

## درس کنترل دستگاهی در صنعت

### مطالب بیان شده و هدف درس:

درس کنترل دستگاهی در صنعت با هدف بررسی ابزارهای اندازه‌گیری (سنسورها) در زندگی روزمره و خطوط تولید یک واحد صنعتی در مقطع کارشناسی ارشد ارائه می‌شود. در ابتدای درس به منظور یادآوری مطالب مقطع کارشناسی اشاره مختصری به سیستم‌های مختلف می‌شود. با تعریف واحدهای مختلف برای کمیت‌های گوناگون به گزارش نویسی علمی، نحوه درست بیان علائم کمیت‌ها و واحد آن‌ها در متون علمی توضیح داده می‌شود. در ادامه کاربردهای مختلف ابزارها و سیستم‌های اندازه‌گیری و کنترلی (اعم از اندازه‌گیری، کنترل، کالیبراسیون و هشدار) در زندگی روزمره، جامعه و صنعت شرح داده می‌شود. سپس، عناصر مختلف یک سیستم اندازه‌گیری (اجزای یک سنسور) معرفی شده و ضمن بیان مثال‌هایی از سنسورهای گوناگون، نقش هر عنصر در روند اندازه‌گیری مشخص می‌گردد. با بیان پارامترهای مختلف در انتخاب یک ابزار اندازه‌گیری تلاش می‌شود توجه دانشجو به جنبه‌های مختلف انتخاب یک ابزار اندازه‌گیری مانند: دقت، قیمت، طول عمر و محیط به کارگیری آن جلب شود.

در فصل بعد، ابزارهای اندازه‌گیری از شش نقطه نظر طبقه‌بندی و عملکرد آن‌ها با یکدیگر مقایسه می‌شود. سپس به بیان ویژگی‌های استاتیک ابزار اندازه‌گیری پرداخته و نحوه محاسبه و گزارش این ویژگی‌ها آموزش داده می‌شود. با مقایسه کاتالوگ یا برگه اطلاعات ابزارهای مختلف، ابزار مناسب برای هر فرآیند را انتخاب می‌نماییم. تلاش می‌شود تا مثال‌های بیان شده از ابزارهای آشنا برای دانشجویان شروع شده و به ابزارهای کمتر آشنا و صنعتی‌تر منتهی شود. رفتار دینامیک ابزار اندازه‌گیری و طبقه‌بندی سنسورهای مختلف بر این اساس، مطلب بعدی این فصل می‌باشد. این قسمت بر پایه اثبات‌های ریاضی و تعریف اصطلاحات دینامیک استوار است. برای این منظور ابتدا مفهوم خطی بودن و تغییر پذیری با زمان در یک سیستم با بیان مثال‌ها آموزش داده می‌شود. خروجی خواننده شده از ابزار با توجه به ورودی اعمال شده برای ابزارهای مرتبه صفر، یک و دو مورد تحلیل قرار گرفته و مثال‌هایی از سنسورها و بازوهای رباتیک در واحدهای صنعتی و غیرصنعتی بیان می‌شود. دانشجو با حل مثال‌های عینی (مانند سنسورهای به کار رفته در یک بالن) میزان خطای رخ داده در اندازه‌گیری را محاسبه نموده و با ضرورت کالیبراسیون برای هم‌خوانی ویژگی‌های ابزار حین کار با موارد ذکر شده در کاتالوگ ابزار آشنا می‌شود.

در فصل بعدی درس، یک طبقه‌بندی از خطاهای رخ داده در اندازه‌گیری صورت می‌گیرد. دانشجویان ضمن تحلیل و مقایسه خطاهای حین اندازه‌گیری و حین انتقال سیگنال، با مفهوم خطاهای سیستماتیک و تصادفی آشنا می‌شوند.

منابع خطای سیستماتیک برای دانشجویان شرح داده شده و برای درک بهتر، تحلیل در ساختار یک ولتمتر به کمک تئوری تونن - نورتون گام به گام صورت می‌گیرد. هر بار دانشجو با یک چالش روبرو است و راه حل‌های مختلف بررسی می‌شود. در نهایت دانشجو

درخواهد یافت که بهبود عملکرد یک ابزار از یک جنبه بر جنبه‌های دیگر عملکردی تأثیر دارد. در ادامه راه‌های کاهش خطاهای سیستماتیک به طور کلی طبقه‌بندی و با ذکر مثال بیان می‌شود. دانشجو ضمن آشنا شدن با سیستم‌های کنترلی مختلف با مفهوم کنترل کننده فیدبک آشنا شده و آن را در یک سیستم آشنا مانند سیستم‌های سرمایه‌گذاری اسپیلت بررسی می‌کند. در ادامه این فصل خطاهای تصادفی حین اندازه‌گیری با کمک تحلیل‌های گرافیکی و محاسباتی بررسی می‌شوند. دانشجو با مفاهیم نرمالیزاسیون، تابع چگالی احتمال و تابع توزیع تجمعی آشنا شده و آن را برای مسئله داده شده به دست می‌آورد. سپس نحوه گزارش نویسی علمی را برای یک اندازه‌گیری توأم با خطا یاد می‌گیرد. با توجه به آن که تکرار اندازه‌گیری در واقعیت همواره ممکن نخواهد بود، تخمین خطای تصادفی در تک اندازه‌گیری‌ها نیز آموزش داده می‌شود.

در بخش دوم درس، ضمن توضیحی مختصر در مورد کمیت‌های دما، فشار، سرعت جریان سیال، دانسیته، ویسکوزیته، هدایت حرارتی و در نهایت مقاومت و هدایت الکتریکی، ابزارهای لازم برای اندازه‌گیری این کمیت‌ها معرفی و ویژگی‌های آن‌ها بیان شده است. تلاش می‌شود ضمن مقایسه ابزارهای مختلف با یکدیگر، ابزارهای هوشمند موجود در بازار نیز معرفی گردند. باید اشاره کرد که هدف اصلی در بخش دوم این است که دانش لازم برای انتخاب بین ابزارهای مختلف اندازه‌گیری یک کمیت خاص، در اختیار دانشجویان قرار گیرد.

### اهمیت درس:

تضمین کیفیت محصول در صنایع مختلف، به اندازه‌گیری و مقایسه کمیت‌های فیزیکی گوناگون حین انجام فرآیند یا در انتهای آن، وابسته است. به منظور بیان مقادیر چنین کمیت‌هایی، استفاده از یکاهای استاندارد ضروری می‌باشد. ابزارها و روش‌های اندازه‌گیری، اعدادی را در اختیار کاربران قرار می‌دهند که هر کدام با یکایی خاص معنا و مفهوم می‌یابد. با عنایت به آنچه که بیان شد، باید عنوان کرد که خطاهای اندازه‌گیری جز جدایی‌ناپذیر این روند می‌باشند و شناخت دلایل بروز آن‌ها، می‌تواند کاربر را در کاهش میزان خطا یاری نماید. به عبارت دیگر، با دانستن عامل ایجاد کننده خطا و کاهش تأثیر آن بر فرآیند اندازه‌گیری، می‌توان یک عدد مطمئن را برای کمیت مورد نظر گزارش داد. در صنایع مختلف بیان مقدار یک کمیت نوعی، در زمانی خاص می‌تواند متخصصین را در امر بهبود کیفیت محصول، یاری نماید. توسعه ابزارها و روش‌های اندازه‌گیری مختلف، می‌تواند ضمن کاهش میزان خطای اندازه‌گیری و هزینه تمام شده خرید، نصب و نگهداری ابزار، سرعت در اندازه‌گیری را نیز افزایش دهد. سرفصل‌های درس کنترل دستگاهی بر اساس دو بخش کلی تدوین شده است؛ بخش اول با عنوان: «اصول اندازه‌گیری»، به بیان سیستم‌های واحد و یکاهای به کار رفته برای کمیت‌های فیزیکی گوناگون، طبقه‌بندی انواع ابزارهای اندازه‌گیری از نقطه نظرهای مختلف، آشنایی با رفتار استاتیک و دینامیک ابزار اندازه‌گیری، بررسی منابع خطاهای رخ داده در اندازه‌گیری، روش‌های حذف یا کاهش آن‌ها می‌پردازد. در بخش دوم، ضمن توضیحی مختصر در

مورد کمیته‌های مختلف و تأثیر گذار در زندگی روزمره و صنعت، ابزارهای لازم برای اندازه‌گیری این کمیته‌ها را معرفی کرده و به بیان ویژگی‌های آن‌ها می‌پردازد.

با توجه به کاربرد گسترده ابزارهای اندازه‌گیری در زندگی روزمره و صنعت نیاز به پرورش متخصصانی که توانایی انتخاب، نصب، راه اندازی، طراحی و به کارگیری این ابزارهای را داشته باشند ضروری به نظر می‌رسد.

#### منبع درسی:

کتاب کنترل دستگاهی در صنعت (مولفان: م. نوروزی فر، ز. یآوری، ج. اطمینان)

A. Mitra, “Fundamentals of Quality Control and Improvement”, 3<sup>th</sup> Ed., A John Wiley & Sons Inc., 2008, New Jersey, USA.

A. S. Morris, “Measurment and Instrumentation Principles”, 3<sup>th</sup> Ed., Butterworth-Heinemann, 2001, London, England.

#### روش ارزیابی:

میانترم ۷ نمره، پایانترم ۱۱ نمره (مباحث کمیته‌های مورد اندازه‌گیری جزو میانترم است)، ارائه‌های دانشجویی ۱ نمره، کوئیز ۱ نمره،

#### طرح درس (۳ واحدی – ۱۶ هفته):

|            |                                                                                   |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| هفته اول   | ارزیابی مقدماتی دانشجویان – توضیح درباره اهمیت درس – بیان سرفصلها و نحوه ارزشیابی |
| هفته دوم   | اصول اندازه‌گیری                                                                  |
| هفته سوم   | تقسیم بندی ابزارهای اندازه‌گیری،                                                  |
| هفته چهارم | ویژگی‌های استاتیک،                                                                |
| هفته پنجم  | ادامه ویژگی‌های استاتیک و شروع ویژگی‌های دینامیک ابزارهای اندازه‌گیری             |
| هفته ششم   | ادامه ویژگی‌های دینامیک،                                                          |
| هفته هفتم  | خطاهای سیستماتیک (منابع و راه‌های کاهش آن)                                        |
| هفته هشتم  | خطاهای تصادفی و روش‌های آماری برای تحلیل و گزارش آن                               |

|              |                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| هفته نهم     | اندازه گیری دما: تعریف مقیاس های دمایی، ترموکوپلها، ترموپیلها، ابزارهای تغییر مقاومت، پیرومترها،                                                                                                                                                |
| هفته دهم     | دمانگاری، روشهای انبساط حرارتی، دماسنج های فیبر نوری، کوارتزی، صوتی، شاخص های رنگ و تغییر حالت مواد<br>ابزارهای اندازه گیری فشار: دیافراگمها، فشارسنج فیبر نوری، دمنده ها، بردن، مانومتر، رزناس سیم، وزن مرده، ابزارهای فشار بالا و فشار پایین، |
| هفته یازدهم  | ابزارهای اندازه گیری جریان سیال، سرعت جرمی (روش کوریولیس)، جریان حجمی (روش انسدادی، روتامتر، جابه جایی مثبت، توربینی، الکترومغناطیس، گرداب ساز، التراسونیک)                                                                                     |
| هفته دوازدهم | ابزارهای اندازه گیری دانسیته، پیکنومتر، دانسیته سنج شناوری، هیدرومتر، توزینی، ستونی، ارتعاشی، رادیواکتیو، انعکاسی، رفرکتومتر، کوریولیس، جذبی،<br>ابزارهای اندازه گیری ویسکوزیته، چرخشی، فشاری، سقوط جسم، نوسانی، التراسونیک، ارتعاشی،           |
| هفته سیزدهم  | ابزارهای اندازه گیری هدایت حرارتی: صفحات موازی، سیم داغ، دیسک داغ، پروب سوزنی، فلش – لیزر،<br>ابزارهای اندازه گیری هدایت الکتریکی روش دو نقطه و چهار نقطه،                                                                                      |
| هفته چهاردهم | لاپلاس (حل مثال و ارائه تمرین)                                                                                                                                                                                                                  |
| هفته پانزدهم | تبدیلات لاپلاس (حل مثال و ارائه تمرین)                                                                                                                                                                                                          |
| هفته شانزدهم | حل نمونه سوال از ترم های مختلف و مرور کلی مطالب                                                                                                                                                                                                 |