

# تجزیه و تحلیل سیستم‌های اندازه‌گیری

دکتر رضا مهربان



انتشارات نما

مهربان، رضا، ۱۳۲۷ -

تجزیه و تحلیل سیستم‌های اندازه‌گیری / نویسنده رضا مهربان؛ مشهد: انتشارات نما؛  
جهان فردا، ۱۳۸۴.

[۱۸۰] ص.: جدول. نمودار.

ISBN: 964-8907-04-8

۲۷۰۰۰ ریال

فهرست‌نویسی براساس اطلاعات فیبا.  
واژنامه.

۱. ابزار اندازه‌گیری. ۲. فیزیک -- اندازه‌گیری -- روشهای آماری. الف. عنوان.

۵۳۰/۷

QC۱۰۰/۵/۳

۱۳۸۴

۸۴-۳۰۰۸۷

کتابخانه ملی ایران



انتشارات نما



نشرجهان فردا

انتشارات جهان فردا، مشهد، تلفن ۸۴۰۷۹۹۵؛ تهران، تلفن ۶۶۴۶۴۵۹۳

<http://www.namapub.com>

E-mail: [manager@namapub.com](mailto:manager@namapub.com)

نام کتاب: تجزیه و تحلیل سیستم‌های اندازه‌گیری

نویسنده: دکتر رضا مهربان

شمارگان: ۲۰۰۰ عدد

نوبت چاپ: اول، پاییز ۱۳۸۴

قطع: وزیری

لیتوگرافی: مهرنگار

چاپ: چاپخانه آستان قدس رضوی

تعداد صفحه: ۱۸۰

قیمت: ۲۷۰۰ تومان

«حق چاپ محفوظ است»

شابک: ۸-۰۴-۸۹۰۷-۹۶۴ (ISBN: 964-8907-04-8)

مرکز پخش: انتشارات نما، تهران، انقلاب، خیابان اردیبهشت، کوچه وحید، شماره ۷، تلفاکس: ۶۶۴۶۴۵۹۳

|    |                                            |
|----|--------------------------------------------|
| ۷  | مقدمه ناشر                                 |
| ۸  | مقدمه مؤلف                                 |
| ۹  | نظر دکتر والتر شوهارت                      |
| ۹  | درباره سیستم اندازه گیری                   |
| ۱۰ | پیش فرض                                    |
| ۱۰ | هدف از تجزیه و تحلیل سیستم های اندازه گیری |

## فصل اول: تجزیه و تحلیل سیستم های اندازه گیری

|    |                                  |
|----|----------------------------------|
| ۱۱ | مقدمه                            |
| ۱۳ | فرآیند اندازه گیری               |
| ۱۴ | واژه های فنی                     |
| ۱۷ | خطا در اندازه گیری               |
| ۱۹ | ثبات                             |
| ۲۰ | صلاحیت دستگاه های اندازه گیری    |
| ۲۰ | نسبت انحراف به محدوده ویژه (P/T) |
| ۲۲ | نوع ارقام و آزمون های موجود      |

## فصل دوم: ویژگی های آماری سیستم های اندازه گیری

|    |                                                 |
|----|-------------------------------------------------|
| ۲۷ | استانداردها                                     |
| ۲۹ | دستورالعمل های کلی                              |
| ۳۱ | دستورالعمل های مربوط به انتخاب و انجام آزمون ها |

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| فصل سوم: دستورالعمل‌های ارزیابی سیستم‌های اندازه‌گیری | ۳۳ |
| موضوعات اندازه‌گیری                                   | ۳۴ |
| انواع نوسانات در فرآیند اندازه‌گیری                   | ۳۵ |
| تمایل                                                 | ۳۶ |
| تکرارپذیری                                            | ۳۶ |
| تکثیرپذیری                                            | ۳۶ |
| ثبات                                                  | ۳۷ |
| ارتباط خطی                                            | ۳۷ |
| تجزیه و تحلیل سیستم اندازه‌گیری                       | ۳۸ |
| تبعیض در سیستم اندازه‌گیری                            | ۳۹ |
| ثبات (پایداری)                                        | ۴۲ |
| نمونه عملی ثبات                                       | ۴۶ |
| تمایل                                                 | ۴۸ |
| نمونه عملی تمایل                                      | ۴۹ |
| شرایط کالیبره کردن                                    | ۵۰ |
| حدود اطمینان                                          | ۵۱ |
| اهمیت آماری تمایل                                     | ۵۱ |
| اهمیت فنی                                             | ۵۱ |
| تکرارپذیری                                            | ۵۴ |
| نمونه عملی تکرارپذیری                                 | ۵۴ |
| تکثیرپذیری                                            | ۵۶ |
| نمونه عملی تکثیرپذیری                                 | ۵۷ |
| نوسانات قطعه به قطعه                                  | ۵۸ |
| نمونه عملی قطعه به قطعه                               | ۶۰ |
| تحلیل تکرارپذیری و تکثیرپذیری                         | ۶۳ |
| فرم تعیین درجه صلاحیت یک ارزیاب                       | ۶۴ |
| نمونه عملی ارتباط خطی                                 | ۶۶ |

|                                                                                                |                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| ۶۹                                                                                             | تدارکات لازم برای انجام یافتن تجزیه و تحلیل های |
| <b>فصل چهارم: دستورالعمل انجام تجزیه و تحلیل سیستم های اندازه گیری ارقام کمی و کیفی ... ۷۳</b> |                                                 |
| ۷۳                                                                                             | دستورالعمل تعیین درجه ثبات                      |
| ۷۴                                                                                             | دستورالعمل تعیین تمایل                          |
| ۷۵                                                                                             | روش نموداری                                     |
| ۷۶                                                                                             | تفسیر و تحلیل نتایج                             |
| ۷۶                                                                                             | دستورالعمل تعیین تکرارپذیری و تکثیرپذیری        |
| ۷۷                                                                                             | روش خط مبنا                                     |
| ۷۹                                                                                             | روش میانگین و خط مبنا                           |
| ۸۰                                                                                             | انجام روش میانگین و خط مبنا                     |
| ۸۲                                                                                             | تفسیر نتایج: تحلیل ترسیمی                       |
| ۸۴                                                                                             | نمودار خط مبنا                                  |
| ۸۴                                                                                             | نمودارهای خطا                                   |
| ۸۷                                                                                             | نمودار میانگین ها                               |
| ۸۸                                                                                             | نمودار ارقام به هنجار                           |
| ۸۸                                                                                             | نمودار مووین                                    |
| ۸۸                                                                                             | ترسیم میانگین در نمودار X-Y                     |
| ۹۱                                                                                             | ترسیم مقایسه ای X-Y                             |
| ۹۱                                                                                             | نمودار پراکندگی                                 |
| ۹۳                                                                                             | دستورالعمل محاسبه ارقام حاصل از اندازه گیری ها  |
| ۹۷                                                                                             | تحلیل نتایج به صورت کمی                         |
| ۱۰۳                                                                                            | تأثیر بیش از حد نوسانات درون قطعه ای به طور کمی |
| ۱۰۴                                                                                            | روش تحلیل انحراف                                |
| ۱۰۹                                                                                            | تأمین استقلال آماری تحلیل                       |
| ۱۱۰                                                                                            | محاسبه ارقام                                    |
| ۱۱۰                                                                                            | ترسیم ارقام                                     |
| ۱۱۴                                                                                            | نمونه «داخلی» تحلیل انحراف:                     |

|                                          |     |
|------------------------------------------|-----|
| دستورالعمل تعیین ارتباط خطی .....        | ۱۱۶ |
| منحنی عملکرد سیستم‌های اندازه‌گیری ..... | ۱۱۷ |

### فصل پنجم: تجزیه و تحلیل سیستم‌های اندازه‌گیری مشخصات کیفی .....

|                                                               |     |
|---------------------------------------------------------------|-----|
| بخش اول: تعریف واژه‌ها و آماره‌ها .....                       | ۱۲۵ |
| آماره کپا .....                                               | ۱۲۷ |
| بخش دوم: مکانیزم تجزیه و تحلیل تعیین درجه همخوانی داخلی ..... | ۱۲۸ |
| بخش سوم: مکانیزم تجزیه و تحلیل درجه همخوانی خارجی .....       | ۱۳۶ |
| بخش چهارم: مکانیزم تعیین درجه صحت .....                       | ۱۴۱ |
| نمونه انجام تحلیل تعیین درجه صحت .....                        | ۱۴۳ |

### فصل ششم: تجزیه و تحلیل سیستم‌های اندازه‌گیری در کوتاه و درازمدت .....

|                     |     |
|---------------------|-----|
| روش کوتاه‌مدت ..... | ۱۴۸ |
| روش درازمدت .....   | ۱۵۶ |

### نمونه فرم‌ها و فهرست واژه‌ها .....

|                 |     |
|-----------------|-----|
| واژه‌نامه ..... | ۱۷۶ |
|-----------------|-----|

## مقدمه ناشر

افزایش اثر بخشی و کارایی سیستم‌های مدیریت نوین، با فراگیری دانش در زمینه‌های گوناگون به‌عنوان هدف اصلی و اساسی مجموعه کتاب‌هایی است که انتشارات جهان فردا در عرصه مدیریت و مهندسی صنایع منتشر می‌کند. این مجموعه آثار تألیف و یا ترجمه‌شده برای بهره‌گیری متخصصین، مدیران و سرپرستان بخش‌های گوناگون صنایع تدوین و منتشر می‌گردد. تلاش دست‌اندرکاران مجموعه‌ی آثار جهان فردا ایجاد پایه و اساس علمی برای ارتقاء دانش مخاطبین است و در این راستا از همکاری و مساعدت اندیشمندان، اساتید و متخصصین صمیمانه استقبال می‌کنیم. امید آن‌که با پیشنهادات ارزشمند خود ما را در انجام این مهم یاری دهید.

برای چاپ و نشر آثار ارزشمند خود با ما تماس بگیرید.

نشر جهان فردا

## مقدمه مؤلف

ضرورت جلوگیری از ضایعات، افزایش بهره‌وری در واحدهای تولیدی و خدماتی، جلب رضایت خاطر مشتریان داخلی و خارجی و افزایش صادرات، ایجاب می‌کند تا برای اخذ تصمیمات مقتضی در طول فرآیند تولید از تجهیزات اندازه‌گیری که به عنوان ابزار دقیق معروف‌اند استفاده شود. اگر چه اغلب واحدهای تولیدی از انواع مختلف سیستم‌های اندازه‌گیری استفاده می‌کنند ولی متأسفانه از تحت کنترل بودن یا با صلاحیت بودن آن‌ها اطلاع کمی دارند و به طور کلی از میزان نوسانات مربوط به علل خاص و علل عام در فرآیند اندازه‌گیری هیچ‌گونه اطلاعی در دست نیست و مسؤولان همچنان از وسایل اندازه‌گیری (ابزار دقیق) با این فرض که این وسایل کارشان را دقیق انجام می‌دهند استفاده می‌کنند در نتیجه تصمیمات لازم در خصوص انجام دادن تغییرات در فرآیند و رد یا قبول محصولات بدون اطلاع از نحوه عملکرد این وسایل اتخاذ می‌شود.

وسایل اندازه‌گیری همچنین تحت تأثیر عوامل محیطی قرار گرفته و این موضوع در کار آن‌ها و کیفیت ارقامی که جمع‌آوری می‌شود تأثیر بسزایی دارد. از آنجا که وسایل اندازه‌گیری اغلب تحت کنترل نبوده و اطلاعی از درجه صلاحیت آن‌ها نیز در دست نیست، بنابراین از نحوه تأثیر عوامل محیطی در سیستم اندازه‌گیری، اطلاعات کافی جمع‌آوری نشده و در نتیجه از تأثیر آن‌ها در محصولات تولیدی که از آن ابزارها استفاده می‌کند آگاهی لازم به دست نمی‌آید.

این مجموعه، با توجه به نکات پیش گفته، رویه‌ای مقبول برای تحت کنترل درآوردن و با صلاحیت‌تر کردن سیستم‌های اندازه‌گیری ارائه می‌کند. به طور مشخص قصد نویسنده این است که امکانات زیر را برای مسؤولان و مهندسان درگیر در فرآیندهای طراحی و تولید فراهم نماید:

۱. ارائه رویه‌ای نوین، جهت اتخاذ تصمیم براساس حقایق به جای تصمیم‌گیری براساس نظر شخصی.
  ۲. ارائه روشی خاص، جهت آگاهی از این که وسایل اندازه‌گیری کاری را که باید با درجه‌ای خاص از دقت صورت پذیرد، انجام می‌دهند یا خیر؟
  ۳. ارائه دستورالعملی پویا برای آگاهی از این که فرآیند اندازه‌گیری تحت کنترل هست یا خیر؟
  ۴. ارائه نحوه بررسی درجه صلاحیت فرآیند اندازه‌گیری و ارائه پیشنهادهایی جهت بهبود آن.
- امید نویسنده این است که مهندسان و مسؤولان طراحی و تولید با استفاده کردن از مطالب ارائه شده در این مجموعه، در خصوص بهبود فرآیندهای تولید و در نتیجه تولید کالاهای مطلوب‌تر و کاهش ضایعات و هر چه خود کفایت کردن کشور موفق شوند. ان‌شاءالله.

دکتر رضا مهربان