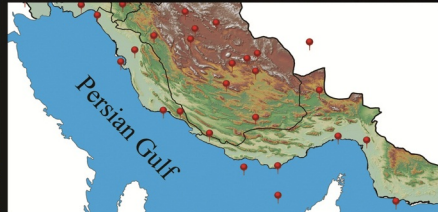
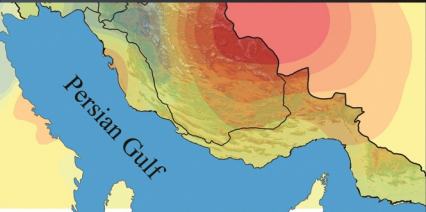


تحلیل فضایی داده‌های محیطی با زمین‌آمار

Geostatistical Analyst
GS⁺



تحلیل فضایی
داده‌های محیطی با
زمین‌آمار

زمین آمار به عنوان شاخه‌ای از علم آمار، از جمله علوم نوین در تحلیل فضایی داده‌های محیطی و شناسایی چگونگی توزیع آن‌ها به شمار می‌آید. در کتاب حاضر ضمن تبیین مبانی نظری زمین‌آمار، مهم‌ترین روش‌های تحلیل فضایی داده‌ها به روشی کارآمد و کاربردی بیان شده است. در لوح فشرده همراه کتاب، نرم‌افزارهای مورد نیاز تحلیل داده‌های محیطی همراه با لایه‌های تمرینی آورده شده است.

Spatial Analysis of Environmental Data using Geostatistics

Dr. Younes Khosravi
Esmail Abbasi

تألیف:

دکتر یونس خسروی
مهندس اسماعیل عباسی



دکتر یونس خسروی
مهندس اسماعیل عباسی

مطابق با سرفصل‌های دانشگاهی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری قابل استفاده برای رشته‌های علوم محیط زیست، معدن، زمین‌شناسی، کشاورزی، منابع طبیعی، نقشه برداری و جغرافیا





سرشناسه	: خسروی، یونس، ۱۳۶۲-
عنوان و نام پدیدآور	: تحلیل فضایی داده‌های محیطی با زمین‌آمار / تالیف یونس خسروی، اسماعیل عباسی.
مشخصات نشر	: زنجان: آذرکلک، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری	: ۲۸۲ ص: مصور، جدول.
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۶۳۵۹-۳۴-۲
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیپا
یادداشت	: کتابنامه: ص. ۲۷۴.
موضوع	: آرک جی. آی. اس.
موضوع	: زمین‌شناسی -- روش‌های آماری -- داده‌پردازی
موضوع	: تحلیل فضایی (آمار) -- نرم‌افزار
موضوع	: زمین‌شناسی -- روش‌های آماری -- برنامه‌های کامپیوتری
شناسه افزوده	: عباسی، اسماعیل، ۱۳۵۹.
رده‌بندی کنگره	: ۱۳۹۴ هخ ۱۸ / ۲ QE۳۳
رده‌بندی دیویی	: ۵۵.۰/۷۲
شماره‌ی کتاب‌شناسی ملی	: ۴۱۷۶۵۶۹



تحلیل فضایی داده‌های محیطی با زمین‌آمار

مولف: یونس خسروی، اسماعیل عباسی

حروف‌چینی و صفحه‌آرایی: لیلا احدی

طرح جلد: نسربین عباسی

سال انتشار: ۱۳۹۵

نوبت انتشار: اول

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

لیتوگرافی: ولیعصر (عج)

قیمت: ۱۵۸۰۰ تومان

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۶۳۵۹-۳۴-۲

ناشر: آذرکلک

نشانی: زنجان، آزادگان، مجتمع اداری سهند، واحد ۵۰۲

تلفن: ۰۳۴-۳۳۴۱۱۵۸۳، نمابر: ۰۳۴-۳۳۴۱۱۵۸۴

www.azarkelk.com

تمامی حقوق مادی و معنوی این اثر محفوظ است.

تحلیل فضایی داده‌های محیطی با زمین آمار

تألیف

دکتر بیونس خسروی

عضو هیات علمی دانشگاه زنجان

مهندس اسماعیل عباسی

پیشگفتار

بی‌شک یکی از مهم‌ترین و کلیدی‌ترین موضوعات جوامع امروزی، محیط اطراف و عناصر موجود در آن است. عناصری که با رفتارهای گوناگون خود، رنگی دیگر به این محیط بخشیده‌اند. شناخت این‌گونه رفتارها و بررسی نحوه تأثیرگذاری این عناصر، امروزه یکی از دغدغه‌های جوامع علمی و حتی مردم عامی است. دانش بشری در طول رشد و شکوفایی خود گام‌های مؤثری در این رابطه برداشته است و در این فرآیند، مدل‌سازی را به‌عنوان یکی از مهم‌ترین راهکارها برای غلبه بر نادانسته‌های خود برگزیده است. یکی از مهم‌ترین روش‌های مدل‌سازی، زمین‌آمار است که شامل مجموعه‌ای از ابزارهای تکنیکی برای حل مسائل محیطی و ارزیابی‌های زمانی و مکانی پدیده‌های محیطی- فیزیکی است. برای حل این‌گونه مسائل، هرچند می‌توان از روش‌های آمار کلاسیک استفاده کرد، اما مزیتی که زمین‌آمار نسبت به آمار کلاسیک دارد، به‌واقع در نحوه نگرشی است که به رابطه‌ی بین پدیده‌های اطراف انسان دارد. روش‌های آمار کلاسیک در توجه به موقعیت، آرایش و همبستگی بین مشاهدات دقت کافی ندارند. این در حالی است که زمین‌آمار توجه ویژه‌ای به همبستگی و ساختار مکانی داده‌ها دارد؛ به‌طوری‌که در این تکنیک، نخست وجود یا عدم وجود ساختار مکانی بین داده‌ها بررسی شده و سپس در صورت وجود ساختار مکانی، داده‌ها تحلیل می‌شوند. بهره‌برداری از تکنیک مورد نظر، بدون نرم‌افزار تخصصی آن، کاری طاقت‌فرسا بوده و در برخی مواقع حتی شاید امکان‌پذیر نباشد. از جمله نرم‌افزارهایی که به‌منظور مدل‌سازی روش‌های زمین‌آمار و انجام توابع زمین‌آمار مورد استفاده قرار می‌گیرند، می‌توان به *Easy Krig*، *xploStat*، *Geo-EAS*، *GS+*، *Gstat*، *SAGA*، *ArcGIS* و *GS+* دو نرم‌افزار و *Geo-EAS*، *GS+*، *Gstat*، *SAGA*، *ArcGIS* و *GS+* اشاره کرد. در این بین، دو نرم‌افزار *GS+* و *ArcGIS* (Geostatistical Toolbox) جامعیت بیشتری دارند؛ از این روی، در این کتاب سعی شده است تا این دو

نرم-افزار به‌طور کامل و جامع معرفی شوند.

کتاب حاضر شامل بر دو بخش است. بخش اول به مباحث تئوری زمین‌آمار و بخش دوم به مباحث عملی آن می‌پردازد. در بخش اول ۴ فصل کلیات زمین‌آمار، آمار پایه، آمار مکانی و روش‌های میان‌یابی داده‌های محیطی مورد بحث قرار گرفته است. بخش دوم نیز به ترتیب به نرم‌افزارهای زمین‌آماری «GS⁺» و ابزار «Geostatistical Analyst» موجود در نرم‌افزار ArcGIS10.3 پرداخته است و تمام جوانب فنی آن‌ها، به‌طور جامع تشریح شده است.

به سرانجام رسیدن این کتاب، بدون همکاری بی‌دریغ دوستانی که ما را رهین الطاف خود نموده‌اند، امکان‌پذیر نبوده است. در این میان به‌ویژه باید از آقای دکتر حمیدرضا سلمانی که ویراستاری ادبی این اثر را به عهده داشته‌اند و همچنین آقای دکتر یاسر صفری که ویراستاری علمی این اثر را انجام داده‌اند، یاد کرد که در این مسیر زحمات بیشتری را متحمل شده‌اند. دوستان دیگری نیز در این مسیر، همراه ما بوده‌اند که سپاسگزاری از ایشان فرض عین است، از همه آن‌ها، صمیمانه سپاس‌گزار هستیم. همچنین نویسندگان این کتاب از انتشارات آذرکلک و به‌ویژه آقای دکتر محسن کلانتری کمال تشکر را دارند.

این کتاب را، با تمام نقایص آن، به‌عنوان یادگار روزهای تجربه‌اندوزی و پست و بلند آن، به خانواده‌ی عزیزم، به‌ویژه دخترم دلسا، تقدیم می‌کنم؛ این کمترین سپاس‌گزاری خواهد بود از لطف‌های ایشان که مرارت‌های حاصل از درگیری‌های کاری نویسنده را، با گشاده‌رویی، همیشه پاسخ گفته‌اند.

کاستی و نقص، ماهیت اعم اغلب کارهای بشری است، به‌ویژه برای نویسندگان و کسانی که در آغاز راه هستند. امیدواریم اساتید فن و کارشناسان محترم، با راهنمایی‌های سودمند خود، ما را در مسیر تکمیل و تتمیم آموخته‌ها و اصلاح نقایص این کتاب، یاری دهند و لغزش‌های راه یافته به متن را، از روی لطف به اطلاع مؤلفین برسانند؛ دست کم به این سبب که کمکی است به آگاهی دیگران. دوستان و اساتید گران‌قدر، می‌توانند نظرات خود را در باب این اثر، به نشانی پست الکترونیکی Khosravi@znu.ac.ir ارسال نمایند.

دکتر یونس خسروی

عضو هیأت علمی دانشگاه زنجان

پاییز ۱۳۹۴

تقدیم به نازنین دخترم

دلسا

یونس خسروی

تقدیم به جاودانه‌های عشق و ایثار و

محبت

پدر و مادر مهربانم

و همسر عزیزم

اسماعیل عباسی

فهرست

صفحه	عنوان
۱۳	فصل اول: کلیات زمین‌آمار
۱۴	۱. ۱. مقدمه: چرا زمین‌آمار؟
۱۷	۱. ۲. تاریخچه مختصر زمین‌آمار
۱۹	۱. ۳. مفاهیم پایه
۲۱	۱. ۴. متغیر محیطی و تغییرپذیری آن
۲۳	فصل دوم: آمار کلاسیک
۲۴	۱. ۱. متغیرهای محیطی
۲۶	۲. ۲. توصیف متغیرهای محیطی
۲۶	۲. ۱. ۲. معیارهای مرکزی
۲۶	۲. ۱. ۱. میانگین
۳۰	۲. ۱. ۲. میانه
۳۰	۲. ۱. ۳. مُد
۳۱	۲. ۱. ۴. مقایسه میانگین، میانه و نما
۳۱	۲. ۲. معیارهای پراکندگی
۳۲	۲. ۲. ۱. دامنه‌ی تغییرات
۳۳	۲. ۲. ۲. دامنه‌ی میان چارکی و انحراف چارکی...
۳۳	۲. ۲. ۳. واریانس و انحراف معیار
۳۵	۲. ۲. ۴. ضریب تغییرپذیری (CV=Coefficient of Variation)
۳۵	۲. ۳. گشتاورها
۳۷	۲. ۴. معیارهای شکل توزیع داده‌ها
۳۷	۲. ۴. ۱. چولگی (عدم تقارن)
۳۸	۲. ۴. ۲. کشیدگی
۳۸	۲. ۵. مدل‌های توزیع احتمال گسسته
۳۹	۲. ۵. ۱. توزیع دوجمله‌ای
۳۹	۲. ۵. ۲. توزیع چندجمله‌ای
۳۹	۲. ۵. ۳. توزیع پواسون
۴۰	۲. ۵. ۴. توزیع نرمال
۴۲	۲. ۶. همبستگی و کوواریانس
۴۳	۲. ۳. تبدیلات
۴۳	۲. ۳. ۱. تبدیل لگاریتمی
۴۴	۲. ۳. ۲. تبدیل باکس و کاکس
۴۵	۲. ۳. ۳. تبدیل ریشه دوم یا جذر
۴۵	۲. ۳. ۴. تبدیل زاویه‌ای
۴۶	۲. ۳. ۵. تبدیل لوجیت
۴۶	۲. ۴. نمایش و تجزیه و تحلیل داده‌های اندازه‌گیری شده
۴۸	۲. ۵. نمونه‌برداری و تخمین
۴۹	۲. ۵. ۱. واحدها و جامعه هدف
۴۹	۲. ۵. ۲. نمونه‌برداری

صفحه

عنوان

۴۹	۱. ۲. ۵. ۲. روش‌های نمونه‌برداری
۵۱	۱. ۲. ۵. ۲. روش‌های نمونه‌برداری و الگوهای پخش
۵۴	۱. ۲. ۵. ۲. تعداد نمونه‌های برداشت شده
۵۴	۱. ۲. ۵. ۲. نمونه‌برداری از خاک و رسوب
۵۵	۱. ۲. ۵. ۲. نمونه‌برداری از آب
۵۶	۱. ۲. ۵. ۳. برآورد میانگین و مقدار کل جامعه
۵۷	۱. ۲. ۵. ۴. حدود اطمینان
۵۸	۱. ۲. ۵. ۵. قضیه حد مرکزی

فصل سوم: آمار مکانی

۶۰	۱. ۳. مقدمه
۶۲	۱. ۲. ۳. داده‌های مکانی
۶۲	۱. ۲. ۳. تجزیه و تحلیل داده‌های مکانی
۶۳	۱. ۲. ۳. توصیف عددی و تصویری داده‌های مکانی
۶۳	۱. ۲. ۳. روش‌های توصیف داده‌های مکانی
۶۷	۱. ۲. ۳. توابع همبستگی و توابع کوواریانس
۶۹	۱. ۲. ۳. ضرورت مدل‌سازی متغیرهای مکانی
۷۰	۱. ۳. مفهوم متغیر ناحیه‌ای
۷۱	۱. ۳. فرضیات پایایی
۷۲	۱. ۳. ۵. واریوگرافی: توصیف فرآیندهای فضایی
۷۲	۱. ۳. ۵. ۱. واریوگرام (تغییرنما)
۷۳	۱. ۳. ۵. ۱. انواع واریوگرام
۷۵	۱. ۳. ۵. ۱. راستای واریوگرام
۷۵	۱. ۳. ۵. ۱. مشخصات واریوگرام
۷۸	۱. ۳. ۵. ۱. فاصله بین زوج نقاط در واریوگرام
۸۰	۱. ۳. ۵. ۱. چگونگی بهینه‌سازی پارامترهای واریوگرام
۸۳	۱. ۳. ۵. ۱. ۶. برآزش مدل به واریوگرام تجربی
۹۱	۱. ۳. ۵. ۱. ۷. انتخاب مدل تئوریک واریوگرام
۹۱	۱. ۳. ۵. ۱. ۸. تحلیل و آنالیز واریوگرام
۹۱	۱. ۳. ۵. ۱. ۸. ۱. تشخیص پیوستگی مکانی
۹۳	۱. ۳. ۵. ۱. ۸. ۲. وجود ناهمسانگردی در واریوگرام
۹۵	۱. ۳. ۵. ۱. ۸. ۳. روند
۹۵	۱. ۳. ۵. ۱. ۸. ۱. روش تشخیص روند
۹۵	۱. ۳. ۵. ۱. ۸. ۲. روش‌های حذف روند
۹۶	۱. ۳. ۵. ۱. ۸. ۴. انتخاب یا حذف روش‌های درون‌یابی با توجه به تحلیل واریوگرام

فصل چهارم: روش‌های میان‌یابی داده‌های محیطی

۹۸	۱. ۴. روش‌های آمار کلاسیک
۹۸	۱. ۴. ۱. ۱. درون‌یابی نزدیک‌ترین همسایه
۱۰۰	۱. ۴. ۲. ۱. درون‌یابی دو جهتی
۱۰۰	۱. ۴. ۳. ۱. درون‌یابی به‌وسیله مثلث‌بندی

صفحه

عنوان

۱۰۱	۴.۱.۴. درون‌یابی همسایگی طبیعی
۱۰۲	۴.۱.۵. میانگین متحرک وزن‌دار
۱۰۳	۴.۲. روش‌های میان‌یابی قطعی
۱۱۰	۴.۳. روش‌های زمین‌آماری
۱۱۱	۴.۳.۱. روش درون‌یابی کریجینگ
۱۱۲	۴.۳.۱.۱. ویژگی‌های کلی کریجینگ
۱۱۳	۴.۳.۱.۲. انواع کریجینگ
۱۱۳	۴.۳.۱.۳. کریجینگ معمولی
۱۱۵	۴.۳.۱.۲.۲. کریجینگ ساده
۱۱۶	۴.۳.۱.۳.۲. کریجینگ لوگ نرمال
۱۱۷	۴.۳.۱.۴. کریجینگ عام
۱۲۳	۴.۳.۱.۵. کریجینگ شاخص
۱۲۳	۴.۳.۱.۶. کریجینگ منفصل یا گسسته
۱۲۳	۴.۳.۱.۷. کوکریجینگ
۱۲۴	۴.۳.۱.۳. پارامترهای کریجینگ
۱۲۴	۴.۳.۱.۱. وزن‌ها
۱۲۵	۴.۳.۱.۲. همسایگی
۱۲۷	۴.۳.۱.۳. شعاع جستجو
۱۲۷	۴.۳.۱.۴. خطای تخمین کریجینگ
۱۲۸	۴.۳.۲. روش TPSS
۱۲۹	۴.۴. ارزیابی روش‌های درون‌یابی: ارزیابی متقابل
۱۳۰	۴.۴.۱. میانگین قدر مطلق خطا
۱۳۰	۴.۴.۲. میانگین انحراف خطا
۱۳۱	۴.۴.۳. ریشه‌ی دوم مربع میانگین خطا
۱۳۱	۴.۴.۴. انحراف مربع میانگین یا خطای مربع میانگین (MSE)
۱۳۱	۴.۴.۵. نسبت انحراف مربع میانگین (MSDR)
۱۳۱	۴.۴.۵. مقایسه کریجینگ با سایر روش‌های تخمین
۱۳۲	۴.۴.۶. نقاط شرکت‌کننده در تخمین
۱۳۲	۴.۴.۱. حداکثر نقاط شرکت‌کننده در تخمین
۱۳۲	۴.۴.۲. حداقل تعداد نقاط شرکت‌کننده در تخمین
۱۳۳	۴.۴.۳. نحوه جستجوی نقاط
۱۳۵	فصل پنجم: نرم‌افزار زمین‌آماری GS⁺
۱۳۷	۵.۱. معرفی ویژگی‌های نرم‌افزار GS ⁺
۱۴۰	۵.۲. فراخوانی داده‌ها
۱۴۴	۵.۳. استخراج و حذف نقاط پرت: Rebuild
۱۴۴	۵.۴. بررسی نرمال بودن داده‌ها و در صورت نیاز تبدیل توزیع داده‌ها به توزیع نرمال
۱۵۰	۵.۵. استخراج و آنالیز نیم‌تغییرنگار (سمی واریوگرام)
۱۵۹	۵.۵.۱. مشخصات واریوگرام
۱۶۳	۵.۶. آنالیز خودهمبستگی‌نگار فضایی موران
۱۶۶	۵.۷. درون‌یابی و انتخاب بهترین روش پهنه‌بندی

صفحه	عنوان
۱۶۶	۵.۷.۱. روش کریجینگ Kriging
۱۷۲	۵.۷.۲. روش وزن‌دهی فاصله معکوس (IDW)
۱۷۲	۵.۸. ارزیابی روش‌های مختلف زمین آماری
۱۷۷	۵.۹. ترسیم نقشه با استفاده از روش درون‌یابی انتخابی
۱۸۷	فصل ششم: آشنایی با ابزار Geostatistical Analyst
۱۸۸	۶.۱. آشنایی با ابزار Geostatistical Analyst
۱۸۹	۶.۲. تنظیم داده‌ها
۱۹۳	۶.۳. ترسیم هیستوگرام
۱۹۴	۶.۴. ترسیم نمودار Q-Q plot
۱۹۶	۶.۵. بررسی روند
۱۹۷	۶.۶. پلیگون‌های تیسن یا نقشه ورونویی
۱۹۸	۶.۶.۱. مراحل ایجاد پلیگون‌های تیسن
۲۰۱	۶.۷. ترسیم نیم‌تغییرنما: Semivariogram / Covariance Cloud
۲۰۳	۶.۸. درون‌یابی با استفاده از ابزار Analyst Geostatistical
۲۰۴	۶.۹. درون‌یابی به روش وزن‌دهی فاصله معکوس (IDW) Inverse Distance Weighting
۲۱۴	۶.۱۰. درون‌یابی به روش توابع پایه شعاعی: Radial Basis Functions
۲۱۶	۶.۱۱. درون‌یابی به روش Kriging و CoKriging
۲۲۴	۶.۱۲. آماده کردن نقشه برای چاپ در ArcMap
۲۲۴	۶.۱۲.۱. ایجاد Layout
۲۲۶	۶.۱۲.۲. ایجاد Data Frame
۲۲۸	۶.۱۲.۳. ایجاد Legend (راهنما)
۲۳۵	۶.۱۲.۴. اضافه کردن نماد شمال به نقشه
۲۳۵	۶.۱۲.۵. اضافه نمودن مقیاس به نقشه
۲۳۸	۶.۱۲.۶. ایجاد شبکه‌ی مختصات (Grid)
۲۴۴	۶.۱۲.۷. ذخیره نمودن پروژه
۲۴۵	۶.۱۲.۸. تبدیل سطوح تخمین زده شده به نقشه‌های کنتوری
۲۵۱	۶.۱۲.۹. چاپ نقشه
۲۵۳	فصل هفتم: نصب نرم‌افزارهای ArcGIS 10.3 و GS+
۲۵۴	۷.۱. نصب نرم‌افزار ArcGis 10.3
۲۵۴	۷.۱.۱. مراحل نصب نرم‌افزار ArcGis 10.3
۲۶۹	۷.۲. راهنمای نصب نرم‌افزار GS+
۲۷۴	فهرست منابع