

ویرایش سوم

DOE ساده شده

ابزارهایی کاربردی برای آزمایشی مؤثر

مارک جی. اندرسون پاتریک جی ویتکامب

Third edition

Doe simplified

Practical tools for effective experimentation

Mark j. anderson

Patrick j. whitcomb



مترجمین: داود جعفرپور لشکامی

وحید مطیعیان

سرشناسه	: اندرسن، مارک ج.، ۱۹۵۳- م. -Anderson, Mark J., 1953
عنوان و نام پدیدآور	: DOE ساده شده: ابزارهایی کاربردی برای آزمایشی مؤثر/ مارک جی. اندرسون، پاتریک جی ویتکامپ ؛ مترجمین داود جعفرپور لشکامی، وحید مطیعیان. تهران: انتشارات حانون، ۱۴۰۰.
مشخصات نشر	: ۲۵۱ ص.: مصور، جدول، نمودار.
مشخصات ظاهری	: 978-622-7731-89-7
شابک	: فیبا
وضعیت فهرست نویسی	: عنوان اصلی: Doe simplified practical tools for effective experimentation, 3rd. ed. 2015.
یادداشت	: دکی‌اوای ساده شده: ابزارهایی کاربردی برای آزمایشی مؤثر.
عنوان گسترده	: طرح‌های آزمایشی Experimental design
موضوع	: ویتکم، پاتریک ج.، ۱۹۵۰- م.
موضوع	: -Whitcomb, Patrick J., 1950
شناسه افزوده	: جعفرپور لشکامی، داوود، ۱۳۶۵-، مترجم
شناسه افزوده	: مطیعیان، وحید، ۱۳۷۱-، مترجم
شناسه افزوده	: QA ۳۷۹
رده بندی کنگره	: ۶۵۸/۲۰۳
رده بندی دیویی	: ۸۳۶.۱۸۳
شماره کتابشناسی ملی	



DOE ساده شده: ابزارهایی کاربردی برای آزمایشی مؤثر

ناشر: انتشارات حانون

نویسندگان: مارک جی اندرسون، پاتریک جی ویتکامپ

مترجمین: داود جعفر پور لشکامی، وحید مطیعیان

صحافی: حانون

نوبت چاپ: اول

تاریخ انتشار: ۱۴۰۰

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۷۷۳۱-۸۹-۷

تیراژ: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۱۲۰۰۰۰۰ ریال

فهرست

فصل اول: آمار اولیه برای انجام DOE	۱۷
فصل دوم: آزمایش‌های مقایسه‌ای ساده	۴۷
فصل سوم: طرح عاملی دوسطحی	۷۵
فصل چهارم: مقابله با غیر نرمال بودن از طریق تبدیلات پاسخ‌ها	۱۲۵
فصل پنجم: طرح‌های عاملی کسری	۱۴۷
فصل ششم: بیشترین استفاده از طرح‌های با حداقل اجرا	۱۷۹
فصل هفتم: طرح‌های عاملی قیاسی چند سطحی عمومی	۲۰۳
فصل هشتم: روش‌های سطح پاسخ جهت بهینه‌سازی	۲۲۳
فصل نهم: طرح مخلوط	۲۴۱
فصل دهم: بازگشت به اصول و مبانی	۲۵۵
فصل یازدهم: طرح‌های کورت خرد شده به منظور سازگاری با عامل‌های دارای تغییر پذیری سخت	۲۷۷
فصل دوازدهم: آزمایشات تمرینی	۲۹۳

پیش گفتار

پیشرفت بدون انحراف از معیار امکان پذیر نیست.

فرانک زاپا^۱

طراحی آزمایشات (DOE) یک رویکرد برنامه ریزی شده جهت تعیین روابط علت و معلولی است. این رویکرد را می توان برای هر فرآیندی با ورودی و خروجی قابل اندازه گیری استفاده کرد. DOE در ابتدا با اهدافی خاص در زمینه کشاورزی ساخته شده بود. اما طی جنگ جهانی دوم و پس از آن به ابزاری جهت بهبود کیفیت در قالب کنترل فرآیند آماری (SPC) تبدیل شد. تا سال ۱۹۸۰ DOE عمدتاً در صنایع فرآیندی (به عنوان مثال شیمیایی، غذایی، دارویی) مورد استفاده قرار می گرفت. احتمالاً این امر به دلیل سهولت کار مهندسان با عامل هایی همچون زمان، دما، فشار و میزان جریان بود. سپس در پی موفقیت شگرف صنایع الکترونیک و اتومبیل سازی ژاپنی، SPC و DOE مثل دوران رنسانس جان تازه ای گرفتند. ظهور رایانه های شخصی استفاده از این روش های قدرتمند را فزونی بخشید.

این کتاب در درجه اول به منظور استفاده مهندسان، دانشمندان، متخصصان حوزه کیفیت، اجرا کنندگان روش شش سیگما^۲ و محققان بازار است. به علاوه سایر اعضای که از طریق

^۱ Frank Zappa

^۲ Lean Six Sigma

آزمایش‌هایی سیستماتیک در پی دستیابی به موفقیت در امر کیفیت محصول و بهره‌وری فرآیند هستند. اشخاصی که آمارگر صنعتی هستند با چیز جدیدی مواجه نخواهند شد. اما ایده‌هایی جهت ترجمه مفاهیم برای اعضا غیر آماری خواهند یافت. هدف ما ساده‌سازی DOE و افزودن جذابیت به آن است.

برحسب ضرورت مثال‌های این کتاب عمومی است. طبق اعتقاد ما روش‌های اساسی (بدون بسط بیش از حد) برای برنامه خاص مدنظر شما قابل برون‌یابی است. ده‌ها مطالعه موردی که شامل بخش وسیعی از برنامه‌ها است؛ در مطالعات پیشنهادی انتهای کتاب ذکر شده است و ما اطمینان داریم که شما قطعاً با یکی از این موارد ارتباط برقرار خواهید کرد.

DOE یا طرح آزمایش‌های ساده‌شده: ابزارهای عملی جهت آزمایش مؤثر درواقع ترکیبی از بیش از ۵۰ سال تجربه را در ارائه ابزارهای محاسباتی و آموزشی به آزمایشگران صنعتی به‌کارگیری کرده است. ضمن تشکر از بازخورد سازنده مشتریان (از زمان شروع همکاری ما در اواسط دهه ۱۹۷۰) لازم به ذکر است که نویسندگان پیشرفت زیادی در ارائه DOE داشته‌اند. چون ما سخت کار کرده‌ایم. لذا اطمینان حاصل شد که استفاده از این ابزارها برای افرادی که متخصص علم آمار نیستند، حتی‌الامکان آسان است، بدون آنکه یکپارچگی اصول اساسی زیر سؤال برود. پیشینه و تجربه ما در مهندسی توسعه فرآیند به ما جهت تمرکز بر جنبه‌های عملی کمک خواهد کرد. ما از آموزش رسمی در زمینه‌ی آمار و ضمناً کمک‌های بی‌نظیر متخصصان در این زمینه مزایای شایانی کسب کرده‌ایم.

چه مطالب جدیدی در این نسخه ارائه‌شده است

ویرایش عمده جدید نرم‌افزار همراه کتاب (از طریق بارگیری از اینترنت) زمینه را جهت معرفی طرح‌های آزمایشی فراهم می‌کند. به‌طوری که در آن می‌توان تصادفی سازی یک یا چند

عامل را که سخت تغییر می‌کنند، محدود کرد. اصطلاحاتی که Split-Plot نامیده می‌شوند از حوزه کشاورزی سرمنشأ گرفته‌اند. لذا آزمایش‌هایی از این دست در حقیقت به ریشه‌های DOE در حدود یک قرن پیش مربوط می‌شود. چون این موارد عامل‌هایی مانند درجه حرارت در کوره (اجاق) را بسیار راحت‌تر کنترل می‌کنند؛ طرح‌های Split-Plot برای جمع‌کنی از آزمایشگران بسیار وسوسه‌انگیز است. اما همان‌طور که شرح خواهیم داد باید بهایی در قالب تلفات توان آماری پرداخت شود. که این یعنی؛ افزایش احتمال از دست دادن یا غفلت از اثرات مهم. پس از مطالعه فصل جدید درباره Split-Plot، مزایای انتخاب این طرح‌ها نسبت به طرح‌های کاملاً تصادفی را خواهید فهمید.

این نسخه پیشرفت‌های دیگری در طرح و تجزیه و تحلیل آزمایش‌ها را نیز دربردارد. اما به جز مواد و مصالح جدید Split-Plot تا حد زیادی دست‌نخورده باقی‌مانده است. اقبال به مقالات مربوط به DOE ساده‌شده همچنان به شدت مثبت است. لذا ما قصد نداریم بیش از حد سیستم خود را دست‌کاری کنیم. شاید بزرگ‌ترین تغییر در نسخه سوم قالب قابل انتشار دیجیتال آن باشد. حالا آزمایشگران متصل به وب در سراسر جهان قادرند DOE ساده‌شده را بخوانند.

منبع دیگر برای استفاده کسانی که به اینترنت متصل هستند لانچ‌پد^۳ است. مجموعه‌ای از سخنرانی‌ها در قالب پاورپوینت مصوت است که چند فصل اول کتاب را جهت ارائه سمعی و بصری پوشش می‌دهد. هدف لانچ‌پد تأمین نیروی کافی جهت تحریک خوانندگان از طریق باقیمانده متن DOE ساده‌شده است. بدین ترتیب خواننده قادر خواهد بود جهت کسب اطلاعات بیشتر در مورد لانچ‌پد با مؤلفان و نویسندگان تماس بگیرد.

پس از انتشار چاپ اول این کتاب مؤلفان جلد همراهی با عنوان RSM ساده‌شده: فرایندهای

³ Launch Pad

بهینه‌سازی با استفاده از روش‌های سطح پاسخ جهت طرح آزمایش‌های نوشتند (چاپ و نشر تولید و باروری، ۲۰۰۴). به‌طوری‌که مجموعه ابزار آماری را به‌منظور رسیدن به نقطه اوج کارایی از طریق مدل‌سازی تجربی تکمیل خواهد کرد. اگر پس از مطالعه DOE ساده‌شده شما تمایل به مطالعه بیشتر دارید؛ ما به شما خواندن RSM ساده‌شده را توصیه می‌کنیم.

ما مدیون بسیاری از همکاران خود در راستای توسعه روش‌های DOE مخصوصاً جورج باکس^۴ و داگلاس مونتگومری^۵ هستیم. ضمناً از نظارت آماری مشاوران خود استادان آمار دانشگاه مینه سوتا، کینلی لارنتز^۶ و گری اوهرلت^۷ بسیار قدردانی می‌کنیم.

مارک جی. اندرسون^۸

(mark@statease.com)

پاتریک جی ویتکامب^۹

(pat@statease.com)

^۴ George Box

^۵ Douglas Montgomery

^۶ Kinley Larntz

^۷ Gary Oehlert

^۸ Mark J. Anderson

^۹ Patrick J. Whitcomb