

نظریه خطاها

(Theory of Errors)

مؤلف:

دکتر میر رضا غفاری، زین

دکتری تخصصی مهندسی نقشه‌برداری - ژئودزی

از دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

سرشناسه : غفاری رزین، میررضا، ۱۳۶۳.
 عنوان و نام پدیدآور : تئوری خطاها = Theory of Errors / مولف میررضا غفاری رزین.
 مشخصات نشر : ارومیه: آینا، ۱۳۹۶.
 مشخصات ظاهری : ۱۱۱ ص. : مصور، جدول.
 شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۸۱۶۱-۰۷-۳
 وضعیت فهرست نویسی : فیبا
 یادداشت : کتابنامه: ص. [۹۱].
 موضوع : اشتباه‌ها — نظریه
 موضوع : Error analysis (Mathematics)
 موضوع : نقشه‌برداری
 Surveying : موضوع
 موضوع : آمار ریاضی
 Mathematical statistics : موضوع
 موضوع : نگاه‌ها (ریاضیات)
 موضوع : Mappings (Mathematics)
 رده بندی کنگره : ۱۳۹۶ ت ۷ ق ۷۵ Q
 رده بندی دیویی : ۵۱۱ .۳
 شماره کتابشناسی ملی : ۹۲۲۱ ۸



آدرس انتشارات : ارومیه، خیام جنوبی سنگفرش، کوی تربیت، پلاک ۳، واحد ۵، انتشارات آینا، تلفاکس: ۰۴۴-۳۲۲۵۶۵۱۰

عنوان کتاب: تئوری خطاها

مولف: میررضا غفاری رزین

ناشر: انتشارات آینا

نوبت چاپ: اول

سال چاپ: ۱۳۹۶

تیراژ: ۱۰۰۰ جلد

طراح روی جلد: جواد ولی زاده

محل نشر: ارومیه

حق چاپ و نشر برای ناشر محفوظ است.

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۸۱۶۱-۰۷-۳

قیمت: ۱۲۰۰۰ تومان

هر کس کلمه‌ای را به من بیاموزد، مرا بنده خویش ساخته است. امام علی (ع)

درس تئوری خطاها یکی از دروس مهم و کاربردی رشته مهندسی نقشه‌برداری بوده و به عنوان پیش نیاز درس تعدیل و سرشکنی شناخته می‌شود. در این درس مفاهیم بسیار مهمی همانند خطا، دقت، صحت، انتشار خطا و قوانین واریانس و کوواریانس مورد مطالعه قرار می‌گیرند. بر اهمیت بودن این درس و همچنین کمبود منابع فارسی مناسب در این زمینه و نیز بر محتوا بودن منابع فارسی بنده را بر آن داشت تا کتاب حاضر را تهیه و تدوین نمایم. در نگارش این کتاب از تجربیات خود در امر تحصیل و تدریس در زمینه تئوری خطاها و تعدیل و سرشکنی و نیز سایر منابع فارسی و انگلیسی استفاده نمودم. فصل‌بندی کتاب و همچنین مطالب داخل آن، بگونه‌ای تدوین شده است تا نیاز دانشجویان و محققین عرصه مهندسی نقشه‌برداری را تا حد ممکن بر طرف سازد.

این کتاب در پنج فصل تهیه شده است. در فصل اول بررسی خطا پرداخته شده و مفاهیم دقت و صحت معرفی می‌شوند. در فصل دوم مفاهیم آماری مورد نیاز جهت بحث‌های تئوری خطاها آورده شده است. بخش سوم انواع توزیعات کاربردی و مورد استفاده در مهندسی نقشه‌برداری را مورد مطالعه قرار داده است. در بخش چهارم به معرفی و بررسی مفهوم انتشار خطا پرداخته شده و با ارائه مثال‌هایی به بررسی ابعاد مختلف این روش پرداخته شده است. سرانجام در بخش پنجم مفهوم کمترین مربعات بصورت ساده و مختصر مورد مطالعه قرار گرفته است. همچنین کتاب دارای دو ضمیمه در مورد جداول توزیع آماری و همچنین جبر خطی و ماتریسی می‌باشد.

طبیعتاً هیچ نوشته‌ای خالی از خطا و اشتباه نیست و با وجود دقتی که در تهیه مطالب این کتاب مبذول شده است، باز هم خطاهایی را در بر خواهد داشت. لذا از خوانندگان محترم،

محققین و پژوهشگران گرامی تقاضا می‌گردد انتقادات سازنده خود را به سمع و نظر اینجانب برسانند تا در ویرایش‌های بعدی مد نظر قرار گیرد.

در پایان بر خود لازم می‌دانم از زحمات کلیه اساتید بزرگوام در طول دوران تحصیل، همچنین از دوستان و همکارانم تشکر و قدردانی نمایم. همچنین از همسر عزیزم که همواره پشتیبان من بوده و در تهیه این کتاب بسیار به بنده کمک و یاری رساندند، تشکر می‌کنم.

میر رضا غفاری رزین

mirreza_ghaffari@yahoo.com

www.ketab.ir

مقدمه

نقشه‌برداری علم و تکنیک تعیین دقیق موقعیت سه بعدی نقاط روی زمین می‌باشد که هدف آن انجام مشاهداتی نظیر اندازه‌گیری طول و زاویه بین نقاط مذکور برای تهیه نقشه است. به عبارت دیگر نقشه‌برداری عبارت است از علم و فن نمایش عوارض زمین روی کاغذ و پیاده کردن طرح‌های ایجاد شده در روی نقشه به روی زمین. رشته مهندسی نقشه‌برداری که امروزه گاهی اوقات مهندسی ژئودزی و ژئوماتیک نیز خوانده می‌شود در برگیرنده کلیه فعالیت‌های است که به نوعی منجر به برآورد مختصات یک یا چند نقطه از سطح زمین می‌گردد. امروزه با گسترش دامنه فعالیت‌های مهندسی نقشه‌برداری شاهد حضور آن در سایر کاربردهای علمی - تحقیقاتی و صنعتی اعم از کنترل سدها، برج‌های بلند، هدایت هواپیماها، پیش‌بینی زلزله، باستان‌شناسی، ساخت قطعات صنعتی و ... می‌باشیم. به همین سبب شاید بتوان نام مهندسی ژئودزی ژئوماتیک را دارای وجه تسمیه مناسب‌تری برای این رشته دانست.

شاید بتوان این موضوع را بیان داشت که بدست آوردن مشاهدات جهت تعیین موقعیت سه بعدی که اصلی‌ترین هدف رشته نقشه‌برداری را دربر می‌گیرد از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است، زیرا که با کمک مشاهدات بدست آمده از شیعت فیزیکی (با تجهیزات ساخته دست بشر) و نیز استفاده از ارتباط مابین مشاهدات و مجهولات، می‌توان با روش‌های مختلف ریاضی و هندسی موقعیت سه بعدی را تعیین کرد. اما در این میان عوامل مختلفی وجود دارند که بر چگونگی بدست آوردن موقعیت تأثیرات عمده‌ای خواهند داشت به عنوان مثال: چگونگی انجام مشاهدات (روش‌های جمع‌آوری)، نوع مشاهدات، تعداد مشاهدات، ابزارهای لازم جهت انجام مشاهدات، مدل‌های ریاضی مورد استفاده جهت برآورد مجهولات و از همه مهمتر دقت مجهولات مورد نظر (موقعیت‌های سه بعدی). دقت مفهومی است که در بدست آوردن مجهولات از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار می‌باشد چه اگر همه مراحل مورد نظر بدرستی انجام گیرد اما دقت لازم در مجهولات حاصل نشود موقعیت‌های بدست آمده کارایی چندانی نخواهند داشت. البته لازم بذکر است که دقت و

مفهوم آن و چگونگی دستیابی به دقت‌های مورد نظر به عوامل مختلفی مانند: نوع مشاهدات، روش‌های اندازه‌گیری، مدل‌های ریاضی و ترم‌های موجود در آن و بستگی خواهد داشت که در قسمت‌های مختلف این کتاب در مورد آنها توضیح داده خواهد شد.

مفهوم دقت معمولاً هم ارز با مفهوم خطا بکار برده می‌شود مثلاً دقت بالا معادل با خطای کمتر و برعکس آن مد نظر می‌باشد. خطا خود مفهومی است که به عوامل زیادی بستگی خواهد داشت و مهمترین تاثیر آن در برآورد مجهولات (موقعیت‌های سه بعدی) خواهد بود. شاید یکی از مهمترین مراحل در بدست آوردن مجهولات با دقت بالا، شناخت منابع خطاها، انواع خطاها، چگونگی تاثیر این خطاها بروی مشاهدات و در نتیجه مجهولات خواهد بود. با توجه به این نکته که مشاهده اصلی‌ترین و مهمترین ابزار جهت تعیین مجهولات می‌باشد در نتیجه وجود عوامل مختلف خطا در مشاهدات منجر به پایین آمدن دقت مجهولات خواهد شد، در واقع هر چه خطا در مشاهدات مستقیماً بر برآورد مجهولات اثرگذار خواهد بود. بنابراین بدست آوردن مشاهدات با کمترین خطا و یا استفاده از روش‌های مختلف جهت کاستن اثر خطا بروی مجهولات از اهمیت ویژه‌ای در نقشه‌برداری برخوردار است.

فصل اول:

مفاهیم خطا، انواع خطاها، رفتار خطاها و نحوه برخورد با این خطاها

۱-۱ تعاریف پایه و اساسی	۲
۱-۱-۱ مشاهده (OBSERVATION)	۲
۲-۱-۱ مجهول (UNKNOWN)	۳
۳-۱-۱ مدل ریاضی (MATHEMATICAL MODEL)	۳
۲-۱ ماهیت خطا	۴
۳-۱ انواع خطاها	۵
۱-۳-۱ خطاهای بزرگ و اشتباهات	۵
۲-۳-۱ خطاهای بصری (تدریجی یا جمع شونده)	۶
۳-۳-۱ خطاهای آنفیت	۷
۴-۱ مفهوم وزن مشاهدات	۸
۵-۱ مفهوم دقت و صحت	۹
۱-۵-۱ دقت	۹
۲-۵-۱ صحت	۹

فصل دوم:

آمار، مفاهیم احتمالات، قوانین احتمالات

۱-۲ مفهوم کلی احتمال	۱۲
۱-۱-۲ فضای نمونه، پیشامد تصادفی	۱۳
۲-۱-۲ آزمایش تصادفی	۱۳
۳-۱-۲ اصول کولموگروف	۱۳
۴-۱-۲ احتمال شرطی	۱۴
۵-۱-۲ قاعده ضرب احتمال	۱۴
۶-۱-۲ پیشامد مستقل، پیشامد وابسته	۱۴
۷-۱-۲ قضیه بیز	۱۵
۸-۱-۲ متغیر تصادفی	۱۶
۲-۲ احتمال	۱۶

۱۷	۱-۲-۲ متغیر تصادفی
۱۸	۲-۲-۲ تابع توزیع تجمعی
۱۸	۳-۲-۲ تابع چگالی احتمال
۲۰	۴-۲-۲ توزیع چند بعدی
۲۲	۵-۲-۲ توزیع حاشیه‌ای
۲۲	۶-۲-۲ استقلال
۲۳	۷-۲-۲ توزیع شرطی
۲۳	۸-۲-۲ آمار ریاضی
۲۶	۱-۲-۲ واریانس
۳۰	۱۱-۲-۲ گشتاور

فصل سوم:

انواع توزیعات کاربردی و مهم

۳۶	۱-۳ توزیع نرمال (توزیع گاوسی)
۴۰	۲-۳ توزیع T
۴۱	۳-۳ توزیع کای اسکوئر (χ^2)
۴۲	۴-۳ توزیع فیشر
۴۳	۵-۳ توزیعات چندبندی
۴۵	۶-۳ بیضی‌های احتمال ثابت
۴۹	۷-۳ انحراف معیار شعاعی در دو بعد
۵۰	۸-۳ بیضوی احتمال ثابت
۵۲	۹-۳ نمونه‌برداری، برآورد و اندازه‌های اطمینان
۵۳	۱-۹-۳ نمونه‌برداری
۵۴	۲-۹-۳ آماره‌های نمونه برای اندازه‌های موقعیت
۵۵	۳-۹-۳ آماره‌های نمونه برای اندازه‌های پراکندگی
۵۷	۴-۹-۳ برآورد (ارزیابی، تخمین)

فصل چهارم:

قانون پخش خطاها، انتشار میانگین، واریانس و کوواریانس

۶۱	۱-۴ قانون پخش خطاها
۶۲	۱-۱-۴ روابط خاص در انتشار خطاها
۶۵	۲-۴ انتشار میانگین

- ۴-۲-۱ انتشار میانگین برای توابع خطی ۶۶
- ۴-۳-۱ انتشار واریانس و کوواریانس برای توابع خطی ۶۸
- ۴-۴ انتشار خطای سیستماتیک ۶۹
- ۴-۵ قانون کوواریانس ۷۰
- ۴-۵-۱ کواریانس و ارتباط اندازه‌گیری‌ها ۷۵

فصل پنجم:

مقدمه ای بر تعدیل فروش کمترین مربعات

- ۵-۱ روش کمترین مربعات ۸۱
- ۵-۱-۱ فرم کوادراتیک (فرم دو خطی - فرم مربعی) ۸۵
- ضمیمه یک: -اول توزیع آماری ۹۱
- ضمیمه در. مخ سری از جبر ماتریسی ۹۵

www.ketab.ir