

Vining, G. Geofferey

وینینگ، جفری، ۱۹۵۴ - م.

TA

۳۴۰

روشهای آماری برای مهندسين/ ج. وینینگ؛ مترجمان: داود شاهسونی و سید
علی میرحسینی، شاهرود: دانشگاه صنعتی شاهرود، ۱۳۸۲.
۶۱۵ ص.: مصور، جنول، نمودار

۹۹۰/۹

۱۳۸۲

ISBN 964-7637-07-1

Statistical methods for engineers.

عنوان اصلی:

واژه نامه:

۱- مهندسی. روشهای آماری الف. شاهسونی داود ۱۳۴۷ ب. میرحسینی، سید
علی، ۱۳۳۸، مترجم. ج. دانشگاه صنعتی شاهرود. د. عنوان.
کتابخانه ملی ایران ۸۲-۱۲۶۰۰ م

۶۲۰/۰۰۷۲



شاهرود، میدان هفت تیر، کد و صندوق پستی ۳۶۱۵۵-۳۱۶

پست الکترونیکی: University@Shahrood.ac.ir

نام کتاب

مؤلف

مترجمان

چاپ اول

شمارگان

قیمت

ناشر

شابک

: روشهای آماری برای مهندسين

: پرفسور جفری وینینگ

: داود شاهسونی و دکتر سید علی میرحسینی

: ۱۳۸۲

: ۲۰۰۰

: ۳۵۰۰ تومان

: انتشارات دانشگاه صنعتی شاهرود

: ۹۶۴-۷۶۳۷-۰۷-۱

حقوق چاپ و نشر، محفوظ و مخصوص ناشر است.

روش‌های آماری برای مهندسين

مؤلف: پرفسور جفری وینینگ
مترجمان: داود شاهسونی و دکتر سید علی میرحسینی

فصل سوم. مدل سازی رفتار تصادفی..... ۸۸

۱.۳ احتمال..... ۸۸

۲.۳ متغیرهای تصادفی و توزیع ها..... ۱۰۰

۳.۳ متغیرهای تصادفی گسسته..... ۱۰۲

۴.۳ متغیرهای تصادفی پیوسته..... ۱۲۸

۵.۳ توزیع نرمال..... ۱۴۱

۶.۳ رفتار تصادفی میانگین ها..... ۱۴۹

۷.۳ رفتار تصادفی میانگین ها وقتی که واریانس نامعلوم است..... ۱۶۳

۸.۳ رفتار تصادفی واریانس های نمونه..... ۱۷۴

۹.۳ تقریب نرمال برای دو جمله ای..... ۱۷۶

۱۰.۳ مطالعه موردی..... ۱۸۱

فصل چهارم. برآورد و آزمون..... ۱۸۶

۱.۴ برآورد..... ۱۸۶

۲.۴ آزمون فرض..... ۲۰۲

۳.۴ استنباط میانگین یک جامعه..... ۲۲۶

۴.۴ استنباط برای نسبت ها..... ۲۴۰

۵.۴ استنباط دو نمونه مستقل..... ۲۴۸

۶.۴ آزمون t زوجی..... ۲۵۹

۷.۴ استنباط واریانس یک جامعه..... ۲۷۰

۸.۴ p- مقدار..... ۲۷۵

۹.۴ تبدیلات و تحلیل های ناپارامتری..... ۲۷۸

۱۰.۴ مطالعه موردی..... ۲۷۹

۱۱.۴ چند موضوع پروژه..... ۲۸۳

فهرست مطالب

فصل اول. روش مهندسی و گردآوری داده ها.....	۱
۱.۱ ضرورت روش های آماری در مهندسی.....	۱
۲.۱ روش مهندسی و تفکر آماری.....	۴
۳.۱ مدل ها.....	۹
۴.۱ گردآوری داده ها.....	۱۲
۵.۱ نمونه گیری.....	۲۰
۶.۱ آزمایشات مهندسی.....	۲۵
۷.۱ مطالعات تحلیلی در مقابل مطالعات عددی.....	۳۲
۸.۱ هدف آمار مهندسی.....	۳۳
۹.۱ مورد پژوهشی.....	۳۳
 فصل دوم. نمایش داده ها.....	۳۵
۱.۲ اهمیت نمایش داده ها.....	۳۵
۲.۲ نمایش های ساقه و برگ.....	۳۷
۳.۲ نمودارهای جعبه ای.....	۵۵
۴.۲ استفاده از نرم افزار.....	۶۸
۵.۲ مطالعه موردی.....	۸۱
۶.۲ نیاز به احتمال و توزیع ها.....	۸۵
۷.۲ چند موضوع پروژه.....	۸۶

۶.۷ پاسخ های چند گانه..... ۵۴۷

۷.۷ طرح آزمایش بهبود کیفیت..... ۵۵۸

۸.۷ چند موضوع پروژه..... ۵۸۴

فصل هشتم. سخن آخر..... ۵۸۷

۱.۸ موضوعات این درس..... ۵۸۷

۲.۸ ادغام موضوعات..... ۵۹۰

۳.۸ آمار و مهندسی..... ۵۹۳

ضمیمه..... ۵۹۴

پاسخ های تمرینات منتخب..... ۶۰۶

۲۸۵	فصل پنجم. نمودارهای کنترل.....
۲۸۵	۱.۵ کلیات.....
۳۰۵	۲.۵ نمودارهای $\bar{X}$, R.....
۳۲۴	۳.۵ نمودارهای $\bar{X}$, S^2
۳۳۳	۴.۵ نمودار X
۳۴۱	۵.۵ نمودار np.....
۳۴۸	۶.۵ نمودار C.....
۳۵۴	۷.۵ متوسط مدت اجرا.....
۳۵۸	۸.۵ نمودارهای کنترل استاندارد و قواعد اجرایی.....
۳۶۱	۹.۵ نمودارهای CUSUM.....
۳۶۶	۱۰.۵ مطالعه موردی.....
۳۷۲	۱۱.۵ چند موضوع پروژه.....

فصل ششم. تحلیل رگرسیون خطی..... ۳۷۵

۳۷۵	۱.۶ روابط بین داده ها.....
۳۷۸	۲.۶ رگرسیون خطی ساده.....
۴۰۷	۳.۶ رگرسیون خطی چندگانه.....
۴۲۴	۴.۶ تحلیل مانده ها.....
۴۵۱	۵.۶ تشخیص هم خطی.....
۴۶۰	۶.۶ چند موضوع پروژه.....

فصل هفتم طراحی آزمایشهای رویه پاسخ..... ۴۶۲

۴۶۳	۱.۷ مروری بر طرح آزمایش ها.....
۴۷۰	۲.۷ طرح فاکتوریل 2^2
۴۸۴	۳.۷ طرح فاکتوریل 2^4
۵۰۵	۴.۷ طرح فاکتوریل 2^k نیمه.....
۵۲۸	۵.۷ طرح های مرکب مرکزی.....

مورد استفاده در تدریس دروس دانشگاهی بخصوص درس آمار و احتمالات مهندسی قرار گیرد. همچنین مرجع مناسبی است برای کلیه دانشجویانی که با موضوع تحلیل آماری سروکار دارند به ویژه دانشجویان رشته های کشاورزی، معدن، صنایع و اگر چه این کتاب مفاهیم کلاسیک و نوین آماری را در بر می گیرد ولی برای مطالعه، نیاز به اطلاعات آماری خاصی ندارد و دانشجویان با اطلاعات ریاضیات عمومی قادر به مطالعه و پی گیری مباحث می باشند.

در ترجمه این کتاب سعی شده است که از واژه های ساده زبان فارسی استفاده شود و در برگردان مطالب از زبان انگلیسی به فارسی کوشش شده است که ضمن وفاداری به متن اصلی، مطالب بطور ساده و روان و با حداکثر دقت بیان شوند. واژه ها عمدتاً از واژه نامه آماری تألیف مرکز آمار ایران برداشته شده است و در شرایطی نیز سعی شده است از اصطلاحات رایج در جامعه آماردانان استفاده شود. با این وجود انتظار می رود که لغزش هایی در ترجمه کتاب وجود داشته باشد لذا از خوانندگان محترم تقاضا داریم، انتقادات و پیشنهادات سازنده خود را، جهت اصلاح و ویرایش چاپ های بعدی، از ما دریغ نفرمایند.

در پایان از همه عزیزانی که در چاپ این کتاب ما را یاری کرده اند صمیمانه تشکر و سپاسگزاری می نمایم.

تابستان ۱۳۸۲

دکتر سید علی میر حسینی

داود شاهسونی

مقدمه مترجمین

امروزه آمار بدان پایه رسیده است که نه تنها یکی از عمده‌ترین رشته‌های آکادمیک به شمار می‌آید بلکه بسیاری از رشته‌های علوم بشری بدون کمک و استفاده از آن گنگ و نامفهوم است. علم آمار و احتمال به این دلیل که در اغلب زمینه‌های فعالیتهای انسانی از آن بهره برده می‌شود، چنین جایگاه رفیعی را پیدا کرده است. البته باید توجه داشت که دستیابی به این جایگاه، مستلزم استفاده درست از روشهای آماری است و استفاده نادرست از آن، نتایج نادرستی را به بار می‌آورد. به همین دلیل استفاده کنندگان باید تلاش کنند که با آموزش لازم از بین روشهای درست، کاراترین شیوه را انتخاب نمایند. گزینش روشهای مناسب آماری مستلزم یادگیری و آموزش است. بررسی‌های آماری به صورت گزارشهای اقتصادی، اجتماعی، صنعتی و بکار برده می‌شود و تصور زندگی امروز بدون در دست داشتن شکل‌های مختلف اطلاعات آماری امکان پذیر نیست.

درسهایی که تحت عنوان روشهای آماری به دانشجویان آموزش داده می‌شود، برای عده زیادی حتی آن دسته از دانشجویانی که در سایر دروسهای دانشگاهی موفق هستند، دشوار است. دلیل این مشکل، احتمالاً نداشتن زمینه و اطلاعات ریاضی نیست. این گونه دانشجویان اغلب یاد نگرفته‌اند به معنای آنچه مطالعه می‌کنند دقت و توجه لازم را مبذول نمایند و یا در بیان آنچه آموخته‌اند دقت کافی داشته باشند. در اغلب کتب آماری، جنبه‌های عملی مفاهیم آمار و احتمال مغفول مانده و یا به مقدار کافی به آن پرداخته نشده است. از آنجا که درک عمیق مسائل آمار و احتمال به بررسی دقیق و موشکافانه آنها نیاز دارد لذا پرداختن به مسائل عملی همواره یکی از مهم‌ترین روشهای نیل به این هدف می‌باشد. در این کتاب سعی شده است تا بدون استفاده از روشهای پیچیده ریاضی و با استفاده از مسائل روزمره و قابل فهم، ماهیت اندیشه و تفکر آماری توضیح داده شود. در واقع نویسنده این کتاب، تجربه چندین سال کاربرد آمار در صنعت را با زبانی ساده بیان نموده و ضمن حل مسائل مبتلابه، تکنیک‌های کلاسیک و نوین آماری را توصیف می‌نماید.

این کتاب یکی از بهترین کتاب‌های آماری از نوع خود است که در باره گردآوری داده‌ها، نمایش داده‌ها، مدل‌سازی رفتار تصادفی (بر مبنای توزیع‌های احتمال)، برآورد و آزمون، نمودارهای کنترل، تحلیل رگرسیون خطی و طرح آزمایشها بحث می‌کند و می‌تواند بطور مستقیم و غیر مستقیم

دانشجویان بهتر بتوانند این نمودارها را درک کنند، به تعویق افتاده است. نمودارهای پراکندگی در فصل ششم همزمان با بحث ساده ای از رگرسیون خطی، جایی که می‌توان به بهترین وجه ممکن از نمودارها استفاده کرد، معرفی شده‌اند.

به جای معرفی آماره‌های توصیفی مانند میانگین و واریانس نمونه در فصل اول یا دوم و به کارگیری آنها در زمان بررسی توزیع و برآورد نمونه‌ای سعی کرده‌ام این مفاهیم را دقیقاً در زمانی که به آنها نیاز است، یعنی در ابتدای فصل سوم، ارائه کنم.

در این کتاب ترجیح داده‌ام که به مباحث احتمالات، توزیع‌های احتمال گسسته، توزیع‌های احتمال پیوسته، توزیع‌های احتمال نمونه‌ای، فاصله‌های اطمینان و آزمونهای فرض در فصول جداگانه پردازم و به جای آن کلیه مباحث در دو فصل ارائه و روی نکات ضروری و کاربردهای آنها تاکید کنم.

در این کتاب نمودارهای کنترل بلافاصله بعد از فصلی در خصوص برآورد و آزمون ارائه شده است و نشان می‌دهد که چگونه می‌توان یک نمودار کنترل را بعنوان دنباله‌ای از آزمون‌های فرض در نظر گرفت. در این فرآیند ما دو هدف را دنبال می‌کنیم: نخست ایجاد یک رابطه بین دو روش مهم آماری، دوم ساخت یک زمینه مناسب برای بحث متوسط طول اجرا.

تجربه من نشان می‌دهد که مهندسين در عمل، نسبت به مدل‌های سنتی تجزیه و تحلیل واریانس (ANOVA)، نیاز بیشتری به طرح فاکتوریل 2^k و شاخه‌های آن و RSM دارند. ارائه یک درس در یک ترم، زمان کافی برای پرداختن به دو روش ANOVA و RSM را فراهم نمی‌کند و لذا در این کتاب روش RSM را انتخاب کرده‌ام زیرا به اعتقاد من این روش در عمل برای مهندسين بسیار مفیدتر است.

دامنه وسازماندهی مطالب

در تدوین این کتاب، نیازهایم، به عنوان یک مهندس، به ابزارهای آماری در مسائل عملی و واقعی همواره مد نظر بوده است. چهار فصل اول به مباحث اساسی و مورد نیاز در فصلهای پنجم تا هفتم اختصاص داده شده است.

مقدمه مؤلف

اهداف

هدف از نگارش این کتاب، پاسخگویی به نیاز مبرم مهندسين و ايجاد نگرشي جديد به آمار مهندسي در دانشجويان است که نتیجه سالها تجربه من بعنوان مهندس شرکت فابر- کاستل¹ است. رشته های مهندسي در دانشگاه، مشاور صنعتي و همچنين به عنوان مدرس یک دوره درسي کوتاه مدت برای مهندسين می باشد.

در اینجا تلاش کرده ام که بدون هیچ گونه جانبداری یا مُد زدگی مبنای محکمی برای کاربردهای مناسب آمار در مهندسي ايجاد کنم. هسته اصلي مباحث آماری را به روشی کاملاً هماهنگ با آخرین مطالب مقالات علمی در آمار صنعتي تنظيم کرده ام. انتظار دارم دانشجويان، مبانی آماری مورد نیاز فرآیندهای کنترل، مدل سازی و طرح آزمایشها را از طریق تعداد زیادی مثال های واقعی فراگیرند. این کتاب بر استفاده از روش های گرافیکی و نرم افزارهای کامپیوتری در تجزيه و تحليل داده های واقعی مهندسي تاکید دارد. بیش از همه، تاکید بر آموزش تفکر آماری مناسب در قالب روشهای مهندسي است.

جنبه های بدیع کتاب

گنجانیدن تمام مطالب لازم، که باید در یک ترم آمار مهندسي ارائه شود، به هماهنگی دقیق نیاز داشته و ضروری است از بعضی مطالب چشم پوشی شود. دوستانم در صنعت به تاکید روی مباحثی چون نمودارهای کنترل، تجزيه و تحليل رگرسیون و رویه پاسخ² (RSM) اصرار دارند. برای ارائه این مطالب با جزئیات کافی لازم است تا مطالب پایه ای و معمول به روشی کارآمد و مفید ارائه شوند.

با توجه به شرایط مذکور، بحث کامل و مجزایی برای توصیف هیستوگرام ها ارائه نشده است اما به جای آن در بخشی که نمایش های گرافیکی به کمک نرم افزار توضیح داده شده اند به معرفی هیستوگرام نیز پرداخته ام. در فصل دوم صحبتی از نمودار احتمال نرمال یا نمودارهای پراکندگی نشده است و معرفی آنها تا فصل سوم، بعد از بحث توزیع احتمال نرمال، جایی که

1) Faber Castel

2) Response surface Methodology

می‌کند که در آنها نمودارهای کنترل به عنوان دنباله‌ای از آزمونهای فرض دیده شده‌اند. در این فصل مفاهیمی چون متوسط طول اجرا، قواعد اجرا و نمودار CUSUM ارائه شده است.

فصل ششم از طریق تحلیل رگرسیون، دانشجویان را با مدل‌های خطی آشنا می‌کند و بر به کارگیری نرم افزارهای مناسب تاکید می‌نماید. در این فصل، آنالیز مانده‌ها، کشف نقاط نافذ و مؤثر، همخطی چندگانه و تبدیلات مورد بحث قرار می‌گیرد.

فصل هفتم مهمترین موضوعات در RSM را ارائه می‌دهد. این بحث نتیجه یک دوره کوتاه مدت چهار روزه است که من و همکارانم در خصوص طرح آزمایشها برای مهندسين ارائه دادیم. این بحث با مروری بر طرح آزمایشها شروع می‌شود و طرح‌های دو سطحی که استفاده صنعتی نسبتاً زیادی دارند را با جزئیات کامل بررسی می‌کند سپس فرآیند بهینه‌سازی از طریق دنباله‌ای از آزمایشات پی‌گیری می‌شود. در این فصل دانشجویان می‌آموزند چگونه مسیری با سریعترین رشد را تولید کرده و طرحهای مرکب مرکزی را بسازند. این فصل چگونگی تحلیل پاسخهای چندگانه به وسیله نرم افزارهای موجود را آموزش می‌دهد و با ارائه طرح پارامتری توانمند و تحلیل دقیق آن در RSM خاتمه می‌یابد.

پیشنهادها یی برای استفاده از کتاب

در ابتدا قصد داشتم یک کتاب درسی برای درس آمار مهندسی بنویسم اما آمار مهندسی جدید، مطالب متفاوت و زیادی برای افراد متفاوت و مدرسینی که درس را در یک ترم آموزش می‌دهند دربردارد. آنهایی که علاقمند و تاکید بر آمار صنعتی دارند می‌توانند فصل اول را تدریس و سپس به‌دقت، موضوعاتی را از فصول دوم تا چهارم انتخاب کنند آنگاه با جزئیات کامل به تدریس قسمت عمده‌ای از فصول پنجم تا هفتم بپردازند. دیگر مدرسین می‌توانند فصول اول تا چهارم را با جزئیات کامل تدریس کرده و سپس موضوعاتی از فصول پنجم تا هفتم را به‌دقت انتخاب و آموزش دهند. تجربه من نشان می‌دهد که در این دو حالت مطالب کتاب بخوبی جوابگو خواهد بود.

مدرسین همچنین می‌توانند کتاب را در دو ترم تدریس کنند. در این صورت تدریس فصول اول تا چهارم و نیمه اول فصل پنجم را برای ترم اول و بقیه را برای ترم دوم پیشنهاد می‌کنم.

موارد پژوهشی و پروژه‌های دانشجویی

اغلب فصول شامل یک موضوع پژوهشی است که چگونگی بکارگیری روشهای آماری در شرکت فابریکاس - کاستل برای بهبود تولید لوازم التحریر را ارائه می‌دهد. آنها مثالهایی از به کارگیری آمار برای

فصل اول، روش مهندسی و نقش ویژه آمار در آن را معرفی می‌کند. در این فصل ضمن آشنائی دانشجویان با مفاهیم مدل‌های احتمالی، روشهای گردآوری داده‌ها، نمونه‌گیری و چگونگی طرح آزمایشها نیز معرفی می‌گردد.

در فصل دوم خلاصه‌ای از ابزارهای گرافیکی ساده برای تجزیه و تحلیل داده‌ها ارائه شده است. این فصل بر نمایش ساقه و برگ^۱ و نمودار جعبه‌ای به دلیل اینکه به سادگی قابل اجراست تاکید دارد. این روش با جزئیات کافی بحث شده است بطوریکه مدرس وقت کمتری را صرف توصیف روش نماید و بیشتر به تفسیر و تحلیل نتایج آن پردازد. بعلاوه در این فصل چگونگی تولید نمودارها، هیستوگرامها و نمودار زمانی به کمک نرم افزارهای مناسب بحث و بررسی شده است. در بسیاری موارد، دانشجویان مهندسی رسم دستی نمودار ساقه و برگ را ساده تر از رسم هیستوگرام می‌بینند. به هر حال استفاده از نرم افزارهای مناسب کامپیوتری، بکارگیری ابزارهای مختلف بررسی را ساده می‌کند و لذا بحث هیستوگرام را در فصل مربوط به بررسی نرم افزارها قرار داده‌ام. در تمام این فصل، ابزارهای گرافیکی برای تجزیه و تحلیل داده‌های واقعی مهندسی به کار گرفته شده‌اند.

فصل سوم، مدل‌سازی رفتارهای تصادفی به کمک توزیع احتمالات را بررسی می‌کند. در اینجا بحث مختصری در خصوص احتمالات ارائه شده و سریعاً به توزیع‌های احتمال اصلی مورد نیاز در احتمالات و قابلیت اعتماد پرداخته‌ام. در این فصل نمودار توزیع احتمال نرمال به منظور تطبیق فرض نرمال بودن توزیع، که مورد نیاز آمار کلاسیک می‌باشد، ارائه گردیده است.

فصل چهارم، مفاهیم پایه‌ای برآورد و آزمون را پوشش می‌دهد. در این فصل سعی بر این است که مدرس متناسب با سلیقه و علاقه‌اش روی یکی از بحث‌های فاصله‌های اطمینان یا آزمونهای فرض تاکید کند. در اینجا نمایش ساقه و برگ، نمودار جعبه‌ای و نمودار احتمال نرمال برای تطبیق فرض‌های مورد نیاز بکار گرفته شده‌اند.

در فصل پنجم قسمت اصلی کتاب شروع می‌شود جایی که نشان می‌دهیم چگونه یک تفکر آماری خوب می‌تواند آزمون فرضها که یک ابزار اساساً عددی است را به یک ابزار قوی تجزیه و تحلیل یعنی نمودارهای کنترل تبدیل کند. این فصل به خوبی روحیه و تمایل مقالاتی را دنبال

نه تنها نمودار کنترل را بتوان یک ابزار گرافیکی معرفی می‌کند بلکه توضیح می‌دهد که چگونه می‌توان بوسیله نمایش ساقه و برگ مشخص کرد آیا حجم زیرگروه، مناسب فرآیند مورد مطالعه می‌باشد یا خیر. فصل‌های ششم و هفتم به طور گسترده از نمودار مانده‌ها استفاده می‌کنند تا اطمینان حاصل شود که آیا فرضهای بکار گرفته شده در تجزیه و تحلیل قابل قبول‌اند یا خیر.

استفاده از کامپیوتر

آمار مهندسی جدید باید روی تحلیل ترسیمی داده‌ها تمرکز کند که الزاماً نیاز به استفاده وسیع از کامپیوتر دارد. در این متن فرض شده است که دانشجویان حداقل به یک نرم افزار خوب آماری دسترسی دارند. در این کتاب بویژه از نرم افزارهای **SAS** و **Spplus** استفاده شده است اما دانشجویان می‌توانند از هر نرم افزار مناسبی برای انجام تمرینات استفاده کنند. در زمان تدریس این درس، یک نسخه دانشجویی از نرم افزار آماری استاندارد را در اختیار دانشجویان قرار داده شدیدی دانشجویان را به استفاده از کامپیوتر و انجام تحلیل‌های ساده ترغیب کردم و توصیه نمودم که با استفاده از کامپیوتر نمودار ساقه و برگ، نمودار جعبه‌ای و نمودار توزیع نرمال را برای تطبیق فرضهایشان ترسیم کنند حتی اگر قبلاً این کار را به طور دستی انجام داده‌اند. استفاده از کامپیوتر به ویژه در فصل پنجم (نمودارهای کنترل) از اهمیت بالایی برخوردار است زیرا در این فصل به پردازش حجم زیادی از داده‌ها و تولید نمودارهای دقیق نیاز داریم. در فصل ششم (تحلیل رگرسیون) و فصل هفتم (RSM) که نیاز به انجام محاسبات زیادی برای رسم دقیق نمودار مانده‌ها دارند، استفاده از کامپیوتر ضروری است.

تجزیه و تحلیل داده های واقعی توسط مهندسين را به نمایش می گذارند. من اغلب از آنها برای ارائه مثالهایی استفاده می کنم که لازم است بحث با جزئیات بیشتری دنبال شود.

بیشتر فصول شامل مفاهیمی برای تعریف پروژه های کوچک دانشجویی است که تکالیف آنها را تکمیل می کند. من اغلب از آنها برای تاکید بر یک مفهوم خاص استفاده می کنم. به ویژه تجربیات دمیگ رد بد¹ و منجیق. علاوه بر این فعالیتهای محدود، من همچنین شدیداً به اهمیت پروژه های ترمی اعتقاد دارم. به طور معمول، از دانشجویان می خواهم که به دلخواه کارخانه ای را انتخاب و برای آن طرحی را تعریف و آن را مطالعه و تجزیه و تحلیل کنند. فصل اول، مطالب کافی برای ایجاد انگیزه در دانشجویان برای تعریف پروژه را در بر دارد. در انتهای ترم وقتی که آنها تجربیات خود را جمع بندی و داده های مورد نیاز را گردآوری کردند مطالب لازم برای تجزیه و تحلیل نتایج ارائه می گردد.

مثال ها و تمرین ها

هدفم، ارائه روشهای آماری در قالب مسائل واقعی مهندسی است. دانشجویان خواهند دید که چگونه آمار برازنده و مناسب برای حل مسائل مهندسی است. همچنین سعی کرده ام که مهندسين، آمار را در حد ممکن از طریق مثالها بیاموزند. قسمت عمده مثالها و تمرینات از داده هایی استفاده می شود که از مجلات علمی استخراج شده است و یا نتیجه تجربیات خودم به عنوان یک مشاور است. در حد توان سعی شده است تا به مثالها و تمرینات پوشش مهندسی داده شود. تمرین ها بر تجزیه و تحلیل خوب مطالب در قالب خاص مهندسی تاکید دارند.

استفاده از گرافیک

تجزیه و تحلیل های جدید آماری نیاز به استفاده متفکرانه و وسیع از گرافیک دارند. در این کتاب در هر فصل بعد از مقدمه بطور وسیع از گرافیک استفاده شده است. فصل دوم توضیح می دهد که چگونه استفاده مناسب از گرافیک می تواند بصیرت و بینشی برای تحلیل داده های مهندسی ایجاد کند. فصل سوم نمودار احتمال نرمال را معرفی و چگونگی استفاده از آن برای بررسی فرض نرمال بودن توزیع را نشان می دهد. فصل چهارم به چگونگی استفاده از نمایش ساقه و برگ، نمودار جعبه ای و نمودار توزیع احتمال نرمال برای تطبیق فرضهای مورد نیاز در استنتاج آماری می پردازد. فصل پنجم