

تئوری برآورد و خطاها و تعدیل و سرشکنی

در علوم ژئوماتیک

www.ketab.ir

مهندس علی خزائی تبار

(استاد دانشگاه)

سرشناسه	:	خزائی تبار، علی، ۱۳۴۳-
عنوان و نام پدیدآور	:	تئوری برآورد و خطاها و تعدیل و سرشکنی در علوم ژئوماتیک/ علی خزائی تبار.
مشخصات نشر	:	تهران: انتشارات علم و دانش، ۱۴۰۰.
مشخصات ظاهری	:	۲۰۰ ص: مصور (بخشی رنگی).
شابک	:	۹۷۸-۶۲۲-۷۵۳۸-۴۹-۶
وضعیت فهرست نویسی	:	فیا
موضوع	:	ژئوماتیک
موضوع	:	Geomatics
موضوع	:	نظریه تخمین
موضوع	:	Estimation theory
موضوع	:	نقشه‌برداری
موضوع	:	Surveying
موضوع	:	فتوگرامتری
موضوع	:	Photogrammetry
رده بندی کنگره	:	TA۵۳۵
رده بندی دیویی	:	۵۲۶/۳
شماره کتابشناسی ملی	:	۸۵۱۵۷۹۶



نام کتاب • تئوری برآورد و خطاها و تعدیل و سرشکنی در علوم ژئوماتیک

مولف • علی خزائی تبار

ناشر • علم و دانش

نوبت چاپ • اول، مهر ۱۴۰۰

صفحه آرایي • محمد تیموری

طرح جلد • علی خزائی تبار

ناظر فنی چاپ • علی سامانی

چاپ/صحافی • باریت

شمارگان • ۵۰۰ جلد

قیمت • ۹۶ هزار تومان

شابک • ۹۷۸-۶۲۲-۷۵۳۸-۴۹-۶

نشانی: تهران، میدان انقلاب، خیابان انقلاب، بین اردیبهشت و ۱۲ فروردین، پاساژ اندیشه، طبقه همکف، واحد B6

تلفن: ۶۶۴۱۵۴۶۰-۶۶۴۱۵۴۵۹

ایمیل: teymori_۱۳۵۵@yahoo.com

سایت: www.elmo-danesh.ir

فهرست

بخش اول: علوم ژئوماتیک	۱۷
فصل اول: آشنایی با علوم ژئوماتیک	۱۹
مقدمه	۲۰
تعریف ژئوماتیکس	۲۱
نقشه برداری در ایران	۲۲
جایگاه مهندسی نقشه برداری و ژئوماتیک در تولید نقشه، اطلاعات مکانی و ارائه خدمات اطلاعاتی	۲۳
فصل دوم: کلیات علوم ژئوماتیک	۲۷
زیر شاخه های رشته ژئوماتیک	۲۸
نرم افزارهای نقشه برداری	۳۹
بخش دوم: تئوری برآورد	۴۹
فصل اول: تعاریف و مفاهیم کلی	۵۱
تعاریف و مفاهیم کلی	۵۲
تعریف برآورد	۵۳
انواع کلی برآورد	۵۵
انواع برآورد پروژه	۵۶
فصل دوم: روش های تعیین و تخمین در تئوری برآورد	۵۹
روش های تعیین و تخمین در تئوری برآورد	۶۰

۶۰	اهمیت "برآورد کردن" در پروژه‌های بزرگ
۶۱	مشکل Undere stimation
۶۱	مشکل Overe stimation
۶۱	برآوردن کردن و تخمین زدن در پروژه‌های کوچک
۶۲	خطای قابل قبول در برآورد هزینه و زمان پروژه
۶۳	برآورد هزینه نقشه برداری با GPS
۶۵	نقش سیستم موقعیت یاب جهانی در تئوری برآورد
۶۵	مراحل انجام یک پروژه نقشه برداری
۶۷	مراحل اجرای یک پروژه نقشه برداری
۶۷	تعیین پارامترهای مجهول
۷۱	بخش سوم: تئوری خطاها
۷۳	فصل اول: تئوری خطاها و اساس محاسبات سرشکنی
۷۴	تئوری خطاها و اساس محاسبات سرشکنی
۷۴	تئوری خطاها:
۷۵	انواع کلی خطاها
۷۶	عوامل ایجاد کننده خطا:
۷۶	بررسی خطاهای روش استادیومتری:
۷۷	خطاها در اندازه گیری زاویه:
۷۹	روش کوپل در اندازه گیری زاویه افقی:
۸۰	روش کوپل در اندازه گیری زاویه قائم:

۸۱	بررسی خطاهای ترازیابی:
۸۵	تعدیل خطا در ترازیابی
۸۷	خطاها در متر کشی:
۸۹	فصل دوم: نقاط تکیه گاه
۹۰	نقاط تکیه گاه
۹۰	انواع پیمایش در نقشه برداری
۹۳	مراحل و چگونگی انجام پیمایش
۹۴	روش ترسیمی پیمایش
۹۴	روش محاسبه ای پیمایش
۹۶	کنترل محاسبات در پیمایش بسته
۹۶	کنترل محاسبات در پیمایش باز:
۹۷	فصل سوم: سیستم‌های مختصات و تبدیلات آن‌ها به یکدیگر
۱۰۰	طبقه بندی سیستم‌های مختصات:
۱۰۲	سیستم‌های ژئودتیک:
۱۰۴	مقطع نصف النهاری زمین:
۱۰۸	آزیموت یا سمت جغرافیایی یک امتداد:
۱۰۸	ژیزمان یا گرای یک امتداد:
۱۰۹	بدست آوردن ژیزمان (G) از روی مختصات (روش محاسباتی):
۱۱۰	تبدیل مشاهدات ژئودزیک زمینی به سطح بیضوی مقایسه:
۱۱۰	تبدیل امتدادها و یا زوایای افقی:

تعریف تصویر متشابه:.....	۱۱۱
کمیت‌های اصلی گوس:.....	۱۱۱
فصل چهارم: سیستم‌های تصویر	۱۱۳
لزوم سیستم‌های تصویر.....	۱۱۴
شکل واقعی زمین:.....	۱۱۴
انواع کلی سیستم‌های تصویر.....	۱۱۶
تعریف میدان عمل سیستم تصویر:.....	۱۱۸
مراحل تشکیل سیستم تصویر.....	۱۲۰
انواع سیستم‌های تصاویر مشابه.....	۱۲۰
بخش چهارم: تعدیل و سرشکنی	۱۲۷
فصل اول: کلیات و تعاریف	۱۲۹
سه پارامتر مهم تعدیل و سرشکنی:.....	۱۳۰
نرم افزارهای تعدیل و سرشکنی:.....	۱۳۲
فصل دوم روش‌های تعدیل و سرشکنی	۱۳۹
مروری بر جبر خطی.....	۱۴۰
روش‌های موجود در حل یک دستگاه معادلات.....	۱۴۰
سرشکنی خطاهای اتفاقی مشاهدات به کمک مدل پارامتریک.....	۱۴۱
مدل پارامتریک:.....	۱۴۲
مدل شرط:.....	۱۴۲
سرشکنی خطاهای اتفاقی مشاهدات به کمک مدل شرط.....	۱۴۴

۱۴۵.....	تعریف شبه معکوس :::::
۱۴۶.....	سرشکنی خطاهای اتفاقی مشاهدات به کمک مدل ترکیبی :::::
۱۴۷.....	سرشکنی خطاهای اتفاقی مشاهدات به کمک قیود مجهولات :::::
۱۴۷.....	سرشکنی خطاهای اتفاقی مشاهدات همراه با پارامترهای وزن دار.....
۱۴۸.....	سرشکنی همراه با پارامترهای وزن دار :::::
۱۴۸.....	سرشکنی به روش‌های ترتیبی و هلمرت ولف.....
۱۵۰.....	سیستم موقعیت یاب جهانی در فرآیند سرشکنی :::::
۱۵۱.....	فیلترینگ کالمن.....
۱۵۳.....	سیستم دینامیک و مدل دینامیک یک سیستم.....
۱۵۴.....	روش سرشکنی کمترین مربعات.....
۱۵۵.....	تعریف قابلیت اطمینان درونی یک شبکه.....
۱۵۶.....	فرضیه آماری.....
۱۵۹.....	آزمون‌ها پیش از سرشکنی :::::
۱۵۹.....	آزمون نرمال بودن تابع توزیع مشاهدات :::::
۱۶۱.....	فصل سوم: تصحیحات و سیستم‌های ماهواره ای.....
۱۶۷.....	بایاس‌های مدار.....
۱۶۸.....	مدل نمودن بایاس‌های مدار.....
۱۶۹.....	اثرهای پراکندگی یونسفریک.....
۱۷۰.....	اثرهای تروپوسفریک.....
۱۷۰.....	ابهام فاز موج حامل.....

۱۷۱.....	Cycle slips عدم پیوستگی
۱۷۲.....	Multipath تصویر سازی
۱۷۴.....	خطاهای مشاهدات
۱۷۵.....	مختصات ایستگاه
۱۷۵.....	GPS ساختار سیگنال
۱۷۷.....	مسائل تعیین موقعیت
۱۷۷.....	سامانه‌های تعیین موقعیت ماهواره ای
۱۷۸.....	سامانه فاصله یابی لیزری ماهواره ای (SLR)
۱۸۲.....	LAGEOS کاربردهای ماهواره
۱۸۳.....	سامانه فاصله یابی لیزری با ماه (LLR)
۱۸۴.....	توزیع جهانی ایستگاه‌های سامانه VLBI
۱۸۵.....	اساس کار سامانه VLBI
۱۸۵.....	سامانه داپلر
۱۸۵.....	آرایش فضایی سامانه ترانزیت
۱۸۶.....	سامانه‌های تعیین موقعیت ماهواره ای
۱۸۷.....	مطالب مورد نظر در، زمینه GNSS
۱۸۸.....	ژئودزی ماهواره ای و سیر تکوینی آن
۱۸۹.....	مفاهیم اساسی در ژئودزی ماهواره ای جهانی GNSS
۱۹۰.....	شبکه ژئودزی ماهواره ای درجه یک
۱۹۰.....	کاربردهای ژئودزی ماهواره ای:

۱۷۱.....	Cycle slips عدم پیوستگی
۱۷۲.....	Multipath تصویر سازی
۱۷۴.....	خطاهای مشاهدات
۱۷۵.....	مختصات ایستگاه
۱۷۵.....	ساختار سیگنال GPS
۱۷۷.....	مسائل تعیین موقعیت
۱۷۷.....	سامانه‌های تعیین موقعیت ماهواره ای
۱۷۸.....	سامانه فاصله یابی لیزری ماهواره ای (SLR)
۱۸۲.....	کاربردهای ماهواره LAGEOS
۱۸۳.....	سامانه فاصله یابی لیزری با ماه (LLR)
۱۸۴.....	توزیع جهانی ایستگاه‌های سامانه VLBI
۱۸۵.....	اساس کار سامانه VLBI
۱۸۵.....	سامانه داپلر
۱۸۵.....	آرایش فضایی سامانه ترانزیت
۱۸۶.....	سامانه‌های تعیین موقعیت ماهواره ای
۱۸۷.....	مطالب مورد نظر در، زمینه GNSS
۱۸۸.....	ژئودزی ماهواره ای و سیر تکوینی آن
۱۸۹.....	مفاهیم اساسی در ژئودزی ماهواره ای جهانی GNSS
۱۹۰.....	شبکه ژئودزی ماهواره ای درجه یک
۱۹۰.....	کاربردهای ژئودزی ماهواره ای

پیشگفتار

تئوری برآورد (Estimation Theory) یکی از مباحث بسیار مهم و پایه در مهندسی نقشه‌برداری محسوب می‌شود. این درس در حقیقت تلفیقی از دو درس تئوری خطاها و تعدیل و سرشکنی است. مباحث مطرح شده در تئوری برآورد در ارتباط با تئوری خطاها و تعدیل و سرشکنی در رشته مهندسی نقشه برداری است. اهمیت بسیار زیاد موضوع برآورد در مسائل گوناگون مهندسی نقشه‌برداری و همچنین مواجهه با انواع خطا در فرآیند تجزیه و تحلیل مشاهدات و مجهولات از یک سو و از سویی دیگر رسیدن به دقت مورد نیاز و نتیجه مطلوب توجه به مباحث تئوری خطاها و تعدیل و سرشکنی و همچنین تئوری برآورد در نقشه‌برداری موضوعی ضروری و اجتناب‌ناپذیر است.

عناوین و مفاهیم خطا، انواع خطاها، رفتار خطاها و نحوه برخورد با این خطاها، آمار، مفاهیم احتمالات و قوانین احتمالات، انواع توزیعات کاربردی و مهم، قانون پخش خطاها، انتشار میانگین، واریانس و کوواریانس، کلیه تئوری‌های لازم برای بررسی خطا، و چگونگی انتشار خطا مورد بررسی قرار می‌گیرد.

در رفع خطا و سرشکنی روش‌های گوناگونی به کار گرفته می‌شود از جمله: روش کمترین مربعات، سرشکنی به روش مدل پارامتریک، سرشکنی به روش مدل شرط و غیره.

با عنوان سرشکنی به روش مدل ترکیبی، تمامی تئوری‌های مربوط به سه روش کمترین

مربعات، مدل پارامتریک، و مدل شرط مورد مطالعه قرار می‌گیرد

کلیه روش‌های سرشکنی به همراه قیدهای مختلف و روابط ریاضی با عنوان سرشکنی ترتیبی به بررسی کاربردها، با عنوان آزمون‌های آماری و تعیین فواصل اطمینان، روابط ریاضی لازم جهت انجام آزمون‌های آماری مختلف و تعیین فواصل اطمینان لازم برای انجام این آزمون‌ها روش کالمن فیلتر و با عنوان تبدیلات مختصات و کمترین مربعات، روابط ریاضی لازم جهت انجام تبدیلات مختصات مختلف ارائه شده و چگونگی استفاده از روش کمترین مربعات جهت برآورد پارامترهای مورد نیاز جداول توزیع آماری، جبر خطی و ماتریسی و غیره

سرشکنی یکی از مهم‌ترین و حساس‌ترین دروس مهندسی نقشه برداری است. در واقع هنر و خلاقیت یک اپراتور نقشه برداری و یا یک مهندس نقشه بردار را همین درس سرشکنی مشخص می‌کند.

برای رسیدن به نتایج صحیح و قابل اطمینان نیاز به محاسباتی دقیق است. روش‌های بیان خطا و سرشکنی آن‌ها یکی از مباحث بسیار مهم در محاسبات علوم ژئوماتیک و نقشه برداری است در این مباحث نقشه بردار به بیان دقت نتایج حاصل از انجام مشاهدات خود و سرشکنی مناسب خطاها بر روی مشاهدات تا رسیدن به نتایجی هرچه نزدیک‌تر به واقعیت می‌پردازد. پس می‌توان نتیجه گرفت که اطلاعات و آگاهی نقشه بردار از این علوم امری اجتناب‌ناپذیر است زیرا می‌توان گفت کاری ارزش دارد که علاوه بر نتایج به بیان دقت نتایج نیز پرداخته باشد

مطالعه فرایند با کمک روش انتشار خطا در مدل‌های ژئوماتیک باعث باز شدن افق‌های

جدیدی در بررسی مدل‌های اکولوژیک شده و قواعد جدیدی در ایجاد و کنترل داده‌ها و نتایج حاصل از این مدل‌ها، ایجاد کرد. همچنین در راستای اجرای بهینه این دست مطالعات، الگوهای جدیدی متشکل از روشی معین برای ایجاد متا دیتا و مدل‌های مفهومی کار توگرافی اکولوژیک تدوین شد.

ژئومتیکس علم جمع‌آوری، تحلیل و تفسیر داده‌ها، مخصوصاً داده‌های مربوط به سطح زمین و همچنین مدل‌سازی، تحلیل و مدیریت داده‌های زمین مرجع است. بطور کلی ژئومتیکس علم و تکنولوژی مربوط به خصوصیات و ساختار داده‌های مکانی، روش‌های بدست‌آوری، سازماندهی، طبقه‌بندی، بررسی کیفیت، تحلیل، مدیریت، نمایش و همچنین نیاز ساختاری برای استفاده از این اطلاعات می‌باشد. ژئومتیکس با طیف وسیعی از علوم مرتبط است که هر کدام برای ارائه تصویری از جهان فیزیکی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

باتوجه به پیشرفت علم و تکنولوژی و ساخت دستگاه‌ها و تجهیزات مدرن و پیشرفته نقشه برداری علاوه بر دقت در کارها سرعت عملیات نیز به طور چشمگیر و خیره کننده ای افزایش یافته است و بر توان این رشته با ارزش مهندسی افزوده شده است. امید است تلاش صورت گرفته در ایجاد این اثر مورد استفاده دانشجویان، دانش پژوهان و علاقه مندان قرار گیرد.