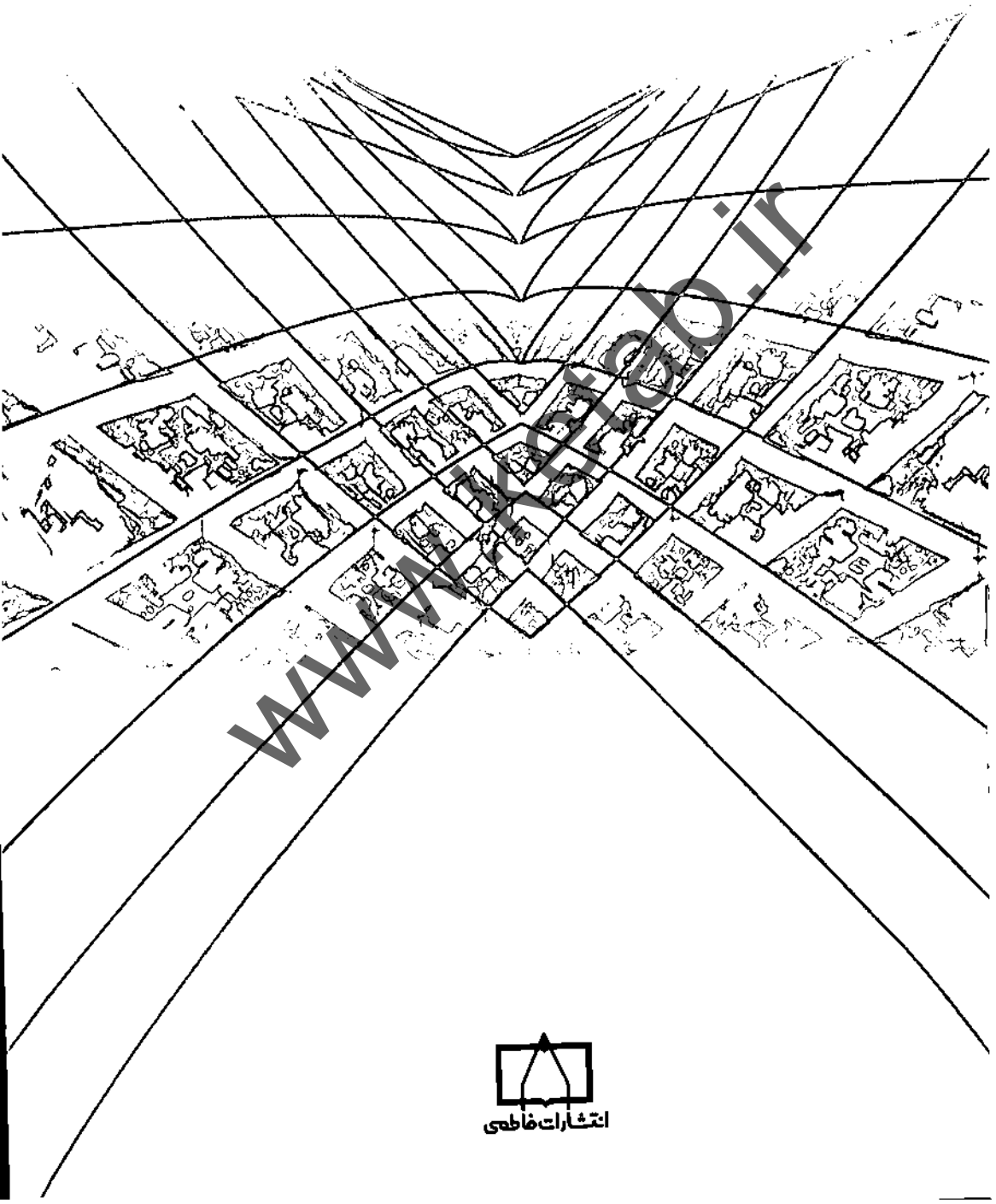


آمار و احتمال مهندسی

محمدرضا مشکانی



مدیر تولید: فرید مصلحی

ماکرونویسی: پردیا حسام

حروفچینی و صفحه‌بندی: زهره امینی

رسمی: امیر کاوسی، فاطمه تقی

نمونه خوانی: مهدیه السادات عامل ابراهیمی

طراحی جلد: علیرضا طاهرنجمی

طراحی صفحات داخلی: فاطمه تقی

نظارت بر چاپ: علی محمدپور

لیتوگرافی: یسنا

چاپ و صحافی: خاشع

آمار و احتمال مهندسی

مؤلف: محمدرضا مشکانی

ویراستار: احمد یارسیان

ناشر: انتشارات فاطمی

چاپ اول، ۱۳۹۰

شابک ۹۷۸-۹۶۴-۳۱۸-۶۴۷-۰

ISBN 978-964-318-647-0

شمارگان: ۲۰۰۰ نسخه

قیمت: ۱۴۹۰۰ تومان

■ کلیه حقوق این اثر برای انتشارات فاطمی محفوظ است. تکثیر، انتشار و ذخیره‌سازی تمام یا بخشی از این اثر به هر شکل (چاپی، الکترونیکی و...) را با هر هدف بدون مجوز از ناشر، غیرقانونی و قابل پیگرد است.

انتشارات فاطمی، تهران، میدان دکتر فاطمی، خیابان جویبار، خیابان میرهادی،

شماره‌ی ۱۴، کدپستی ۱۲۱۵۸۸۴۷۴۱، تلفن: ۸۸۹۴۵۵۴۵ (خط ۲۰)

www.fatemi.ir • info@fatemi.ir



انتشارات فاطمی

مشکانی، محمدرضا، ۱۳۲۲-

آمار و احتمال مهندسی / مؤلف محمدرضا مشکانی؛ ویراستار احمد یارسیان. - تهران: فاطمی، ۱۳۹۰.

چهارده، ۶۶۱ ص: جدول، نمودار.

ISBN 978-964-318-647-0

فبا

نمایه: ص ۶۴۷.

۱. مهندسی - روش‌های آماری. ۲. احتمالات. ۳. آمار. الف. یارسیان، احمد، ۱۳۳۰ - ویراستار ب. عنوان.

۹۷۸۰۰۹۶۴۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰

۲۸/۳۳۳۰ TA

۱۳۹۰

کتابخانه ملی ایران

۲۲۷۶۵۱۸

فهرست

پیش‌گفتار ناشر یازده

پیش‌گفتار مؤلف سیزده

فصل اول. آشنایی

۱-۱ موضوع علم آمار ۱

۲-۱ کاربردهایی از آمار در مهندسی ۵

۳-۱ نقش آمار در پژوهش‌های علمی ۱۷

فصل دوم. مفهومی پایه‌ای آمار

۱-۲ جامعه آماری ۲۳

۲-۲ رده‌بندی جامعه‌های آماری ۲۶

۳-۲ رده‌بندی متغیرها ۲۹

۴-۲ مقیاس‌های اندازه‌گیری ۳۲

۵-۲ ضرورت نمونه‌گیری ۳۴

۶-۲ پارامترها و آمارها ۳۷

۷-۲ مدل‌بندی ریاضی و آماری ۳۹

فصل سوم. آمار توصیفی

۱-۳ آماره‌های خلاصه ۴۳

۱-۱-۳ آماره‌های گرایش به مرکز ۴۴

۲-۱-۳ آماره‌های پراکندگی ۵۰

۲-۳ نمایش نموداری داده‌های خام ۶۰

۶۷	۳-۳ نمودارهای ساقه و برگ و جعبه‌ای
۷۴	۴-۳ جدول‌بندی و نمایش توزیع‌ها
۷۵	۳-۴-۱ جدول توزیع بسامدی و نمودار توزیع متغیرهای گسسته
۸۰	۳-۴-۲ جدول توزیع بسامدی و نمودار توزیع متغیرهای پیوسته
۸۸	۳-۴-۳ جدول بسامد و نمودار توزیع تجمعی نمونه
۹۰	۳-۵ رده‌بندی توزیع‌های آماری
۹۶	۳-۶ سخنی درباره‌ی کاربرست نرم‌افزارهای رایانه‌ای
۱۰۳	فصل چهارم. احتمال
۱۰۳	۴-۱ مفهوم‌های پایه‌ای احتمال
۱۰۹	۴-۲ روابط بین پیشامدها و پیشامدهای مرکب
۱۱۴	۴-۳ احتمال پیشامدها
۱۲۴	۴-۴ استقلال و احتمال شرطی
۱۳۰	۴-۵ احتمال کل و قضیه‌ی بیز
۱۳۹	۴-۶ احتمال در فضاها پیوسته
۱۴۱	۴-۷ تفسیر احتمال
۱۵۵	فصل پنجم. متغیرهای تصادفی و توزیع‌های احتمال
۱۵۵	۵-۱ متغیرهای تصادفی گسسته
۱۶۹	۵-۲ متغیرهای تصادفی پیوسته
۱۷۴	۵-۳ مشخصات عمده‌ی متغیرهای تصادفی
۱۷۴	۵-۳-۱ معیارهای مرکزی
۱۸۳	۵-۳-۲ معیارهای پراکندگی
۱۹۰	۵-۴ توزیع‌های احتمال دو متغیره
۱۹۱	۵-۴-۱ توزیع‌های دو متغیره گسسته
۲۱۱	۵-۴-۲ توزیع‌های دو متغیره پیوسته
۲۲۹	فصل ششم. چند توزیع احتمال مهم
۲۲۹	۶-۱ توزیع‌های گسسته

۲۲۹	۱-۱-۶ توزیع برنولی
۲۳۱	۲-۱-۶ توزیع دو جمله‌ای
۲۳۶	۳-۱-۶ توزیع هندسی
۲۴۳	۴-۱-۶ توزیع دو جمله‌ای منفی
۲۴۶	۵-۱-۶ توزیع بواسون
۲۵۳	۶-۱-۶ توزیع فوق هندسی
۲۵۵	۷-۱-۶ توزیع چند جمله‌ای
۲۶۱	۲-۶ توزیع‌های پیوسته
۲۶۱	۱-۲-۶ توزیع یکنواخت
۲۶۵	۲-۲-۶ توزیع نمایی
۲۶۹	۳-۲-۶ توزیع گاما
۲۷۳	۴-۲-۶ توزیع بتا
۲۷۷	۵-۲-۶ توزیع نرمال
۲۸۵	۶-۲-۶ توزیع لگ نرمال
۲۸۹	۷-۲-۶ توزیع نرمال دو متغیره

فصل هشتم. توزیع‌های نمونه‌گیری

۳۱۰	۱-۷ نمونه‌گیری و توزیع آماره‌های نمونه
۳۲۶	۲-۷ توزیع دقیق آماره‌های نمونه
۳۲۷	۱-۲-۷ توزیع نمونه‌گیری میانگین نمونه در جامعه نرمال
۳۳۰	۲-۲-۷ توزیع خبی دو
۳۳۴	۳-۲-۷ توزیع نمونه‌گیری واریانس نمونه در جامعه نرمال
۳۳۸	۴-۲-۷ توزیع نمونه‌گیری توأم میانگین و واریانس نمونه در جامعه نرمال
۳۳۹	۵-۲-۷ توزیع نمونه‌گیری انحراف معیار نمونه در جامعه نرمال
۳۴۰	۶-۲-۷ توزیع T^2 استودنت
۳۴۵	۷-۲-۷ توزیع F فیشر
۳۵۰	۳-۷ تابع‌های متغیرهای تصادفی

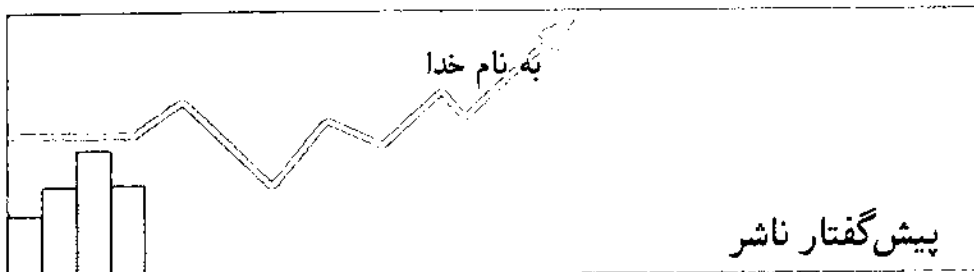
- ۳۵۱ ۱-۳-۷ توزیع احتمال تابع تصادفی تک متغیره
- ۳۵۵ ۲-۳-۷ گشتاورهای یک تابع تصادفی کلی
- ۳۶۷ فصل هشتم. استنباط آماری: برآورد نقطه‌ای و بازه‌ای
- ۳۷۰ ۱-۸ روش گشتاوری
- ۳۷۳ ۲-۸ روش ماکسیم درستنمایی
- ۳۸۷ ۳-۸ ملاک‌های ارزیابی برآوردگرها
- ۳۸۸ ۱-۳-۸ سازگاری
- ۳۸۹ ۲-۳-۸ نالیبی
- ۳۹۰ ۳-۳-۸ مینیم واریانس
- ۳۹۳ ۴-۳-۸ مینیم میانگین توان دوم خطا
- ۳۹۵ ۴-۸ برآورد بازه‌ای: بازه اطمینان
- ۴۰۱ ۱-۴-۸ بازه‌های اطمینان دو طرفه و یک طرفه
- ۴۱۰ ۲-۴-۸ بازه‌های اطمینان کوچک نمونه‌ای
- ۴۱۵ ۳-۴-۸ بازه‌های اطمینان برای تابع‌هایی از پارامترهای دو جامعه
- ۴۲۷ ۵-۸ تعیین اندازه نمونه برای بازه اطمینان با طول معین
- ۴۲۸ ۱-۵-۸ تعیین اندازه نمونه برای بازه اطمینان میانگین در توزیع نرمال
- ۴۲۹ ۲-۵-۸ تعیین اندازه نمونه برای بازه اطمینان نسبت در توزیع دوجمله‌ای
- ۴۳۹ فصل نهم. استنباط آماری: آزمون فرض
- ۴۴۰ ۱-۹ مفهوما و دانش‌واژه‌های آزمون فرض
- ۴۵۰ ۲-۹ ملاک ارزیابی آزمون
- ۴۵۵ ۳-۹ رابطه بین اندازه نمونه و توان آزمون
- ۴۵۸ ۱-۳-۹ تعیین اندازه نمونه برای آزمون‌های مربوط به میانگین در توزیع نرمال
- ۴۶۱ ۲-۳-۹ تعیین اندازه نمونه در آزمون‌های مربوط به توزیع‌های گسسته
- ۴۶۲ ۳-۳-۹ تعیین اندازه نمونه در آزمون‌های مربوط به واریانس در توزیع نرمال
- ۴۶۴ ۴-۹ آزمون فرض در برخی توزیع‌های گسسته
- ۴۶۴ ۱-۴-۹ آزمون فرض درباره نسبت در توزیع دوجمله‌ای

- ۴۶۹ ۲-۴-۹ آزمون فرض درباره پارامتر π در توزیع فوق هندسی
- ۴۷۳ ۳-۴-۹ آزمون فرض در توزیع چندجمله‌ای
- ۴۷۶ ۵-۹ آزمون فرض در برخی توزیع‌های پیوسته
- ۴۷۶ ۱-۵-۹ آزمون فرض درباره پارامترهای توزیع نرمال
- ۴۸۸ ۲-۵-۹ آزمون فرض در توزیع لگ نرمال
- ۴۸۹ ۳-۵-۹ آزمون فرض در توزیع نرمال دو متغیره
- ۴۹۴ ۶-۹ آزمون‌های فرض درباره پارامترهای دو جامعه
- ۴۹۵ ۱-۶-۹ آزمون برابری واریانس‌ها در دو توزیع نرمال
- ۴۹۸ ۲-۶-۹ آزمون برابری میانگین‌های دو جامعه نرمال
- ۵۰۴ ۳-۶-۹ آزمون برابری میانگین‌ها در نمونه‌های جور شده از توزیع نرمال
- ۵۰۵ ۷-۹ آزمون فرض درباره نسبت‌های دو توزیع دوجمله‌ای
- ۵۱۰ ۸-۹ آزمون‌های معنی‌داری (p -مقدار)
- ۵۱۳ ۱-۸-۹ آزمون‌های معنی‌داری برای پارامتر یک جامعه با p -مقدار
- ۵۱۵ ۲-۸-۹ آزمون‌های معنی‌داری تفاوت پارامترهای دو جامعه با p -مقدار
- ۵۱۶ ۹-۹ رابطه بین آزمون‌های فرض و بازه‌های اطمینان

فصل دهم. رگرسیون و تحلیل واریانس

- ۵۲۸ ۱-۱۰ تحلیل رگرسیون خطی ساده به روش کمترین توان‌های دوم
- ۵۳۱ ۱-۱-۱۰ برآورد پارامترهای رگرسیون خطی ساده به روش کمترین توان‌های دوم
- ۵۳۵ ۲-۱-۱۰ بررسی خواص بهینگی برآوردگرهای کمترین توان‌های دوم
- ۵۳۹ ۳-۱-۱۰ تحلیل واریانس در رگرسیون خطی ساده
- ۵۴۴ ۴-۱-۱۰ رگرسیون خطی بدون عرض از مبدأ
- ۵۴۹ ۲-۱۰ تحلیل رگرسیون به روش ماکسیمم درستنمایی
- ۵۴۹ ۱-۲-۱۰ برآورد پارامترهای رگرسیون خطی ساده به روش ماکسیمم درستنمایی
- ۵۵۱ ۲-۲-۱۰ توزیع نمونه‌گیری برآوردگرهای ماکسیمم درستنمایی در رگرسیون خطی با عرض از مبدأ
- ۵۵۴ ۳-۲-۱۰ برآوردگرهای ماکسیمم درستنمایی در رگرسیون خطی بدون عرض از مبدأ و توزیع نمونه‌گیری آنها

- ۵۵۷ ۳-۱۰ آزمون‌های فرض درباره پارامترهای رگرسیون خطی ساده
- ۵۵۷ ۱-۳-۱۰ استنباط درباره شیب خط رگرسیون
- ۵۵۹ ۲-۳-۱۰ استنباط درباره عرض از مبدأ خط رگرسیون
- ۵۶۴ ۳-۳-۱۰ استنباط درباره خط رگرسیون: $E(Y|x) = \mu(X) = \beta_0 + \beta_1 x$
- ۵۶۹ ۴-۳-۱۰ استنباط درباره یک مقدار انفرادی از متغیر پاسخ
- ۵۷۳ ۵-۳-۱۰ آزمون معنی‌داری تفاوت بین دو شیب
- ۵۷۸ ۴-۱۰ بررسی مانده‌ها در تحلیل رگرسیونی
- ۵۷۸ ۱-۴-۱۰ بررسی درستی فرض رابطه خطی بین پاسخ و پیشگو
- ۵۸۲ ۲-۴-۱۰ بررسی تصادفی بودن مانده‌ها
- ۵۸۵ ۳-۴-۱۰ بررسی ثابت بودن واریانس خطاها
- ۵۸۸ ۴-۴-۱۰ بررسی نرمال بودن توزیع مانده‌های رگرسیون
- ۵۹۷ ۵-۱۰ خطی‌سازی رابطه‌های ناخطی
- ۵۹۹ ۶-۱۰ ملاحظات درباره کاربست‌های رگرسیون
- ۵۹۹ ۱-۶-۱۰ تبیین رابطه بین پاسخ و پیشگو
- ۶۰۰ ۲-۶-۱۰ کالیبدن
- ۶۰۱ ۳-۶-۱۰ دو خط رگرسیون
- ۶۰۲ ۴-۶-۱۰ رابطه شیب خط رگرسیون و ضریب همبستگی پاسخ و پیشگو
- ۶۰۳ ۷-۱۰ تحلیل واریانس (مقایسه هم‌زمان چند میانگین)
- ۶۰۶ ۱-۷-۱۰ تحلیل واریانس یک‌طرفه متعادل
- ۶۱۲ ۲-۷-۱۰ تحلیل واریانس یک‌طرفه نامتعادل
- ۶۱۴ ۳-۷-۱۰ بازه‌های اطمینان برای مقایسه میانگین‌ها
- ۶۱۷ ۴-۷-۱۰ تحلیل واریانس دوطرفه متعادل
- ۶۳۱ پیوست
- ۶۴۷ نمایه



تردید نیست که ترجمه کتاب‌های معتبر درسی دانشگاهی از زبان‌های خارجی به فارسی و انتشار آنها نقش بسزایی در توسعه آموزش عالی داشته و خواهد داشت؛ به‌ویژه اگر در انتخاب این گونه کتاب‌ها دقت کافی به عمل آید و به‌وسیله مترجمان و ویراستاران مجرب ترجمه و ویرایش شود. با وجود این انتشارات فاطمی همواره در آرزوی تولید کتاب‌های تألیفی بومی بوده است تا بتواند از این طریق دستاوردها و اندیشه‌های ارزشمند استادان دانشگاه‌های کشور را به دانشجویان این مرز و بوم - حتی فراتر از مرزها - بشناساند.

انتشارات فاطمی با بیش از سه دهه فعالیت مستمر در نشر کتاب‌های علمی و آموزشی و با آگاهی از «فرایند تألیف» و شناخت توانایی‌ها و امکانات بالقوه موجود در کشور بر آن شد تا در مسیر تحقق آرزوی دیرینه خود گام بردارد و انتشار کتاب‌های درسی تألیفی دانشگاهی را با رویکردی جدید دنبال کند. اولین گام در برنامه جدید انتشارات فاطمی برای تألیف و انتشار کتاب‌های دانشگاهی با انتشار کتاب حساب دیفرانسیل و انتگرال تألیف دکتر سیاوش شهشهانی در سال ۱۳۸۶ برداشته شد و از آن پس کتاب‌های دیگری در موضوعات مختلف از جمله کتاب داده ساختارها و مبانی الگوریتم‌ها، تألیف دکتر محمد قدسی، انتشار یافت. خوشبختانه این کتاب‌ها مورد توجه و استقبال جامعه علمی - آموزشی کشور و نیز جشنواره‌های معتبر از جمله کتاب سال و کتاب فصل جمهوری اسلامی ایران و نیز جشنواره کتاب برتر دانشگاهی قرار گرفت. در ادامه این مسیر، اکنون انتشارات فاطمی خرسند است که کتاب آمار و احتمال مهندسی تألیف دکتر محمدرضا مشکانی را به جامعه علمی کشور تقدیم می‌کند.

ناگفته پیداست که تألیف و انتشار یک کتاب درسی اصیل و اثربخش که از کتاب‌های مشابه در همان موضوع متمایز باشد کار آسانی نیست و نیازمند فراهم کردن بسترها و تمهیدات مناسب است. گرچه انتشارات فاطمی تمام توان خود را به کار گرفت تا شرایط مطلوب فراهم آید، اما در عمل متوجه شد که مشکلات کار از آنچه که در ابتدا پیش‌بینی می‌شد به مراتب فراتر است.

«ألا یا أيُّها السَّاقِي اُدِرْ كَأْساً و ناولها که عشق آسان نمود اولی افتاد مشکل‌ها»

وقتی سخن از تألیف می‌گوییم، منظورمان «تألیف اصیل» است. در واقع آنچه که در فرایند «تألیف اصیل» یک اثر اتفاق می‌افتد تنها گردآوری سرفصل‌های مصوب آن درس و بیان قضایا، تئوری‌ها و مسئله‌ها مربوط به آنها نیست، بلکه از آن بسیار فراتر است. محتوای سرفصل‌ها را می‌توان به‌آسانی از منابع مختلف به دست آورد و بنابراین صرف گردآوری آنها در یک کتاب را نمی‌توان یک اثر «تألیفی اصیل» نامید. با چنین تعریفی از تألیف، بی‌درنگ درمی‌یابیم که نمی‌توان هر آنچه را که «ترجمه» نباشد «تألیف» نامید.* گرچه دشواری‌های این راه، آهنگ حرکت را آهسته کرده است، اما انتشارات فاطمی همچنان به حرکت پیوسته در این راه مصمم است و تلاش می‌کند تا آنجا که ممکن است تألیف و انتشار کتاب‌های درسی دانشگاهی را بر اساس بالاترین استانداردهای ممکن ادامه دهد.

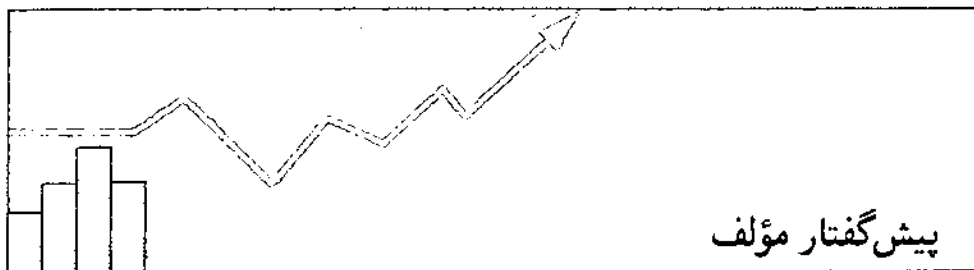
پرواضح است که تحقق این آرمان‌ها جز با همکاری استادان اندیشمند میسر نخواهد شد. انتشارات فاطمی از دریافت هرگونه پیشنهاد نوآورانه در خصوص تألیف، ترجمه و ویرایش کتاب‌های دانشگاهی و همچنین از دریافت هرگونه نقد و اظهار نظر درباره کتاب‌ها و برنامه‌های این مؤسسه استقبال می‌کند و صمیمانه سپاسگزار است.

ایرج ضرغام

مدیر مؤسسه فرهنگی فاطمی

www.ketabi.ir

*. لطفاً مقاله «کتاب درسی دانشگاهی: تألیف یا ترجمه؟» را به قلم دکتر غلامعلی حداد عادل، مجله نشر دانش، زمستان ۱۳۸۵ مطالعه فرمایید. این مقاله از وبگاه انتشارات فاطمی به نشانی www.fatemi.ir نیز قابل دریافت است.



زمانی که از طرف انتشارات فاطمی پیشنهاد شد کتابی دربارهٔ آمار و احتمال برای دانشجویان رشته‌های مهندسی تألیف کنم، بسیار خوشحال شدم. به گمان این ناشر و همچنین به باور اینجانب زمان آن رسیده است که کتاب‌های تألیفی جای کتاب‌های ترجمه‌ای را بگیرند.

در تدوین و تألیف این کتاب سعی شده است که چگونگی بیان مطالب و ذکر مثال‌ها و مسئله‌ها مطابق مفاهیم مورد استفاده در رشته‌های مختلف مهندسی باشد. از آنجا که رشته‌های مهندسی گوناگون‌اند، آوردن مثال و مسئله برای همهٔ رشته‌ها غیرعملی است. از این رو به رشته‌های عام‌تر اکتفا شد. شیوهٔ تألیف کتاب به نوعی است که بیابان کتاب‌های صرفاً نظری و کتاب‌های دستوری (بدون ارائهٔ بنیاد نظری) است. به باور مؤلف ارائهٔ منطق و ریاضی برای آماری برای دانشجویان مهندسی که از بین بهترین دانش‌آموزان دبیرستان‌ها برگزیده می‌شوند و مهارت ریاضی لازم را دارند، بر انگیزهٔ آنان در پیگیری مطالب خواهد افزود. از این رو برای هر روش عرضه شده تا حد امکان با استفاده از مطالب حسابان استدلال‌هایی ارائه شده است که دانشجویان کنجکار را قانع خواهد کرد.

کتاب آمار و احتمال مهندسی با توجه به سرفصل مصوب آمار مهندسی تهیه شده است. با این وجود مطالبی تکمیلی بر آن افزوده شده است که استادان این درس، در صورت تمایل و داشتن وقت کافی می‌توانند به تدریس آنها بپردازند. وگرنه، اشاره‌ای کافی خواهد بود که دانشجویان در کارهای آینده خود بتوانند از آنها استفاده کنند.

در تدریس این کتاب بهتر است دانشجویان را ترغیب کرد که محاسبات مسئله‌های ساده را به‌طور دستی انجام دهند تا مفهومی را بهتر دریابند. اما در مورد مسئله‌های مشکل‌تر استفاده از رایانه و ماشین حساب مرجح است.

با توجه به دسترسی به چندک‌های متغیرهای تصادفی در ماشین حساب‌های علمی و شیوع روز افزون رایانه‌ها، از آوردن جدول‌های گوناگون پرهیز شد. اما تعداد اندکی از جدول‌ها به دلیل کثرت مراجعه به آنها یا در دسترس نبودن آنها در ماشین حساب‌ها و رایانه‌ها، آورده شده‌اند.

در تألیف این کتاب بخت با مؤلف یار بود که یکی از استادان میرز علم آمار، جناب آقای دکتر احمد پارسیان، ویراستاری علمی آن را به عهده گرفتند. از زحمات ایشان و نکته‌های ظریفی که یادآور شدند بسیار سپاسگزارم. از آقای دکتر امیر کاوسی یکی از با وفاترین دانشجویانم که در غیاب بنده نظارت بر چاپ و ترسیم نمودارها را به عهده گرفتند ممنونم. از انتشارات فاطمی به‌طور کل به خاطر ابتکارانش در چاپ کتاب‌های علمی و از آقایان فرید مصلحی مدیر تولید، بردیا حسام و خانم مهدیه‌السادات عامل ابراهیمی، خانم فاطمه ثقفی، خانم زهره امینی و آقای مهدی ملک‌زاده، کارکنان انتشارات فاطمی به خاطر زحمات بی‌شائبه و دقت نظر و بردباری ایشان در تغییرات مکرر متن و اصلاحات پیشنهادی به‌طور خاص صمیمانه سپاسگزارم.

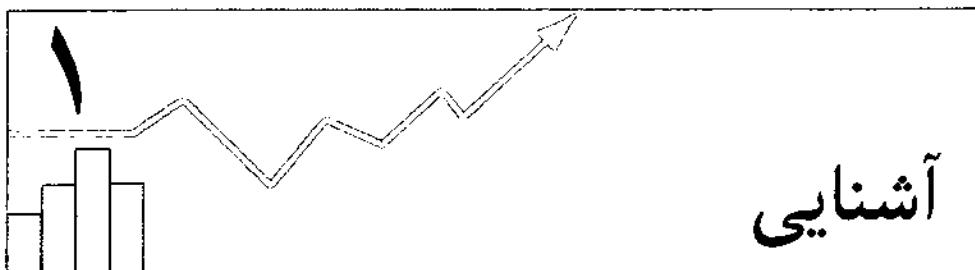
لازم به ذکر نیست که هرگونه کاستی در این کتاب به عهده اینجانب است و از خوانندگان و همکاران محترم تقاضا دارم که هر نوع پیشنهاد و تذکر را برای بنده به آدرس meshkani@fatemi.ir ارسال دارند. پیشاپیش از زحمات کسانی که یاری خواهند کرد، سپاسگزارم.

در پایان مایلم نکته‌ای را به مدرسان این کتاب یادآور شوم. همکاران محترم با توجه به سلیقه خود می‌توانند بخش‌هایی از کتاب را که بیشتر به درد دانشجویان‌شان خواهد خورد انتخاب کنند. در این رهگذر خلاصه‌ای از فصل ۱ و اکتفا به مطالب کلی فصل ۹ و ارجاع به جدول‌ها کافی خواهد بود. همچنین بخش‌هایی از فصل ۱۰ که به جزئیات مدل‌سازی می‌پردازند می‌توانند در درس عمومی حذف شوند.

محمدرضا مشکانی

۱۳۸۹، ۱۲، ۱۰

تهران



در این فصل به زبان غیرفنی علم آمار را تعریف می‌کنیم. موضوع‌های مورد بحث و کاربردهای آمار را به‌ویژه در رشته‌های علمی و مهندسی برمی‌شمریم.

۱-۱ موضوع علم آمار

اکثر کالاها و خدماتی که امروزه در خدمت رفاه و سلامت انسان‌ها هستند حاصل تلاشی است که به آن پژوهش علمی می‌گویند. پژوهش علمی طی ضابطه‌هایی خاص صورت می‌گیرد تا از بدفهمی، سوگیری، سوءتعبیر، و بسیاری از آفت‌های دیگر در نتیجه‌گیری‌ها پرهیز شود. منظور از علمی بودن یک پژوهش فرایندی است که طی آن پژوهش به صورت عینی انجام می‌گیرد تا از تمایلات و خواست‌های شخصی مصون بماند و نتایجی معتبر به دست دهد.

پژوهش‌های علمی به دو صورت مشاهده‌ای^۱ و آزمایشی^۲ انجام می‌شوند. از روش مشاهده‌ای در مواردی استفاده می‌شود که پژوهشگر امکان دخل و تصرف یا دست‌کاری در پدیده تحت بررسی را ندارد. مثلاً پژوهش در امکان رخ دادن سیلاب‌ها، یخ‌زدگی، وقوع زمین‌لرزه، و مانند آنها تنها از راه مشاهده علمی امکان‌پذیر است زیرا پژوهشگر نمی‌تواند در شرایط جوئی، یا زمین‌شناسی که موجب رخ دادن پدیده‌های نامبرده می‌شوند دست ببرد. اما با مشاهده علمی سازمان‌یافته، پژوهشگر می‌تواند عامل‌های مهم را که حضور هم‌زمان آنها در کنار هم باعث بروز این پدیده‌ها می‌شوند، شناسایی کند. در صورتی که این شرایط به دفعات بسیار رخ دهند و نتیجه‌ای تقریباً یکسان داشته باشند، می‌توان گفت که به یک قانون تجربی دست یافته‌ایم. اما پژوهش‌های آزمایشی مخصوص مواردی‌اند که پژوهشگر امکان دست‌کاری در شرایط وقوع پدیده را دارد و می‌تواند با دخل و تصرف در آنها، نتیجه‌های متفاوت را به‌وجود آورد. در این موارد در صورتی که با هدف و نقشه‌ای معین و به دفعات زیاد آزمایش‌هایی یکسان به اجرا درآیند، می‌توان به رابطه علت و معلولی بین عوامل تغییر یابنده و نتیجه آزمایش، تحت

شرایط کنترل شده‌ای که آزمایش تحت آنها صورت گرفته است، دست یافت. پیداست که نتایج حاصل از روش‌های مشاهده‌ای نمی‌توانند مدعی رابطه علت و معلولی باشند و صرفاً وجود هم‌زمانی یا همبستگی بین عامل‌های تغییر یابنده و نتیجه مشاهده شده، تنها نتیجه‌ای است که می‌توان از آنها گرفت. با اندکی تساهل می‌توان مشاهده علمی را نیز نوعی آزمایش در نظر گرفت زیرا در این بررسی نیز باید همان ملاحظات مربوط به آزمایش را رعایت کرد و تا حد امکان میزان تأثیر عوامل دخیل بر نتیجه مشاهده به غیر از عوامل موردنظر را به حساب آورد.

پژوهش‌های علمی نه تنها در آزمایشگاه‌ها و پژوهشگاه‌های دانشگاه‌ها بلکه در آزمایشگاه‌های تولیدکنندگان صنعتی و مراکزهای پژوهشی نهادهای مختلف از اهمیتی ویژه برخوردارند. با انجام این‌گونه پژوهش‌ها به بررسی‌هایی پاسخ داده می‌شود که تحولات مهمی را در کیفیت زندگی انسان‌ها بوجود می‌آورند. کیفیت و بهره‌وری هدف‌های اساسی فرایندهای صنعتی‌اند و انتظار می‌رود به کالاهای و خدماتی بینجامند که مصرف‌کنندگان بسیار خواهان آنها هستند و برای شرکت‌هایی که آنها را عرضه می‌کنند منافع به بار می‌آورند. در حال حاضر روند ضروری بین بررسی علمی فرایندهای صنعتی و کیفیت کالاهایی که تولید می‌شوند، به رسمیت شناخته شده است. در زمینه خدمات نیز همین حکم صادق است. از این رو شرکت‌ها و مؤسسات عمده، واحد پژوهش و توسعه را در تشکیلات سازمانی خود یکی از واحدهای ضروری شناخته‌اند. انگیزه به رسمیت شناختن این پیوند از رقابت شدید ملی و بین‌المللی بین شرکت‌ها ناشی می‌شود که کالاهای و خدمات مشابه را به تعدادی از مصرف‌کنندگان که در هر حال محدودند عرضه می‌دارند. وضعیتی که در بالا توصیف شد انگیزه‌ای برای بررسی نقش آمار در پژوهش‌های علمی در زمینه‌های مهندسی، پزشکی، اجتماعی، کشاورزی، اقتصادی و به‌طور کلی هر رشته‌ای از فعالیت‌های بشری است. اما چون این کتاب برای رشته‌های مهندسی نوشته شده است، تنها به تشریح نقش آمار در مهندسی و علوم مربوط به آن می‌پردازد. بدیهی است که با گسترده‌گی زیاد رشته‌های مهندسی و محدودیت فضای بحث، نمی‌توانیم این نقش را در همه رشته‌ها یا حتی در تعداد قابل توجهی از آنها بررسی کنیم. از این رو بحث خود را به یکی دو رشته که بیشتر آشنا به نظر می‌رسند محدود می‌کنیم.

در اغلب کشورها، کالاهای مصرفی محصول شرکت‌های تولیدی باید از کیفیت استاندارد خاص برخوردار باشند تا پروانه عرضه به بازار را کسب کنند. در مورد فرآورده‌های طبیعی نیز که نوعی فراوری روی آنها اجرا می‌شود، استانداردهایی خاص ضروری‌اند. دیگر تنها نظارت بر فرایندهای صنعتی به منظور اطمینان یافتن از تطابق آنها با استانداردهای خاص کاری رضایت‌بخش و کافی نیست. رقابت الزام می‌کند که فرآورده‌ای بهتر در چارچوب واقعیت‌های اقتصادی تولید شود. تولید فرآورده‌های برتر از آزمایشگاه‌های پژوهشی شروع می‌شود، در بررسی‌های مقدماتی و در بررسی‌های پژوهشی امکان تولید اقتصادی و عرضه آنها به بازار سنجیده می‌شود، و رعایت مشخصات فنی طرح و استاندارد بودن آن در سراسر عملیات تولید تحت کنترل قرار می‌گیرد. همه این فعالیت‌ها مستلزم آزمایش و گردآوری