



## مبانی سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS)

(همراه با آموزش کامل نرم افزار ArcGIS)

دکتر سیدرضا حسین‌زاده  
عضو هیئت علمی دانشگاه فردوسی مشهد

سرشناسه: حسین زاده، سیدرضا ۱۳۴۵-  
 عنوان و نام پدیدآور: مبانی سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) (همراه با آموزش کامل نرم‌افزار Arc GIS / پدیدآورنده سیدرضا حسین زاده.  
 مشخصات نشر: مشهد: دانشگاه فردوسی مشهد، انتشارات، ۱۳۹۷.  
 مشخصات ظاهری: ۶۵۲ ص. مصور، جدول، نمودار. + یک لوح فشرده.  
 فروست: انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد؛ ۶۸۲  
 شابک: ISBN: 978-964-386-357-9  
 وضعیت فهرست‌نویسی: فیپا.  
 یادداشت: کتابنامه: ص. [۶۱۹] - ۶۲۴. نمایه.  
 موضوع: سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی  
 موضوع: آرک جی. آی. اس.  
 موضوع: سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی - - داده‌پردازی  
 موضوع: سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی - - نرم‌افزار  
 شناسه افزوده: دانشگاه فردوسی مشهد.  
 رده‌بندی کنگره: ۱۳۹۷ م ۲ / ج ۵ / ۲۱۲ / ۷۰ GY  
 رده‌بندی دیویی: ۵۸۲/۰۱۹  
 شماره کتابشناسی ملی: ۴۸۳۹۹۲۰

Geographic information systems  
 Arc GIS  
 Geographic information systems  
 -- Data processing  
 Geographic information systems  
 -- Software  
 Ferdowsi University of Mashhad

### مبانی سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS)

(همراه با آموزش کامل نرم‌افزار ArcGIS)  
 پدیدآورنده: دکتر سیدرضا حسین زاده  
 ویراستار علمی: دکتر مسعود مینایی  
 مشخصات: وزیری، ۲۵۰ نسخه، چاپ اول، تابستان ۹۷  
 چاپ و صحافی: چاپخانه دانشگاه فردوسی مشهد  
 بها: ۵۴۰/۰۰۰ ریال (همراه با لوح فشرده)



انتشارات  
۶۸۲

#### مراکز پخش:

فروشگاه و نمایشگاه کتاب پردیس: مشهد، میدان آزادی، دانشگاه فردوسی مشهد، سازمان مرکزی،  
 جنب سلف یاس تلفن: ۳۸۸۳۳۷۲۷ (۰۵۱)  
 مؤسسه کتابیران: تهران، خیابان کارگر جنوبی، خیابان لبافی‌نژاد، بین خیابان فروردین و اردیبهشت،  
 شماره ۲۳۸ تلفن: ۶۶۴۹۴۴۰۹-۶۶۴۸۴۷۱۵ (۰۲۱)  
 مؤسسه دانشسیران: تهران، خیابان انقلاب، خیابان منیری جاوید (اردیبهشت) نبش خیابان نظری،  
 شماره ۱۴۲ تلفنکس: ۶۶۴۰۰۲۲۰ - ۶۶۴۰۰۱۴۴ (۰۲۱)

<http://press.um.ac.ir>

Email: [press@um.ac.ir](mailto:press@um.ac.ir)

## فهرست مطالب

پیشگفتار.....	۱۶
<b>فصل ۱. آشنایی کلی با سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS).....</b>	<b>۱۹</b>
۱-۱- مقدمه.....	۱۹
۲-۱- تعریف GIS.....	۲۱
۳-۱- مقایسه نقشه‌های کاغذی و نقشه‌های تهیه شده در محیط GIS.....	۲۲
۴-۱- کاربردهای GIS.....	۲۴
۵-۱- اجزاء یک سیستم GIS.....	۲۵
۶-۱- تاریخچه GIS.....	۲۶
۱-۶-۱- GIS جهانی.....	۲۶
۲-۶-۱- GIS در ایران.....	۳۴
۷-۱- معرفی داده‌های جغرافیایی دارای مختصات.....	۳۶
۱-۷-۱- داده‌های مکانی.....	۳۷
۲-۷-۱- داده‌های توصیفی.....	۴۱
۳-۷-۱- روش‌های اتصال داده‌های توصیفی و مکانی به یکدیگر.....	۴۲
۸-۱- عملیات GIS و مراحل آن.....	۴۲
۱-۸-۱- ورود داده‌های مکانی.....	۴۳
۲-۸-۱- جستجوی داده‌ها.....	۴۴
۳-۸-۱- تجزیه و تحلیل داده‌ها.....	۴۵
۴-۸-۱- مدل و مدل‌سازی در GIS.....	۴۷
۵-۸-۱- نمایش داده‌ها.....	۴۷
تمرین‌های فصل اول.....	۴۹
تمرین ۱: آشنایی با ArcCatalog.....	۴۹
تمرین ۲: آشنایی با ArcMap.....	۵۲
تمرین ۳: روش نصب نرم‌افزار ArcGIS 10.3.....	۵۷
<b>فصل ۲. مقیاس در GIS.....</b>	<b>۵۹</b>
۱-۲- مقدمه.....	۵۹

۶۱	..... ۲-۲- ماهیت مقیاس
۶۳	..... ۳-۲- مقیاس و دقت طول‌های اندازه‌گیری شده
۶۶	..... ۴-۲- انواع روش‌های بیان مقیاس
۶۷	..... ۲-۴-۱- مقیاس لفظی یا حرفی
۶۷	..... ۲-۴-۲- مقیاس عددی (کسری)
۷۰	..... ۲-۴-۳- مقیاس خطی یا ترسیمی
۷۰	..... ۲-۵- مقیاس در مدل‌های داده‌ای GIS
۷۱	..... ۲-۵-۱- مقیاس در داده‌های وکتوری
۷۳	..... ۲-۵-۲- مقیاس در داده‌های رستری
۷۷	..... ۲-۶- مقیاس ارتفاعی
۷۹	..... ۲-۷- طبقه‌بندی نقشه‌ها با توجه به مقیاس
۷۹	..... ۲-۸- مقیاس نقشه‌های ایران
۸۰	..... ۲-۸-۱- نقشه‌های توپوگرافی
۸۱	..... ۲-۸-۲- نقشه‌های زمین‌شناسی
۸۲	..... ۲-۸-۳- نقشه‌های شیب
۸۳	..... ۲-۹- مقیاس در نقشه‌های ژئومورفولوژی
۸۵	..... ۲-۱۰-۱- مقیاس در طرح‌های مطالعاتی
۸۵	..... ۲-۱۰-۲- طرح‌های مربوط به منابع طبیعی و مدیریت حوضه‌های آبخیز
۸۶	..... ۲-۱۰-۲- طرح‌های توان‌سنجی و طرح‌های توسعه
۸۹	..... تمرین‌های فصل دوم
۸۹	..... تمرین ۱: ابعاد خطوط و وکتوری و مفهوم مقیاس
۹۰	..... تمرین ۲: ابعاد سلول‌ها یا پیکسل‌های رستری و مفهوم مقیاس
۹۲	..... تمرین ۳: تنظیمات اولیه مربوط به پنجره مقیاس
۹۴	..... تمرین ۴: ورود مقیاس خطی و عددی

۹۷	..... <b>فصل ۳. سیستم‌های مختصات نقشه</b>
۹۷	..... ۳-۱- مقدمه
۹۸	..... ۳-۲- سیستم مختصات جغرافیایی
۱۰۱	..... ۳-۲-۱- شکل و ابعاد زمین
۱۰۴	..... ۳-۳- سیستم‌های تصویر نقشه
۱۰۶	..... ۳-۳-۱- انواع سیستم‌های تصویر نقشه
۱۱۲	..... ۳-۴- انواع سیستم‌های تصویر مورد استفاده در نقشه‌ها
۱۱۲	..... ۳-۴-۱- سیستم‌های تصویر مرکاتور معکوس و UTM
۱۱۴	..... ۳-۴-۲- سیستم تصویر مخروطی مشابه لامبرت

۱۱۵.....	۳-۵- سیستم‌های مختصات قائم‌الزاویه مسطح یا شبکه‌ای
۱۱۶.....	۳-۵-۱- سیستم شبکه‌ای UTM
۱۱۸.....	۳-۵-۲- شبکه UPS
۱۱۹.....	۳-۶- سیستم‌های مختصات در GIS
۱۲۰.....	۳-۶-۱- فایل سیستم تصویر
۱۲۱.....	۳-۶-۲- سیستم‌های مختصات از پیش تعریف شده در GIS
۱۲۱.....	۳-۶-۳- سیستم تصویر شناور
۱۲۲.....	تمرین‌های فصل سوم (سیستم‌های تصویر)
۱۲۴.....	تمرین ۱: تعریف سیستم مختصات جغرافیایی برای یک shapefile و تبدیل آن به سیستم مختصات شبکه‌ای
۱۲۶.....	تمرین ۲: ورود یک سیستم مختصات از یک لایه‌ی دارای سیستم مختصات
۱۲۷.....	تمرین ۳: مختصات دار کردن یک فایل نوشتاری و تبدیل آن به یک Shaperfile
۱۲۸.....	تمرین ۴: تبدیل از یک سیستم مختصات به سیستم مختصات دیگر
۱۳۱.....	<b>فصل ۴. مدل برداری داده‌ها در GIS</b>
۱۳۱.....	۴-۱- مقدمه
۱۳۲.....	۴-۲- مدل زمین ارتباطی داده‌ها
۱۳۲.....	۴-۳- نمایش عوارض جغرافیایی در مدل وکتوری داده‌ها
۱۳۴.....	۴-۴- توپولوژی
۱۳۶.....	۴-۴-۱- مدل Coverage شرکت ایزری
۱۳۷.....	۴-۴-۲- ساختار داده‌های Coverage
۱۳۹.....	۴-۴-۳- اهمیت توپولوژی
۱۳۹.....	۴-۵- داده‌های برداری غیرتوپولوژیکی
۱۴۱.....	۴-۶- مدل‌های داده‌ای عوارض ترکیبی
۱۴۱.....	۴-۶-۱- TIN
۱۴۲.....	۴-۶-۲- مدل داده‌ای مناطق یا نواحی
۱۴۳.....	۴-۶-۳- مدل اطلاعاتی مسیرها
۱۴۵.....	۴-۷- مدل داده‌ای شیء‌گرا
۱۴۷.....	۴-۷-۱- کلاس‌ها یا طبقات عوارض
۱۴۸.....	۴-۷-۲- روابط بین کلاس‌ها
۱۴۹.....	۴-۸- مدل داده‌ای Geodatabase
۱۴۹.....	۴-۸-۱- نمایش هندسی عوارض جغرافیایی در Geodatabase
۱۵۱.....	۴-۸-۲- ساختار داده‌ها در Geodatabase
۱۵۳.....	۴-۹- رابطه
۱۵۴.....	۴-۱۰- دستورات توپولوژی

۱۵۶	..... Geodatabase مدل مزایای مدل
۱۵۸	..... تمرین‌های فصل چهارم
۱۵۸	..... تمرین ۱: بررسی ساختار فایل‌های اطلاعاتی Coverage و Shapefile
۱۶۰	..... تمرین ۲: مشاهده و مرور مناطق و مسیرها
۱۶۱	..... تمرین ۳: مشاهده یک TIN
۱۶۲	..... تمرین ۴: ایجاد پایگاه زمینی داده‌ها، مجموعه داده‌های عارضه و کلاس عارضه
۱۶۳	..... تمرین ۵: تبدیل یک shapefile به کلاس عارضه پایگاه داده‌های زمینی
۱۶۵	..... <b>فصل ۵. مدل رستری داده‌ها</b>
۱۶۵	..... ۱-۵- مقدمه
۱۶۶	..... ۲-۵- مبانی داده‌های رستری
۱۶۸	..... ۱-۲-۵- مقدار یک سلول رستری
۱۶۸	..... ۲-۲-۵- ابعاد سلول رستری
۱۶۹	..... ۳-۲-۵- باندهای رستری
۱۶۹	..... ۴-۲-۵- سیستم مختصات در داده‌های رستری
۱۷۱	..... ۳-۵- انواع داده‌های رستری
۱۷۱	..... ۱-۳-۵- تصاویر ماهواره‌ای
۱۷۳	..... ۲-۳-۵- مدل‌های رقومی ارتفاع متعلق به سازمان زمین‌شناسی آمریکا
۱۷۵	..... ۳-۳-۵- سایر DEMها
۱۷۶	..... ۴-۳-۵- DEMهای جهانی
۱۷۶	..... ۵-۳-۵- فایل‌های اسکن شده (Bi-Level)
۱۷۸	..... ۶-۳-۵- نقشه‌های رستری رقومی (DRGS)
۱۸۰	..... ۷-۳-۵- فایل‌های گرافیکی
۱۸۱	..... ۸-۳-۵- داده‌های رستری مخصوص نرم‌افزارهای GIS
۱۸۱	..... ۴-۵- ساختار داده‌های رستری
۱۸۲	..... ۱-۴-۵- ساختار کدگذاری سلول به سلول
۱۸۲	..... ۲-۴-۵- روش کدگذاری در امتداد طولی
۱۸۴	..... ۳-۴-۵- روش درخت‌واره چهارشاخه
۱۸۵	..... ۵-۵- فشردده سازی داده‌ها
۱۸۶	..... ۶-۵- تبدیل داده‌ها به یکدیگر
۱۸۷	..... ۷-۵- ترکیب داده‌های رستری و برداری
۱۸۹	..... تمرین‌های فصل پنجم
۱۸۹	..... تمرین ۱: نمایش یک تصویر ماهواره‌ای در ArcMap
۱۹۰	..... تمرین ۲: تبدیل داده‌های وکتوری به رستری

۱۹۱	فصل ۶. ورود داده‌های مکانی.....
۱۹۱	۱-۶- مقدمه.....
۱۹۲	۲-۶- داده‌های موجود GIS.....
۱۹۴	۳-۶- ایجاد داده‌های جدید.....
۱۹۴	۱-۳-۶- داده‌های سنجش از دور.....
۱۹۶	۲-۳-۶- عکس‌های هوایی.....
۱۹۸	۳-۳-۶- داده‌های زمینی.....
۲۰۴	۴-۳-۶- فایل‌های نوشتاری با مختصات x و y.....
۲۰۴	۵-۳-۶- رقومی کردن نقشه‌های کاغذی.....
۲۰۶	۶-۳-۶- اسکن کردن یا رقومی سازی خودکار.....
۲۰۹	۷-۳-۶- اهمیت نقشه‌های منبع.....
۲۱۱	تمرین‌های فصل ششم.....
۲۱۱	تمرین ۱: رقومی کردن در محیط رایانه (عوارض پلیگونی).....
۲۱۵	تمرین ۲: رقومی کردن در محیط کامپیوتر (رقومی کردن پلیگونها با خطوط و تبدیل آن به پلیگون):.....
۲۱۶	تمرین ۳: افزودن داده‌های x و y در ArcMap.....
۲۱۷	تمرین ۴: انتقال لایه‌های Shapefile از محیط نرم‌افزار GIS به محیط Google Earth.....
۲۱۸	تمرین ۵: انتقال داده‌ها از محیط Google Earth به محیط GIS و تبدیل به فرمت برداری.....
۲۱۹	تمرین ۶: بررسی عوارض خطی (Polylines) دارای مقدار.....
۲۲۱	فصل ۷. تبدیل هندسی یا ژئورفرنس کردن نقشه‌ها و تصاویر ماهواره‌ای.....
۲۲۱	۱-۷- مقدمه.....
۲۲۲	۲-۷- انواع تبدیل هندسی.....
۲۲۲	۱-۲-۷- تبدیل نقشه به نقشه و تصویر به نقشه.....
۲۲۳	۲-۲-۷- روش‌های تبدیل هندسی.....
۲۲۴	۳-۲-۷- تغییر شکل Affine.....
۲۲۷	۴-۲-۷- نقاط کنترل.....
۲۲۸	۳-۷- خطای جذر میانگین مربع خطاها یا RMS.....
۲۳۰	۴-۷- تفسیر خطای RMS در نقشه‌های رقومی شده.....
۲۳۲	۵-۷- Resampling پیکسل‌ها در فرایند تبدیل هندسی.....
۲۳۴	تمرین‌های فصل هفتم.....
۲۳۴	تمرین ۱: ژئورفرنس و Rectify کردن یک نقشه اسکن شده.....
۲۳۹	تمرین ۲: ژئورفرنس و موزائیک کردن نقشه‌های اسکن شده مجاور هم.....
۲۴۱	تمرین ۳: استفاده از ArcScan برای تبدیل خطوط رستری به وکتور.....
۲۴۴	تمرین ۴: ژئورفرنس کردن یک تصویر ماهواره‌ای با استفاده از نقشه.....

تمرین ۵: ژئورفرنس کردن عکس‌های هوایی.....	۲۴۶
<b>فصل ۸. ویرایش داده‌های مکانی.....</b>	۲۴۹
۱-۸- مقدمه.....	۲۴۹
۲-۸- خطاهای موقعیتی.....	۲۵۰
۳-۸- علل خطاهای رقومی سازی.....	۲۵۱
۴-۸- خطاهای توپولوژیکی.....	۲۵۲
۱-۴-۸- خطاهای توپولوژیکی مربوط به شکل عوارض.....	۲۵۲
۲-۴-۸- خطاهای توپولوژیکی موجود بین لایه‌ها.....	۲۵۳
۵-۸- ویرایش توپولوژیکی.....	۲۵۵
۱-۵-۸- ویرایش توپولوژیکی روی Coverage ها.....	۲۵۶
۲-۵-۸- ویرایش با توپولوژی نقشه.....	۲۵۹
۳-۵-۸- ویرایش با استفاده از دستورات توپولوژی.....	۲۵۹
۶-۸- ویرایش غیر توپولوژیکی.....	۲۶۰
۱-۶-۸- ویرایش عوارض موجود.....	۲۶۱
۲-۶-۸- ایجاد عوارض جدید از عوارض موجود.....	۲۶۲
۷-۸- سایر عملیات ویرایشی.....	۲۶۳
۱-۷-۸- انطباق و همسان‌سازی لبه‌ها (Edgematching).....	۲۶۳
۱-۷-۸- هموارسازی و ساده‌سازی خطوط.....	۲۶۴
تمرین‌های فصل هشتم.....	۲۶۸
تمرین ۱: ویرایش یک shapefile.....	۲۶۹
تمرین ۲: کاربرد Cluster Tolerance برای اصلاح خطاهای رقومی‌سازی بین دو shapefile.....	۲۷۱
تمرین ۳: استفاده از دستور توپولوژی برای مرتفع کردن خطوط معلق (Dangles).....	۲۷۳
تمرین ۴: استفاده از دستور توپولوژی برای یکسان‌سازی دو لایه پلیگونی که دارای هم‌پوشانی هستند.....	۲۷۶
تمرین ۵: انجام عملیات اتصال حواشی نقشه‌ها (Edgematching).....	۲۷۸
<b>فصل ۹. داده‌های توصیفی و مدیریت آن‌ها در GIS.....</b>	۲۸۱
۱-۹- مقدمه.....	۲۸۱
۲-۹- داده‌های توصیفی در GIS.....	۲۸۲
۱-۲-۹- انواع جدول‌های توصیفی.....	۲۸۳
۲-۲-۹- مدیریت پایگاه داده‌ها.....	۲۸۵
۳-۲-۹- انواع داده‌های توصیفی.....	۲۸۶
۳-۹- انواع پایگاه داده‌های توصیفی.....	۲۸۸
۱-۳-۹- انواع ارتباطات بین جدول‌های توصیفی.....	۲۹۰



۲۹۴.....	۲-۳-۹- اتصال و ارتباط جدول‌های توصیفی
۲۹۵.....	۴-۹- ورود داده‌های توصیفی
۲۹۵.....	۱-۴-۹- تعریف فیلد
۲۹۵.....	۲-۴-۹- روش‌های ورود داده‌ها
۲۹۷.....	۳-۴-۹- تأیید داده‌های توصیفی
۲۹۸.....	۵-۹- کار با فیلدها و داده‌های توصیفی
۲۹۸.....	۱-۵-۹- حذف و اضافه کردن فیلدها
۲۹۹.....	۲-۵-۹- ایجاد داده‌های توصیفی جدید به روش طبقه‌بندی
۲۹۹.....	۳-۵-۹- ایجاد داده‌های توصیفی جدید به روش محاسبه
۳۰۱.....	تمرین‌های فصل نهم
۳۰۱.....	تمرین ۱: ورود داده‌های توصیفی از یک لایه Geodatabase
۳۰۳.....	تمرین ۲: اتصال جدول‌ها در ArcMap
۳۰۴.....	تمرین ۳: ارتباط جدول‌ها در ArcMap
۳۰۵.....	تمرین ۴: ایجاد داده‌های توصیفی جدید به واسطه طبقه‌بندی داده‌های موجود
۳۰۶.....	تمرین ۵: کاربرد روش پیشرفته در طبقه‌بندی داده‌های توصیفی
۳۰۸.....	تمرین ۶: ایجاد داده‌های توصیفی جدید با استفاده از محاسبه داده‌ها
۳۰۹.....	<b>فصل ۱۰. تحلیل‌های مقدماتی داده‌ها در GIS</b>
۳۰۹.....	۱-۱۰- مقدمه
۳۰۹.....	۲-۱۰- مفهوم تحلیل‌های مقدماتی یا اکتشافی داده‌ها
۳۱۰.....	۱-۲-۱۰- شاخص‌های آمار توصیفی
۳۱۱.....	۲-۲-۱۰- نمودارها
۳۱۹.....	۳-۱۰- پرسش داده‌های توصیفی
۳۲۱.....	۱-۳-۱۰- عبارت‌های مورد استفاده در پرسش (Query) داده‌ها
۳۲۲.....	۲-۳-۱۰- نوع عملیات پرسش
۳۲۴.....	۴-۱۰- پرسش داده‌های مکانی
۳۲۷.....	۵-۱۰- پرسش داده‌های رستری
۳۲۹.....	تمرین‌های فصل دهم
۳۲۹.....	تمرین ۱: انتخاب عوارض بر مبنای موقعیت آنها
۳۳۱.....	تمرین ۲: انتخاب عوارض با استفاده از اشکال هندسی
۳۳۲.....	تمرین ۳: پرسش داده‌های توصیفی از یک جدول توصیفی پس از اتصال آن
۳۳۳.....	تمرین ۴: ترکیب پرسش داده‌های توصیفی و مکانی
۳۳۵.....	تمرین ۵: پرسش داده‌های رستری

۳۳۷	فصل ۱۱. تحلیل داده‌های برداری
۳۳۷	۱-۱۱- مقدمه
۳۳۸	۲-۱۱- تعیین حریم یا بافرینگ
۳۳۹	۱-۲-۱۱- کاربردهای بافرینگ
۳۴۰	۳-۱۱- هم‌پوشانی
۳۴۱	۱-۳-۱۱- انواع هم‌پوشانی براساس نوع لایه‌ها
۳۴۳	۲-۳-۱۱- روش‌های هم‌پوشانی
۳۴۵	۳-۳-۱۱- خطاها در عملیات هم‌پوشانی
۳۴۷	۴-۳-۱۱- کاربردهای هم‌پوشانی
۳۴۸	۴-۱۱- اندازه‌گیری فواصل
۳۴۹	۵-۱۱- تحلیل‌های الگو
۳۴۹	۱-۵-۱۱- تحلیل‌های نزدیک‌ترین همسایگی
۳۴۹	۲-۵-۱۱- ضریب I موران برای اندازه‌گیری همبستگی خودکار مکانی
۳۵۲	۳-۵-۱۱- G-Statistic برای اندازه‌گیری خوشه‌بندی بالا و پایین
۳۵۴	۴-۵-۱۱- کاربردهای تحلیل الگو
۳۵۵	۶-۱۱- تغییر نقشه‌ها یا دست‌کاری آنها
۳۶۰	تمرین‌های فصل یازدهم
۳۶۰	تمرین ۱: انجام بافرینگ و هم‌پوشانی
۳۶۳	تمرین ۲: هم‌پوشانی پلیگون‌های چند جزئی
۳۶۳	تمرین ۳: اندازه‌گیری فواصل بین نقاط و خطوط
۳۶۵	فصل ۱۲. تحلیل داده‌های رستری
۳۶۵	۱-۱۲- محیط تحلیل داده‌های رستری
۳۶۶	۲-۱۲- تحلیل‌های محلی
۳۶۷	۱-۲-۱۲- تحلیل‌های محلی با یک رستر منفرد
۳۶۸	۲-۲-۱۲- طبقه‌بندی مجدد
۳۶۸	۳-۲-۱۲- تحلیل‌های محلی با رسترهای چندگانه
۳۷۱	۳-۱۲- تحلیل‌های همسایگی
۳۷۲	۱-۳-۱۲- شاخص‌های آماری تحلیل‌های همسایگی
۳۷۳	۲-۳-۱۲- کاربرد تحلیل‌های همسایگی
۳۷۵	۴-۱۲- تحلیل‌های ناحیه‌ای رستری
۳۷۵	۱-۴-۱۲- شاخص‌های آماری تحلیل‌های ناحیه‌ای
۳۷۸	۵-۱۲- عملیات اندازه‌گیری فاصله فیزیکی
۳۸۰	۶-۱۲- تحلیل‌های تکمیلی داده‌های رستری

۳۸۰	..... ۱۲-۶-۱- مدیریت داده‌های رستری
۳۸۱	..... ۱۲-۶-۲- استخراج داده‌های رستری
۳۸۲	..... ۱۲-۶-۳- جنرالیزه کردن داده‌های رستری
۳۸۳	..... ۱۲-۷-۷- مقایسه تجزیه و تحلیل داده‌ها در لایه‌های وکتوری و رستری
۳۸۴	..... ۱۲-۷-۱- هم‌پوشانی
۳۸۵	..... ۱۲-۷-۲- بافرینگ
۳۸۶	..... تمرین‌های فصل دوازدهم
۳۸۶	..... تمرین ۱: انجام یک تحلیل محلی
۳۸۷	..... تمرین ۲: انجام تحلیل محلی با استفاده از تابع Combine
۳۸۷	..... تمرین ۳: انجام تحلیل همسایگی (Neighborhood)
۳۸۸	..... تمرین ۴: تحلیل ناحیه‌ای
۳۸۸	..... تمرین ۵: اندازه‌گیری فواصل فیزیکی
۳۹۱	..... <b>فصل ۱۳. تحلیل‌های توپوگرافی و شیب</b>
۳۹۱	..... ۱۳-۱- مقدمه
۳۹۲	..... ۱۳-۲-۲- داده‌های موردنیاز تهیه و ترسیم نقشه‌های ناهمواری
۳۹۲	..... ۱۳-۲-۱- DEM
۳۹۳	..... ۱۳-۲-۲- منابع تولید داده‌های رقمی ارتفاع
۳۹۶	..... ۱۳-۲-۳- TIN
۴۰۰	..... ۱۳-۳-۳- روش‌های نمایش ناهمواری
۴۰۰	..... ۱۳-۳-۱- روش منحنی‌های تراز
۴۰۲	..... ۱۳-۳-۲- نیم‌رخ توپوگرافی
۴۰۶	..... ۱۳-۳-۳- روش سایه
۴۰۹	..... ۱۳-۳-۴- روش هیپسومتری (رنگ‌های تدریجی)
۴۱۰	..... ۱۳-۳-۵- دید پرسپکتیو
۴۱۲	..... ۱۳-۴-۴- شیب و جهت شیب
۴۱۴	..... ۱۳-۴-۱- الگوریتم‌های محاسباتی شیب و جهت شیب در رسترهای ارتفاعی
۴۱۷	..... ۱۳-۴-۲- الگوریتم‌های محاسبه شیب و جهت شیب در لایه‌های TIN
۴۱۸	..... ۱۳-۴-۳- عوامل مؤثر بر مقادیر شیب و جهت شیب
۴۱۹	..... ۱۳-۵- انحناى سطحی
۴۲۱	..... ۱۳-۶- مقایسه رسترهای ارتفاعی و TINها
۴۲۳	..... تمرین‌های فصل سیزدهم
۴۲۴	..... تمرین ۱: استفاده از DEM برای تهیه نقشه‌های ناهمواری
۴۲۹	..... تمرین ۲: ایجاد نقشه شیب، جهت شیب و انحناى سطح زمین از DEM

- ۴۳۱..... تمرین ۳: ساخت و نمایش TIN.....
- ۴۳۲..... تمرین ۴: ایجاد TIN و سپس DEM از نقشه توپوگرافی.....
- ۴۳۳..... تمرین ۵: روش دانلود DEM های SRTM.....
- ۴۳۴..... تمرین ۶: روش دانلود DEM های ASTER از سایت USGS.....
- ۴۳۵..... تمرین ۷: روش دانلود تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸.....

**فصل ۱۴. تحلیل میدان‌های دید و حوضه‌های آبریز.....**

- ۴۳۷..... ۱-۱۴- مقدمه.....
- ۴۳۷..... ۲-۱۴- تجزیه و تحلیل میدان دید.....
- ۴۴۱..... ۳-۱۴- پارامترهای تحلیل میدان دید.....
- ۴۴۴..... ۴-۱۴- کاربردهای تجزیه و تحلیل میدان دید.....
- ۴۴۴..... ۵-۱۴- مطالعات مربوط به حوضه‌های آبریز.....
- ۴۴۵..... ۱-۵-۱۴- مراحل و روش‌های استخراج خودکار حوضه‌های آبریز و شبکه زهکشی.....
- ۴۵۲..... ۲-۵-۱۴- استخراج حوضه‌ها و زیرحوضه‌ها به روش منطقه‌ای.....
- ۴۵۲..... ۳-۵-۱۴- استخراج حوضه‌های آبریز متکی بر یک یا چند نقطه.....
- ۴۵۴..... ۶-۱۴- عوامل مؤثر بر تجزیه و تحلیل حوضه‌های آبریز.....
- ۴۵۶..... ۷-۱۴- کاربردهای تجزیه و تحلیل رایانه‌ای حوضه‌های آبریز.....
- ۴۵۸..... تمرین‌های فصل چهاردهم.....
- ۴۵۸..... تمرین ۱: انجام تجزیه و تحلیل‌های میدان دید.....
- ۴۶۰..... تمرین ۲: ایجاد یک لایه نقطه‌ای جدید برای تحلیل میدان دید.....
- ۴۶۱..... تمرین ۳: استخراج حوضه‌های آبریز.....
- ۴۶۳..... تمرین ۴: استخراج حوضه آبریز در بالادست نقطه خروجی.....
- ۴۶۴..... تمرین ۵: استخراج شبکه زهکشی رستری و تبدیل آن به وکتور.....

**فصل ۱۵. واسطه‌یابی مکانی.....**

- ۴۶۷..... ۱-۱۵- مقدمه.....
- ۴۶۷..... ۲-۱۵- داده‌های موردنیاز عملیات واسطه‌یابی.....
- ۴۷۰..... ۳-۱۵- روش‌های واسطه‌یابی جهانی.....
- ۴۷۰..... ۱-۳-۱۵- مدل‌های روند سطحی.....
- ۴۷۳..... ۲-۳-۱۵- مدل‌های رگرسیونی.....
- ۴۷۵..... ۴-۱۵- روش‌های محلی واسطه‌یابی.....
- ۴۷۶..... ۱-۴-۱۵- روش چند ضلعی‌های تیسن.....
- ۴۷۷..... ۲-۴-۱۵- روش تخمین تراکم.....
- ۴۷۹..... ۳-۴-۱۵- روش واسطه‌یابی IDW.....

۴۷۹	..... روش واسطه‌یابی موضعی.....	۴-۴-۱۵
۴۸۱	..... روش واسطه‌یابی کریجینگ.....	۵-۱۵
۴۸۳	..... سمی‌واریوگرام.....	۱-۵-۱۵
۴۸۵	..... مدل‌ها.....	۲-۵-۱۵
۴۸۷	..... کریجینگ معمولی.....	۳-۵-۱۵
۴۸۸	..... کریجینگ جهانی (فراگیر).....	۴-۵-۱۵
۴۸۹	..... سایر روش‌های کریجینگ.....	۵-۵-۱۵
۴۸۹	..... مقایسه روش‌های واسطه‌یابی مکانی.....	۶-۱۵
۴۹۲	..... تمرین‌های فصل پانزدهم.....	
۴۹۲	..... تمرین ۱: واسطه‌یابی با استفاده از روش مدل روند سطحی Trend Surface Model.....	
۴۹۵	..... تمرین ۲: روش تخمین تراکم با استفاده از تابع کرنل.....	
۴۹۵	..... تمرین ۳: کاربرد روش IDW در واسطه‌یابی مکانی.....	
۴۹۶	..... تمرین ۴: استفاده از روش کریجینگ معمولی برای واسطه‌یابی.....	
۴۹۸	..... تمرین ۵: کاربرد کریجینگ عمومی در واسطه‌یابی.....	
۴۹۹	..... فصل ۱۶. تحلیل‌های مسیر و کاربردهای شبکه.....	
۴۹۹	..... ۱-۱۶- مقدمه.....	
۵۰۰	..... ۲-۱۶- تحلیل مسیر.....	
۵۰۱	..... ۱-۲-۱۶- محاسبه هزینه مسافت.....	
۵۰۲	..... ۲-۲-۱۶- محاسبه حداقل هزینه تجمعی مسیر.....	
۵۰۶	..... ۳-۲-۱۶- بهینه‌سازی محاسبه هزینه مسافت.....	
۵۰۷	..... ۳-۱۶- شبکه.....	
۵۰۸	..... ۱-۳-۱۶- اتصال و هزینه عبور از آن.....	
۵۰۸	..... ۲-۳-۱۶- امپدانس گره و پیچیدن.....	
۵۰۹	..... ۳-۳-۱۶- خیابان‌های یک‌طرفه یا بن‌بست.....	
۵۱۰	..... ۴-۳-۱۶- پل‌های روگذر و زیرگذر.....	
۵۱۰	..... ۴-۱۶- ساخت شبکه.....	
۵۱۴	..... ۵-۱۶- کاربردهای شبکه.....	
۵۱۵	..... ۱-۵-۱۶- تحلیل کوتاه‌ترین مسیر.....	
۵۱۸	..... ۲-۵-۱۶- دسترسی به نزدیک‌ترین خدمات یا امکانات.....	
۵۱۹	..... ۳-۵-۱۶- توزیع امکانات و خدمات.....	
۵۲۱	..... ۴-۵-۱۶- موقعیت - توزیع.....	
۵۲۳	..... ۵-۵-۱۶- مدل طراحی حمل‌ونقل شهری.....	
۵۲۴	..... تمرین‌های فصل شانزدهم.....	

۵۲۴.....	تمرین ۱: محاسبه کمترین هزینه تجمعی مسافت.....
۵۲۵.....	تمرین ۲: محاسبه مسافت مسیر.....
۵۲۶.....	تمرین ۳: تبدیل یک ShapFile خطی به یک پایگاه داده هندسی شبکه.....
۵۲۷.....	تمرین ۴: پیدا کردن کوتاهترین مسیر.....
۵۲۹.....	<b>فصل ۱۷. مدل و مدل سازی در GIS</b> .....
۵۲۹.....	۱-۱۷-۱- مقدمه.....
۵۳۰.....	۱۷-۲- اصول اساسی حاکم بر مدل سازی GIS.....
۵۳۰.....	۱۷-۲-۱- طبقه بندی مدل های GIS.....
۵۳۱.....	۱۷-۲-۲- فرایند مدل سازی.....
۵۳۲.....	۱۷-۲-۳- نقش GIS در مدل سازی.....
۵۳۳.....	۱۷-۲-۴- ادغام GIS و دیگر برنامه های مدل سازی.....
۵۳۴.....	۱۷-۳- مدل های باینری.....
۵۳۷.....	۱۷-۴-۱- مدل های نمایی یا فهرستی.....
۵۳۷.....	۱۷-۴-۱- روش ترکیب خطی وزن دار (WLC).....
۵۳۹.....	۱۷-۴-۲- فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP).....
۵۴۱.....	۱۷-۴-۳- فرایند تحلیل شبکه (ANP).....
۵۴۳.....	۱۷-۴-۴- سایر روش ها.....
۵۴۶.....	۱۷-۴-۵- کاربرد مدل های فهرستی.....
۵۴۹.....	۱۷-۵-۱- مدل های رگرسیونی.....
۵۴۹.....	۱۷-۵-۱- مدل رگرسیون خطی.....
۵۵۰.....	۱۷-۵-۲- مدل های رگرسیون لجستیک.....
۵۵۱.....	۱۷-۶-۱- مدل های فرایندی.....
۵۵۱.....	۱۷-۶-۱- مدل های فرسایش خاک.....
۵۵۴.....	۱۷-۶-۲- سایر مدل های فرایندی (پردازشی).....
۵۵۵.....	۱۷-۶-۳- GIS و مدل های فرایندی.....
۵۵۷.....	تمرین های فصل هفدهم.....
۵۵۷.....	تمرین ۱: ساخت یک مدل باینری با داده های وکتوری.....
۵۵۹.....	تمرین ۲: ساخت یک مدل باینری با داده های رستری.....
۵۶۱.....	<b>فصل ۱۸. کارتوگرافی و نمایش داده های جغرافیایی</b> .....
۵۶۱.....	۱-۱۸-۱- مقدمه.....
۵۶۲.....	۱۸-۱-۱- نمادسازی کارتوگرافیکی عوارض جغرافیایی.....
۵۶۵.....	۱۸-۱-۲- استفاده از رنگ.....

۵۶۶	..... طبقه‌بندی داده‌ها..... ۳-۱-۱۸
۵۶۷	..... انواع نقشه ..... ۲-۱۸
۵۶۷	..... نقشه‌های نقطه ..... ۱-۲-۱۸
۵۶۸	..... نقشه‌های کروپلیت..... ۲-۲-۱۸
۵۶۹	..... نقشه‌های دسی متریک..... ۳-۲-۱۸
۵۶۹	..... نقشه‌های با نمادهای تدریجی..... ۴-۲-۱۸
۵۶۹	..... نقشه‌های با نمادهای نسبی..... ۵-۲-۱۸
۵۷۰	..... نقشه نمودار یا نقشه‌های چارت..... ۶-۲-۱۸
۵۷۱	..... نقشه‌های جریانیه..... ۷-۲-۱۸
۵۷۱	..... نقشه‌های ابزاریمیک..... ۸-۲-۱۸
۵۷۲	..... تایپ روی نقشه‌ها..... ۳-۱۸
۵۷۲	..... انواع تایپ..... ۱-۳-۱۸
۵۷۳	..... انتخاب انواع تایپ..... ۲-۳-۱۸
۵۷۵	..... جانمایی نوشته‌ها در متن نقشه..... ۳-۳-۱۸
۵۷۸	..... طراحی نقشه..... ۴-۱۸
۵۷۹	..... تنظیم و ترکیب عناصر نقشه (layout)..... ۱-۴-۱۸
۵۸۲	..... دید سلسله‌مراتبی یا شبه‌سه‌بعدی..... ۲-۴-۱۸
۵۸۴	..... تولید نقشه..... ۵-۱۸
۵۸۸	..... تمرین‌های فصل هجدهم.....
۵۸۸	..... تمرین ۱: تهیه نقشه کروپلیت و تنظیم layout آن.....
۵۹۵	..... تمرین ۲: استفاده از نمادهای تدریجی، خطی، جاده‌ای و نوشتاری.....
۵۹۹	..... تمرین ۳: برچسب‌گذاری رودخانه‌ها.....
۶۰۱	..... مفاهیم و اصطلاحات کلیدی.....
۶۱۹	..... منابع.....
۶۲۵	..... نمایه.....

## پیشگفتار

در حال حاضر سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) با سابقه‌ای حدود ۶ دهه به یکی از ضرورت‌های اساسی در ثبت، ذخیره، بازیابی، تحلیل و نمایش داده‌های جغرافیایی تبدیل شده است. بدون وجود GIS تقریباً امکان نگهداری و تحلیل حجم وسیعی از داده‌های جغرافیایی متنوع و رو به فزونی محیط طبیعی و فعالیت‌های انسانی و تغییرات کاربری وجود ندارد. گرچه تحول GIS از آغاز تاکنون در بستر علوم مختلفی از جمله جغرافیا، منابع طبیعی، رایانه، نقشه‌برداری، سنجش‌ازدور، محیط زیست و... صورت گرفته، اما در حال حاضر به‌عنوان یک علم میان‌رشته‌ای توجه طیف گسترده‌ای از طرفداران و مدعیان را به خود معطوف ساخته است. در سال‌های اخیر این علم در دانشگاه‌های سراسر کشور تدریس می‌شود و کتاب‌ها و مقالات ارزشمندی نیز از سوی متخصصان این حوزه منتشر شده است. با این وجود، در منابع موجود یا تنها به تشریح مبانی و اصول این علم پرداخته شده و یا در اکثر موارد فقط به معرفی ابزار نرم‌افزارها اکتفا گردیده است. تألیف این کتاب در راستای رفع کمبود موجود و جمع‌بندی مبانی مربوطه و کار با ابزار آن، تلاش دارد ابتدا ضمن معرفی و تبیین اصول و شالوده سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، زمینه‌های کاربردی این علم و روش‌ها و فنون مورد استفاده از این دانش را به روشی ساده مورد توجه قرار دهد.

کتاب حاضر در تکمیل کتاب پیشین مؤلف و در پاسخ به نیاز بسیاری از دانشجویان، کارشناسان و متخصصان علوم زمین به رشته تحریر درآمده است. کتاب سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) توسط نگارنده و با همکاری آقای دکتر علیرضا بیدخوری که پیش از این به زیور طبع آراسته گردید، پنج بار توسط انتشارات محترم جهاد دانشگاهی مشهد منتشر و مورد اقبال اساتید و دانشجویان محترم قرار گرفت. در حال حاضر به دلیل توسعه نرم‌افزار ArcGIS و بالارفتن انتظارات منطقی و روزافزون کاربران، جایگزینی منبعی جدیدتر و جامع‌تر احساس می‌گردید. بر این اساس نسخه فعلی کتاب مشتمل بر ۱۸ فصل، مجموعه بسیار کامل‌تری از مراحل مختلف عملیات GIS را ارائه می‌دهد. از جمله



ویژگی‌های دیگر کتاب فعلی رفع نواقص کتاب قبلی به‌ویژه در بخش اجرای دستورات و همچنین ارائه نمونه‌های موردی از کشور در بخش تمرین‌هاست. هر فصل از کتاب مشتمل بر دو بخش شامل مبانی GIS و تمرین‌های عملی مربوط به همان فصل است. تمرین‌ها به‌صورت گام‌به‌گام و بسیار آسان در قالب آخرین نسخه نرم‌افزار ArcGIS به‌نگام شده است. در مباحث مربوط به مبانی و نیز در تمرین‌های عملی، از آخرین نسخه منتشر شده نرم‌افزار معروف و پرکاربرد ArcGIS 10.3 به‌عنوان نرم‌افزار پایه استفاده شده است. برای انجام تمرین‌های عملی به کاربران عزیز توصیه می‌شود لایه‌های مربوط به دروس مختلف را در پوشه مشخصی در رایانه خود ذخیره تا با سهولت و انعطاف‌پذیری بیشتری تمرین کنند.

فصل نخست کتاب با عنوان آشنایی کلی با سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی شروع می‌شود و ضمن معرفی سیستم ArcGIS، کاربرد و اجزای این سیستم، روند توسعه تاریخی و همچنین ساختار آن را مورد بررسی قرار می‌دهد. در فصل دوم، مقیاس نقشه که یکی از اساسی‌ترین اجزای آن است در سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی مورد بررسی قرار گرفته و آشنایی لازم را به کاربران ارائه می‌نماید. فصل سوم کتاب معرفی انواع سیستم‌های تصویر و سیستم‌های مختصات را دربرمی‌گیرد. در فصل چهارم و پنجم به ترتیب خصوصیات داده‌های برداری و رستری و انواع آن‌ها شرح داده شده و فصل ششم، انواع داده‌های مورد استفاده در سیستم اطلاعات جغرافیایی و نحوه زمین مرجع کردن و چگونگی ایجاد داده‌های مورد نیاز و معرفی انواع منابع پایه برای ایجاد این داده‌ها را مورد بحث قرار می‌دهد. فصل هفتم، به چگونگی تبدیل هندسی نقشه‌ها، تصاویر ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی می‌پردازد و انواع روش‌های تبدیل هندسی و خطاهای مربوطه را بررسی می‌نماید. فصل هشتم به ویرایش داده‌های مکانی و فصل نهم به معرفی انواع داده‌های توصیفی و همچنین به چگونگی ورود و مدیریت این داده‌ها می‌پردازد. فصل دهم، تحلیل‌های مقدماتی داده‌ها در GIS و فصل‌های یازدهم و دوازدهم به ترتیب داده‌های برداری و رستری را مورد تحلیل و مقایسه قرار داده‌اند. مطالب فصل سیزدهم، تحلیل‌های توپوگرافی و شیب و فصل چهاردهم تحلیل میدان‌های دید و حوضه‌های آبریز را شامل می‌شود که مطالب این دو فصل برای دانشجویان رشته‌های علوم زمین و به‌ویژه دانشجویان جغرافیا، منابع طبیعی، آبخیزداری، هیدرولوژی و ... از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. در فصل پانزدهم انواع روش‌های واسطه‌یابی مکانی معرفی و سپس نتایج هر یک از این روش‌ها در حوضه‌های مختلف کاربردی مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته است. فصل شانزدهم به تحلیل‌های مسیر و کاربردهای شبکه پرداخته. و فصل هفدهم عناصر اساسی مدل‌سازی در GIS و طبقه‌بندی انواع

مدل‌های GIS و کاربرد آن‌ها را شرح داده شده است. در نهایت فصل هجدهم کتاب به روش‌های تنظیم نقشه‌های خروجی و نمایش داده‌های مبتنی بر اصول حاکم بر علم و هنر کارتوگرافی و نقشه‌های موضوعی اختصاص یافته است. همچنین در بخش پایانی کتاب نیز مفاهیم و اصطلاحات کلیدی ارائه گردیده که دربرگیرنده معانی و مفاهیم اساسی فناوری سیستم اطلاعات جغرافیایی است و هدف از ارائه آن، توضیح اصطلاحات تخصصی این حوضه برای رهایی کاربران محترم از سردرگمی ناشی از عدم ترجمه بعضی از این اصطلاحات و یا تعدد اصطلاحات معادل آن‌ها در زبان فارسی بوده است. در مورد بخش منابع ذکر این نکته ضروری است که بخش اعظم مباحث مطرح در کتاب، شامل اصول و مبانی دانش سیستم اطلاعات جغرافیایی است که به بهترین شکل و پس از چندین سال تدریس و کار اجرایی و امور پژوهشی به مخاطبان محترم ارائه گردیده است، لذا نیاز کمتری به ارجاعات متعدد در مورد مفاهیم اساسی و شیوه‌های کاربردی احساس می‌گردد. البته در سراسر کتاب هر جا که از منبعی استفاده شده به لحاظ رعایت شئون و امانتداری و سپاس از سایر نویسندگان، نام مرجع و منبع مورد استفاده ذکر گردیده است.

در پایان ضمن آرزوی توفیق روزافزون برای تمام خوانندگان محترم کتاب، از تمامی کسانی که در تدوین و چاپ این اثر مؤلف را یاری نموده‌اند به‌ویژه از سرکار خانم عذار خسروی دانشجوی دوره دکتری ژئومورفولوژی که در تهیه اشکال متعددی برای کتاب و همچنین تنظیم تعدادی از تمرین‌ها و تایپ نهایی کتاب زحمات ارزشمندی را متحمل شده‌اند، صمیمانه تشکر می‌نماید. از کلیه استادان، دانشجویان و کارشناسان محترمی که سختی مطالعه کتاب را بر خود هموار ساخته تقاضا دارد به‌منظور رفع نقایص احتمالی و در راستای اعتلای بیشتر علم GIS، راقم این سطور را از راهنمایی‌های ارزنده خویش بی‌نصیب نفرموده و هرگونه پیشنهادی را به آدرس پست‌های الکترونیکی نگارنده ارسال نمایند تا در چاپ‌های بعدی مورد استفاده قرار گیرد.

سیدرضا حسین‌زاده

زمستان ۱۳۹۶

srhosseinzadeh@um.ac.ir  
srhosseinzadeh@yahoo.com