

# آزمایشگاه اندازه گیری الکتریکی

دستور کار و مراحل اجرای آزمایش ها  
(جلد اول)

رشته الکترونیک

زمینه صنعت

شاخه آموزش فنی و حرفه ای

شماره درس ۲۰۹۲

|   |       |
|---|-------|
| نظریان، فتح الله  | ۶۲۱   |
| آزمایشگاه اندازه گیری الکتریکی (جلد اول) / مؤلفان: فتح الله نظریان (۱۳۸۹) سید محمود صموتی و شهرام نصیری سوادکوهی (۱۳۹۱). – تهران، شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران، ۱۳۹۱.         | ۳۷۴/  |
| ۱۴۸ ص. : مصور. – (آموزش فنی و حرفه ای؛ شماره درس ۲۰۹۲)  | ۵۱۲ ن |
| متون درسی رشته الکترونیک، زمینه صنعت.   | ۱۳۹۱  |
| برنامه ریزی و نظارت، بررسی و تصویب محتوا: کمیسیون برنامه ریزی و تألیف کتاب های درسی رشته الکترونیک دفتر برنامه ریزی و تألیف آموزش های فنی و حرفه ای و کار دانش وزارت آموزش و پرورش. |       |
| ۱. برق – اندازه گیری – آزمایش ها. الف. ایران. وزارت آموزش و پرورش. کمیسیون برنامه ریزی و تألیف کتاب های درسی رشته الکترونیک. ب. عنوان. ج. فروست.                                    |       |

همکاران محترم و دانش آموزان عزیز :

پیشنهادات و نظرات خود را درباره محتوای این کتاب به نشانی تهران- صندوق پستی شماره ۴۸۷۴/۱۵ دفتر برنامه ریزی و تألیف آموزش های فنی و حرفه ای و کاردانش، ارسال فرمایند.

پیام نگار(ایمیل) info@tvoccd.medu.ir  
وبگاه (وبسایت) www.tvoccd.medu.ir

جدول هدف محتوای کتاب آزمایشگاه اندازه گیری در کمیسیون تخصصی رشته الکترونیک دفتر برنامه ریزی و تألیف آموزش های فنی و حرفه ای و کاردانش تهیه شده و در گردهمایی های هنرآموزان سراسر کشور در مرداد ماه ۱۳۷۹ و تیرماه ۱۳۸۱ مورد بررسی و تجدیدنظر قرار گرفته است. هم چنین با توجه به اجرای کتاب در سال های متوالی، در سال های ۱۳۸۴، ۱۳۸۵، ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ مورد بازنگری مجدد قرار گرفته است. در سال ۱۳۸۸ با توجه به درخواست هنرآموزان و گروه های آموزشی مبنی بر به روز کردن کتاب و در هم تنیدن IT در آن، جدول هدف محتوای، بازنگری شد و در سال ۱۳۸۹ به تأیید رسید و کتاب حاضر با تغییراتی متجاوز از ۵۰ درصد بازسازی و تألیف شد. در این کتاب توصیه بر استفاده از نرم افزارهای Electronic assistant، مولتی سیم و اדיسون شده است.

وزارت آموزش و پرورش  
سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی

برنامه ریزی محتوا و نظارت بر تألیف : دفتر برنامه ریزی و تألیف آموزش های فنی و حرفه ای و کاردانش

نام کتاب : آزمایشگاه اندازه گیری الکتریکی (جلد اول) - ۳۵۹/۹۴

مؤلفان : سید محمود صموتی، شهرام نصیری سوادکوهی (بازسازی و تألیف دوباره ۱۳۹۰)، فتح الله نظریان (۱۳۸۹)  
اعضای کمیسیون تخصصی رشته الکترونیک : رسول ملک محمد، هادی عابدی، مهین ظریفیان جولایی، محمود شبانی، فرشته داوودی لعل آبادی، سهیلا ذوالفقاری و حسین جنانی

آماده سازی و نظارت بر چاپ و توزیع : اداره کل چاپ و توزیع کتاب های درسی

تهران : خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)  
تلفن : ۹-۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار : ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی : ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹  
وبسایت : [www.chap.sch.ir](http://www.chap.sch.ir) برای دریافت pdf

مدیر امور فنی و چاپ : سید احمد حسینی

رسام : گروه مؤلفین

طراح جلد : مریم کیوان

صفحه آرا : زهره بهشتی شیرازی

حروفچین : زهرا ایمانی نصر

مصحح : رضا جعفری، حسین چراغی

امور آماده سازی خبر : فاطمه پزشکی

امور فنی رایانه ای : حمید ثابت کلاچاهی، فاطمه رئیسیان فیروز آباد

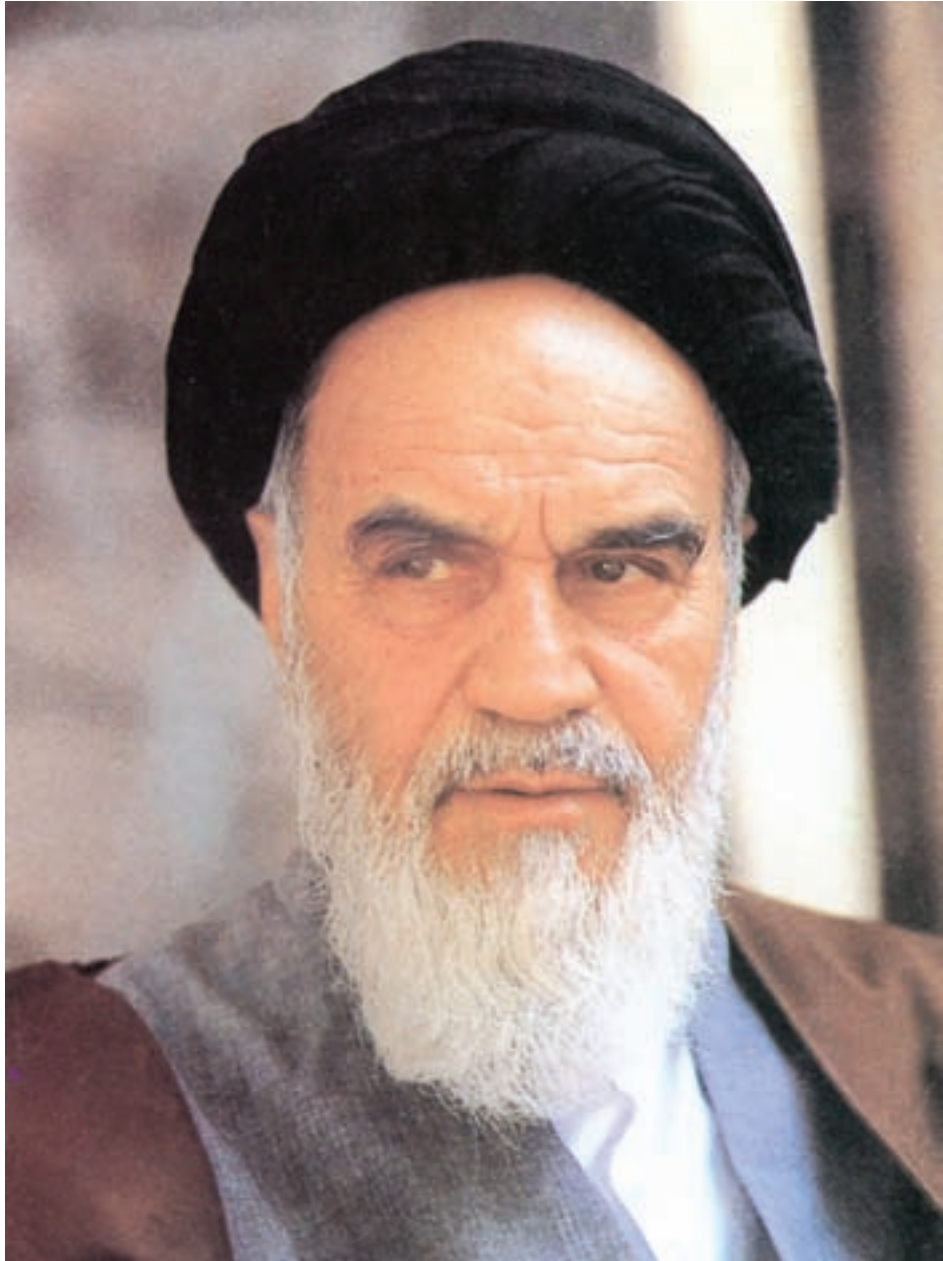
ناشر : شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران : تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (داروپخش)

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

چاپخانه : واژه نگار

سال انتشار و نوبت چاپ : چاپ دوم ۱۳۹۱

حق چاپ محفوظ است.



شما عزیزان کوشش کنید که از این وابستگی بیرون آید و احتیاجات کشور  
خودتان را برآورده سازید، از نیروی انسانی ایمانی خودتان غافل نباشید و از  
اتکای به اجانب بپرهیزید.

امام خمینی «قدس سرّه الشریف»

## سخنی با همکاران

همکاران عزیز، کتاب حاضر بر اساس مصوبات کمیسیون تخصصی رشته الکترونیک، مطابق با هدف‌های رفتاری پیش‌بینی شده تألیف شده است.

همان‌طور که می‌دانید، یکی از نقاط ضعف هنرجویان رشته برق و الکترونیک، در کلیه آزمایشگاه‌ها و کارگاه‌ها، آشنا نبودن آن‌ها با دستگاه‌های اندازه‌گیری و کاربرد صحیح آن‌هاست در حالی که مهم‌ترین مسئله در آزمایشگاه و کارگاه‌ها، همین اندازه‌گیری کمیت‌های الکتریکی است. لذا ضروری است که کلیه هنرجویان در یک آزمایشگاه اختصاصی، دستگاه‌های اندازه‌گیری متداول را بشناسند و کاربرد صحیح آن‌ها را عملاً در آزمایشگاه مجازی و آزمایشگاه واقعی تجربه کنند. این امر، جزء یکی از نخستین هدف‌های درس حاضر است. در تدریس و استفاده از این کتاب باید به این نکات توجه نمود:

۱- به منظور عمق بخشیدن به آموزش و تسهیل آن، توصیه می‌شود قبل از اجرای آزمایش‌ها روی مدار واقعی، ابتدا آن‌ها را در آزمایشگاه مجازی به صورت شبیه‌سازی نرم‌افزاری اجرا کنید و برای هنرجویان به نمایش درآورید. هم‌چنین نحوه استفاده از نرم‌افزار مولتی‌سیم و ادیسون برای دروس اندازه‌گیری و آزمایشگاه آن در کتاب جداگانه‌ای با عنوان آزمایشگاه مجازی جلد اول کد ۳۵۸/۳ تألیف شده است.

۲- در این کتاب سعی شده است، جهت تسهیل کار، برای انجام آزمایش‌های مختلف از وسایل مشابه استفاده شود؛ به‌عنوان مثال، هر جا که نیاز به ولتاژ AC است از ترانسفورماتور ۹۷ × ۲۲۰/۲ یا سیگنال ژنراتور AF و هر جا به ولتاژ DC نیاز است از یک منبع تغذیه ۳۰V - استفاده کرده‌ایم. توصیه می‌شود به منظور دسترسی آسان به تجهیزات، وسایل آزمایشگاهی را روی میز آزمایشگاه نصب کنید. ۳- آزمایش‌ها طوری تدوین شده‌اند که به سادگی می‌توان آن‌ها را در آزمایشگاه الکترونیک عمومی و در فضای آزمایشگاه مجازی اجرا کرد، از این رو عملاً فضای جداگانه‌ای به نام آزمایشگاه اندازه‌گیری مورد نیاز نیست.

۴- آزمایش‌ها بر مبنای کتاب درسی مبانی برق، اصول اندازه‌گیری و الکترونیک عمومی ۱ تدوین شده است.

۵- توصیه می‌شود که مری در نظر اصول اندازه‌گیری و آزمایشگاه اصول اندازه‌گیری یک نفر باشد، تا تطبیق مطالب تئوری و عملی به‌نحو مطلوب صورت گیرد.

۶- در بعضی از آزمایش‌ها، برحسب ضرورت نیاز به محاسبات ریاضی است؛ لذا توصیه می‌شود هنرجویان را راهنمایی کنید تا عادت کنند قبل از ورود به آزمایشگاه، دستور کار آزمایش را مطالعه کنند و در صورت نیاز به محاسبات، این کار را در منزل انجام دهند؛ بدین ترتیب از اتلاف وقت آنان در آزمایشگاه جلوگیری می‌شود.

۷- در ابتدای هر سال تحصیلی، کلیه وسایل مورد نیاز کلیه آزمایش‌ها را تهیه کنید و آن‌ها را تحویل انبار آزمایشگاه دهید، تا در خلال انجام آزمایش‌ها، به علت کمبود قطعه، یا وسایل، دچار مشکل نشوید. هم‌چنین هنرجو موظف است یک جعبه ابزار برای خود تهیه کند و آن را به آزمایشگاه بیاورد و مورد استفاده قرار دهد.

۸- در حال حاضر چون اکثر هنرستان‌های کشور بیش از ۹۰ درصد از دستگاه‌ها و قطعات مورد نیاز خود را در اختیار دارند،

لذا لازم است در ابتدای سال، کلیه دستگاه‌ها مورد بازبینی قرار گیرد و آماده کار شود.

۹- در تدوین آزمایش‌ها سعی شده است دستگاه‌هایی مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند که از نظر فراوانی و کاربرد عمومیت داشته باشند.

۱۰- با توجه به این که توان مصرفی دستگاه‌های اندازه‌گیری کم است، در حد امکان سعی شود برق اصلی آزمایشگاه توسط ترانسفورماتور ۷۰/۲۲۰/۲۲۰ از شبکه اصلی جدا گردد تا خطر برق‌گرفتگی احتمالی، به حداقل برسد.

۱۲- در متن کتاب هریک از آزمایش‌ها با عنوان آزمایش شماره... مشخص شده‌اند. مراحل انجام آزمایش‌ها نیز به ترتیب و به صورت مرحله به مرحله بیان شده است.

۱۳- سؤالات داده شده، در ارتباط با تحلیل آزمایش‌های انجام شده توسط هنرجویان است؛ لذا آنان را در این مورد راهنمایی کنید تا در هر آزمایش، مراحل را با دقت کافی اجرا کنند.

۱۴- جلسه اول آزمایشگاه را به امور آشنایی هنرجویان با آزمایشگاه، مسائل ایمنی، چگونگی دریافت وسایل از انبار، آشنایی با پرِد پرِد یا پرِد آزمایشگاهی و از همه مهم‌تر تهیه گزارش کار و نحوه نوشتن آن اختصاص دهید.

۱۵- در بعضی از آزمایش‌ها، به دلیل آشنا نبودن هنرجویان با برخی از وسایل و دستگاه‌ها، قید شده است که «با کمک مربی آزمایشگاه انجام گیرد»؛ رعایت این مسئله نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

۱۶- از آنجا که مسایل مرتبط با ایمنی و نظم و ترتیب در آزمایشگاه می‌تواند به عنوان یک اصل امور تربیتی هنرجویان مؤثر باشد لذا در جریان اجرای آزمایش‌ها به این مهم توجه نمایید.

۱۷- در فرآیند اجرای آزمایش‌ها توصیه شده است که از نرم‌افزارهای مرتبط با موضوع آزمایش به صورت آزمایشگاه مجازی استفاده نمایند. اجرای این مسئله می‌تواند علاوه بر سوق دادن هنرجویان به سمت فناوری اطلاعات، سرعت و دقت را در اجرای آزمایش‌ها افزایش دهد و موجب عمیق تر شدن آموزش و فرآیند آموزشی شود. محتوای آزمایشگاه مجازی در کتاب آزمایشگاه مجازی جلد اول آمده است این کتاب همراه با لوح فشرده عرضه می‌شود.

۱۸- به اقتضای نوع آزمایش، سؤالاتی در متن آزمایش و یا در پایان آن آورده شده است. بنابراین لازم است از هنرجویان بخواهید تا در کتاب گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی (جلد دوم) پاسخ دهند. در ضمن گزارش کار را در حضور هنرجو و با بحث و گفت‌وگو با وی تصحیح نمایید.

با تشکر مؤلفان

از آنجا که انرژی یک سرمایه ملی است و صرفه‌جویی در آن سبب بقای این انرژی برای نسل‌های بعدی می‌شود. هنگام ترک کارگاه کلیه دستگاه‌ها و روشنایی‌ها را خاموش کنید تا این سرمایه به هدر نرود.

## سخنی با هنرجویان

هنرجویان گرامی! درس «آزمایشگاه اندازه‌گیری الکتریکی» یکی از درس‌های مهم شما در رشتهٔ الکترونیک است لازم است بدانید که موفقیت شما در رشتهٔ الکترونیک بستگی به تسلط شما بر دستگاه‌های اندازه‌گیری دارد. زیرا در هر آزمایشگاه یا کارگاه برای انجام آزمایش‌ها نیاز به اندازه‌گیری کمیت‌های الکتریکی مانند مقاومت اهمی، جریان و ولتاژ دارید.

به‌منظور بهره‌برداری هرچه بیش‌تر از کتاب نکات زیر را مورد توجه قرار دهید:

- ۱- در انجام آزمایش‌ها، بسیار دقیق باشید و سعی کنید مطالب را کاملاً درک کنید تا تسلط کافی پیدا کنید.
- ۲- قبل از ورود به آزمایشگاه متن کامل آزمایش‌ها را دقیقاً مطالعه کنید و چنانچه نیاز به محاسبهٔ بعضی از پارامترها باشد، سعی کنید آن‌ها را در منزل انجام دهید تا وقتی وارد آزمایشگاه می‌شوید بدانید که آزمایش چیست؟ چه هدفی را دنبال می‌کند و به کجا ختم می‌شود.
- ۳- در آزمایشگاه به توصیه‌های مربی، توجه کامل داشته باشید.
- ۴- قبل از شروع آزمایش وسایل مورد نیازی را که در ابتدای هر آزمایش نوشته شده است با وسایل موجود تطبیق دهید و کسری‌های آن را تأمین کنید.
- ۵- دستگاه‌های اندازه‌گیری بسیار حساس اند، مواظب باشید در هنگام حمل و نقل به آن‌ها ضربه وارد نشود و صدمه نینند، زیرا اگر یک مولتی‌متر عقربه‌ای از روی میز و یا از دست شما به زمین بیفتد ممکن است به شدت آسیب ببیند و دیگر قابل استفاده نباشد.
- ۶- سعی کنید پاسخ سؤالات مطرح شده در آزمایش را در خلال آزمایش به دست آورید.
- ۷- بعد از انجام هر آزمایش به‌طور مرتب گزارش کار را در جلد دوم (کتاب گزارش کار) در منزل بنویسید و در جلسهٔ بعدی تحویل مربی آزمایشگاه دهید.
- ۸- به شعار «اول ایمنی، بعد کار» در آزمایشگاه توجه کنید. چنانچه وسایلی را به برق وصل می‌کنید نهایت احتیاط را بکنید تا حادثهٔ ناگواری برای شما رخ ندهد.
- ۹- در بعضی از آزمایش‌ها، قید شده است که آزمایش را به کمک مربی انجام دهید. توصیه می‌شود این موارد را جدی بگیرید.
- ۱۰- سعی کنید با توجه به ارائهٔ آزمایش‌ها، با استفاده از نرم‌افزارها توسط معلم، آزمایش‌های این کتاب را در خارج از ساعات آزمایشگاه، روی شبیه‌ساز (آزمایشگاه مجازی) به اجرا درآورید. محتوای آزمایش‌ها در کتاب آزمایشگاه مجازی جلد اول کد ۳۵۸/۳ آمده است.
- ۱۱- قبل از اجرای هر آزمایش نکات ایمنی و دستورالعمل اجرایی کارگاه‌ها را حتماً مطالعه کنید.
- ۱۲- حتماً برای خودتان یک کیف ابزار تهیه کنید و آن را مورد استفاده قرار دهید.

با تشکر — مؤلفان

## فهرست مطالب

| صفحه | عنوان   |
|------|---|
| ۱    | آزمایش شماره ۱- میزکار، تجهیزات و قطعات اساسی |
| ۲    | ۱-۱- اطلاعات اولیه                            |
| ۲    | ۱-۲- نکات ایمنی                               |
| ۷    | ۱-۳- کار با نرم افزار                         |
| ۷    | ۱-۴- قطعات، ابزار، تجهیزات و مواد مورد نیاز   |
| ۷    | ۱-۵- مراحل اجرای آزمایش میز کار               |
| ۳۵   | ۱-۶- نتایج آزمایش                             |
| ۳۶   | ۱-۷- الگوی پرسش                               |
| ۳۷   | ۱-۸- ارزشیابی                                 |

کلیه مراحل مندرج در آزمایش شماره ۱ در سایر آزمایش‌ها، تکرار شده است

|     |   |
|-----|---|
| ۳۸  | آزمایش شماره ۲- مولتی متر و کاربرد آن                                   |
| ۵۸  | آزمایش شماره ۳- مقاومت متغیر  |
| ۷۰  | آزمایش شماره ۴- کار با سیگنال زنراتور صوتی و فرکانس متر                 |
| ۸۳  | آزمایش شماره ۵- اندازه‌گیری اختلاف فاز با اسیلوسکوپ                     |
| ۱۰۶ | آزمایش شماره ۶- مشاهده منحنی مشخصه دیود و ترانزیستور به وسیله اسیلوسکوپ |
| ۱۲۱ | آزمایش شماره ۷- آزمایش دیود و محاسبه پارامترهای آن                      |
| ۱۲۸ | آزمایش شماره ۸- یکسوساز نیم‌موج، تمام‌موج و صافی خازنی                  |
| ۱۳۹ | آزمایش شماره ۹- کار با چند نمونه سنسور                                  |
| ۱۴۸ | منابع و مآخذ  |

## هدف کلی

کار با قطعات و دستگاه‌های اندازه‌گیری عمومی متداول در رشته الکترونیک

| جدول بودجه‌بندی زمانی پیشنهادی |   |                                    |
|--------------------------------|---|------------------------------------|
| شماره آزمایش                   | عنوان   | زمان اختصاص داده شده به ساعت آموزش |
| ۱                              | میز کار، تجهیزات و قطعات اساسی                          | ۹                                  |
| ۲                              | مولتی‌متر و کاربرد آن                                   | ۱۲                                 |
| ۳                              | مقاومت‌های متغیر  | ۶                                  |
| ۴                              | کار با سیگنال ژنراتور صوتی (AF)                         | ۳                                  |
| ۵                              | اندازه‌گیری با اسیلوسکوپ                                | ۱۲                                 |
| ۶                              | مشاهده منحنی مشخصه دیود و ترانزیستور با اسیلوسکوپ       | ۱۸                                 |
| ۷                              | آزمایش دیود و محاسبه مشخصه‌های آن                       | ۱۵                                 |
| ۸                              | یکسوساز نیم‌موج، تمام‌موج و صافی خازنی                  | ۹                                  |
| ۹                              | معرفی و کار با نمونه‌هایی از حسگرها (سنسورها – Sensors) | ۶                                  |