

۱۴۱۸۷۷

دورسنجی

و

GIS

تألیف:

دکتر حسن حسینی

(عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر)

مهندس امیر محمد ابهری



**NAGHOOS
PUBLICATION**

سرشناسه	حسینی، حسین، ۱۳۳۷
عنوان و نام پدیدآور	دورسنجی و GIS / تألیف حسین حسینی، امیرمحمد ابهری.
مشخصات نشر	تهران: انتشارات ناقوس، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	۲۳۲ص: مصور، جدول.
شابک	978-964-377-978-8
وضعیت فهرست نویسی	فیفا
موضوع	سنجش از دور
موضوع	Remote sensing
موضوع	جغرافیا -- سنجش از دور
موضوع	Geography -- Remote sensing
شماره افزوده	غلامیان ابهری، امیرمحمد، ۱۳۷۳ -
رده بندی کنگره	۱۳۹۵ ح ۹۵۵/۷۰ G4
رده بندی دیسی	۶۲۱/۳۶۷۸
شماره ثبت کتابخانه ملی	۴۶۳۱۳۳۱



برای خرید Online به آدرس زیر مراجعه کنید:

www.naghoospress.com

انتشارات ناقوس

چاپ اول

S.M.S : ۳۰۰۰۴۵۲۳۲۳

« در نوبت چاپ اول از دستگاه چاپ
دیجیتال استفاده شده است »

کتاب حقوق برای ناشر محفوظ است.
بررسی یا قلمنی از این اثر به
صور، روفجینی یا چاپ مجدد، چاپ
افست، پلی کپی، فتوکپی و انواع دیگر
چاپ ممنوع است و پیگرد قانونی دارد.

نام کتاب	دورسنجی و GIS
ناشر	انتشارات ناقوس
مؤلف	حسین حسینی - امیرمحمد ابهری
چاپ اول	۱۳۹۶
تیراژ	۱۰۰۰ جلد
چاپ و صحافی	نارنجستان
ناظر چاپ	یاسمن تجملی محدث
سرپرست صفحه آرا	زهرا عزیزی
قیمت	۱۷۵۰۰۰ ریال
شابک	۹۷۸ - ۹۶۴ - ۳۷۷ - ۹۷۸ - ۸
ISBN	978-964-377-978-8

مرکز پخش: انتشارات ناقوس

۱- خیابان انقلاب-خیابان ۱۲ فروردین- بین وحیدنظری و روانمهر- بن بست حقیقت- پلاک ۴

تلفن و فاکس: ۶۶۴۷۸۹۵۸-۶۶۴۷۸۹۵۷

۲- کتابفروشی الیاس: خیابان انقلاب، نبش ۱۲ فروردین تلفن: ۶۶۴۰۵۰۸۴

۳- کتابفروشی گلریزان: ضلع جنوب شرقی میدان انقلاب، پلاک ۱۱ تلفن: ۶۶۹۷۲۳۰

۱۵۸۸۷۳

فهرست مطالب

۹	مقدمه
۱۳	بخش اول: مبانی دورسنجی
۱۵	فصل اول - مبانی دورسنجی
۱۵	۱-۱- مقدمه
۱۶	۱-۲- انرژی الکترومغناطیسی و سنجش از دور
۱۷	۱-۳- چند ما و سکوها
۱۸	۱-۳-۱- چند ما
۱۸	۱-۳-۲- سکوها
۲۱	۱-۴- تصحیحات
۲۲	۱-۴-۱- تصحیحات هندسی
۲۲	۱-۴-۱-۱- استفاده از چند جمله‌ای‌های گانز برای تصحیح تصویر
۲۷	۱-۴-۲- تصحیحات رادیومتری
۲۷	۱-۴-۲-۱- تصحیحات ظاهری
۳۱	فصل دوم - پردازش تصاویر ماهواره‌ای با مقاصد اکتشافی
۳۱	۱-۲- پردازش
۳۲	۱-۲-۱- فرمت یک تصویر رقومی
۳۲	۱-۲-۲- تکنیک‌های پردازش متداول در مقاصد اکتشافی
۳۳	۱-۲-۲-۱- روش ترکیب رنگی کاذب (RGB)
۳۴	۱-۲-۲-۲- روش نسبت بانندی (BR)
۳۵	۱-۲-۲-۳- روش آنالیز مؤلفه‌های اصلی (PCA)
۳۷	۱-۲-۲-۴- روش آنالیز مؤلفه‌های اصلی انتخابی (Crosta)
۳۹	۱-۲-۲-۵- روش کم‌ترین مربعات رگرسیون شده (LS-Fit)
۴۰	۱-۲-۲-۶- روش انطباق مشخصه طیفی (SFF)

فصل سوم - استانداردهای ساخت پایگاه داده‌های مکانی.....	۴۵
۱-۳- مقدمه.....	۴۵
۲-۳- اهمیت و نقش GIS در زمین‌شناسی و اکتشاف.....	۴۵
۳-۳- ساخت پایگاه داده مکانی.....	۴۶
۴-۳- تفسیر و اعتبارسنجی اطلاعات اکتشافی.....	۴۷
۱-۴-۳- تفسیر کانی‌شناسی.....	۴۷
۲-۴-۳- تحلیل ساختاری.....	۴۷
۳-۴-۳- تفسیر سنگ‌شناسی.....	۴۸
۱-۴-۱- ارزش دورسنجی با ژئوفیزیک و ژئوشیمی.....	۴۹
۵-۳- تلمین اطلاعات اکتشافی.....	۴۹
۶-۳- رده‌بندی ران: تاب آوری‌های اکتشافی.....	۵۰
۷-۳- استانداردهای خروجی غیر: و نمایش اطلاعات استخراجی.....	۵۰
۱-۷-۳- نقشه و عکس - نقشه.....	۵۱
۲-۷-۳- جدول‌ها و متون.....	۵۱
۳-۷-۳- خروجی‌های چندرسانه‌ای.....	۵۲
بخش دوم: GIS.....	۵۳
فصل چهارم - مبانی، تعاریف و مفاهیم GIS.....	۵۵
۱-۴- مقدمه.....	۵۵
۲-۴- تاریخچه تحول GIS.....	۵۹
۳-۴- چند تعریف از GIS.....	۶۰
۴-۴- اجزاء تشکیل دهنده GIS.....	۶۱
۵-۴- سؤالاتی که GIS می‌تواند پاسخگو باشد.....	۶۳
۶-۴- عوامل مؤثر در توسعه صنعت GIS.....	۶۶
۷-۴- چرا به GIS نیازمندیم؟.....	۶۸
۸-۴- قابلیت‌های متنوع GIS.....	۷۱

۷۳	فصل پنجم - اجزاء تشکیل دهنده GIS
۷۳	۱-۵- مقدمه
۷۵	۲-۵- سخت افزارها
۷۶	۱-۲-۵- نقش کامپیوترها
۷۸	۳-۵- سخت افزارهای ورود و تبدیل داده ها
۷۸	۱-۳-۵- اسکنرها
۸۰	۲-۳-۵- سیستم تعیین موقعیت جهانی
۸۳	۳-۳-۵- دستگاه های فتوگرامتری رقومی
۸۴	۱-۳-۵- دستگاه های نقشه برداری
۸۴	۴-۵- سخت افزارها و نمایش اطلاعات
۸۶	۱-۴-۵- نرم افزارها
۸۹	۲-۴-۵- نرم افزار ArcGIS در یک نگاه
۹۱	۳-۴-۵- محیط ArcMap
۹۲	۴-۴-۵- محیط ArcCatalog
۹۲	۵-۴-۵- محیط ArcToolbox
۹۴	۶-۴-۵- محیط ArcScene
۹۴	۵-۵- ایجاد پایگاه های اطلاعات
۹۷	۶-۵- ساختار عناصر انسانی
۹۸	۷-۵- راهنمای نظام GIS
۹۹	۸-۵- سازمان متخصصان
۱۰۲	۹-۵- رسالت مشاوران
۱۰۳	۱۰-۵- نقش مدیران
۱۰۴	۱۱-۵- وظیفه کاربران
۱۰۶	۱۲-۵- تحلیل های مکانی
۱۰۶	۱۳-۵- قلمروهای کاربردی

فصل ششم - اطلاعات ورودی و خروجی GIS	۱۱۱
۱-۶- مقدمه	۱۱۱
۲-۶- ماهیت عوارض جغرافیایی	۱۱۲
۳-۶- روش‌های اخذ و ورود داده‌ها	۱۱۷
۳-۶-۱- روش‌های دستی	۱۱۸
۴-۶- ورود داده‌ها توسط رقوم‌گر	۱۱۹
۴-۶-۱- فرآیند اسکن کردن نقشه‌های کاغذی	۱۲۰
۴-۶-۲- استفاده از منابع رقوم‌ی موجود	۱۲۱
۵-۶- تصاویر حاصله از سنجش‌ازدور	۱۲۱
۶-۶- سیستم بین موقعیت جهانی	۱۲۲
۷-۶- ورود داده به مکانی	۱۲۳
۸-۶- ماهیت بانک‌های اطلاعاتی	۱۲۳
۹-۶- ماهیت اطلاعات خروجی GIS	۱۳۰
فصل هفتم - ارکان زیربنایی فناوری GIS	۱۳۵
۱-۷- مقدمه	۱۳۵
۲-۷- سیستم‌های تصویر مرجع	۱۳۸
۳-۷- سیستم مختصات	۱۴۰
۳-۷-۱- سیستم مختصات کروی	۱۴۰
۳-۷-۲- سیستم مختصات مسطحانی (دکارتی)	۱۴۴
۴-۷- مقیاس نقشه	۱۴۶
۵-۷- ماهیت داده‌های مکانی	۱۴۸
۵-۷-۱- مدل‌های برداری	۱۴۹
۵-۷-۲- مدل داده‌های شبکه‌ای	۱۵۱
۵-۷-۳- مدل مثلث‌های نامنظم - TIN	۱۵۳
۵-۷-۴- مقایسه مدل‌ها	۱۵۴
مقایسه مدل‌های برداری و رستری	۱۵۴

۱۵۷	مقایسه مدل‌های داده‌ای رستری و TIN
۱۵۹	۶-۷- دقت و صحت داده‌ها
۱۶۲	۷-۷- روابط توپولوژیک
۱۶۳	۷-۷-۱- توپولوژی اتصال
۱۶۴	۷-۷-۲- توپولوژی محدوده
۱۶۵	۷-۷-۳- توپولوژی مجاورت
۱۶۶	۷-۷-۴- توپولوژی مسیر
۱۶۸	۷-۷-۵- توپولوژی نواحی
۱۷۰	۷-۷-۶- رایای ایجاد روابط توپولوژیک
۱۷۰	۷-۸- فرایند تبدیل داده‌ها
۱۷۵	منابع
۱۸۳	پیوست‌ها
۱۸۵	پیوست یک - شرح واژگان دوربینی
۲۰۷	پیوست دوم - شرح واژگان GIS

دورسنجی یکی از جدیدترین و مؤثرترین روش‌های تولید انبوه داده‌های مرتبط با زمین است. کشور ایران با خاک وسیع، منابع سرشار زمینی، پوسته فعال، زمین‌شناسی پیچیده و قرارگیری در کمربند خشک کره زمین، برای بکارگیری توانمندی‌های متنوع و یکتای فناوری دورسنجی مناسب است.

دورسنجی منبع تولید اطلاعات سطحی و مکمل سایر داده‌های علوم زمین است. سرعت تولید داده در دورسنجی بسیار بالا و هزینه آن ارزیابی نتایج نیازمند داده‌های زمینی یا "طیف‌سنجی زمین" نیز است. بنابراین دورسنجی در پی بهینه‌سازی نحوه استفاده از منابع محدود مالی و انسانی از طریق هدایت هوشمندانه آن‌ها به مناطق کوچک‌تر و مستعدتر است. باوجود قدمت چندین دهه به کارگیری داده‌های دورسنجی در بررسی‌های زمین‌شناسی و اکتشاف مواد معدنی، خلأ ناشی از نبود رویه استاندارد و جامع، استفاده‌های نامناسب و سلیقه‌ای از این داده‌ها را به دنبال داشته که حاصل آن عراو در توانایی‌های دورسنجی و یا به‌کل، نادیده انگاشتن آن بوده است. نشریه حاضر گام نخست برای هماهنگی و استانداردسازی زنجیره تهیه، پردازش، تحلیل، تفسیر و اعتبارسنجی این داده‌ها در زمین‌شناسی و اکتشاف است.

یکی از مهم‌ترین ابزارهای مورد استفاده در تولید داده‌های علوم زمین، بر میدان‌های پتانسیل و انرژی الکترومغناطیسی استوار است. روش‌های مبتنی بر اندازه‌گیری میدان‌های پتانسیل نظیر مغناطیس‌سنجی^۱ و گرانی‌سنجی^۲ هستند، درحالی‌که روش‌های رادار یک "کترومغناطیسی"^۳ و پرتوسنجی^۴ در کنار روش‌های مدرن دورسنجی (بازتابی، حرارتی واداری) به‌عنوان روش‌های مبتنی بر اندازه‌گیری انرژی الکترومغناطیسی در تعامل با مواد عمقی و سطحی زمین یعنی سنگ‌ها در حالت عام و کانی‌ها و کانی‌سازی کثرت حالت خاص هستند. روش‌های یادشده که امکان به‌کارگیری آن‌ها بر روی سکوه‌ای در حال حرکت مثل هواپیما نیز فراهم است، برداشت داده در گستره‌های وسیع را به‌آسانی میسر می‌کنند و از این‌رو مزیت ویژه‌ای در زمین‌شناسی و اکتشاف مواد معدنی دارند.

^۱ Erathoasthenes

^۲ Nasa

^۳ TIROS

^۴ Main Frame

علاوه بر این، در دورسنجی امکان سنجش از فاصله خیلی دور یعنی با ماهواره و از فضا میسر است که این قابلیت منجر به برداشت پیوسته و کم‌هزینه داده‌ها می‌شود. همچنین اندازه‌گیری‌های این روش برخلاف روش‌های نقطه‌ای¹ ژئوفیزیکی (و ژئوشیمیایی) معرف یک سطح است. به عبارت دیگر، نمودار طیفی ثبت‌شده در هر پیکسل، ترکیبی خطی و گاه غیرخطی از بازتابش تمامی مواد موجود در آن سطح است. وسعت و دقت این سطح نه تنها قابل تنظیم است، بلکه محتوی طیفی پیکسل، شناسایی و تفکیک مواد از راه دور را نیز میسر می‌کند. ترکیبات رنگی تصاویر دورسنجی، زمین را به شکل واقعی و قابل درک برای چشم انسان (با تمام اطلاعات توپوگرافی و مرفولوژی آن) نمایش می‌دهد و در نتیجه مشاهدات محدود زمینی به نواحی وسیع تعمیم می‌شود.

در کنار این مزایا، دورسنجی محدودیت‌های عمده و ذاتی نیز دارد. در دورسنجی اندازه‌گیری‌ها محدود با چند میلی‌متر تا چند سانتی‌متر زیر سطح است. راه‌حل مناسب در این شرایط استفاده از مدل‌های بعدی زمین‌شناسی مثل مدل کانی‌سازی برای مرتبط ساختن عوارض سطحی با پدیده‌های عمقی است که البته همیشه با درجه معینی از ریسک همراه است. تاریخچه GIS را از دو جنبه می‌توان بررسی نمود. از نظر جنبش نرم‌افزاری و تحولات رایان‌های که جهان شاهد پیشرفت چشمگیر این تکنولوژی می‌باشد. جنبه دیگر این تکنیک، همکاری آن با سایر علوم است که به نحوی با داده‌های مکانی کار می‌کنند. این علوم با به کارگیری این تکنیک توانسته‌اند زمینه‌های کاربردی را برای خود فراهم نمایند، از جمله جغرافیا، زمین‌شناسی، محیط‌زیست، هیدرولوژی، آب‌خیزداری، عمران و...

سیستم‌های اطلاعات سیستم‌های رایان‌های هستند که داده‌ها با اطلاعات را نگهداری و پردازش می‌کنند. نوع داده مهم‌ترین عنصر در سیستم اطلاعات است. بخشی از این سیستم‌ها علاوه بر اعداد و حروف با نقشه نیز کار می‌کنند که این سیستم‌ها را، سیستم‌های اطلاعات مکانی می‌نامند. در این سیستم‌ها اطلاعات مکانی به هر نوع فضایی اشاره می‌کند. اگر داده‌های مکانی مربوط به سطح زمین و یا نزدیک به آن باشد، داده جغرافیایی نامیده می‌شود که سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی GIS با داده‌هایی که به نحوی با موقعیت جغرافیایی مرتبط

¹ Spatial Data

است، کار می‌کند، به عبارت دیگر GIS به جمع‌آوری، تولید، نگهداری، بازیابی، تجزیه و تحلیل داده‌هایی می‌پردازد که در دنیای واقعی فضایی را اشغال نموده‌اند. بنابراین کلیه رشته‌هایی که بخشی از داده‌های خود را از زمین به دست می‌آورند از کاربران GIS محسوب می‌شوند. جغرافیا به دلیل یکپارچگی و جامع‌نگری در داده‌های جغرافیایی و استفاده از نگرش سیستمی، علاوه بر استفاده از GIS در تحلیل‌های جغرافیایی و استفاده از نگرش سیستمی، علاوه بر استفاده از در تحلیل‌های جغرافیایی به غنای این سیستم نیز می‌افزاید. در ۱۹۹۶ لزوم به‌کارگیری تحلیل سیستمی در جغرافیا را مطرح می‌سازد و آن را روشی نیرومند برای پاسخ به سؤالات پیچیده طبیعت می‌داند.

داده‌های جغرافیایی ماهیت‌های متفاوتی را دارند از داده‌های مستخرج از تصاویر ماهواره‌ای تا داده‌های پستی، حمل و نقل، سیر و شامل می‌شوند که وجه مشترک آن‌ها، زمین مرجع بودن آن‌ها است. به بیانی دیگر، داده‌های جغرافیایی دارای مختصات است که در قالب یک سیستم تصویر تعریف شده است.

در نگرش جامع GIS ابزاری است که به منظور ایجاد و تحلیل داده‌های مکانی از تمامی اطلاعات نظیر آب‌های زیرزمینی، نقشه‌های زمین‌شناسی، منابع جنگلی، آب‌های سطحی و ... تا داده‌های انسانی نظیر جمعیت، داده‌های اقتصادی، سیاسی و اجتماعی و ... بهره می‌برد. GIS از یک توانایی تلفیق داده‌هایی را دارد که ماهیت متفاوت دارند، از منابع مختلف تولید شده‌اند، دارای واحد و مقیاس یکسان نیستند، از نظر هندسی اختلافات ساختاری دارند و ... جغرافیا نیز در نگاهی کلی، علم مطالعه رابطه انسان و محیط است. انسان با محیطش دو نوع رابطه سیستمی برقرار می‌کند سیستم اکولوژیکی که مردم و محیطشان را به هم پیوند می‌دهد و سیستم فضایی که نواحی را ضمن مبادله پیچیده جریان‌ها به یکدیگر مربوط می‌سازد که هر کدام از این سیستم‌ها نیز در تعامل باهم می‌باشند. به بیانی دیگر GIS قادر است فضای جغرافیایی را عینیت بخشد، روابط سیستمی را در یک فضای واقعی به‌طور دقیق تعریف نماید و انسان را در بهره‌گیری از فضا یاری دهد.

امید است این نوشتار بتواند دیدی کلی از مباحث دورسجی و GIS که از مباحث با اهمیت در علوم زمین و معدن می‌باشند، به خوانندگان ارائه دهد. علی‌رغم همه تلاش‌های صورت

گرفته، ممکن است نوشته دارای نقایصی باشد، لذا از کلیه اساتید و دانشجویان و خوانندگان محترمی که این نوشتار را مطالعه می‌کنند خواهشمندیم تا این نقایص را اطلاع دهند تا در چاپ‌های بعدی تصحیح شود.

حسین حسینی hhassani@aut.ac.ir
امیرمحمد ابهری abhary.m@aut.ac.ir

www.ketab.ir