

## واحد کار دوم

### توانایی اندازه‌گیری قطر سیم

**هدف کلی:** آشنایی با سیم‌های استاندارد و تعیین قطر سیم‌ها به وسیله میکرومتر

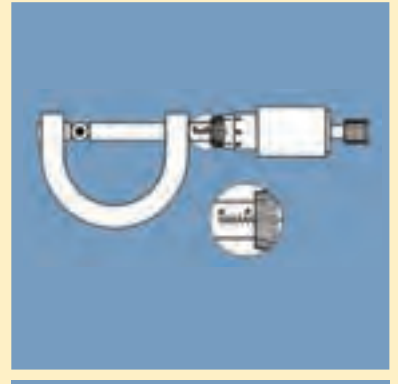
**هدف‌های رفتاری:**

هنرجو پس از آموزش این واحد کار قادر خواهد بود:

- ۱- طبقه بندی سیم‌ها را بیان کند.
- ۲- چگالی جریان الکتریکی را توضیح دهد.
- ۳- طرز کار دستگاه میکرومتر را شرح دهد.
- ۴- قطر سیم را با میکرومتر اندازه‌گیری کند.

ساعت		
جمع	عملی	نظری
۲	۱	۱

## پیش آزمون (۲)



۱- سیم‌های لاکی بر اساس ..... و سیم‌های روشنایی بر اساس ..... طبقه بندی می‌شوند.

۱- قطر - قطر  
۲- سطح مقطع - سطح مقطع

۳- سطح مقطع - قطر

۴- قطر - سطح مقطع

۲- چگالی جریان یک سیم  $3 \text{ A/mm}$  می‌باشد. برای عبور جریان  $27/68$  آمپر،

قطر سیم مورد نیاز چند میلی متر است؟

۱- ۴  
۲-  $12/56$

۳-  $6/28$   
۴- ۸

۳- کدام یک از اندازه‌گیری‌های داده شده دقیق‌تر است؟

۱-  $12/2$   
۲-  $12/200$

۳-  $12/20$   
۴- دقت همه یکسان است

۴- دقت اندازه‌گیری خط‌کش‌هایی که درجه بندی میلی متر دارند کدام است؟

۱- سانتی متر  
۲- یک دهم میلی متر

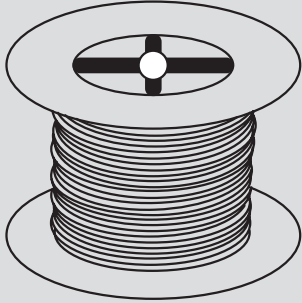
۳- میلی متر  
۴- متر

۵- دقت اندازه‌گیری ریز سنج (میکرومتر) کدام است؟

۱- پنج صدم میلی متر  
۲- یک دهم میلی متر

۳- دو صدم میلی متر  
۴- یک صدم میلی متر

## ۲-۱- طبقه بندی سیم‌ها



الف - سیم های لاکه



ب - سیم روکش دار

شکل (۲-۱)

سیم‌های الکتریکی معمولاً از مس یا آلومینیوم ساخته می‌شوند. سیم‌های لاکه که داخل دستگاه‌های الکتریکی به منظور القاگر به کار می‌روند، با قطر سیم طبقه بندی و شناسایی می‌شوند. شکل (۲-۱) الف سایر سیم‌های ارتباطی از قبیل کابل‌ها و سیم‌های روشنایی بر اساس سطح مقطع طبقه بندی می‌شوند. شکل (۲-۱) ب سیم‌های الکتریکی بر اساس مقدار جریانی که می‌توانند تحمل کنند، انتخاب می‌شوند. در انتخاب سیم‌های الکتریکی دو محدودیت وجود دارد. اولین محدودیت، محدودیت مکانی است که به طریقی به محدودیت اقتصادی مربوط می‌شود، به عبارت دیگر سیم مصرفی باید حداقل جا را بگیرد و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد. دومین محدودیت آن تحمل جریان الکتریکی است و اگر به خاطر مسایل اقتصادی مقطع کمتری انتخاب شود سیم، جریان مدار را تحمل نخواهد کرد و خواهد سوخت. بنابراین لازم است مقطع انتخاب شده، حالت بهینه از نظر اقتصادی و تحمل جریان باشد. بدین منظور جداولی از نظر مقطع و مقدار جریانی که سیم‌ها در کار طبیعی می‌توانند تحمل کنند، تهیه و در اختیار مصرف کنندگان قرار می‌دهند جدول (۲-۱)

## ۲-۲- چگالی جریان

مثال: چگالی جریان برای یک سیم  $3,5 \frac{A}{mm^2}$  است

قطر سیم مورد نیاز برای انتقال ۴ آمپر چند میلی متر

$$3,5 \frac{A}{mm^2} \quad \text{است؟}$$

$$J = 3,5 \frac{A}{mm^2}$$

$$J = \frac{I}{A} \Rightarrow A = \frac{I}{J}$$

$$A = \frac{4}{3,5} = 1,142 mm^2$$

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$d = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 1,142}{3,14}} = 1,2 mm$$

بزرگی جریانی که یک میلی متر مربع سطح مقطع هر سیم در کار طبیعی تحمل می‌کند را چگالی جریان گویند و آنرا با (J) نشان می‌دهند. واحد آن آمپر بر میلی متر مربع

می‌باشد و از رابطه  $J = \frac{I}{A}$  به دست می‌آید. در این

رابطه چگالی جریان بر حسب آمپر بر میلی متر مربع، I جریان

مجاز عبوری از سیم بر حسب آمپر و A سطح مقطع سیم بر حسب میلی متر مربع می‌باشد. در تعیین قطر و سطح مقطع سیم‌ها داشتن جداول با منحنی‌هایی که چگالی جریان را نشان می‌دهند ضروری است. پس از اندازه‌گیری قطر سیم، سیم مورد نیاز را انتخاب می‌کنیم. قطر سیم‌ها را با میکرومتر اندازه‌گیری می‌کنند.

جدول (۱-۲) نمونه مشخصات سیم‌های لاک‌ی

قطر سیم mm	قطر سیم با لاک mm	سطح مقطع سیم mm <sup>۲</sup>	وزن سیم gr/m	مقاومت سیم Ω/m	تعداد دور در هر cm <sup>۲</sup>
۰/۰۵	۰/۰۶۲	۰/۰۰۲	۰/۰۱۹	۸/۹۴	۲۰۰۰
۰/۰۶	۰/۰۷۵	۰/۰۰۲۸	۰/۰۲۷	۶/۲۱	۱۵۰۰
۰/۰۷	۰/۰۸۵	۰/۰۰۳۹	۰/۰۳۷	۴/۵۶	۱۱۰۰
۰/۰۸	۰/۰۹۵	۰/۰۰۵۰	۰/۰۴۸	۳/۴۹	۹۰۰
۰/۰۹	۰/۱۰۸	۰/۰۰۶۴	۰/۰۶۰	۲/۷۶	۷۰۰
۰/۱۰	۰/۱۱۵	۰/۰۰۷۹	۰/۰۷۴	۲/۲۳	۶۰۰
۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۰۰۹۵	۰/۰۸۵	۱/۸۴	۵۰۰
۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۰۱۱۵	۰/۱۰۵	۱/۵۵	۴۰۰
۰/۱۳	۰/۱۵	۰/۰۱۳۳	۰/۱۲۰	۱/۳۲	۳۶۰
۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۰۱۵۴	۰/۱۴۳	۱/۱۴	۳۲۰
۰/۱۵	۰/۱۷	۰/۰۱۷۷	۰/۱۶۴	۰/۹۹	۲۸۰
۰/۱۶	۰/۱۸	۰/۰۲۱۱	۰/۱۸۴	۰/۸۷	۲۵۰
۰/۱۷	۰/۱۹	۰/۰۲۲۷	۰/۲۱۰	۰/۷۷۳	۲۲۵
۰/۱۸	۰/۲۰	۰/۰۲۵۴	۰/۲۳۵	۰/۶۸۹	۲۰۰
۰/۱۹	۰/۲۱	۰/۰۲۸۴	۰/۲۶۰	۰/۶۱۹	۱۸۰
۰/۲۰	۰/۲۲	۰/۰۳۱۴	۰/۲۸۹	۰/۵۵۷	۱۶۵
۰/۲۱	۰/۲۳	۰/۰۳۴۶	۰/۳۳۰	۰/۵۰۷	۱۵۰
۰/۲۲	۰/۲۴	۰/۰۳۸	۰/۲۴	۰/۴۶۰	۱۴۰
۰/۲۳	۰/۲۵	۰/۰۴۲	۰/۳۵۰	۰/۴۲۲	۱۳۰
۰/۲۴	۰/۲۶	۰/۰۴۵	۰/۳۹۰	۱/۳۸۸	۱۲۰
۰/۲۵	۰/۲۷	۰/۰۴۹	۰/۴۲۵	۰/۳۵۷	۱۱۰
۰/۲۶	۰/۲۸۵	۰/۰۵۳	۰/۴۶۰	۰/۳۳۰	۱۰۲
۰/۲۷	۰/۲۹۵	۰/۰۵۷	۰/۴۹۵	۰/۳۰۶	۹۵
۰/۲۸	۰/۳۰۵	۰/۰۶۲	۰/۵۳۳	۰/۲۸۵	۸۷
۰/۲۹	۰/۳۱۵	۰/۰۶۶	۰/۶۱۲	۰/۲۶۶	۸۰
۰/۳۰	۰/۳۳	۰/۰۷۱	۰/۶۴۵	۰/۲۴۸	۷۷
۰/۳۲	۰/۳۵	۰/۰۸۰	۰/۷۴۰	۰/۲۱۸	۶۹

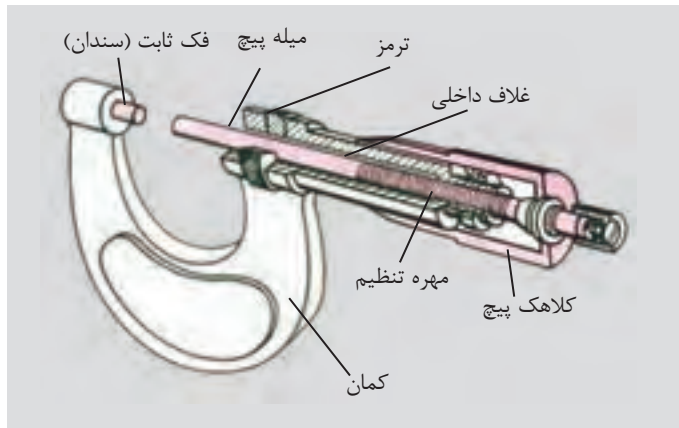
ادامه جدول (۱-۲) نمونه مشخصات سیم‌های لاک‌ی

تعداد دور در هر cm <sup>۲</sup>	مقاومت سیم Ω/m	وزن سیم gr/m	سطح مقطع سیم mm <sup>۲</sup>	قطر سیم با لاک mm	قطر سیم mm
۵۸۰	۰/۱۸۲۴	۰/۸۹۰	۰/۰۹۶	۰/۳۸	۰/۳۵
۵۲۰	۰/۱۶۳۲	۰/۹۹۴	۰/۱۰۸	۰/۴۰	۰/۳۷
۴۵۰	۰/۱۳۹۶	۱/۱۶۰	۰/۱۲۶	۰/۴۳	۰/۴۰
۳۷۰	۰/۱۱۰۳	۱/۴۸۰	۰/۱۵۹	۰/۴۸	۰/۴۵
۳۰۰	۰/۰۸۹۴	۱/۸۳۰	۰/۱۹۶	۰/۵۴	۰/۵۰
۲۵۰	۰/۰۷۳۸	۲/۲۰۰	۰/۲۳۸	۰/۵۹	۰/۵۵
۲۱۰	۰/۰۶۲۱	۲/۶۲	۰/۲۸۳	۰/۶۴	۰/۶۰
۱۸۰	۰/۰۵۲۶	۲/۹۷	۰/۳۳۴	۰/۶۹	۰/۶۵
۱۶۰	۰/۰۴۵۵	۳/۴۳	۰/۳۸۵	۰/۷۴	۰/۷۰
۱۴۰	۰/۰۳۹۵	۳/۹۵	۰/۴۴۴	۰/۸۴	۰/۷۵
۱۲۰	۰/۰۳۴۸	۴/۴۸	۰/۵۰۴	۰/۸۹	۰/۸۰
۱۱۰	۰/۰۳۰۹	۵/۰۵	۰/۵۶۸	۰/۹۴	۰/۸۵
۱۰۰	۰/۰۲۷۵	۵/۶۶	۰/۶۳۶	۰/۹۹	۰/۹۰
۹۰	۰/۰۲۴۷	۶/۳۱	۰/۷۰۹	۱/۰۶	۰/۹۵
۸۱	۰/۰۲۲۳	۷/۰۰	۰/۷۸۶	۱/۱۶	۱/۰۰
۷۵	۰/۰۱۸۵	۸/۴۶	۰/۹۵۰	۱/۲۶	۱/۱۰
۵۶	۰/۰۱۵۵	۱۰/۰۹	۱/۱۳۱	۱/۳۶	۱/۲۰
۴۸	۰/۰۱۳۲	۱۱/۸	۱/۳۲۷	۱/۴۶	۱/۳۰
۴۰	۰/۰۱۱۴	۱۳/۷	۱/۵۳۹	۱/۵۶	۱/۴۰
۳۳	۰/۰۰۹۹	۱۵/۷۵	۱/۷۷۰	۱/۶۶	۱/۵۰
۲۵	۰/۰۰۸۸	۱۷/۹	۲/۰۱۱	۱/۷۶	۱/۶۰
۲۰	۰/۰۰۷۷	۲۰/۲	۲/۲۷۰	۱/۷۶	۱/۷۰
۱۷	۰/۰۰۶۹	۲۲/۶	۲/۵۴۵	۱/۸۶	۱/۸۰
۱۵	۰/۰۰۶۲	۲۵/۲	۲/۸۳۵	۱/۹۶	۱/۹۰
۱۲	۰/۰۰۵۶	۲۸/۰۰	۳/۱۴۲	۲/۰۷	۲
۷	۰/۰۰۳۶	۴۳/۷	۴/۹۰۸	۲/۵۷	۲/۵
-	۰/۰۰۲۵	۶۲/۹	۷/۰۷۹	۳/۰۸	۳

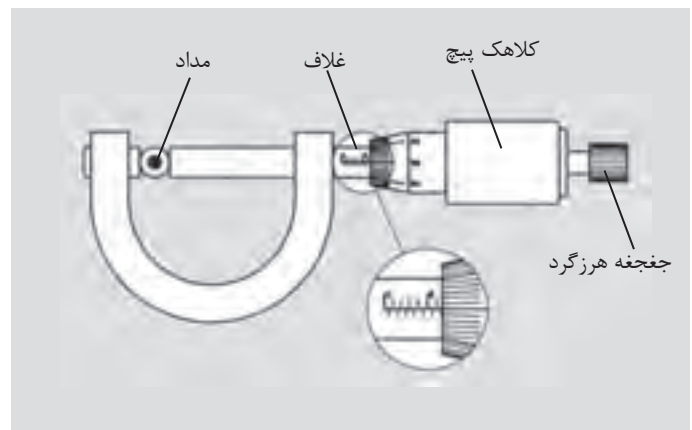
## ۲-۲- میکرومتر

میکرومتر دستگاهی است که می‌توان با آن ضخامت ورق‌ها و قطر سیم‌های نازک را تا دقت یک صدم میلی‌متر، اندازه‌گیری کرد.

میکرومتر اساساً از یک میله و یک پیچ درست شده است. در این وسیله، میله استوانه‌ای تو خالی است که سطح خارجی آن بر حسب میلی‌متر مدرج شده است. روی پیچ کلاهکی قرار دارد که می‌تواند در امتداد غلاف جا به جا شود. کلاهک پیچ روی سطح خارجی میله حرکت می‌کند. با پیچاندن جغجغه هرزگرد کلاهک بر روی میله جا به جا می‌شود. در شکل (۲-۲) قسمت‌های مختلف یک میکرومتر معرفی شده است.



شکل (۲-۲)



شکل (۲-۳)

اگر کلاهک یک دور بچرخد زبانه متحرک نیم میلی‌متر جابه‌جا می‌شود (گام پیچ نیم میلی‌متر است). لبه کلاهک به ۵۰ قسمت تقسیم شده است بنابراین هر درجه موجود بر روی کلاهک یک صدم میلی‌متر را نشان می‌دهد.

برای اندازه‌گیری قطر سیم، سیم را بین دو فک میکرومتر قرار می‌دهیم و جغجغه هرزگرد را آنقدر می‌چرخانیم تا دو فک، سیم را در میان بگیرند. در این حالت جغجغه هرزگرد با چرخش خود صدایی تولید می‌کند و فک‌ها دیگر پیش نمی‌روند. از خط کش مهره غلاف، میلی‌متر و از لبه کلاهک صدم میلی‌متر را می‌خوانیم.

مثلاً در شکل (۲-۳) قطر مداد  $7/85 \text{ mm} = 7/5 + 0/35$  قرائت می‌شود.

میله  $7/85 \text{ mm}$  را نشان می‌دهد.

قطر مداد = درجه‌ای را که میله نشان می‌دهد.

به علاوه درجه‌ای که کلاهک نشان می‌دهد.

قطر مداد =  $7/85 \text{ mm}$

**هدف:** کسب مهارت لازم در اندازه‌گیری ضخامت و قطر

### وسایل لازم:

- میکرومتر
- چهار عدد میله در قطرهای متفاوت

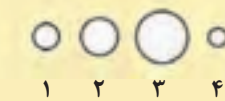
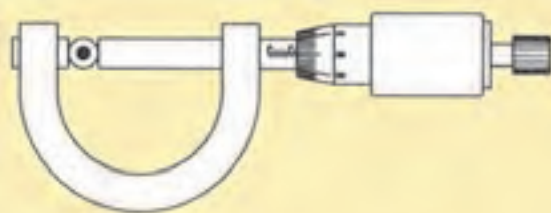
### ایمنی:

- میکرومتر دستگاه دقیق و حساس است در بکارگیری آن دقت لازم را بکار برید و آن را طوری در دست بگیرید که از امکان افتادن آن بر روی زمین جلوگیری شود. شکل (۲-۴)
- از ضربه زدن به کلیه اجزاء میکرومتر خودداری کنید.
- در هنگام اندازه‌گیری وقتی صدای جفجغه شنیده شد، دیگر از چرخاندن قسمت‌های متحرک خودداری کنید.
- از وارد کردن فشار در جهات مختلف به اهرم‌ها و سایر اجزاء میکرومتر بپرهیزید.

### مراحل کار:

- یک میکرومتر در اختیار بگیرید. قسمت‌های مختلف آن را شرح دهید.
- چهار نمونه میله در اختیار گرفته و قطر آن‌ها را اندازه بگیرید.
- مقدار قرائت شده در شکل (۲-۵) چند میلی متر و چند صدم میلی متر است؟
- مقادیر را در جدول (۲-۲) وارد کنید.

جدول (۲-۲)



شکل (۲-۵)

شماره	قطر d (mm)	سطح مقطع (mm <sup>۲</sup> ) $A = \frac{\pi d^2}{4}$
۱		
۲		
۳		
۴		

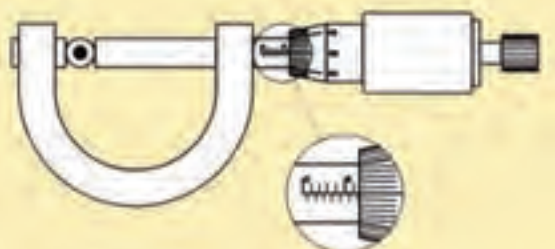
**هدف:**

- آشنایی با کار میکرومتر
- کسب مهارت لازم در اندازه‌گیری ضخامت و قطر اجسام با میکرومتر

**وسایل لازم:**

میکرومتر

کتاب ساخت ترانسفورماتورها



**دستور کار:**

یک میکرومتر در اختیار بگیرید و با اندازه‌گیری برگ‌های کتاب جدول (۲-۳) را کامل کنید.

جدول (۲-۳)

تعداد برگ‌ها	ضخامت اندازه‌گیری شده mm	$d = \frac{D}{n}$ ضخامت یک برگ
۵۰		$d_1 =$
۴۰		$d_2 =$
۳۰		$d_3 =$
۲۰		$d_4 =$
۱۰		$d_5 =$
$d_{ave} = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5}{5} = \quad (\text{mm})$		



در این قسمت قطر چند سیم را از طریق اندازه‌گیری با میکرومتر به دست آورید. جدول (۲-۴) را از طریق اندازه‌گیری و به کمک مقادیر جدول (۱-۲) کامل کنید



جدول (۲-۴)

نوع سیم	قطر سیم d (mm)	سطح مقطع (mm <sup>۲</sup> ) $A = \frac{\pi d^2}{4}$	سطح مقطع (mm <sup>۲</sup> ) از جدول (۱-۲)	تفاوت مقدار اندازه‌گیری با مقدار جدول
0.50				
0.60				
0.75				
0.80				
0.85				
0.90				
1				
1.2				
1.5				

## آزمون پایانی (۲)

- ۱- ساختمان و اساس کار یک میکرومتر را شرح دهید
- ۲- چگالی جریان را تعریف کنید.
- ۳- اگر فاصله بین دو دندان متوالی پیچ در میکرومتر یک میلی متر و کلاهک پیچ به ۵ قسمت مساوی تقسیم شود دقت اندازه‌گیری چه اندازه می‌شود؟
- ۴- چند نمونه از کاربردهای میکرومتر در صنعت نام ببرید.
- ۵- قطر سیم مورد نیاز برای انتقال جریان الکتریکی ۲۵ آمپر با چگالی جریان  $6 \frac{A}{mm^2}$  چند میلی متر است؟
- ۶- مقدار واقعی سطح مقطع یک سیم  $2/57$  میلی متر مربع است. قطر این سیم با میکرومتر  $2/55$  میلی متر اندازه‌گیری شده است. تفاوت اندازه‌گیری با مقدار واقعی چقدر است؟
- ۷- کدام یک از اندازه‌گیری‌های انجام شده دقیق تر است؟
  - ۱-  $12/20$
  - ۲-  $12/200$
  - ۳-  $12/2$
  - ۴- دقت همه یکسان است
- ۸- دقت اندازه‌گیری با میکرومتر چند میلی متر است؟
  - ۱-  $0/05$
  - ۲-  $0/02$
  - ۳-  $0/01$
  - ۴-  $0/1$
- ۹- سیم‌های لاکه بر اساس ..... و سیم‌های روشنایی بر اساس ..... طبقه بندی می‌شوند.