\circ$ میلی‌متر به وسیله خط‌کش فوق و با رسم شکل شرح دهید.
- ۸- آیا خط‌کش فلزی تخت برای اندازه‌گیری طول و قطر مداد نکی مناسب است؟ چرا؟



فصل ۴

کولیس‌ها



هدف‌های رفتاری : پس از آموزش این فصل فراگیر ساختمان، مقدار قابلیت تفکیک، گستره اندازه‌گیری، نحوه درجه‌بندی و قواعد اندازه‌گیری با انواع کولیس‌های ورنیه‌دار، ساعتی و دیجیتالی را می‌شناسد و می‌تواند :

- ۱- کولیس ورنیه را توصیف کند.
- ۲- نحوه درجه‌بندی کولیس‌های ورنیه‌دار را شرح دهد.
- ۳- روش خواندن کولیس ورنیه با قابلیت تفکیک مختلف را بیان کند.
- ۴- کولیس ساعتی را بیان کند.
- ۵- نحوه درجه‌بندی کولیس ساعتی را شرح دهد.
- ۶- روش خواندن کولیس ساعتی را بیان کند.
- ۷- کولیس دیجیتالی را توصیف کند.
- ۸- نحوه درجه‌بندی کولیس دیجیتالی را شرح دهد.
- ۹- روش خواندن کولیس دیجیتالی را بیان کند.
- ۱۰- نکات حفاظتی و ایمنی را در کولیس‌ها بیان کند.

عناوین این فصل عبارتند از 8

✓ کولیس‌های ورنیه‌دار

✓ کولیس‌های ساعتی

✓ کولیس‌های دیجیتالی

کولیس ورنیه

کولیس ورنیه توسط یک مهندس ریاضی دان فرانسوی به نام پیر ورنیه طراحی شده است. با ساخت این وسیله امکان اندازه گیری ابعادی قطعات تا دقت 0.02 mm و 0.001 inch فراهم گردید. به وسیله انواع کولیس ورنیه می توان اندازه گیری های مختلف را انجام داد، از آن جمله اندازه گیری انواع ابعاد داخلی، خارجی، قطر، شیار، عمق، طول، شکاف، ارتفاع، ضخامت و ... را می توان نام برد.

شکل و ساختمان: مطابق شکل (۴-۱) کولیس ورنیه معمولی از قسمت های زیر تشکیل شده است:



شکل ۴-۱- کولیس ورنیه

۱- خط کش با تقسیمات میلی متری و اینچی، که معمولاً قابلیت تفکیک قسمت میلی متری آن ها 1 mm و در کولیس های اینچی $\frac{1}{16} \text{ inch}$ و 0.025 mm است.

۲- فک ثابت، از سه قسمت چاقویی، تخت و پله ای تشکیل شده و با خط کش یک پارچه است.

۳- فک متحرک، این فک نیز از سه قسمت چاقویی، تخت و پله ای تشکیل شده و با کشوی یک پارچه است.

توجه

* از فک ثابت و متحرک برای انواع اندازه گیری های خارجی استفاده می شود.

* بهتر است در اندازه گیری های عمومی از قسمت تخت فک ها استفاده شود.

* از قسمت چاقویی کولیس برای اندازه گیری گلولی ها و شیارهای باریک استفاده شود.

۴- شاخک ثابت که با خط کش یک پارچه است و لبه اندازه گیری آن تیز است.

۵- شاخک متحرک که با کشوی یک پارچه است و لبه اندازه گیری آن تیز است.

توجه: از شاخک ثابت و متحرک برای انواع اندازه گیری های داخلی استفاده می شود.

۶- کشوی که ورنیه های میلی متری و اینچی روی آن قرار دارد.

۷- پیچ قفل کشوی که از آن برای قفل کردن کشوی و در نتیجه ثابت نمودن ورنیه استفاده می شود.

۸- خار لقی گیر: از آن جا که خط کش داخل کشوی می بایست حرکت نماید لذا لازم است مابین این دو قطعه لقی کمی وجود

داشته باشد و این لقی در یک طرف قرار داشته باشد.

۹- پیچ های تنظیم لقی بین کشوی و خط کش.

۱۰- ورنیه ها، که ممکن است با کشوی یک پارچه یا به وسیله پیچ روی آن بسته شده باشند.

۱۱- پیچ های اتصال ورنیه به کشوی (در صورت یک پارچه نبودن)

۱۲- شستی محرک کشوی و ورنیه.

۱۳- زبانه عمق سنج که در داخل شیار پشت خط کش جاسازی شده، یک سر آن آزاد و سر دیگر آن داخل کشوی و به پشت آن متصل شده است.

۱۴- محدود کننده حرکت کشوی (استاپ ورنیه) که از آن برای جلوگیری از بیرون آمدن قسمت های متحرک کولیس استفاده می شود.

۱۵- پیچ های اتصال محدود کننده حرکت کشوی به خط کش.

توجه: گفتنی است همه اجزای فوق ممکن است روی بعضی کولیس ها وجود نداشته باشد.

قابلیت تفکیک و گستره اندازه گیری

الف) کولیس های ورنیه دار میلی متری

۱- قابلیت تفکیک: کولیس های میلی متری با قابلیت تفکیک $\frac{1}{1000}$ ، $\frac{1}{500}$ ، $\frac{1}{200}$ میلی متر ساخته می شوند.

۲- گستره اندازه گیری: بر اساس استاندارد، گستره اندازه گیری کولیس های میلی متری به یک متر می رسد.

ب) کولیس های ورنیه دار اینچی:

۱- قابلیت تفکیک: کولیس های اینچی با قابلیت تفکیک $\frac{1}{128}$ و $\frac{1}{1000}$ اینچ ساخته می شود.

۲- گستره اندازه گیری: بر اساس استاندارد، گستره اندازه گیری کولیس های اینچی به 4° اینچ می رسد.

نحوه درجه بندی: کولیس های ورنیه دار بر مبنای تفاضل قابلیت تفکیک خط کش و ورنیه درجه بندی می شوند. بر این اساس

که مقدار مشخصی از خط کش انتخاب و روی ورنیه به تعداد فواصل مساوی تقسیم می شود و از تفاضل اندازه تقسیمات خط کش و ورنیه دقت کولیس و به عبارت بهتر قابلیت تفکیک کولیس ورنیه به دست می آید.

الف) کولیس ورنیه های میلی متری

۱- کولیس ورنیه با قابلیت تفکیک 1 mm / 1° : مطابق جدول (۱-۴) دو نوع درجه بندی برای این کولیس ها شرح داده

می شود. شایسته است یادآوری شود که ورنیه این کولیس ها 1° قسمتی است.

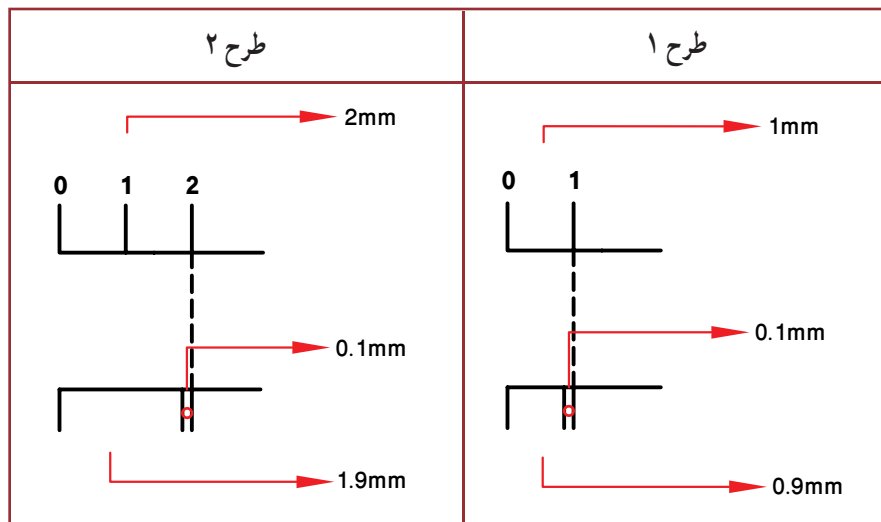
طرح ۱: در این طرح، مقدار ۹ میلی متر از خط کش انتخاب و روی ورنیه به 1° قسمت مساوی تقسیم شده است.

طرح ۲: در این طرح، مقدار ۱۹ میلی متر از خط کش انتخاب و روی ورنیه به 1° قسمت مساوی تقسیم شده است.

جدول ۱-۴- انواع درجه بندی کولیس ورنیه با قابلیت تفکیک 1 mm / 1°

عوامل مؤثر بر درجه بندی	طرح ۱	طرح ۲
قابلیت تفکیک خط کش	۱ mm	۱ mm
مقیاس انتخاب شده	۹ mm	۱۹ mm
تعداد تقسیمات ورنیه	۱	۱
قابلیت تفکیک ورنیه	$9 \div 1 = 9 \text{ mm}$	$19 \div 1 = 19 \text{ mm}$
قابلیت تفکیک کولیس	$1 - 9 = 1 \text{ mm}$	$2 - 19 = 1 \text{ mm}$

شکل (۲-۴) مقایسه تقسیمات این دو نوع درجه‌بندی را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۴- مقایسه تقسیمات ۰/۱ میلی‌متر

روش خواندن: ضمن رعایت اصول و قواعد اندازه‌گیری و کار با کولیس، که در ادامه این فصل شرح داده خواهد شد. مطابق زیر عمل می‌کنیم:

با در نظر گرفتن موقعیت خط صفر ورنیه نسبت به تقسیمات خط‌کش، اندازه‌های صحیح را، که مضربی از یک میلی‌متر می‌باشند از روی خط‌کش کولیس می‌خوانیم. لازم است یادآوری شود اگر خط صفر ورنیه کاملاً با یکی از خطوط خط‌کش هم‌امتداد باشد. مقدار اندازه، ارقام اعشاری ندارد و مقدار رؤیت شده، اندازه مورد نظر است، ولی چنان‌چه صفر ورنیه مابین دو خط از خط‌کش قرار گیرد عمل خواندن را مطابق زیر ادامه می‌دهیم:

- ✓ هم‌امتداد بودن یکی از خطوط ورنیه را با یکی از خطوط خط‌کش شناسایی می‌کنیم.
- ✓ تعداد فواصل روی ورنیه را، که قبل از خط هم‌امتداد قرار گرفته است، را شمارش می‌کنیم.
- ✓ با ضرب عدد به‌دست آمده در ۰/۱ مقدار اعشاری اندازه به‌دست خواهد آمد.
- ✓ با جمع کردن اندازه صحیح با اندازه اعشاری مقدار اندازه قطعه حاصل می‌شود.



مثال

در یک کولیس با قابلیت تفکیک 0.1 mm ، خط صفر ورنیه بعد از عدد ۲۵ میلی‌متر از خط‌کش قرار دارد. خط هفتم ورنیه (بدون در نظر گرفتن خط صفر ورنیه) نیز در امتداد یکی از خطوط خط‌کش قرار دارد. این کولیس چه مقداری را بر حسب میلی‌متر نشان می‌دهد.

۲۵ mm

$7 \times 0.1 = 0.7 \text{ mm}$

$25 + 0.7 = 25.7 \text{ mm}$

مقداری که از روی خط‌کش خوانده می‌شود:

مقداری که از روی ورنیه خوانده می‌شود:

مقداری که کولیس ورنیه نشان می‌دهد:

۲- کولیس ورنیه با قابلیت تفکیک 0.05 mm : این کولیس‌ها نیز عموماً در دو طرح مختلف مطابق جدول (۴-۲)

درجه‌بندی می‌شوند. گفتنی است ورنیه این کولیس‌ها 20° قسمتی است.

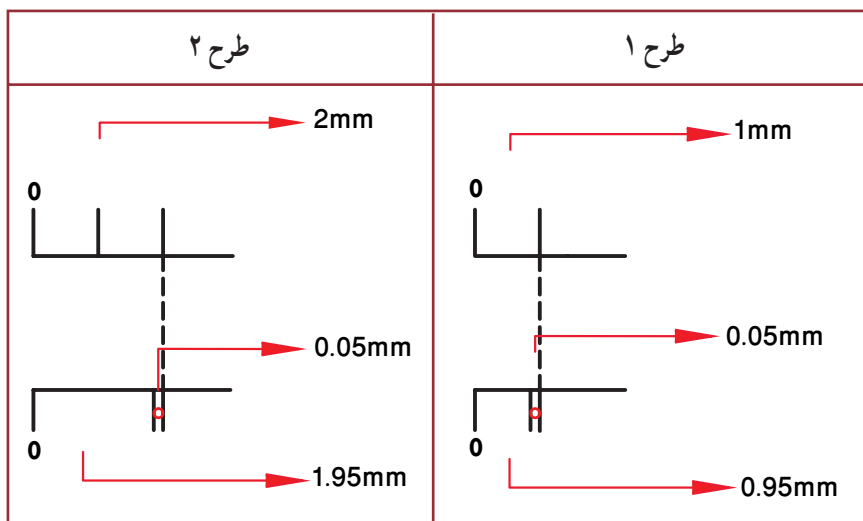
طرح ۱: در این طرح مقدار 19 میلی‌متر از خط‌کش انتخاب و روی ورنیه به 20° قسمت مساوی تقسیم شده است.

طرح ۲: در این طرح مقدار 39 میلی‌متر از خط‌کش انتخاب و روی ورنیه به 20° قسمت مساوی تقسیم شده است.

جدول ۴-۲- انواع درجه‌بندی کولیس ورنیه با قابلیت تفکیک 0.05 mm

عوامل مؤثر بر درجه بندی	طرح ۱	طرح ۲
قابلیت تفکیک خط‌کش	1 mm	1 mm
مقیاس انتخاب شده	19 mm	39 mm
تعداد تقسیمات ورنیه	۲	۲
قابلیت تفکیک ورنیه	$19 \div 2 = 9.5 \text{ mm}$	$39 \div 2 = 19.5 \text{ mm}$
قابلیت تفکیک کولیس	$1 - 9.5 = 0.5 \text{ mm}$	$2 - 19.5 = 0.5 \text{ mm}$

شکل (۴-۳) مقایسه تقسیمات این دو نوع درجه‌بندی را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۳- مقایسه تقسیمات 0.05 mm میلی‌متر

روش خواندن: ضمن رعایت اصول و قواعد اندازه‌گیری و کار با کولیس، که در ادامه این فصل شرح داده خواهد شد، مطابق

زیر عمل می‌کنیم:

با در نظر گرفتن موقعیت خط صفر ورنیه روی خط‌کش کولیس، اندازه‌های صحیح را، که مضربی از یک میلی‌متر می‌باشند، از روی خط‌کش کولیس می‌خوانیم. یادآوری می‌شود اگر خط صفر ورنیه کاملاً با یکی از خطوط خط‌کش هم امتداد باشد مقدار اندازه، ارقام اعشاری ندارد و مقدار رؤیت شده اندازه مورد نظر بر حسب میلی‌متر است، ولی چنانچه خط صفر ورنیه مابین دو خط

از خط کش قرار گیرد عمل خواندن را مطابق زیر ادامه می دهیم :

- ✓ هم امتداد بودن یکی از خطوط ورنیه را با یکی از خطوط خط کش شناسایی می کنیم.
- ✓ تعداد فواصل روی ورنیه را، که قبل از خط هم امتداد با خط کش قرار گرفته است را، شمارش می کنیم.
- ✓ عدد به دست آمده را در 0.5% ضرب می کنیم. در این صورت، مقدار اعشاری اندازه بر حسب میلی متر به دست خواهد آمد.

✓ با جمع کردن اندازه صحیح با اندازه اعشاری مقدار اندازه قطعه حاصل می شود.



مثال

در یک کولیس ورنیه با قابلیت تفکیک 0.5 mm و گستره اندازه گیری 150 mm خط صفر ورنیه بعد از اندازه 134 mm از خط کش قرار دارد، خط هفدهم ورنیه (بدون در نظر گرفتن خط صفر ورنیه) نیز در امتداد یکی از خطوط خط کش قرار دارد. این کولیس چه مقداری را بر حسب میلی متر نشان می دهد؟

مقداری که از روی خط کش خوانده می شود : 134 mm
 مقداری که از روی ورنیه خوانده می شود : $17 \times 0.5 = 8.5\text{ mm}$
 مقداری که از روی کولیس ورنیه نشان می دهد. $134 + 8.5 = 142.5\text{ mm}$

۳- کولیس ورنیه با قابلیت تفکیک 2 mm : این کولیس ها عموماً در دو طرح مختلف ساخته می شوند. که مطابق جدول (۳-۴) شرح داده می شود. گفتنی است ورنیه این کولیس ها 5° قسمتی است.

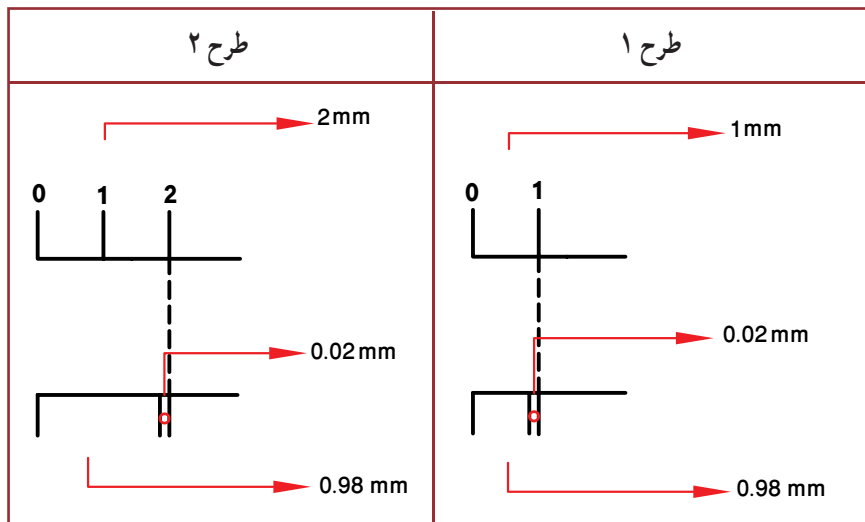
طرح ۱: در این طرح مقدار 49 میلی متر از خط کش انتخاب و روی ورنیه به 5° قسمت مساوی تقسیم شده است.
طرح ۲: در این طرح مقدار 99 میلی متر از خط کش انتخاب و روی ورنیه به 5° قسمت مساوی تقسیم شده است.

جدول ۳-۴ انواع درجه بندی کولیس ورنیه با قابلیت تفکیک 2 mm

عوامل مؤثر بر درجه بندی	طرح ۱	طرح ۲
قابلیت تفکیک خط کش	1 mm	1 mm
مقیاس انتخاب شده	49 mm	99 mm
تعداد تقسیمات ورنیه	۵	۵
قابلیت تفکیک ورنیه	$49 \div 5 = 9.8\text{ mm}$	$99 \div 5 = 19.8\text{ mm}$
قابلیت تفکیک کولیس	$1 - 9.8 = 0.2\text{ mm}$	$2 - 19.8 = 0.2\text{ mm}$



شکل (۴-۴) مقایسه تقسیمات
این دو نوع درجه بندی را نشان
می دهد.



شکل ۴-۴ - مقایسه تقسیمات ۰/۰۲ میلی متر

روش خواندن: ضمن رعایت اصول و قواعد اندازه گیری و کار با کولیس، که در ادامه این فصل شرح داده خواهد شد، مطابق زیر عمل می کنیم :

با در نظر گرفتن موقعیت خط صفر ورنیه روی خط کش کولیس، اندازه های صحیح را، که مضربی از یک میلی متر می باشد را از روی خط کش کولیس می خوانیم. باید متذکر شد اگر خط صفر ورنیه کاملاً با یکی از خطوط خط کش هم امتداد باشد مقدار اندازه، ارقام اعشاری ندارد و مقدار رؤیت شده اندازه مورد نظر بر حسب میلی متر است، ولی چنان چه خط صفر ورنیه مابین دو خط از خط کش قرار گیرد عمل خواندن را مطابق زیر ادامه می دهیم :

- ✓ هم امتداد بودن یکی از خطوط ورنیه را با یکی از خطوط خط کش شناسایی می کنیم.
- ✓ تعداد فواصل روی ورنیه را، که قبل از خط هم امتداد با خط کش قرار گرفته است، شمارش می کنیم.
- ✓ عدد به دست آمده را در ۰/۰۲ ضرب می کنیم. در این صورت، مقدار اعشاری اندازه بر حسب میلی متر به دست خواهد آمد.

✓ با جمع کردن اندازه صحیح با اندازه اعشاری مقدار اندازه قطعه به دست می آید.

مثال

در یک کولیس ورنیه با قابلیت تفکیک 0.02 mm و گستره اندازه گیری 120 mm (۱۲۰ -) خط صفر ورنیه بعد از اندازه 67 mm از خط کش قرار دارد و خط سی و ششم ورنیه (بدون در نظر گرفتن خط صفر ورنیه) در امتداد یکی از خطوط خط کش قرار دارد. این کولیس چه مقداری را بر حسب میلی متر نشان می دهد؟

67 mm

مقداری که از روی خط کش خوانده می شود :

$36 \times 0.02 = 0.72 \text{ mm}$

مقداری که از روی ورنیه خوانده می شود :

$67 + 0.72 = 67.72 \text{ mm}$

مقداری که کولیس ورنیه نشان می دهد :

ب) کولیس ورنیه‌های اینچی

۱- کولیس ورنیه با قابلیت تفکیک $\frac{1}{128}$ inch: دو نوع درجه‌بندی برای این نوع کولیس شرح داده می‌شود. شایان ذکر است که ورنیه این کولیس‌ها ۸ قسمتی است.

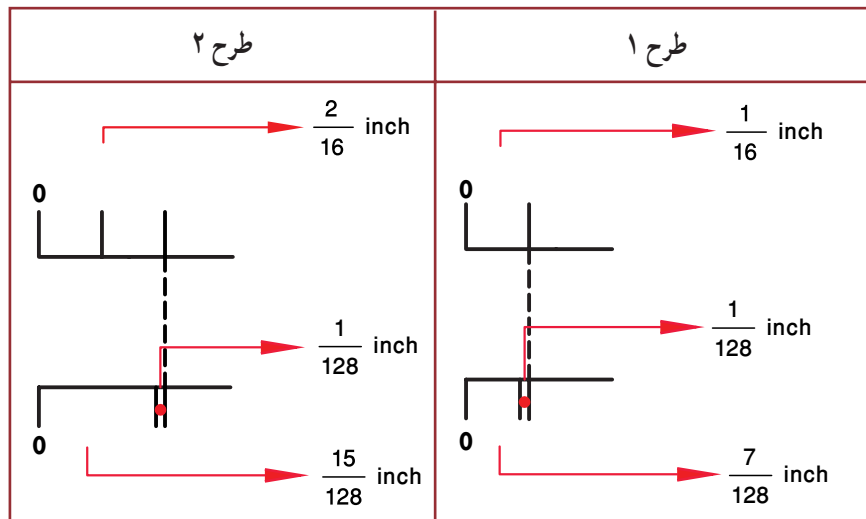
طرح ۱: در این طرح مقدار $\frac{7}{16}$ " از خط‌کش انتخاب و روی ورنیه به ۸ قسمت مساوی تقسیم شده است.

طرح ۲: در این طرح مقدار $\frac{15}{16}$ " از خط‌کش انتخاب و روی ورنیه به ۸ قسمت مساوی تقسیم شده است.

جدول ۴-۴- انواع درجه‌بندی کولیس ورنیه با قابلیت تفکیک $\frac{1}{128}$ inch

عوامل مؤثر بر درجه بندی	طرح ۱	طرح ۲
قابلیت تفکیک خط‌کش	$\frac{1}{16} = \frac{8}{128}$	$\frac{1}{16} = \frac{8}{128}$
مقیاس انتخاب شده	$\frac{7}{16}$	$\frac{15}{16}$
تعداد تقسیمات ورنیه	۸	۸
قابلیت تفکیک ورنیه	$\frac{7}{16} \div 8 = \frac{7}{128}$	$\frac{15}{16} \div 8 = \frac{15}{128}$
قابلیت تفکیک کولیس	$\frac{1}{16} - \frac{7}{128} = \frac{1}{128}$	$\frac{2}{16} - \frac{15}{128} = \frac{1}{128}$

شکل (۴-۵) مقایسه تقسیمات طرح ۱ و ۲ را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۵- مقایسه تقسیمات $\frac{1}{128}$ اینچ

روش خواندن: ضمن رعایت اصول و قواعد اندازه گیری و کار با کولیس، که در ادامه این فصل شرح داده خواهد شد، مطابق

زیر عمل می کنیم :

با در نظر گرفتن موقعیت خط صفر ورنیه روی خط کش کولیس، اندازه های صحیح را، که مضربی از یک شانزدهم اینچ اند، را از روی خط کش کولیس می خوانیم. لازم است یادآوری شود اگر خط صفر ورنیه کاملاً با یکی از خطوط خط کش هم امتداد باشد مقدار اندازه ارقام اعشاری ندارد و مقدار رؤیت شده اندازه مورد نظر بر حسب اینچ است. ولی چنان چه خط صفر ورنیه مابین دو خط از خط کش قرار گیرد عمل خواندن را مطابق زیر ادامه می دهیم :

- ✓ هم امتداد بودن یکی از خطوط ورنیه را با یکی از خطوط خط کش شناسایی می کنیم.
- ✓ تعداد فواصل روی ورنیه که قبل از خط هم امتداد قرار گرفته است را شمارش می کنیم.
- ✓ عدد به دست آمده را در $\frac{1}{128}$ ضرب می کنیم. در این صورت، مقدار اعشاری اندازه بر حسب اینچ به دست خواهد آمد.
- ✓ با جمع کردن اندازه صحیح با اندازه اعشاری مقدار اندازه قطعه حاصل می شود.



مثال

در یک کولیس ورنیه، با قابلیت تفکیک $\frac{1}{128}$ اینچ و گستره اندازه گیری 6 inch (۶-۰) خط صفر ورنیه بعد از سومین خط بعد از اندازه 2 inch و هم چنین چهارمین خط ورنیه (بدون در نظر گرفتن خط صفر ورنیه) در امتداد یکی از خطوط خط کش قرار دارد این کولیس چه مقداری را بر حسب اینچ نشان می دهد؟

$$2\frac{3}{16}\text{ inch}$$

مقداری که از روی خط کش خوانده می شود :

$$4 \times \frac{1}{128} = \frac{4}{128}\text{ inch}$$

مقداری که از روی ورنیه خوانده می شود :

$$(2, \frac{3}{16}, \frac{4}{128})\text{ inch}$$

مقداری که کولیس ورنیه نشان می دهد :

$$6\frac{28}{128}\text{ inch}$$

و یا به طور خلاصه می شود :

۲ - کولیس ورنیه با قابلیت تفکیک $\frac{1}{100}\text{ inch}$: دو نوع درجه بندی برای این نوع کولیس شرح داده می شود، شایسته

است یادآوری شود که ورنیه این کولیس ها ۲۵ قسمتی است.

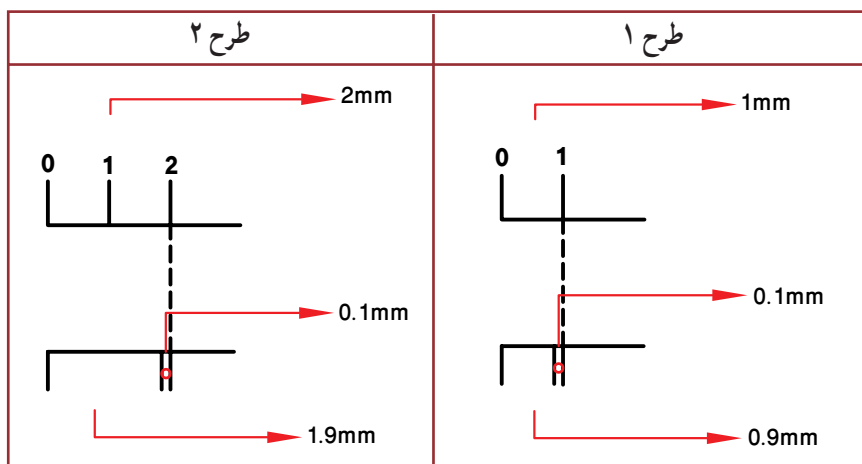
طرح ۱: در این طرح مقدار $\frac{24}{100}$ اینچ از خط کش انتخاب و روی ورنیه به ۲۵ قسمت مساوی تقسیم شده است.

طرح ۲: در این طرح مقدار $\frac{49}{100} = 1\frac{9}{100}$ اینچ از خط کش انتخاب و روی ورنیه به ۲۵ قسمت مساوی تقسیم شده است.

جدول ۴-۵- انواع درجه بندی کولیس ورنیه با قابلیت تفکیک $\frac{1}{1000}$ inch

عوامل مؤثر بر درجه بندی	طرح ۱	طرح ۲
قابلیت تفکیک خط کش	$\frac{1}{40} = \frac{25''}{1000}$	$\frac{1}{40} = \frac{25''}{1000}$
مقیاس انتخاب شده	$\frac{24''}{40}$	$\frac{1}{40} = \frac{49''}{40}$
تعداد تقسیمات ورنیه	۲۵	۲۵
قابلیت تفکیک ورنیه	$\frac{24''}{40} \div 25 = \frac{24''}{1000}$	$\frac{49''}{40} \div 25 = \frac{49''}{1000}$
قابلیت تفکیک کولیس	$\frac{1}{40} - \frac{24}{1000} = \frac{1''}{1000}$	$\frac{2}{40} - \frac{49}{1000} = \frac{1''}{1000}$

شکل ۴-۶- مقایسه تقسیمات این دو نوع درجه بندی را نشان می دهد.



شکل ۴-۶- مقایسه تقسیمات $\frac{1}{1000}$ اینچ

روش خواندن: ضمن رعایت اصول و قواعد اندازه گیری و کار با کولیس، که در ادامه این فصل شرح داده خواهد شد، مطابق

زیر عمل می کنیم :

با در نظر گرفتن موقعیت خط صفر ورنیه اینچی روی خط کش کولیس، اندازه های صحیح را، که مضربی از ۰/۰۲۵ اینچ می باشند، را از روی خط کش کولیس می خوانیم. لازم است یادآوری شود اگر خط صفر ورنیه کاملاً با یکی از خطوط خط کش هم امتداد باشد مقدار اندازه، ارقام اعشاری ندارد و مقدار رؤیت شده اندازه مورد نظر بر حسب اینچ است، ولی چنانچه خط صفر ورنیه

مابین دوخط از خط کش قرار گیرد عمل خواندن را مطابق زیر ادامه می دهیم :

- ✓ هم امتداد بودن یکی از خطوط ورنیه را با یکی از خطوط خط کش شناسایی می کنیم.
- ✓ تعداد فواصل روی ورنیه را، که قبل از خط هم امتداد قرار گرفته است را شمارش می کنیم.
- ✓ عدد به دست آمده را در 0.01% ضرب می کنیم. در این صورت، مقدار اعشاری اندازه برحسب اینچ به دست خواهد آمد.
- ✓ با جمع کردن اندازه صحیح با اندازه اعشاری مقدار اندازه قطعه حاصل می شود.

مثال

در یک کولیس ورنیه اینچی با مشخصات $(6-0)$ inch، خط صفر ورنیه از اندازه 2 inch خط کش گذشته و بعد از یازدهمین خط، خط کش قرار گرفته و از طرفی خط نوزدهم ورنیه (بدون در نظر گرفتن خط صفر ورنیه) دقیقاً در امتداد یکی از خطوط ورنیه قرار گرفته است. این کولیس چه مقداری را بر حسب اینچ نشان می دهد؟

مقدار اصلی که از روی خط کش خوانده می شود : 2 inch

مقدار فرعی که از روی خط کش خوانده می شود : $\frac{11}{40}$ inch = $\frac{11}{40} \times \frac{25}{25} = \frac{275}{1000} = 0.275\%$

مقداری که از روی ورنیه خوانده می شود : $19 \times 0.001 = 0.019$ inch

مقداری که کولیس نشان می دهد : $2 + 0.275 + 0.019 = 2.294$ inch

همان گونه که ملاحظه شد، برای هر نوع کولیس اعم از این که دارای تقسیم بندی میلی متری و یا اینچی باشد، سه نوع درجه بندی پیش بینی شده است. تفاوت و مزیت طرح با مقیاس انتخاب شده بیش تر عبارت است از :

- ۱- مقیاس انتخاب شده بیش تر
 - ۲- تقسیمات روی ورنیه درشت تر
 - ۳- رؤیت راحت تر
 - ۴- خطای چشم کم تر
- رابطه زیر در مورد انواع کولیس های میلی متری و اینچی صادق است :
- r قابلیت تفکیک خط کش کولیس
- n تعداد تقسیمات ورنیه
- R قابلیت تفکیک کولیس ورنیه

$$R = \frac{r}{n}$$

مثال

قابلیت تفکیک کولیس ورنیه که تعداد تقسیمات ورنیه آن 20 و قابلیت تفکیک خط کش آن یک میلی متر است. چه مقدار می باشد؟

$$R = \frac{r}{n} \Rightarrow R = \frac{1}{20} = 0.05 \text{ mm}$$

اصول و قواعد کار با کولیس

- ۱- با توجه به نوع و دقت مورد نظر برای اندازه‌گیری لازم است کولیس مناسب با تقسیمات میلی‌متری یا اینچی انتخاب نماید.
- ۲- کولیس عیب و نقص نداشته، سالم بوده و عملکرد آن درست باشد.
- ۳- از باز کردن زیاد پیچ قفل کشوی خودداری شود.
- ۴- با استفاده از پارچهٔ نظیف مخصوص، کولیس را کاملاً تمیز کنید (به‌ویژه سطح فک‌ها)
- ۵- کولیس را کاملاً ببندید و از تطابق صفر ورنیه بر خط‌کش آن اطمینان حاصل کنید.
- ۶- کولیس ورنیه را در دست راست قرار دهید، به‌گونه‌ای که انگشتان دست راست روی پشت خط‌کش قرار گیرند و انگشت شست روی شستی آج دار کشوی ورنیه قرار گیرد. در این حالت درجه‌بندی کولیس روبه‌روی شما قرار می‌گیرد.
- توجه:** برای افراد چپ‌دست کولیس مخصوص ساخته شده است، که با گرفتن آن با دست چپ، درجه‌بندی آن روبه‌روی شخص قرار می‌گیرد.
- ۷- در صورت نیاز به گرفتن فک ثابت، آن را با دست چپ بگیرید.
- ۸- در اندازه‌گیری‌ها سعی کنید قطعه کار را با قسمت تخت و پهن فکین درگیر نمایید.
- ۹- کولیس را به‌صورت مایل روی قطعه کار قرار دهید تا سطح درگیری آن زیاد شود و اندازه‌گیری به‌صورت دقیق‌تر صورت گیرد.
- توجه:** از قسمت چاقویی فک‌ها برای اندازه‌گیری گلولی‌ها و شیارهای باریک استفاده شود.
- ۱۰- در هنگام خواندن کولیس به‌صورت عمودی به آن نگاه شود.
- ۱۱- در هنگام تنظیم کردن کولیس روی قطعه کار، شستی (زائدهٔ آج‌دار) کولیس را به مقداری فشار دهید که انگشت شست روی آن سر بخورد.
- ۱۲- در کولیس‌های ساعتی قبل از استفاده، از تطابق عقربهٔ بزرگ بر صفر صفحهٔ بزرگ در حالت بسته بودن کولیس اطمینان حاصل نمایید.

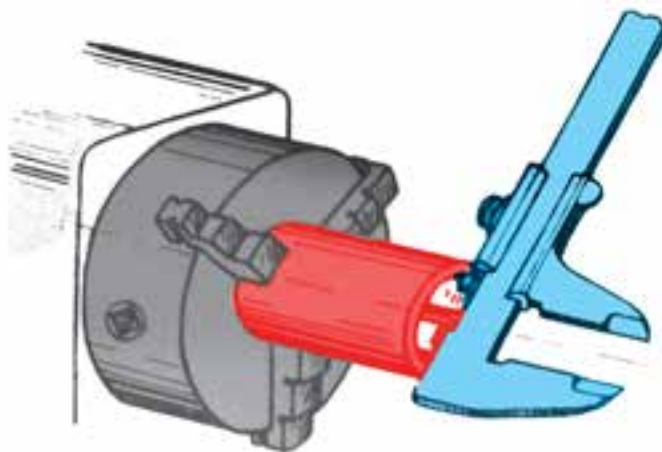


شکل ۷-۴ اندازه‌گیری ابعاد خارجی

- ۱۳- در اندازه‌گیری ابعاد خارجی ابتدا دهانهٔ کولیس را بیش‌تر از اندازهٔ قطعه باز نموده و پس از استقرار کولیس روی قطعه کار، فک‌های کولیس را به قطعه بچسبانید و اندازه را بخوانید (شکل ۷-۴).



۱۴- در اندازه‌گیری ابعاد داخلی، دهانه کولیس را کم‌تر از بعد مورد اندازه‌گیری باز کرده، شاخک‌های کولیس را در دهانه قطعه کار قرار داده و پس از چسباندن و میزان کردن، اندازه را بخوانید (شکل ۴-۸).



شکل ۴-۸- اندازه‌گیری ابعاد داخلی



شکل ۴-۹- چرخاندن شاخک‌های کولیس در داخل کار



شکل ۴-۱۰- سفت کردن پیچ قفل کشوی

۱۵- در هر یک از حالات قبل اندازه‌های داخلی و خارجی برای به‌دست آوردن کوچک‌ترین و بزرگ‌ترین اندازه قطعه کار، کولیس را روی اندازه مورد نیاز بچرخانید تا بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین اندازه احتمالی قطعه را بیابید (شکل ۴-۹). البته به جای چرخش کولیس می‌توان قطعه کار را نیز چرخانید.

۱۶- مقدار نیروی وارد بر قطعه کار یک نیوتن است، که این مقدار در حدود نیروی سر دادن انگشت شست روی شستی پیش‌بینی شده روی کشوی کولیس است.

۱۷- چنانچه اندازه، در هنگام قرار گرفتن کولیس روی قطعه کار خوانده می‌شود نیازی به قفل کردن کشوی توسط پیچ قفل‌کننده آن نیست. ولی اگر لازم است کولیس را از کار جدا کنید و سپس آنرا بخوانید در آن صورت لازم است قفل شود (شکل ۴-۱۰).

انواع کولیس

کولیس‌های ورنیه‌دار به لحاظ شکل ظاهری و کاربرد در انواع مختلف ساخته می‌شوند، از جمله:

۱- **کولیس ورنیه معمولی:** این کولیس استفاده عمومی دارد و برای انواع اندازه‌گیری‌های داخل و خارج به کار گرفته می‌شود؛ که قبلاً به تفصیل شرح داده شد.

۲- **کولیس ورنیه ارتفاع سنج:** از کولیس ورنیه ارتفاع‌سنج برای اندازه‌گیری ارتفاع انواع قطعات استفاده می‌شود.



شکل ۴-۱۱- کولیس ورنیه ارتفاع‌سنج

ساختمان: این کولیس از قسمت‌های مختلف زیر تشکیل شده است:

پایه، که معمولاً سنگین‌ترین قسمت آن است، پشت آن را توخالی می‌سازند برای این که اولاً سبک باشد و از نظر اقتصادی نیز ارزان‌تر تمام شود. ثانیاً پرداخت آن راحت‌تر باشد. ثالثاً در اثر کم شدن سطح اتکا، به سطح میز کار یا صفحه صافی نچسبد.

توجه: برای جابه‌جایی کولیس ارتفاع‌سنج بهتر است آن را از پایه به دست گرفت و جابه‌جا نمود.

✓ پیچ‌های اتصال خط‌کش به پایه

✓ خط‌کش که دارای تقسیمات میلی‌متری و اینچی است.

✓ کشوی

✓ خار لقی‌گیر

✓ پیچ‌های تنظیم لقی

✓ پیچ قفل کشوی

✓ ورنیه‌ها

✓ پیچ‌های اتصال ورنیه به خط‌کش

✓ شاخک اندازه‌گیری، که معمولاً سر آن سخت‌کاری می‌شود تا در برابر سایش مقاوم گردد.

✓ بست اتصال شاخک اندازه‌گیری به زبانه سر کشوی

✓ خار بست شاخک

✓ پیچ محکم‌کننده شاخک اندازه‌گیری

✓ مکانیزم تنظیم مقادیر کم: برای تنظیم مقادیر کم روی کولیس لازم است پیچ قفل این مکانیزم را سفت و پیچ کشوی را شل

کنیم. سپس با چرخاندن مهره واسط بین کشوی و مکانیزم فوق مقادیر کم را جدا نماییم.

✓ محدودکننده حرکت کشوی



شکل ۱۲-۴ کاربرد کولیس ورنیه ارتفاع‌سنج

توجه:

* گفتنی است اجزای فوق ممکن است در روی همه

کولیس‌ها وجود نداشته باشد.

* قابلیت تفکیک، گستره اندازه‌گیری، جنس، نحوه

درجه‌بندی و نحوه خواندن آن مانند کولیس ورنیه معمولی است،

که قبلاً به تفصیل شرح داده شده است. شکل (۱۲-۴) نمونه‌ای

از کاربرد کولیس ورنیه ارتفاع‌سنج را نشان می‌دهد.

۳- کولیس ورنیه عمق سنج: از این کولیس برای اندازه گیری عمق قطعات مختلف

استفاده می شود (شکل ۱۳-۴).



شکل ۱۳-۴- کولیس عمق سنج

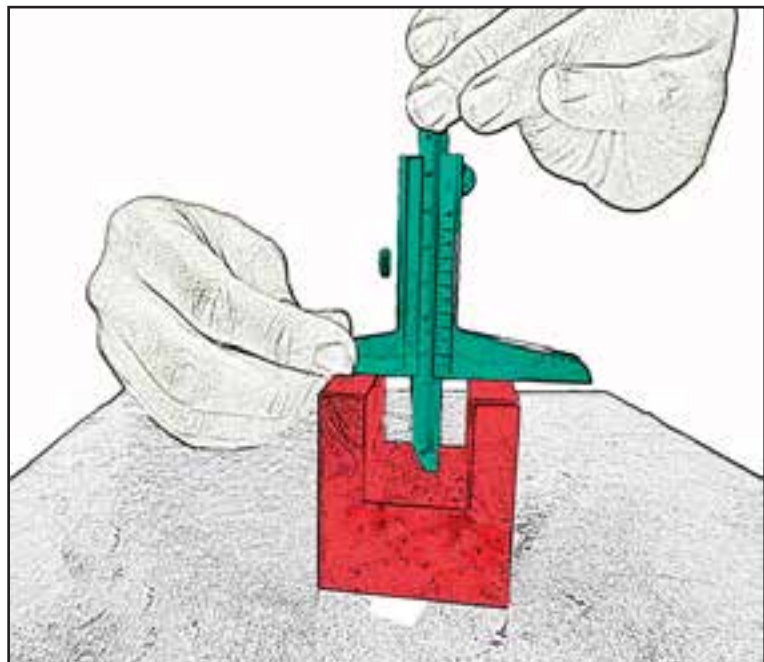
ساختمان: این کولیس از قسمت های زیر تشکیل شده است :

- ✓ خط کش مدرج با تقسیمات میلی متری و اینچی
- ✓ پایه متصل به کشوی که محل استقرار کولیس روی قطعه و موضع مورد اندازه گیری است.
- ✓ کشوی
- ✓ خار لقی گیر
- ✓ پیچ های تنظیم لقی
- ✓ پیچ قفل کشوی
- ✓ شستی محرک کشوی
- ✓ ورنیه ها
- ✓ پیچ های اتصال ورنیه ها به کشوی
- ✓ مکانیزم تنظیم مقادیر کوچک
- ✓ خار لقی گیر
- ✓ پیچ های تنظیم لقی

توجه

* گفتنی است مکانیزم تنظیم مقادیر کوچک روی همه کولیس ها پیش بینی نشده است.

* قابلیت تفکیک، گستره اندازه گیری، جنس، نحوه درجه بندی و نحوه خواندن آن مانند کولیس ورنیه معمولی می باشد که قبلاً به تفصیل شرح داده شده است. (شکل ۱۴-۴) نمونه ای از کاربرد کولیس ورنیه عمق سنج را نشان می دهد.



شکل ۱۴-۴- کاربرد کولیس ورنیه عمق سنج

علاوه بر کولیس ورنیه‌هایی که به تفصیل شرح داده شد، انواع دیگری نیز ساخته شده که در جدول (۴-۶) آمده است.

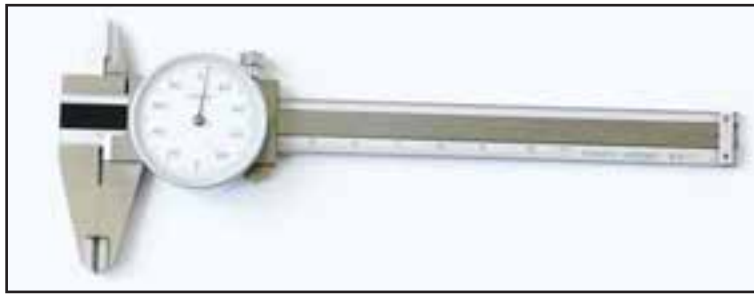
جدول ۴-۶- انواع کولیس

ردیف	نام	شکل	شرح
۱	کولیس با فک گردان		سر فک ثابت آن نیم‌کره است که می‌تواند حول سر خط‌کش بچرخد و تحت زاویه قرار گیرد. به این وسیله می‌توان فواصل محوری سوراخ‌ها، که نسبت به هم تحت زاویه قرار دارند را اندازه گرفت.
۲	کولیس با فک کشوی		فک ثابت این کولیس نسبت به فک متحرک آن بلندتر است و برحسب مورد می‌توان این فک را در جهت عمودی و محل خودش جابه‌جا نمود. به دلیل این ویژگی از آن می‌توان برای اندازه‌گیری فاصله پله‌ها و محور تا محور سوراخ‌های غیر هم‌سطح استفاده نمود.
۳	کولیس اندازه‌گیر عمق جای خار		همان‌طوری که از نامش پیداست با زبان‌های که در وسط آن پیش‌بینی شده است می‌توان عمق جای خار روی محورها را با این کولیس اندازه گرفت.
۴	کولیس با فک میله‌ای		فک‌های این کولیس به صورت میله‌ای است و می‌توان با آن فاصله محور تا محور سوراخ‌ها را اندازه گرفت.
۵	کولیس با فک پهن		فک‌های این کولیس پهن است و می‌توان از آن‌ها برای اندازه‌گیری اجسام انعطاف‌پذیر مانند اسفنج و لاستیک استفاده نمود.
۶	کولیس چرخ دنده		این کولیس دارای دو کولیس افقی و عمودی به صورت عمود بر هم است که روی کولیس عمودی مقدار ارتفاع تنظیم و از روی کولیس افقی مقدار ضخامت خطی دندانه چرخ دنده روی دایره گام خوانده می‌شود.



ردیف	نام	شکل	شرح
۷	کولیس فک چاقویی		شاخک‌های ثابت و متحرک این کولیس چاقویی است و فک‌های ثابت و متحرک آن معمولاً بلندتر از حد معمول است از این کولیس می‌توان برای اندازه‌گیری فاصله محوری سوراخ‌ها، شیارهای باریک، ... و سایر مواردی که با کولیس معمولی انجام می‌شود استفاده نمود
۸	کولیس اندازه‌گیر شیارهای داخلی		فک‌های ثابت این کولیس به سمت خارج است و توسط آن می‌توان قطر شیارهای داخلی را اندازه گرفت
۹	کولیس با فک‌های نک تیز		مطابق شکل نک فک‌های این کولیس تیز است و از آن برای اندازه‌گیری فاصله محور تا محور سوراخ‌های ریز و ... استفاده می‌شود
۱۰	کولیس لب‌بریده		از این کولیس برای اندازه‌گیری عمق سوراخ‌های غیر قابل دسترسی استفاده می‌شود

کولیس ساعتی (عقربه‌دار): این نوع کولیس‌ها بر اساس دنده شانه‌ای، چرخ‌دنده، عقربه و صفحه مدرج کار می‌کنند و با توجه به بزرگ‌نمایی، که از مشخصات بارز اندازه‌گیرهای ساعتی است، کار کردن با آن‌ها ساده، خطای چشمی کم و در مقابل تغییر اندازه، حساس‌اند. این نوع وسایل در مقابل ضربه آسیب‌پذیر هستند. کولیس‌های ساعتی معمولاً با قابلیت تفکیک 0.001 ، 0.002 ، 0.005 ، 0.01 میلی‌متر و 0.001 اینچ طراحی و ساخته می‌شوند و این ارقام به مشخصات دنده شانه‌ای، چرخ‌دنده و تعداد تقسیمات صفحه مدرج بستگی دارد. بر خلاف کولیس‌های ورقه‌دار که در روی یک کولیس هر دو تقسیمات میلی‌متری و اینچی در روی یک کولیس قرار دارد، کولیس‌های ساعتی فقط می‌توانند دارای یک تقسیم‌بندی روی یک کولیس باشند. (میلی‌متری یا اینچی) (شکل ۱۵-۴).



شکل ۱۵-۴- کولیس ساعتی

ساختمان: این نوع کولیس‌ها از قسمت‌های زیر تشکیل شده‌اند:

✓ خط‌کش با تقسیمات میلی‌متری یا اینچی که معمولاً قابلیت تفکیک قسمت میلی‌متری آن‌ها ۱ mm و در کولیس‌های اینچی ۰/۱ اینچ می‌باشند.

✓ فک ثابت، که از سه قسمت چاقویی، تخت و پله‌ای تشکیل شده است.

✓ فک متحرک، این فک نیز از سه قسمت چاقویی، تخت و پله‌ای تشکیل شده است.

توجه:

* از فک ثابت و متحرک برای انواع اندازه‌گیری‌های خارجی استفاده می‌شود.

* بهتر است در اندازه‌گیری‌های عمومی از قسمت تخت فک‌ها استفاده شود.

* از قسمت چاقویی کولیس صرفاً برای اندازه‌گیری گلولی‌ها و شیارهای باریک استفاده شود.

✓ شاخک ثابت که با خط‌کش یک‌پارچه است.

✓ شاخک متحرک که با کشوی یک‌پارچه است.

توجه: از شاخک ثابت و متحرک برای انواع اندازه‌گیری‌های داخلی استفاده می‌شود.

✓ کشوی

✓ پیچ قفل کشوی

✓ خار لقی گیر

✓ پیچ قفل مجموعه طوقه و صفحه مدرج

✓ پیچ‌های تنظیم لقی بین کشوی و خط‌کش

✓ صفحه مدرج، که روی کشوی نصب می‌شود.

✓ عقربه، که با جابه‌جایی کشوی حرکت می‌کند.

✓ طوقه متحرک، که صفحه مدرج ساعت به آن متصل است.

توجه: قبل از استفاده از کولیس ساعتی باید آن را کاملاً ببندیم، پیچ قفل طوقه را شل کنیم و با چرخاندن طوقه، صفر صفحه

مدرج را زیر عقربه می‌آوریم و سپس طوقه را قفل می‌کنیم.

✓ دنده‌شانه‌ای که در سراسر طول خط‌کش قرار دارد و به وسیله پیچ به خط‌کش متصل شده است.

✓ چرخ دنده‌ها

✓ اجزای آب‌بندی



✓ اجزای اتصال

✓ شستی محرک کشوی (که معمولاً به صورت غلطک آج دار در نظر گرفته شده و حول محورش می چرخد)

✓ زبانه عمق سنج

✓ محدود کننده حرکت کشوی (استاپ کشوی)

نحوه درجه بندی

الف) کولیس ساعتی میلی متری

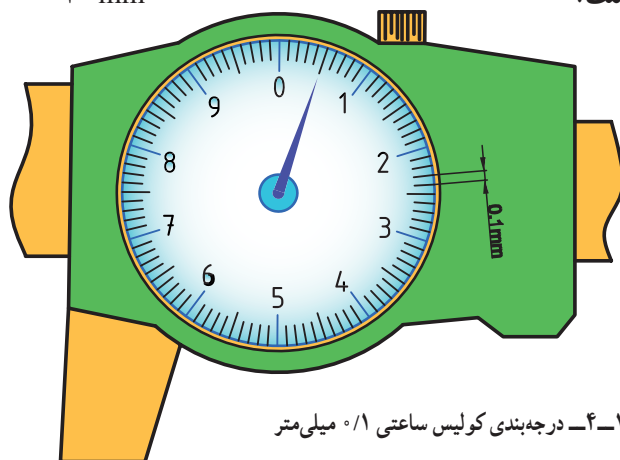
۱- کولیس ساعتی با قابلیت تفکیک 0.1 mm

➤ صفحه بزرگ این کولیس 100 قسمتی است.

➤ هر واحد آن نشان دهنده 0.1 mm است.

➤ هر دور صفحه ساعت معادل 10 mm است.

$$10 \text{ mm} \times 100 = 1000$$



شکل ۱۶-۴- درجه بندی کولیس ساعتی 0.1 میلی متر

روش خواندن: هر تقسیم روی صفحه مدرج این کولیس معادل 0.1 mm است. بنابراین اندازه های 0.1 میلی متر تا رقم 10 mm

از روی صفحه مدرج خوانده می شود. خط کش کولیس نیز دارای تقسیمات یک میلی متری است که اندازه مورد نظر از محل تطابق لبه کشوی با خط کش خوانده می شود.



مثال

در یک کولیس ساعتی با مشخصات $(150-0.1)$ mm، لبه کشوی کولیس بعد از اندازه 40 میلی متر خط کش

قرار دارد و عقربه کولیس نیز روی هشتمین فاصله بعد از رقم صفر صفحه مدرج قرار دارد. این کولیس چه مقداری را بر حسب میلی متر نشان می دهد؟

$$40 \text{ mm}$$

مقداری که از روی خط کش خوانده می شود.

$$8 \times 0.1 = 0.8 \text{ mm}$$

مقداری که از روی صفحه مدرج خوانده می شود.

$$40 \times 0.1 = 4.0 \text{ mm}$$

مقداری که کولیس ساعتی نشان می دهد.

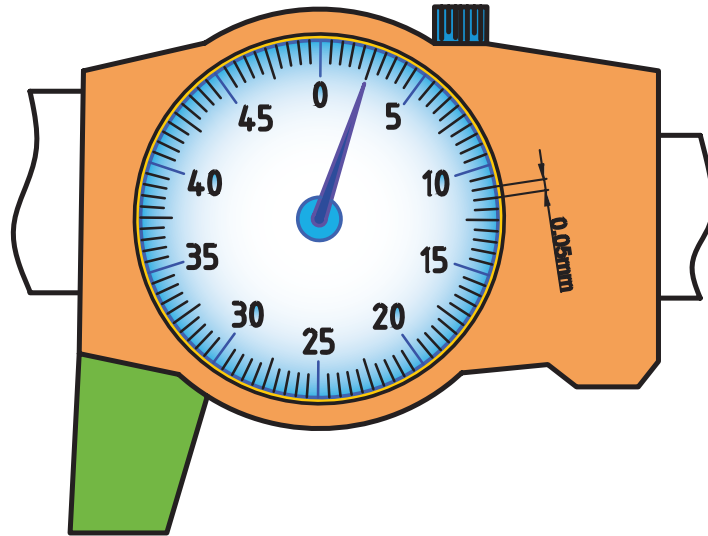
۲- کولیس ساعتی با قابلیت تفکیک 0.05 mm

❖ صفحه مدرج این کولیس 100 قسمتی است.

❖ هر واحد آن نشان دهنده 0.05 mm است.

❖ هر دور صفحه ساعت معادل 5 mm می باشد.

$$0.05 \times 100 = 5 \text{ mm}$$



شکل ۱۲-۴- درجه بندی کولیس ساعتی 0.05 mm میلی متر

روش خواندن: هر تقسیم روی صفحه مدرج این کولیس معادل 0.05 mm است. بنابراین، اندازه های 0.05 mm تا رقم 5 mm از روی صفحه مدرج خوانده می شود. خط کش کولیس نیز دارای تقسیمات یک میلی متری است، که اندازه مورد نظر از محل تطابق لبه کشوی با خط کش خوانده می شود.



مثال

در یک کولیس ساعتی با مشخصات $(120-0.05) \text{ mm}$ لبه کشوی کولیس بعد از اندازه 15 mm خط کش قرار دارد و عقربه کولیس نیز روی سیزدهمین فاصله بعد از رقم صفر صفحه مدرج قرار دارد. این کولیس چه مقداری را بر حسب میلی متر نشان می دهد؟

15 mm

مقداری که از روی خط کش خوانده می شود.

$13 \times 0.05 = 0.65 \text{ mm}$

مقداری که از روی صفحه مدرج خوانده می شود.

$15 + 0.65 = 15.65 \text{ mm}$

مقداری که کولیس ساعتی نشان می دهد.

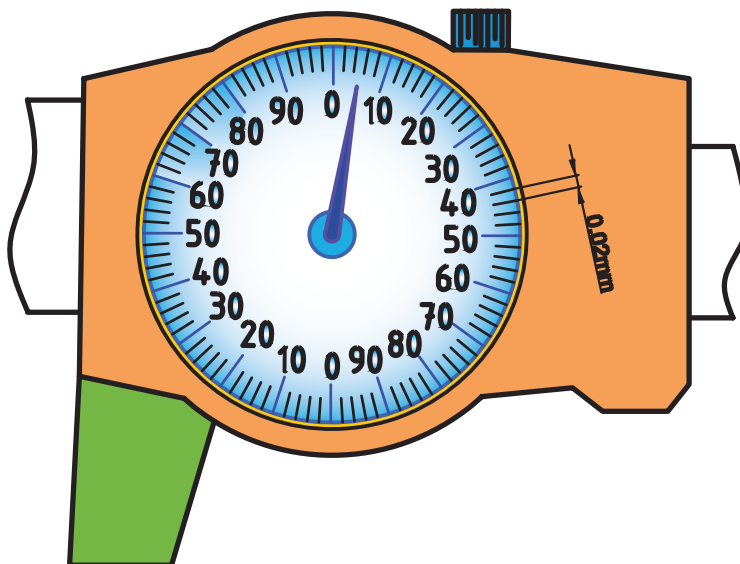
۳- کولیس ساعتی با قابلیت تفکیک 0.02 mm

◀ صفحه مدرج این کولیس 100 قسمتی است.

◀ هر واحد آن نشان دهنده 0.02 mm است.

◀ هر دور صفحه ساعت معادل 2 mm است.

$$2 \text{ mm} = 100 \times 0.02$$



شکل ۱۸-۴- درجه بندی کولیس ساعتی 0.02 میلی متر

روش خواندن: هر تقسیم روی صفحه مدرج این کولیس معادل 0.02 mm است. بنابراین، اندازه های 0.02 mm تا رقم 2 mm از روی صفحه مدرج خوانده می شود. خط کش کولیس نیز دارای تقسیمات یک میلی متری است و اندازه مورد نظر از محل تطابق لبه کشوی با خط کش خوانده می شود.



مثال

در یک کولیس ساعتی با مشخصات $(200-0.02)$ لبه کشوی کولیس بعد از رقم 127 mm از خط کش قرار گرفته است و عقربه کولیس نیز روی دومین فاصله بعد از عدد 80 سمت چپ صفحه مدرج قرار دارد. این کولیس چه مقداری را بر حسب میلی متر نشان می دهد؟

127 mm

مقداری که از روی خط کش خوانده می شود.

$0.84 \text{ mm} = (2 \times 0.02) \times 8$

مقادیری که از روی صفحه مدرج خوانده می شود.

$127.84 \text{ mm} = 127 + 0.84$

مقداری که کولیس ساعتی نشان می دهد.

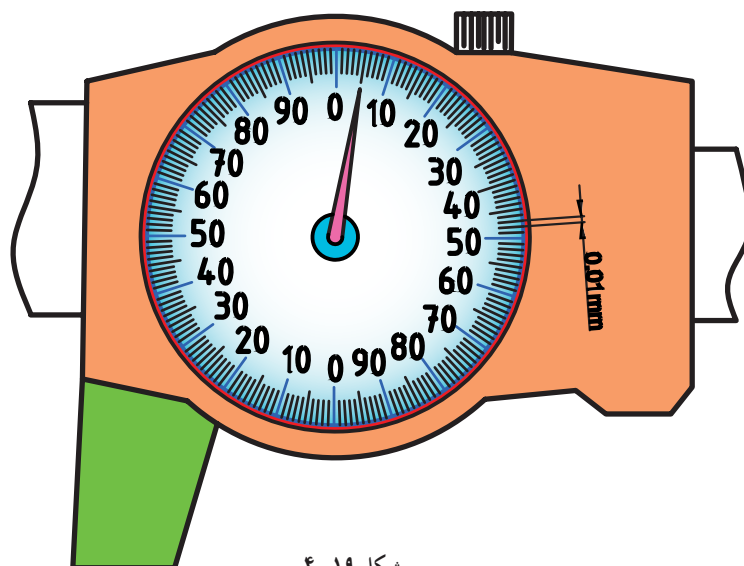
۴- کولیس ساعتی با قابلیت تفکیک 0.01 mm

◀ صفحه مدرج این کولیس 200° قسمتی است.

◀ هر واحد آن نشان دهنده 0.01 mm است.

◀ هر دور صفحه ساعت معادل 2 mm است.

$$2 \text{ mm} \times 200 = 400$$



شکل ۱۹-۴

روش خواندن: هر تقسیم روی صفحه مدرج این کولیس معادل 0.01 mm است. بنابراین، اندازه‌های 0.01 mm تا رقم 2 mm از روی صفحه مدرج خوانده می‌شود. خط کش کولیس نیز دارای تقسیمات یک میلی‌متری است و اندازه مورد نظر از محل تطابق لبه کشوی با خط کش خوانده می‌شود.



مثال

در یک کولیس ساعتی با مشخصات $(15^\circ - 0.01 \text{ mm})$ لبه کشوی کولیس بعد از رقم 34 mm از خط کش قرار گرفته است و عقربه کولیس نیز روی چهار فاصله بعد از عدد 70° صفحه مدرج قرار دارد. این کولیس چه مقداری را بر حسب میلی‌متر نشان می‌دهد؟

34 mm

$70^\circ \times 0.01 \text{ mm}$

$4 \times 0.01 \text{ mm}$

$34 \text{ mm} + 70^\circ \times 0.01 \text{ mm} + 4 \times 0.01 \text{ mm}$

مقداری که از روی خط کش خوانده می‌شود.

مقادیری که از روی صفحه مدرج خوانده می‌شود.

مقداری که کولیس ساعتی نشان می‌دهد.

ب) کولیس ساعتی اینچی

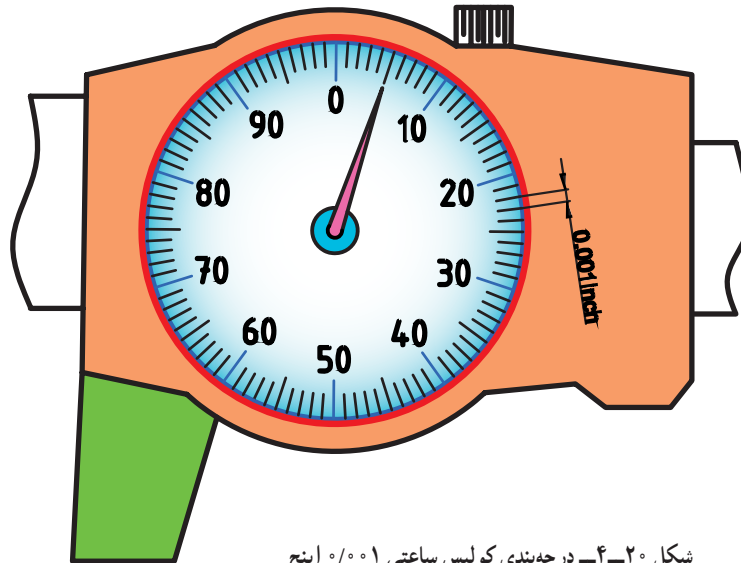
۱- کولیس ساعتی با قابلیت تفکیک $1 \text{ inch} / 1000$

❖ صفحه بزرگ این کولیس 100 قسمتی است.

❖ هر واحد آن نشان دهنده $1 \text{ inch} / 1000$ است.

❖ هر دور صفحه ساعت معادل $1 \text{ inch} / 10$ است.

$$1000 \times 1 \text{ inch} / 1000 = 1 \text{ inch}$$



شکل ۲۰-۴ درجه بندی کولیس ساعتی $1 \text{ inch} / 1000$ اینچ

روش خواندن: هر تقسیم روی صفحه مدرج این کولیس معادل $1 \text{ inch} / 1000$ است. بنابراین، اندازه های $1 \text{ inch} / 1000$ تا رقم $1 \text{ inch} / 10$ از روی صفحه مدرج خوانده می شود. خط کش کولیس نیز دارای تقسیمات $1 \text{ inch} / 10$ است و اندازه مورد نظر از محل تطابق لبه کشوی با خط کش خوانده می شود.

مثال

در یک کولیس ساعتی با مشخصات $(1-6 \text{ inch} / 1000)$ لبه کشوی کولیس بعد از رقم 5 inch قرار گرفته است و عقربه کولیس نیز روی هشت فاصله بعد از عدد صفر صفحه مدرج قرار دارد. این کولیس چه مقداری را بر حسب اینچ نشان می دهد؟

5 inch

مقداری که از روی خط کش خوانده می شود.

$$8 \times 1 \text{ inch} / 1000 = 0.008 \text{ inch}$$

$$8 \times 1 \text{ inch} / 1000 = 0.008 \text{ inch}$$

مقداری که کولیس نشان می دهد.

بیشتر انواع کولیس هایی که قبلاً شرح داده شد به صورت ساعتی نیز ساخته می شوند.

۲- کولیس دیجیتالی: سیستم عملکرد این کولیس‌ها الکترونیکی است. این کولیس‌ها در مقابل ضربه آسیب‌پذیر و در برابر تغییر اندازه حساس‌اند، کار کردن با آن‌ها آسان است و به مهارت خاصی نیاز ندارد، هر دو سیستم میلی‌متری و اینچی روی یک کولیس پیش‌بینی شده است. دقت این کولیس‌ها در سیستم میلی‌متری 0.01 mm و در سیستم اینچی 0.001 inch است.



شکل ۲۱-۴- کولیس دیجیتالی

قسمت‌های مختلف این کولیس‌ها عبارت‌اند از:

- ✓ خط کش با تقسیمات میلی‌متری و اینچی
- ✓ فک ثابت
- ✓ فک متحرک
- ✓ شاخک ثابت
- ✓ شاخک متحرک
- ✓ کشوی
- ✓ پیچ قفل کشویی
- ✓ شستی محرک کشوی (که معمولاً به صورت غلطک آج‌دار با محور هرز گرد است).
- ✓ صفحه نمایش‌گر: این صفحه مقدار اندازه را بر حسب میلی‌متر یا اینچ نشان می‌دهد.
- ✓ قاب صفحه نمایش‌گر، که در روی آن کلیدها پیش‌بینی شده است.
- ✓ کلید mm/inch: از این کلید برای مشخص نمودن سیستم اندازه‌گیری (میلی‌متر یا اینچ) استفاده می‌شود.
- ✓ کلید OFF/ON: از این کلید برای خاموش و روشن کردن کولیس استفاده می‌شود.
- ✓ کلید ZERO: برای صفر کردن ارقام نشان داده شده روی صفحه نمایش‌گر استفاده می‌شود. گفتنی است که اعداد در حافظه کولیس ذخیره می‌گردد و با تغییر موقعیت کشوی، مقادیر بیش‌تر و یا کم‌تر نسبت به اندازه ذخیره شده، به صورت مثبت یا منفی در روی نمایش‌گر نشان داده می‌شوند.
- ✓ کلید HOLD: در مواقعی که بخواهیم اندازه در حافظه ذخیره شده و روی صفحه نمایش‌گر کولیس ثابت باقی بماند و با تغییر و جابه‌جایی کشوی تغییری در اندازه ایجاد نگردد از این کلید استفاده می‌شود.
- ✓ زبانه عمق سنج
- ✓ محدود کننده حرکت کشوی (استاپ کشوی)
- ✓ دنده شانه‌ای
- ✓ بُرد الکترونیکی
- ✓ پیچ‌های اتصال
- ✓ بعضاً این کولیس‌ها می‌توانند توسط کابل مخصوص به چاپگر متصل شده و اندازه‌ها را چاپ نماید.





شکل ۲۲-۴ اندازه‌گیری با کولیس دیجیتالی

روش خواندن: در این نوع کولیس‌ها مقدار اندازه به صورت ترکیبی از اعداد صحیح و اعشاری از روی صفحه نمایش‌گر کولیس برحسب میلی‌متر و یا اینچ خوانده می‌شود (شکل ۲۲-۴).
انواع کولیس‌ها به صورت دیجیتالی نیز ساخته می‌شوند.

نکات ایمنی و حفاظتی

- ۱- از سفت کردن زیاد پیچ قفل کشوی کولیس‌ها جداً خودداری شود.
- ۲- در هنگام استفاده از انواع کولیس دقت شود تا پیچ‌های محدود کننده حرکت کشوی آن شل نباشند.
- ۳- از بیرون آوردن کشوی کولیس‌ها از روی خط‌کش جداً خودداری شود.
- ۴- نظر به این‌که وسایل اندازه‌گیری دیجیتالی و ساعتی در برابر ضربه بسیار آسیب‌پذیرند، از هر گونه ضربه زدن به آن‌ها جداً خودداری شود.
- ۵- در هنگام بایگانی و سایل اندازه‌گیری، آن‌ها را در جعبه سر بسته و بدون نفوذ گرد و غبار نگهداری کنید.
- ۶- در استفاده از کولیس‌های دیجیتالی دقت شود تا باتری آن شارژ باشد.
- ۷- در استفاده از کولیس، ارتفاع سنج آن را از پایه بگیرید و جابه‌جا کنید و از گرفتن خط‌کش یا کشوی آن برای جابه‌جا نمودن جداً خودداری شود.
- ۸- با توجه به این‌که بعضاً کولیس‌های عمق سنج فاقد محدود کننده حرکت کشوی هستند، هنگام استفاده مواظب باشید تا کشوی از روی خط‌کش بیرون نیاید.
- ۹- از اندازه‌گیری قطعات روی دستگاه‌های در حال کار جداً خودداری شود.
- ۱۰- برای تنظیم لقی بین کشوی و خط‌کش از خار برنجی استفاده شده است. بنابر این، قبل از استفاده، از وجود خار برنجی اطمینان حاصل نمایند.
- ۱۱- در هنگام اندازه‌گیری با کولیس ارتفاع سنج صرفاً از قسمت نِک شاخک اندازه‌گیری که معمولاً سخت کاری نیز شده است استفاده شود.
- ۱۲- از وارد کردن فشار زیاد به فک‌های کولیس خودداری شود.
- ۱۳- در هنگام اندازه‌گیری دقت شود تا قطعه کار در قسمت پله‌ای فک‌ها قرار نگیرد.
- ۱۴- از لبه چاقویی فک‌ها برای اندازه‌گیری گلوبی‌ها استفاده شود.



- ۱- با ترسیم شکل یک کولیس ورنیه دار معمولی، قسمت های مختلف آن را مشخص کنید.
- ۲- به چه منظوری از خار تخت برنجی در کولیس ها استفاده می شود؟
- ۳- مکانیزم عمل کولیس های ورنیه دار را بنویسید.
- ۴- کولیس های ورنیه دار بر چه اساسی درجه بندی می شوند؟
- ۵- قابلیت تفکیک کولیس های ورنیه دار میلی متری و اینچی چه قدر است؟
- ۶- ورنیه کدام دسته از کولیس ها قابل تنظیم است؟ روش تنظیم آن را شرح دهید.
- ۷- قابلیت تفکیک کولیس ورنیه 1 mm بیش تر است یا کولیس ورنیه $\frac{1}{128}$ اینچ؟ چرا؟
- ۸- مورد استفاده قسمت چاقویی کولیس ورنیه چیست؟
- ۹- با ترسیم شکل یک کولیس ورنیه عمق سنج، قسمت های مختلف آن را مشخص کنید.
- ۱۰- آیا کولیس عمق سنج در اختیار دارای محدود کننده حرکت کشویی است؟
- ۱۱- روش کنترل صفر کولیس عمق سنج را با رسم شکل توضیح دهید.
- ۱۲- با ترسیم شکل یک کولیس ارتفاع سنج، قسمت های مختلف آن را شرح دهید.
- ۱۳- در اندازه گیری با ارتفاع سنج، قطعه کار را باید با کدام قسمت شاخک درگیر نمود؟
- ۱۴- چرا پایه کولیس ارتفاع سنج را توخالی می سازند؟
- ۱۵- قابلیت تفکیک کولیس ارتفاع سنج 0.01 اینچ بیش تر است یا 2 mm ؟ چرا؟
- ۱۶- روش استفاده از مکانیزم تنظیم مقادیر کوچک در کولیس ارتفاع سنج را شرح دهید.
- ۱۷- قابلیت تفکیک کولیس ورنیه عمق سنج میلی متری در اختیار تان بیش تر است یا اینچی؟ چرا؟
- ۱۸- با رسم شکل، قسمت های مختلف یک کولیس دیجیتالی را نام ببرید.
- ۱۹- روش جدا نمودن اندازه $25/24$ میلی متر را روی کولیس دیجیتالی بنویسید.
- ۲۰- روش تنظیم اندازه برای عملیات کنترل روی کولیس دیجیتالی را شرح دهید.
- ۲۱- پیرامون عمر کولیس ورنیه دار، کولیس ساعتی و کولیس دیجیتالی بحث و نتیجه گیری کنید. بگوئید کدام یک از اجزای این وسایل، تأثیر بیش تری در صحت عملکرد آن دارند؟
- ۲۲- مزایا و معایب کولیس های دیجیتالی نسبت به کولیس ورنیه را بنویسید.
- ۲۳- از سه نوع کولیس ورنیه دار، ساعتی، دیجیتالی، کدام یک قبل از استفاده نیاز به آماده سازی و تنظیم دارند؟ چرا و چگونه؟
- ۲۴- چنانچه در قرائت اندازه از یک کولیس ورنیه هیچ یک از خطوط ورنیه بر خطوط خط کشی منطبق نباشد، چگونه اندازه را می خوانید؟
- ۲۵- آیا کولیس ساعتی قبل از استفاده نیاز به تنظیم دارد؟ در صورت مثبت بودن پاسخ روش کار را شرح دهید.
- ۲۶- آیا کولیس دیجیتالی قبل از استفاده نیاز به تنظیم دارد؟ در صورت مثبت بودن پاسخ روش کار را شرح دهید.
- ۲۷- روش ذخیره سازی و ثابت نمودن اندازه $48/33$ میلی متر را روی کولیس دیجیتالی بنویسید.
- ۲۸- موقعیت عقربه و لبه کشوی نسبت به خط کش در کولیس ساعتی در تثبیت اندازه $68/54$ را با قابلیت 0.02 میلی متر بنویسید.

