

مبانی علوم
و
سیستمهای اطلاعات جغرافیایی

دکتر عباس علی محمدی

تهران

۱۳۸۸



سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت)
مرکز تحقیق و توسعه علوم انسانی

سرشناسه: علی محمدی، عباس، ۱۳۳۰ -

عنوان و نام پدیدآور: مبانی علوم و سیستمهای اطلاعات جغرافیایی / عباس علی محمدی.
 مشخصات نشر: تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت)،
 مرکز تحقیق و توسعه علوم انسانی، ۱۳۸۸.

مشخصات ظاهری: ده، ۲۹۰ ص: مصور.

فروست: (سمت): ۱۲۵۳. جغرافیا؛ ۷۷.

شابک: ۵-۳۲۹-۵۳۰-۹۶۴-۹۷۸ ۲۹۰۰۰ ریال

وضعیت فهرست نویسی: فیبا

یادداشت: پشت جلد به انگلیسی: Fundamentals of Geographic Informations Systems and Sciences.

موضوع: نظامهای اطلاعاتی جغرافیایی

موضوع: جغرافیا - داده پردازی

شناسه افزوده: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت)،

مرکز تحقیق و توسعه علوم انسانی

رده بندی کنگره: ۱۳۸۸ م ۲ ع ۸ / ۲۱۲ / ۷۷۰

رده بندی دیویی: ۹۱۰/۲۸۵

شماره کتابشناسی ملی: ۱۶۳۳۶۳۳

سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت)

مرکز تحقیق و توسعه علوم انسانی



مبانی علوم و سیستمهای اطلاعات جغرافیایی

دکتر عباس علی محمدی (عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی)

چاپ اول: بهار ۱۳۸۸

تعداد: ۱۰۰۰

حروفچینی و لیتوگرافی: سمت

چاپ و صحافی: مهر (قم)

قیمت: ۲۹۰۰۰ ریال. در این نوبت چاپ قیمت مذکور ثابت است و فروشندهگان و عوامل

توزیع مجاز به تغییر آن نیستند.

نشانی ساختمان مرکزی: تهران، بزرگراه جلال آل احمد، غرب پل یادگار امام (ره)،

روبه روی پمپ گاز، کدپستی ۱۴۶۳۶، تلفن ۴۴۲۴۶۲۵۰-۲.

www.samt.ac.ir

info@samt.ac.ir

کلیه حقوق اعم از چاپ و تکثیر، نسخه برداری، ترجمه و جز اینها برای «سمت» محفوظ است (نقل مطالب با ذکر مأخذ بلامانع است).

سخن «سمت»

یکی از اهداف مهم انقلاب فرهنگی، ایجاد دگرگونی اساسی در دروس علوم انسانی دانشگاهها بوده است و این امر، مستلزم بازنگری منابع درسی موجود و تدوین منابع مبنایی و علمی معتبر و مستند با در نظر گرفتن دیدگاه اسلامی در مبنای و مسائل این علوم است.

ستاد انقلاب فرهنگی در این زمینه گامهایی برداشته بود، اما اهمیت موضوع اقتضا می کرد که سازمانی مخصوص این کار تأسیس شود و شورای عالی انقلاب فرهنگی در تاریخ ۶۳/۱۲/۷ تأسیس «سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها» را که به اختصار «سمت» نامیده می شود، تصویب کرد.

بنابراین، هدف سازمان این است که با استمداد از عنایت خداوند و همت و همکاری دانشمندان و استادان متعهد و دلسوز، به مطالعات و تحقیقات لازم بپردازد و در هر کدام از رشته های علوم انسانی به تألیف و ترجمه منابع درسی اصلی، فرعی و جنبی اقدام کند.

دشواری چنین کاری بر دانشمندان و صاحب نظران پوشیده نیست و به همین جهت مرحله کمال مطلوب آن، باید به تدریج و پس از انتقادات و یادآورهای پیاپی ارباب نظر به دست آید و انتظار دارد که این بزرگواران از این همکاری دریغ نورزند.

کتاب حاضر برای دانشجویان رشته سیستمهای اطلاعات جغرافیایی (گرایش سنجش از راه دور) در مقطع کارشناسی ارشد و دکتری به عنوان منبع اصلی دروس اصول سیستمهای اطلاعات جغرافیایی و تحلیل مکانی - فضایی با سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) به ارزش ۳ واحد تدوین شده است. این کتاب برای استفاده دانشجویان رشته های مختلف جغرافیا، عمران، نقشه برداری، علوم زمینی، منابع طبیعی، محیط زیست و کشاورزی در درس آموزش سیستم اطلاعات جغرافیایی نیز توصیه می شود. امید است که علاوه بر جامعه دانشگاهی، سایر علاقه مندان نیز از آن بهره مند شوند.

از استادان و صاحب نظران ارجمند تقاضا می شود با همکاری، راهنمایی و پیشنهادهای اصلاحی خود، این سازمان را در جهت اصلاح کتاب حاضر و تدوین دیگر آثار مورد نیاز جامعه دانشگاهی جمهوری اسلامی ایران یاری دهند.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	پیشگفتار
۵	فصل اول: مقدمه‌ای بر علوم و سیستمهای اطلاعات جغرافیایی
۵	ضرورت تجزیه و ترکیب ویژگیهای محیط پیچیده
۱۰	زمان هم مهم است
۱۱	تعاریف سامانه اطلاعات جغرافیایی
۱۱	۱. تعاریف ابزار - مبنا
۱۲	۲. تعاریف پایگاه داده
۱۲	۳. تعاریف سیستم - مبنا
۱۲	۴. تعاریف سازمان - مبنا
۱۳	تاریخچه مختصر سامانه اطلاعات جغرافیایی
۱۳	۱. مرحله نوآوری (۱۹۵۷ - ۱۹۷۷)
۱۴	۲. مرحله تجاری شدن (۱۹۸۱ - ۱۹۹۹)
۱۴	۳. مرحله بهره‌برداری (۱۹۹۹ - تاکنون)
۱۵	علم اطلاعات جغرافیایی و سیستم اطلاعات جغرافیایی؛ شباهتها و تفاوتها
۱۷	کاربرد سیستمهای اطلاعات جغرافیایی
۲۱	اجزای سیستمهای اطلاعات جغرافیایی
۳۵	فصل دوم: مدل‌سازی داده‌های جغرافیایی
۳۵	مقدمه
۳۶	مدلهای مفهومی پدیده‌های جغرافیایی دنیای واقعی
۳۷	مدلهای مفهومی فضا: اشیاء گسسته یا میدانهای پیوسته
۳۸	مدل و عناصر داده‌های جغرافیایی
۴۱	مدلهای برداری اشیاء

۴۲	شبکه‌بندی میدانهای پیوسته
۴۴	پیکسلها و وکسلها به عنوان اشیاء
۴۶	نمایش داده‌های جغرافیایی با مدل‌های رستری و برداری
۴۶	نوع داده‌ها
۴۷	سیزده قانون عمومی کار با داده‌ها در سیستمهای اطلاعاتی
۴۹	رابطه بین مدل‌سازی داده و تحلیل مکانی
۵۰	مثالهایی از کاربرد مدل‌های داده
۵۰	۱. کاداستر
۵۰	۲. شبکه‌های خدمات عمومی
۵۱	۳. پایگاه داده‌های پوشش اراضی
۵۲	۴. نقشه‌های خاک
۵۴	۵. هیدرولوژی
۵۵	نتیجه‌گیری نهایی: میدانهای پیوسته یا اشیاء گسسته؟
۵۶	نه سؤال اساسی در انتخاب مدل داده برای تجزیه و ...
۵۸	فصل سوم: ذخیره‌سازی، نمایش و مدیریت داده‌ها در کامپیوتر
۵۸	مقدمه
۵۸	نمایش رقومی داده‌ها
۶۰	رسترها و بردارها
۶۰	داده رستری
۶۰	داده برداری
۶۲	نمایش میدانهای پیوسته
۶۳	تعمیم
۶۴	ساده سازی
۶۶	سطوح خلاصه‌سازی مدل داده‌ها
۶۶	مدل‌های داده سامانه اطلاعات جغرافیایی
۷۰	مدل داده رستری
۷۰	مدل داده برداری
۷۴	مدل داده شبکه
۷۵	مدل داده TIN

صفحه	عنوان
۷۶	مدل داده شیء گرا
۸۰	سیستم مدیریت پایگاههای داده جغرافیایی
۸۲	انواع DBMS
۸۴	اوراکل فضایی
۸۵	ذخیره سازی داده در جداول DBMS
۸۸	انواع و توابع پایگاههای داده جغرافیایی
۹۳	نشانه گذاری
۹۴	نشانه گذاری سلولی
۹۶	نشانه گذاری درخت چهار شاخه ای
۹۹	نشانه گذاری R-trees
۱۰۰	ویرایش و نگهداری پایگاه داده ها
۱۰۱	ویرایش چند کاربره پایگاههای داده پیوسته
۱۰۱	نسخه سازی
۱۰۴	فصل چهارم: سیستمهای مختصات و زمین مرجع سازی در سامانه اطلاعات جغرافیایی
۱۰۴	مقدمه
۱۰۵	سطح مبنا
۱۰۶	سیستمهای مختصات
۱۰۹	مرجع جغرافیایی
۱۱۰	مختصات تصویر نقشه ای
۱۱۰	مختصات زمین مرکزی
۱۱۱	تصویر سازی نقشه
۱۱۲	UTM
۱۱۴	تبدیل مختصات
۱۱۷	مرجع دهی ارتفاعی
۱۱۸	تبدیل ارتفاع
۱۱۹	زمین مرجع سازی نسبی
۱۱۹	سیستمهای زمین مرجع سازی گسته
۱۲۳	فصل پنجم: جمع آوری و ورود داده های جغرافیایی در سامانه اطلاعات جغرافیایی
۱۲۳	مقدمه

صفحه	عنوان
۱۲۴	جریان عملیات در جمع آوری داده
۱۲۵	روشها و مراحل رقومی سازی
۱۲۵	رقومی کردن نقشه
۱۲۸	ویرایش و اصلاح کیفیت داده ها
۱۳۳	اسکن کردن
۱۳۳	آماده سازی
۱۳۴	ویرایش و اصلاح کیفیت
۱۳۷	تشخیص الگو
۱۳۸	کد گذاری و سایر ویرایشهای داده رستری برداری شده
۱۳۹	استفاده از داده های تصویری در سامانه اطلاعات جغرافیایی
۱۴۱	مقایسه رقومی کردن و اسکن کردن
۱۴۲	اخذ و ورود داده های سنجش از راه دور در سامانه اطلاعات جغرافیایی
۱۴۷	سیستمهای تعیین موقعیت ماهواره ای
۱۵۱	ورود داده های توصیفی
۱۵۱	آماده سازی
۱۵۳	وارد کردن داده های توصیفی
۱۵۴	ویرایش
۱۵۴	داده های نوشتاری
۱۵۶	فصل ششم: تحلیل مکانی با سامانه اطلاعات جغرافیایی
۱۵۶	مقدمه
۱۵۷	طبقه بندی عملیات تحلیل و مدل سازی مکانی
۱۵۹	پرس و جو
۱۶۱	اندازه گیریها
۱۶۷	تبدیلها
۱۸۴	مقدمه ای بر داده کاوی
۲۰۰	آزمون فرضیه
۲۰۶	فصل هفتم: مدل سازی با سامانه اطلاعات جغرافیایی
۲۰۶	مقدمه
۲۰۸	دلایل مدل سازی

۲۰۹	تفاوت‌های تحلیل و مدل سازی
۲۱۰	انواع مدل‌ها
۲۱۰	۱. مدل‌های استاتیک و شاخص‌ها
۲۱۱	۲. مدل‌های انفرادی و ترکیبی
۲۱۱	۳. مدل‌های سلولی
۲۱۳	۴. مدل‌های کار تو گرافیک و جبر نقشه ای
۲۱۴	طراحی و تهیه فلوچارت
۲۱۶	عملیاتی کردن مدل‌ها در سامانه اطلاعات جغرافیایی
۲۱۸	ارزیابی صحت و اعتبار مدل
۲۲۰	نتیجه‌گیری درباره مدل‌ها
۲۲۲	فصل هشتم: طراحی و مدیریت سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی
۲۲۲	مقدمه
۲۲۵	فرایند توسعه سامانه اطلاعات جغرافیایی پایدار
۲۲۵	انتخاب یک سامانه اطلاعات جغرافیایی
۲۲۸	مرحله اول: تحلیل نیازها
۲۳۵	مرحله دوم: تعیین نیازها
۲۳۶	مرحله سوم: ارزیابی راه حل‌های مختلف
۲۳۷	مرحله چهارم: پیاده‌سازی سیستم
۲۳۸	محدودیت‌های مدل کلاسیک برای انتخاب و پیاده‌سازی سامانه اطلاعات جغرافیایی
۲۳۹	پیاده‌سازی یک سامانه اطلاعات جغرافیایی
۲۴۴	مدیریت یک سامانه اطلاعات جغرافیایی عملیاتی پایدار
۲۴۵	نقش و اهمیت مردم در پایدارسازی یک سامانه اطلاعات جغرافیایی
۲۴۷	نتیجه‌گیری
۲۴۸	فصل نهم: استانداردها و زیرساخت داده‌های فضایی
۲۴۸	مقدمه‌ای بر استانداردها
۲۵۰	مبانی استانداردسازی (اصول کلی)
۲۵۰	۱. مدل سازی مفهومی و الگوهای کاربرد
۲۵۲	۲. فرمهای انتقال استاندارد
۲۵۲	۳. کدگذاری

۲۵۳	۴. ارائه و نمایش فضایی
۲۵۴	۵. مرجع دهی فضایی
۲۵۴	۶. ویژگیهای زمانی
۲۵۴	۷. کیفیت داده ها و ارزیابی کیفیت
۲۵۵	۸. تصویر سازی
۲۵۵	۹. خدمات اطلاعات جغرافیایی و رابطها
۲۵۶	۱۰. کاتالوگ اشیاء
۲۵۸	۱۱. متادیتا
۲۶۳	زیر ساخت داده های فضایی
۲۶۳	سازمان متولی
۲۶۴	خدمات تعیین موقعیت و شبکه ژئودزی
۲۶۴	استاندارد سازی
۲۶۴	داده های پایه ای
۲۶۶	چهار چوب فنی
۲۶۶	چهار چوب سازمانی
۲۶۸	فصل دهم: مسائل تحقیقاتی و آینده سامانه اطلاعات جغرافیایی
۲۶۸	مسائل و موضوعات تحقیقاتی
۲۶۸	نمایش جغرافیایی و مسئله مفهوم شناسی
۲۷۶	نگرشی بر حال و آینده سامانه اطلاعات جغرافیایی
۲۷۶	سیستمهای علوم و مطالعات اطلاعات جغرافیایی
۲۷۷	اهمیت مکان و فاصله و مطالعات سامانه اطلاعات جغرافیایی
۲۷۸	سامانه اطلاعات جغرافیایی و فناوری
۲۸۰	سامانه اطلاعات جغرافیایی و مدیریت
۲۸۴	انتقال از رویکرد تهیه نقشه های زمین - مرکز به تهیه نقشه های هدف - مرکز
۲۸۴	مدلهای داده پشتیبان برای تمام پدیده های جغرافیایی
۲۸۵	پشتیبانی انواع شبیه سازی فرایندهای جغرافیایی
۲۸۵	نتیجه گیری
۲۸۸	منابع و مآخذ

پیشگفتار

علوم اطلاعات جغرافیایی را از پویاترین دانشها و فناوریهای روز می توان نامید. دامنه کاربرد این علوم و فناوریهای مربوط به آن با شتاب زیادی در حال توسعه و گسترش است. چنانچه در دو دهه قبل نام بردن از چند کاربرد سیستمهای اطلاعات جغرافیایی به عنوان یک سؤال نه چندان آسان مطرح بود، امروزه شاید یکی از سخت ترین سؤالات نام بردن از مسائل و زمینه های علمی است که سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)^۱ در آنها کاربردی نداشته باشد.

مثالهای زیادی از کاربردهای موفقیت آمیز سامانه اطلاعات جغرافیایی در زمینه های مختلف از محیط زیست و منابع طبیعی تا مسائل اقتصادی - اجتماعی، سیاسی، باستان شناسی و غیره وجود دارد و بی شک کاربردهای آن بیش از پیش در آینده نیز افزایش خواهد یافت. پیشرفتهای اخیر در زمینه های مختلف علمی به خصوص فناوریهای مربوط به سنجش از راه دور، سیستمهای تعیین موقعیت جهانی^۲، علوم کامپیوتر، علوم ارتباطات الکترونیک و اینترنت، اثرات شگرفی در توسعه و گسترش سیستمهای اطلاعات جغرافیایی و پایگاه داده های مکانی داشته است. اگرچه قدمت استفاده عملی از سیستمهای اطلاعات جغرافیایی از ۳۰ سال کمتر است، ولی این صنعت در حال حاضر ۲۵ درصد رشد سالیانه داشته و مطابق برآوردهای موجود توسط بیش از یک میلیون نفر در بیش از ۱۰۰ کشور جهان در زندگی روزمره انسانها مورد استفاده قرار می گیرد.

سامانه اطلاعات جغرافیایی در انواع مسائل و زمینه های کار در مکانها و مقیاسهای مختلف از محلی گرفته تا منطقه ای، ملی و جهانی کاربرد دارد و از پایگاههای داده های مکانی در سطوح جهانی و قاره ای برای ارزیابی و بررسی بسیاری از مسائل اقتصادی - اجتماعی و زیست محیطی استفاده می شود. سازمانهای دولتی، خصوصی، دانشگاهها و سایر مؤسسات آموزشی از کاربران عمده سامانه اطلاعات جغرافیایی به شمار می آیند. رشد سالیانه سرمایه گذاری و توسعه کاربرد این صنعت دلیل معتبری بر موقعیت و مزایای علمی آن در حل مسائل مکانی محسوب می شود.

1. Geographic Information System (GIS)
2. Global Positioning System (GPS)

هم‌زمان با رشد فناوری و کاربردهای آن، ضروری است تا آموزش این فناوری نیز مورد توجه بیشتری قرار گیرد. اگرچه کتابهای متعددی در زمینه سامانه اطلاعات جغرافیایی در کشور منتشر شده است، ولی پویایی این فناوری و رشد نیازهای موجود به آموزش آن انتشار کتابهای بیشتری را الزامی می‌نماید. با توجه به اینکه در کتابهای منتشر شده در کشور تاکنون توجه بیشتر معطوف به «سیستمها» بوده و «علوم» اطلاعات جغرافیایی کمتر مورد توجه بوده است، لذا در این کتاب هر دو جنبه «سیستمها» و «علوم» اطلاعات جغرافیایی و رابطه بین آنها مورد توجه و بحث و بررسی قرار گرفته است. طرح این مباحث کمک می‌کند تا ضمن آموزش «فناوری»، «علوم» و تئوریهای مربوط به آن نیز بررسی شوند.

با توجه به پایه‌ای بودن موضوع کتاب، در تمام موارد سعی بر آن بوده تا مطالب در حد ممکن به زبان ساده و درعین حال جامع بیان شوند. به علت اهمیت بیشتر تحلیل و مدل‌سازی مکانی مباحث مربوط به آن مشروح‌تر مطرح شده است تا به عنوان راهنمای علمی و عملی برای تحلیل مکانی یا سامانه اطلاعات جغرافیایی مورد استفاده قرار گیرد. شکی نیست که سامانه اطلاعات جغرافیایی فراتر از یک فناوری است و بسیاری از کارهای قابل انجام با سامانه اطلاعات جغرافیایی مستقیم یا غیرمستقیم با مردم و روشهای مورد استفاده توسط آنها سروکار دارد. طراحی سیستم، استفاده مؤثر از سامانه اطلاعات جغرافیایی در حل مسائل، برنامه‌ریزی و پیاده‌سازی سامانه اطلاعات جغرافیایی در سازمانها، مثالهایی از ارتباط تنگاتنگ موجود بین سامانه اطلاعات جغرافیایی، مردم و سازمانهاست.

علی‌رغم تفکر غالب که خرید سخت‌افزار یا نرم‌افزار سامانه اطلاعات جغرافیایی مناسب تنها عامل عمده و مهم در پیاده‌سازی سامانه اطلاعات جغرافیایی محسوب می‌شود، ایجاد ساختار سازمانی و تربیت و به کار گماردن نیروی انسانی کار آزموده برای پشتیبانی از سامانه اطلاعات جغرافیایی بسیار مهم‌تر است و ضروری است بیش از پیش مورد توجه قرار گیرد. انتشار کتابهای آموزشی مرتبط با تئوریه‌ها و کاربردهای سامانه اطلاعات جغرافیایی اقدامی مهم در جهت آموزش و تربیت نیروی انسانی متخصص محسوب می‌شود که امید است این کتاب نیز در راه رسیدن به این هدف مهم مفید بوده و نقشی هرچند کوچک ایفا نماید.

اگرچه تشریح مبانی سامانه اطلاعات جغرافیایی برای تدریس در دوره‌های کارشناسی و کارشناسی ارشد رشته‌های مختلف، از اهداف اصلی این کتاب بوده است ولی مطالب ارائه شده به نحوی است که برای متخصصین و افراد دست‌اندرکار و باتجربه در زمینه سامانه اطلاعات جغرافیایی نیز مفید و قابل استفاده باشد. علاوه بر شرح وظایف عملیات مربوط به کار با سامانه اطلاعات جغرافیایی شامل مدل‌سازی داده‌ها، جمع‌آوری و ورود داده‌ها،

پایگاههای داده تحلیل مکانی و مدل سازی سایر مسائل و موضوعات پیشرفته مطرح در سامانه اطلاعات جغرافیایی مانند طراحی و پیاده سازی سامانه اطلاعات جغرافیایی، استاندارد سازی و متادیتا، مسائل و موضوعات تحقیقاتی و وضعیت حال و آینده سامانه اطلاعات جغرافیایی نیز مورد بحث قرار گرفته است. آموزش این مباحث می تواند در پیاده سازی و استفاده صحیح از سامانه اطلاعات جغرافیایی و همچنین جهت گیری صحیح و تعریف اولویتها در تحقیقات مربوط به آن مفید باشد.

امید است این کتاب برای تمام کسانی که برای حل مسائل موجود در جهان واقعی در مقیاسها، مکانها و موضوعات مختلف مانند شهرها، مناطق طبیعی، اتمسفر، اقیانوسها و یا موضوعات کلان مانند بررسی و مطالعه سیستمهای فعال در سطح کره زمین تلاش می کنند، مفید واقع شود. علی رغم تلاش به عمل آمده، مطالب ارائه شده در کتاب خالی از نقص نیست. یادآوری و تذکر ایرادات موجود و نظرات اصلاحی توسط کلیه خوانندگان، متخصصین و صاحب نظران محترم جهت استفاده در چاپهای بعدی موجب کمال امتنان خواهد بود.

عباس علی محمدی
عضو هیئت علمی
دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی