

سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)

دکتر محمدنجفی دیسفانی

گروه جغرافیا - دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه

سیستم اطلاعات جغرافیایی یک پایگاه اطلاعاتی کامپیوتری و پیکره است که حاوی مختصات جغرافیایی و شناسنامه مکانی اطلاعات مربوطه می باشد (۱) که جهت دریافت، ذخیره سازی، ساخت و پرداخت اطلاعات و ارائه نتایج آنها به صور متفاوت، نقشه، گراف و چارت طراحی شده است. سیستم اطلاعات جغرافیایی بدینگونه نیز تعریف شده است: " مجموعه ای سازمان یافته از سخت افزارها، نرم افزارها، اطلاعات جغرافیایی و افراد متخصصی که به منظور کسب، ذخیره، به هنگام سازی، پردازش، تحلیل و ارائه کلیه اشکال اطلاعات جغرافیایی طراحی و ایجاد گردیده است " (۳). بسیاری از مفاهیم پایه GIS^۱ در دهه ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ شکل گرفته (۴) منتهی رشد و شکوفایی تکنولوژی کامپیوتر باعث افزایش شدید تعداد و تنوع استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (ساج) گردیده است. کاهش شدید قیمت، وسعت ابعاد کامپیوتر، افزایش ضریب اطمینان و تواناییهای آن، افزایش سرعت و حافظه کامپیوتر باعث دسترسی بیشتر به آن و وسوسه استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (ساج) در ارگانهای دولتی، خصوصی و دانشگاهها شده، به صورتیکه تا میلینسون^۲ در سال ۱۹۸۴ گزارش داده که در سال ۱۹۸۳ حدود هزار سیستم در ایالات متحده آمریکا مشغول فعالیت بوده و او پیش بینی نمود که تا سال ۱۹۹۰ این تعداد به چهار هزار واحد افزایش خواهد یافت. چنانچه این روند به همین صورت ادامه یابد در سال ۲۰۰۰ میلیونها استفاده کننده GIS وجود خواهد داشت (۵).

1-Geographic Information System

2-Tomlinson

دو نوع سیستم اطلاعات جغرافیایی وجود دارد: دستی^۱ و اتوماتیک سیستم GIS دهمتی در گذشته نیز مورد استفاده قرار می گرفته است. در این روش با قرار دادن دو یا حداکثر سه نقشه موضوعی بر روی هم، نتایج مطلوب حاصل می شود. به عنوان مثال نقشه ناهمواریها، نقشه انواع خاک و نقشه پوشش گیاهی بر روی یکدیگر و با استفاده از میز روشن اثرات متفاوت این سه عامل با همدیگر ترکیب و در نتیجه فرسایش خاک محاسبه می شده است.

از جمله معایب این سیستم را می توان، وقت گیر بودن، مشکل تبدیل مقیاس و عدم در نظر گرفتن ضرایب متفاوت کمی برای هر کدام از عوامل و بالاخره نحوه نمایش کمی نتایج نام برد. از همه مهمتر اینکه چشم و مغز در ترکیب بیش از دو و یا حداکثر ۳ نقشه و تفسیر آنها تقریباً "عاجز" هستند، ولی با استفاده از سیستم GIS اتوماتیک بسیاری از مشکلات GIS مکانیکی از بین رفته و محدودیتی در ترکیب و تلفیق لایه های متفاوت به استثنای حافظه کامپیوتر نمی توان قایل شد.

تاریخ استفاده از کامپیوتر در نقشه کشی و تجزیه تحلیل اطلاعات فضایی نشان می دهد که در شاخه های متفاوت علوم وابسته به یکدیگر، کار مشترک و توسعه موازی در زمینه اخذ و کسب اطلاعات، آنالیز، تفسیر و نمایش آنها به صورت اتوماتیک صورت گرفته است، که از جمله این علوم می توانیم از جغرافیا، علوم توپوگرافی، کارتوگرافی موضوعی، عمران، علوم مربوط به تهیه نقشه های کاداستر، مطالعات ریاضی تغییرات فضایی، علوم خاک، نقشه برداری و فتوگرامتری، برنامه ریزی شهری و روستایی، سنجش از راه دور و پردازش کامپیوتری تصاویر نام ببریم. ارتش نیز در بسیاری از جنبه های فوق الذکر به طور اختصاصی و جداگانه مشغول فعالیت بوده، لذا کوششهای مضاعف و بررسیهای مکرر در سرزمینهای متفاوت صورت گرفته است.

این گونه فعالیت های مضاعف در شاخه های علوم وابسته به یکدیگر، بالاخره منجر به برطرف شدن مشکلات تکنیکی و تئوریکی و ارتباط بسیاری

از انواع متفاوت و جداگانه شیوه‌های پردازش اطلاعات فضایی به یکدیگر در يك مجموعه تحت عنوان سیستم اطلاعات جغرافیایی چند منظوره شده است (شکل ۱)۰ در واقع تمامی این شاخه‌ها سعی در انجام اعمال مشابه یعنی ایجاد زمینه مناسب جهت دریافت، ذخیره، بازیابی، تبدیل و نمایش اطلاعات فضایی دنیای واقعی برای دست‌یابی به اهداف معینی دارند که به مجموعه ابزار و زمینه‌های لازم جهت انجام کار، سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS اطلاق می‌شود.

يك سیستم اطلاعات جغرافیایی را نمی‌توانیم با يك سیستم گرافیکی کامپیوتری اشتباه بگیریم، چرا که عمل يك سیستم گرافیک کامپیوتری بیشتر نمایش و ساخت و پرداخت پدیده‌ها و نمودارهای قابل مشاهده می‌باشد. به علاوه يك سیستم گرافیکی به اطلاعات غیر قابل مشاهده که در آنالیز می‌توانند نقش داشته باشند توجه زیادی ندارد. تفاوت دیگر يك سیستم GIS با سیستم گرافیکی در تنوع و حجم بسیار زیاد اطلاعات ورودی به GIS و ماهیت و متدویزه آنالیز آنها می‌باشد (۶)۰

اجزا و واحدهای متشکله يك سیستم اطلاعات جغرافیایی

سیستم اطلاعات جغرافیایی دارای سه واحد یا جزء اصلی می‌باشد: سخت افزار، نرم افزار و اطلاعات سازمان داده شده (۶) و (۱)۰ که به این سه جزء اصلی می‌توانیم دو جزء فرعی افراد متخصص و روش کار را نیز اضافه کنیم (۳)۰

۱-۱- سخت افزار

سخت افزار و تجهیزات مورد نیاز GIS را می‌توانیم به سه قسمت تقسیم کنیم: تجهیزات مورد نیاز جهت تغذیه و ورود اطلاعات، تجهیزات و ابزار مورد نیاز ذخیره سازی اطلاعات و بالاخره تجهیزات مورد نیاز جهت نمایش اطلاعات (شکل ۲)۰ در واقع می‌توان گفت که قلب يك سیستم GIS

کامپیوتر رقومی^۱ است. نظر به وفور حجم زیادی از اطلاعات و برنامه‌های پیچیده GIS در صورتیکه کامپیوتر حافظه زیاد داشته باشد و دسترسی به ابزار ذخیره حجم زیادی از اطلاعات نیز باشد کارآیی افزایش خواهد یافت. لذا از آنجاییکه GIS خیلی پیچیده بوده و حجم زیاد اطلاعات نیاز از خصیصه‌های آن است، وجود نوار خوان^۲ و دیسک خوان^۳ از ضروریات می‌باشد. که در صورت وجود، به GIS این امکان داده می‌شود تا اینکه بتواند از اطلاعات سایر GIS ها و یا سایر کامپیوترها استفاده به عمل آورد. البته می‌توانیم قابلیت استفاده از نوارخوان و دیسک خوان را امکان ارتباط یک GIS با GIS دیگر بدانیم. لازم به یادآوری است که امکان ارتباطات ما بین کامپیوتری با استفاده از یک سیستم شبکه و استفاده از خطوط ارتباطی ویژه و یا خطوط تلفن و ابزاری به نام MODEM صورت می‌گیرد (۶).

یک سیستم GIS شامل تجهیزاتی جهت ورود و تغذیه اطلاعات به خود می‌باشد. بخشی از اطلاعات با استفاده از دوربینهای ویدئویی با همان شیوه و عمل دوربینهای تلویزیونی به GIS وارد می‌گردند. در این شیوه نقشه و یا تصویر در مقابل دوربین قرار گرفته و دوربین نقشه و عکس را به فرمتی تبدیل می‌کند که همانند تصاویر سنجش از دور قابلیت پردازش دارند. استفاده از دوربین ویدئویی جهت تغذیه اطلاعات به کامپیوتر در پاره‌ای از موارد مفید می‌باشد ولی به علت عدم دقت هندسی و توان تفکیک کم (جزئیات اطلاعات کم) سایر متدهای تغذیه اطلاعات را می‌بایست مدنظر داشت. از جمله این سیستمها می‌توانیم از میز رقم گر^۴ نام ببریم.

۱-۱-۲. میز رقم گر

یک میز رقم گر نحوه آمایش اطلاعات را جهت ورود به کامپیوتر فراهم می‌آورد. میز رقم گر در اندازه‌های متفاوت از ۲۰-۲۵ سانتیمتر تا

1-Digital Computer

2-Tape drive (نوار گردان)

3-Disk drive (دیسک گردان)

4-Table digitizer

میزهایی به بزرگی ۲/۵۰-۱/۳۰ متر وجود دارد. صفحه رقم گر^۱ متشکسل از شبکه نازکی از سیم است که توسط مواد متراکم و سخت همانند فایبرگلاس پوشیده و حفاظت شده است. هرچقدر این سیمها نازکتر و دقیقتر جای سازی و طراحی شوند مختصات دقیقتری توسط میز رقم گر به دست خواهد آمد. این سیم قابلیت به دست دادن مختصات X و Y کرسر^۲ را که بر روی میز قابلیت حرکت دارد به دست می دهد. عامل، نقشه و یا عکس را بر روی میز ثابت نموده و بعد از وضع يك سیستم مختصات با استفاده از کرسر، حدود نواحی، خطوط و نقاط را کد گذاری می کند.

همچنانکه کرسر در دست عامل به پیش می رود موقعیتهای پی در پی نقاط با مختصات آنها توسط عامل با فشار دادن دکمه ای ثبت می شود. معمولاً "رقم-گسر"ها دارای يك کامپیوتر كوچك بوده كه به مفسر این امكان را می دهد تا اطلاعات گوناگون از جمله رودخانه ها، بزرگراه ها و خطوط انتقال نیرو را با كدهای جداگانه ثبت كند و با رؤیت اطلاعات بر روی صفحه نمایش خطاهای هندسی و مكانی آنها را نیز برطرف سازد.

يك سیستم GIS نیاز به سیستمهای متفاوت ارائه نتایج و اطلاعات و پاسخ به سئوالات از جمله نمایشگر رنگی، رسام^۳، چاپ گر^۴ و فیلم نویس^۵ دارد. نمایشگر رنگی^۶ یکی از اجزای مهم GIS به عنوان وسیله ای جهت نمایش نقشه و تصویر به شمار می رود. در نمایشگر رنگی می بایستی امکان اختصاص و استفاده از رنگهای متفاوت و بازنگری و بازگیری رنگها وجود داشته باشد، لذا برای عامل این امكان به وجود می آید كه رنگها را در نمایش رنگی كنترل كند. در عوض استفاده از دوربینهای معمولی جهت تهیه عكس از صفحه نمایش، يك فیلم نویس امكان عكاسی از تصویر نمایش داده شده را بر روی صفحه نمایش كامپیوتر با ارتباط مستقیم الكترونیکی كه بسا

1- Tablet digitizer

2-Cursor

3-Plotter

4-Printer

5-Filmwriter

6-Colour monitor

کامپیوتر دارد به دست می‌آورد.

۴- نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی

نرم افزار GIS دارای پنج مدل پایه و مبنی به شرح زیر می‌باشد (شکل ۴).

- الف - ورود اطلاعات و بازنگری آنها
- ب - ذخیره و مدیریت اطلاعات (پایگاه اطلاعاتی)
- ج - ساخت و پرداخت اطلاعات (تبدیل)
- د - ارتباط با عامل (بیان نیاز)
- ه - خروجی، ارائه و نمایش اطلاعات (نمایش و گزارش)

الف - ورود اطلاعات و بازنگری آنها

ورود اطلاعات تمامی جنبه‌ها و مراحل تبدیل و تزریق اطلاعات جمع‌آوری شده از منابع متفاوت از جمله نقشه‌های موجود، عملیات میدانی، سنجنده‌ها (عکسهای هوایی، تصاویر ماهواره‌ای و ابزار ثبت اطلاعات) را به شکل و غالب مناسب و سازگار با کامپیوتر را در برمی‌گیرد (شکل ۴). برای این منظور از ابزار متفاوت کامپیوتری از قبیل ترمینالها، رقم‌گرها، قایل‌های اطلاعاتی به دست آمده از اسکانرها (جهت اخذ اطلاعات به صورت مستقیم توسط هواپیما، ماهواره و یا تبدیل اطلاعات نقشه‌ای و عکس به کار می‌رود و یا ابزاری جهت دریافت اطلاعات موجود بر روی نوارها، دیسکها و درامها استفاده می‌شود (۶).

تمامی اطلاعاتی را که می‌توان با نقشه نمایش داد دارای مختصات مکانی (X, Y) و خمیصه اطلاعاتی می‌باشند. به عنوان مثال یک عارضه ممکن است که در مختصات X و Y بوده و خمیصه اطلاعاتی Z را داشته باشد (۷). غالب سیستمهای GIS دارای سه نوع اطلاع مختصات مکانی، خمیصه اطلاعاتی و با لایحه زمان می‌باشند، که در چند شکل، نقطه‌ای، خطی، پلیگونی

(چند ضلعی) و اطلاعات سطحی خلاصه می‌شوند و تماماً "قابلیت ورود و تغذیه به کامپیوتر را نیز دارند. موضوع جالب این است که چگونه این صورتمفاوت اطلاعات به کامپیوتر وارد می‌شوند؟ اطلاعات به صورت رقومی (دیجیتال) وارد کامپیوتر می‌شوند. در شکل (۵) خلاصه‌ای از سه نوع اطلاعات نقطه‌ای، خطی و چند ضلعی (پلیگون) نشان داده شده است. اطلاعات مذکور با چند قالب^۱ شامل ۱: سیستم مختصات ۷ و ۸ موسوم به کارت‌ترین ۲: در فرمت^۱ توپولوژی به صورت گره، اتصال، و پلیگون ۳: در فرمت (قالب) شبکه‌های (سلولی) مورد استفاده GIS قرار می‌گیرند.

کدگذاری اطلاعات^۲

روش متداول کدگذاری سیستم مختصات کارت‌ترین، یعنی استفاده از طول و عرض جغرافیایی براساس هندسه اقلیدسی، به این روش غالباً "کدگذاری پلیگونی (چندضلعی) یا برداری^۳ اطلاق می‌شود. شکل ۶، نشان می‌دهد که چگونه یک نقشه تیپیک شامل نقاط، خطوط، و چند ضلعی (پلیگون) از قالب آنالوگی به قالب رقمی (دیجیتالی) با استفاده از میز رگه گر تبدیل شده است. بعضی از سیستم‌های GIS معروف که روش کدگذاری آنها پلیگونی است عبارتند از MOSS، آرک، اینفسو و اینترگراف (۷).

GIS پلیگونی جهت ترکیب و تلفیق اطلاعات موضوعی به دست آمده از تفسیر چشمی عکسهای هوایی و یا سایر سیستم‌های آنالوگی سنجش از دور مناسب تشخیص داده شده است. ترکیب و تلفیق اطلاعات سنجش از دور که قالب سبب سلولی شبکه‌ای دارند از جمله نقشه‌های کاربری زمین به دست آمده از تصاویر لندست MSS و یا TM در سیستم GIS پلیگونی بسیار مشکل است.

1-Format

2-Data encoding

3-Vector

لذا جهت استفاده نمودن این قبیل اطلاعات در GIS پلیگونی می‌بایستی تغییر قالب از شکل سلولی، شبکه‌ای به صورت آنالوگی صورت گیرد که این عمل ساده نبوده و وقت کامپیوتری بسیار زیادی می‌گیرد.

علاوه بر استفاده از روش سیستم مختصات کارتزینی می‌توان از ارتباطات توپولوژی برای تعیین موقعیت نسبی مکانی عناصر متفاوت نقشه استفاده کنیم. اولین و مشهورترین سیستم GIS که از این روش جهت کدگذاری اطلاعات استفاده نموده سیستم دوگانه و مستقل کدگذاری نقشه^۱ نامگذاری شده و توسط بنگاه آمار و سرشماری آمریکا طراحی گردیده است. این روش در واقع آمیخته‌ای از سیستم مختصات X, Y و سیستم کدگذاری توپولوژی شامل سازماندهی توپولوژیکی عناصر گرافیکی یک نقشه از جمله کره‌ها، پاره خط‌ها و پلیگون‌ها می‌باشد.

شکل ۷، نشان می‌دهد که چگونه یک چند ضلعی (پلیگون) به ۷ کمره، ۱۱ پاره خط (اتصال) و هفت پلیگون محصور تبدیل شده است. با عدد گذاری این اتصالها (پاره خطها) و ارتباط دادن آنها با کره‌ها و پلیگونهای چسپ و راست، کدگذاری سیستماتیک نقشه به دست می‌آید. با کدگذاری مختصات X, Y در هر کدام از کره‌ها دو سیستم جهت شناسایی فضایی عناصر نقشه ایجاد می‌شود. این مسئله نه تنها تجزیه و تحلیل X, Y را آسان می‌کنند بلکه امکان استفاده از اعمال ریاضی تئوری گرافها را از قبیل شبکه‌ها، تجمع فضایی، و دیگران را امکان پذیر می‌سازد.

علاوه بر این، اطلاعات نقطه‌ای، خطی و پلیگون را نیز می‌توان با استفاده از ساختار شبکه‌ای (گرید) یا سلولی اطلاعات کارتوگرافیکی کدگذاری نمود (شکل ۸).

کدگذاری شبکه‌ای (سلولی) در واقع یک ماتریس فرضی می‌سازد که بر روی زمین قرار گرفته به صورتیکه اطلاعات موضوعی (خمیصه اطلاعاتی) سطح زمین توسط سلولهای آن شبکه اقتیاس می‌شود. به این سلولها غالباً "_____"

1-Dual Independent map encoding

واحدهای تصویر (پیکسل)^۱ اطلاق می‌شود و به صورتی تفسیر و تجزیه و تحلیل می‌شوند گو اینکه تصویر سنجش از دور هستند. ساج (GIS) در شکل سیستم شبکه‌ای مشکلات زیادی در ترکیب و تلفیق اطلاعات رقومی سنجش از دور ندارد. تنها موردی که می‌بایستی صورت گیرد این است که فایلهای اطلاعات حاصل کدگذاری به سیستم مختصات واحدی تبدیل شود. شکل ۹، نشان می‌دهد که چگونه فایل‌های سنجش از دور می‌توانند با اطلاعات کارتوگرافی در شکل و قالب سلولی ترکیب و تلفیق شوند. جهت اینکه فایل‌های اطلاعاتی در قالب پلیگونی، قابل انطباق با اطلاعات سنجش از دور با قالب سلولی گردد؛ لازم است که اطلاعات در قالب برداری^۲ به قالب سلولی تبدیل شود. هر چند که انجام این عمل وقت کامپیوتری زیادی می‌گیرد. بعضی از انواع GIS معروف سلولی عبارتند از MAP، ELAS، IBIS، IDIMS (۷).

به طور کلی کدگذاری پلیگونی مختصات نقاط، خطوط و پلیگون‌ها را در مقایسه با سیستم سلولی دقیقتر مشخص می‌کند، ولی بایستی خاطر نشان ساخت چنانچه ابعاد شبکه‌ای سلولی بسیار کوچک انتخاب شود امکان داشتن پلیگون‌های بسیار دقیق با استفاده از این نوع سازماندهی اطلاعات نیز وجود دارد.

انواع اطلاعات را می‌توان با سه نوع ساختار اطلاعاتی متفاوت با استفاده از تکنیک‌های دستی و یا اتوماتیک کدگذاری نمود. یکی از مشکل‌ترین روش‌ها، کدگذاری مکانیکی است که لازمه انجام آن وجود يك عامل است که می‌بایستی به صورت مکانیکی، هر کدام از نقاط، خطوط و پلیگون‌ها را با يك سیستم رقم‌گر^۳ کدگذاری کند. در صورتیکه از متد کارت‌زینی که قبلاً گفته شد استفاده شود، مجبور به دوبار کدگذاری بعضی از پاره خط‌ها می‌شویم بخصوص پاره خط‌هایی که مابین دو پلیگون قرار دارند. در این صورت چنانچه خطوط و نقاط دقیقاً " کدگذاری نشوند، دوبار کدگذاری ممکن است منجر به

1- Picture element

2- Vector

3- Digitizer

خطاهای نسبتاً "زیادی که غالباً" تراشه^۱ گفته می‌شود گردد و در نتیجه این خطاها وارد مجموعه اطلاعاتی شود. در واقع این خطاهای ناشی از دوبار رقومی کردن دقیقاً "مشکلی است که باعث شده بسیاری در عوض استفاده از شیوه کدگذاری پلیگونی روش کدگذاری توپولوژی را مورد استفاده قرار دهند که در این شیوه نیازی به دوبار کدگذاری اطلاعات نمی‌باشد. در این روش همانطور که قبلاً" بیان شد مختصات پلیگونی با استفاده از گره، خطوط و اطلاعات پلیگونی توسط کامپیوتر بازسازی می‌شود.

در حال حاضر ابزار گرانقیمتی وجود دارد که اطلاعات نقشه‌ای را به هر کدام از دو قالب^۲ برداری^۳ و یا سلولی^۴ تبدیل می‌کند و متد اصلی به کار رفته عبارتند از رقومی کردن با استفاده از تعقیب اتوماتیکی خطوط و اسکن نمودن که در آمریکا غالب استفاده کننده‌ها روش اسکن را ترجیح می‌دهند (۷).

در این صورت یک نرم افزار خیلی پیچیده می‌بایستی در دسترس باشد تا عمل خصیصه شناسی^۵ به صورت اتوماتیکی انجام شود و عمل شناسایی برچسب زنی اتوماتیک برای هر کدام از انواع اطلاعات نقطه‌ای، گرهی و پلیگون صورت گیرد و اطلاعات را به یکی از صور ساختاری کارتوگرافی آنالوگ یا سلولی که قبلاً" گفته شد در آورد.

از آنجاییکه هر کدام از پلیگونها ممکن است دارای شکل ویژه‌ای باشد ذخیره، بازیابی و ساخت و پرداخت اطلاعات با ساختار پلیگونی پیچیده و گران است (۸).

به همین خاطر کارن^۶ (۱۹۸۵) (۴) پیشنهاد نموده که سیستم شبکه‌ای سلولی یکی از مهمترین و بااهمیت ترین ساختار اطلاعاتی است؛

1-Sliver

2-Format

3-Vector

4-Raster

5-Pattern recognition

6-Curran

چرا که ذخیره بازیابی و عمل آوری آن ارزان است و می‌تواند در ابعاد متفاوت از واحدهای ۱۰×۱۰KM ساختار اراضی بریتانیا (۹) تا واحدهای ۳۰×۳۰ متری پیکسل‌های لندست TM متغیر باشد. برخلاف این، آوری^۱ و بری^۲ (۱۹۸۵) (۱۰) اظهار می‌دارند که کدگذاری اطلاعات به شکل پلیگونی حافظه کامپیوتری کمتری نسبت به کدگذاری شبکه‌ای لازم دارد. بنابراین بحث اینکه کدام یک از شیوه‌های پلیگونی، سلولی - شبکه‌ای اقتصادی‌تر و موثرتر است به قوت خود باقی است.

ب - ذخیره و مدیریت اطلاعات

اطلاعات کدگذاری شده می‌بایستی ذخیره شوند تا اینکه آماده دسترسی و ساخت و پرداخت باشند. جهت ذخیره اطلاعات و طبقه‌بندی مختصات توپولوژی و ماهیت یا نوع اطلاعات جغرافیایی در کامپیوتر و سازماندهی و آرگانیزه نمودن آنها روش خاصی وجود دارد که به آن سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی گفته می‌شود (شکل ۱۰). هر کدام از متغیرها (غالباً "لایه‌های GIS گفته می‌شود) به شکل و فرمت رقومی سازگار با کامپیوتر، به صورت لایه‌ها و یا سطوحی از اطلاعات با مختصات جغرافیایی در پایگاه اطلاعاتی سیستم اطلاعات جغرافیایی آرشیومی شوند. پایگاه اطلاعاتی می‌تواند هرگونه اطلاعاتی را که پراکندگی فضایی دارد؛ از اطلاعات اقتصادی اجتماعی گرفته (تراکم نسبی جمعیت) تا اطلاعات کلیما-تولوژی و متغیرهای مبنای پایه بیوفیزیکی (درجه حرارت سطحی) را دارا باشد (شکل ۹). هنگامیکه این گونه اطلاعات به صورت رقومی قابل انطباق با یکدیگر شدند، یک بانک اطلاعاتی مرکب از N لایه داریم که قابلیت استخراج هرگونه سؤال و جوابی از آنها وجود دارد (شکل ۹).

در یک حالت ایده‌آل فایل‌های پایگاه اطلاعاتی در حافظه

1-Avery

2-Berry

CPU (RAM) می‌نشینند و آماده انجام محاسبات و ساخت و پرداخت می‌شود، هرچند که به خاطر حجم زیاد اطلاعات جهت ذخیره آنها معمولاً "از دیسکهای با حافظه خیلی زیاد استفاده می‌گردد و نامناسبترین وضعیت هنگامی است که اطلاعات در نوارهای مغناطیسی و یا سایر رسانه‌های مغناطیسی ضبط شده که در صورت نیاز می‌بایستی در کامپیوتر لود^۱ شوند، توسعه دیسکهای نوری (اپتیک) در دهه آینده ذخیره اقتصادی اطلاعات و دستیابی بسـهـ بانکهای اطلاعاتی GIS را راحت تر خواهد ساخت.

ج - ساخت و پرداخت (عمل آوری) اطلاعات

جهت استخراج خواسته‌ها از GIS، استفاده کننده می‌بایستی قادر باشد تا در آن تفحص و بالا و پایین نموده و خواسته‌های منطقی خود را از آن بپرسد که به این فرآیندها ساخت و پرداخت (عمل آوری) اطلاعات گفته می‌شود.

نخست فرض می‌شود که GIS دارای توانایی تغییر مقیاس، بر طرف نمودن انحرافات، تغییر سیستم تصویر و عمل جابجایی و چرخش مختصات و تبدیل آنها را دارا می‌باشد (شکل ۱۰). در صورت تغییر مقیاس می‌بایستی مختصات کاهش یابد و در نتیجه (۱) تعداد مختصات لازم جهت تعریف یک خط کم شده (۲) و بعضی از خطوط حذف می‌شود. این وضعیت هنگامی صورت می‌گیرد که مرز مابین دو پلیگون از بین برود (۳). حاشیه نقشه‌ها می‌بایستی قابل انطباق شود بخصوص هنگامیکه تعداد زیادی نقشه می‌بایستی به یک نقشه کامل و پیوسته تبدیل گردد.

عامل می‌بایستی قادر باشد تا در پایگاه اطلاعاتی، بالا و پایین نمود و به ناحیه مورد علاقه پنجره باز کند. در این پنجره نیز می‌بایستی قادر باشد برای طرح سئوالات بیشتر روزه‌ای باز نماید. در یک حالت ایده‌آل، این

مراحل می بایستی به صورت زنده^۱ (رودررو) و با مشاهده بر روی صفحه نمایش با قدرت تفکیک بالا صورت گیرد.

هنگامیکه ناحیه مورد علاقه انتخاب شد، انواع متعددی از عملیات ممکن است صورت گیرد. بعضی از انواع آنها عبارتند از ترکیب و روی هم انداختن نقشه‌ها، تفکیک و استخراج اطلاعات نقشه‌ای، روی هم قس‌سرار دادن نقشه‌ها برای محاسبه و اندازه‌گیری مسافت، نخست این موارد با منطق GIS پلیگونی و سپس منطق GIS شبکه‌ای مورد بحث قرار خواهند گرفت.

روی هم قرار دادن و ترکیب چند ضلعی‌ها شامل ترکیب و استخراج نقشه‌های چند لایه‌ای (دو یا بیشتر) به منظور ساخت اطلاعات جدید است (شکل ۱۱). اطلاعات جدید دارای پلیگونی‌های جدید به دست آمده از تقاطع مرزهای دو یا چند مجموعه یا لایه جداگانه از پلیگونها می‌باشد.

در نتیجه روی هم قرار دادن و تلفیق چندین لایه، علاوه بر ایجاد پلیگونی‌های جدید، این پلیگونها اطلاعات چند گانه (اطلاعات گوناگون که قبل از ترکیب به هر کدام از لایه‌ها اختصاص داشت) را نیز به خود اختصاص می‌دهد. انطباق ریاضی این لایه‌ها به منظور محاسبه مساحت و همچنین مدل سازی چند موضوعی صورت می‌گیرد. این عمل ممکن است شامل وزن دادن به پارامترهای متفاوت و تقسیمات آنها به منظور تفسیر مدلها صورت گیرد که نمونه ای از آن را می‌توان ارزیابی قابلیت و استعداد اراضی دانست.

تجزیه و استخراج نقشه‌ها عکس عمل ترکیب آنها می‌باشد. این عمل یک موضوع یا یک نوع مطلب را با موقعیت جغرافیایی آن از میان فایلی که دارای چندین نوع اطلاعات است، استخراج می‌کند که در صورت لزوم اطلاعات و مختصات خطوط استخراج شده می‌تواند از فایل نیز پاک شود.

نوع دیگر ترکیب پلیگونها هنگامی صورت می‌گیرد که لازم باشد اطلاعات مربوط به بخشی از یک لایه اطلاعاتی (به عنوان مثال کاربری زمین) در ارتباط با لایه دیگر مثلاً "جمعیت به دست آید".

چهار نوع متفاوت اندازه‌گیری که در GIS صورت می‌گیرد عبارتند از

اندازه‌گیری نقاط، خطوط، پلیگون و حجم (شکل ۱۲) • دو نوع تیپیک اندازه‌گیری در ارتباط با نقاط شامل شمارش تعداد کل نقاط و هم چنین شمارش تعداد نقاط موجود در یک پلیگون می‌باشد • این عمل با استفاده از دو تین نقطه در پلیگون صورت گرفته که انواع متفاوت نقاط موجود در یک پلیگون را به عنوان مثال تعداد چاه‌های آب موجود در یک ناحیه را می‌شمارد •

دو نوع اساسی اندازه‌گیری خط عبارت است از اندازه‌گیری فاصله (نقطه به نقطه) با خط مستقیم و دوم اندازه‌گیری نقاط بر روی یک خط منحنی و دو نوع اساسی اندازه‌گیری ناحیه عبارت است از اندازه‌گیری مساحت و اندازه‌گیری محیط • چهارمین نوع اندازه‌گیری عبارت است از اندازه‌گیری حجم که یا با استفاده از تکنیک مقطع و یا روی هم قرار دادن چندین لایه صورت می‌گیرد • این روش در حالتی عملی است که اطلاعات در قالب شبکه‌ای باشد •

تحلیل و آنالیز اطلاعات در قالب شبکه‌ای، همانند اطلاعات GIS در سیستم پلیگونی است با این تفاوت که اطلاعات آن کلی تر است • هر چند که، باید خاطر نشان کرد که تکنیک شبکه‌ای سلولی برای ساخت و پرداخت اطلاعات اعم از ذخیره و تجزیه و تحلیل آن موثرتر می‌باشد (۵) •

منطق بولی جهت ترکیب اطلاعات شبکه‌ای و تهیه نقشه‌های ترکیبی مورد استفاده قرار می‌گیرد • در حالت تیپیک، این روش شامل وزن دادن به کلاسهای مورد نظر و یا لایه‌های اطلاعات است (شکل ۱۳) • شکل ۱۴ نشان می‌دهد که چگونه اطلاعات وزن دار خاک، شیب و دسترسی جهت تهیه یک نقشه ایندکسی استعداد اراضی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد • محاسبه فاصله و مساحت در سیستم شبکه‌ای همانند اندازه‌گیری در سیستم پلیگونی است با این تفاوت که این عملیات بر مبنای اطلاعات شبکه‌ای قرار دارد • تجسس شعاعی در سیستم شبکه‌ای جهت شمارش تعداد موارد و انواع وقایع مربوط به پدیده‌های جغرافیایی محدود معینی از هر کدام از سلولها (پیکسلا) مورد استفاده قرار می‌گیرد • نتیجه اطلاعات تجسس در یک فایل جداگانه به صورت آرایه‌ای از اطلاعات جدید (سطحی که نشان‌دهنده فرکانس دسترسی به خواسته است) ذخیره

می‌شوند. محاسبات معمولاً "در شعاع معین تعیین شده از طرف استفاده کننده و سلول به سلول صورت می‌گیرد. اندازه‌گیری مسافت در یک سیستم شبکه‌ای عبارت است از محاسبه نزدیکترین فاصله هدف یا پدیده جغرافیایی از مبدا تعیین شده توسط استفاده کننده، که نمونه‌ای از آن را می‌توانیم اندازه‌گیری فاصله هر نقطه از رودخانه و یا جاده ذکر کنیم. اطلاعات به دست آمده، فایل و یا نقشه قابل دسترسی را به دست خواهد داد.

با استفاده از سیستم شبکه‌ای GIS می‌توان مناسبترین مسیر را انتخاب نمود. این متد شامل محاسبه حداقل هزینه مابین نقاط است، که می‌توان اختلاف فاصله از نقطه آغاز و نسبت به مبدا، را به دست آورد. این اختلاف فاصله عبارت است از جمع وزنی هزینه‌ها بر مبنای استفاده از تکنیک لایه‌های وزنی. نقشه به دست آمده در واقع لایه‌ای از اطلاعات شبکه‌ای است که هزینه اقتصادی حرکت از هر سلول به اطراف را نشان می‌دهد. این هزینه ممکن است اجتماعی اقتصادی، محیطی و غیره باشد که از ترکیب و تلفیق لایه‌های بیشمار اطلاعات به دست می‌آید. بعد از اینکه نقشه هزینه‌ها از مقصد به مبدا به دست آمد، ترکیب این دو، وسیله مناسبی جهت انتخاب بهترین مسیرها را به دست خواهد داد.

د- ارتباط با عامل (بهمان نیاز)

طراحان GIS امکان پرسش تعداد تقریباً "نامحدودی سؤال را از طرف استفاده کننده و تهیه جواب با استفاده از ساخت و پرداخت اطلاعات موجود GIS را در طراحی سیستم، همواره مد نظر داشته‌اند. هر چند که تعداد سئوالها و خواسته‌ها از سیستم GIS تقریباً "نامحدود است، ولی می‌توان چندین نوع خواسته کلی را که امکان جواب از طرف GIS برای آنها وجود دارد را مطرح نمود (۶).

- ۱- موضوع A در کجا قرار دارد ؟
- ۲- موضوع A وابسته یا مربوط به موضوع B در کجا قرار دارد ؟
- ۳- چه تعداد از انواع A در فاصله D از موضوع B قرار دارد ؟
- ۴- ارزش فانکشن z در موقعیت x چیست ؟
- ۵- اندازه (مساحت ، محیط و گنجایش) موضوع B چقدر است ؟
- ۶- نتیجه تلفیق و ترکیب اطلاعات چیست ؟
- ۷- بهترین مسیر (اقتصادی، مسافت) مابین x ، y در جهت P کدام است ؟
- ۸- در نقاط x_1, x_2, \dots, x_n چه چیزی وجود دارد ؟
- ۹- چه موضوعاتی در مجاورت پدیده‌هایی با خمیصه اطلاعاتی چند گانه قرار دارند ؟
- ۱۰- انواع خمیصه اطلاعاتی بعد از انجام طبقه بندی چیست ؟
- ۱۱- اگر آیند P در زمان T برای سناریوی S با استفاده از پایگاه اطلاعاتی ر قومی به عنوان يك مدل از جهان واقع چیست ؟

ه- داده‌های خروجی (نمایش و گزارش)

شکل ۱۵ نحوه نمایش و ارائه گزارش نتایج و داده‌ها را براساس استفاده کننده مشخص می‌سازد. داده‌ها ممکن است به صورت جدول، نقشه، نمودار، شکل، تصویر و با کمک ابزاری همچون چاپگر، رسام، فیلم نویسنده و صفحه نمایش تلویزیونی در اختیار استفاده کننده قرار گیرد. از طرفی امکان ضبط داده‌ها بر روی رسانه‌های مغناطیسی از جمله نوار و دیسک نیز وجود دارد (۶). لازم به یادآوری است که عامل می‌تواند کلیه اعمال تغییر رنگ، تغییر مقیاس، تغییر جهت و تغییر سایر کمیتها را جهت نمایش، انجام داده، بدون اینکه تغییری در اصل اطلاعات داده شود.

علاوه براین استفاده کننده قادر است که جهت تفسیر و تجزیه و تحلیل چندین لایه اطلاعات را بر روی صفحه نمایش انطباق دهد (۱).

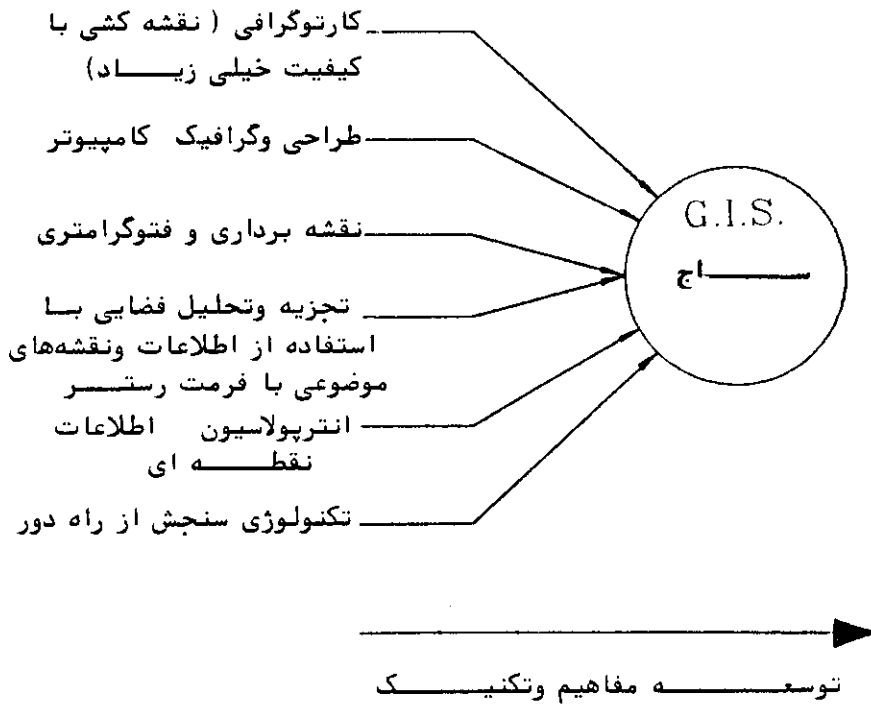
۴- کاربردهای GIS

ساح بسته به نیاز و شرایط منطقه‌ای و کشوری در بخشهای گوناگون توسعه یافته است. به طوری که در ابتدا از این سیستم در اروپا در پایگاه‌های اطلاعاتی ثبت اسناد و املاک، محیط زیست، بایگانی نقشه‌های توپوگرافی و در کانادا در برنامه‌ریزی جنگل، محاسبه حجم درختان و میزان چوب قابل برداشت، شناسایی راههای دسترسی به جنگل و در چین و ژاپن نظارت و مدل سازی تغییرات زیست محیطی و در آمریکا در زمینه‌های گوناگون از جمله برنامه ریزی شهری و شهرداریها، حمل و نقل و فرسایش خاک استفاده شده است، ولی با گذشت زمان و توسعه سیستمها استفاده از آن به کلیه بخشهای مرتبط با زمین گسترش یافته است.

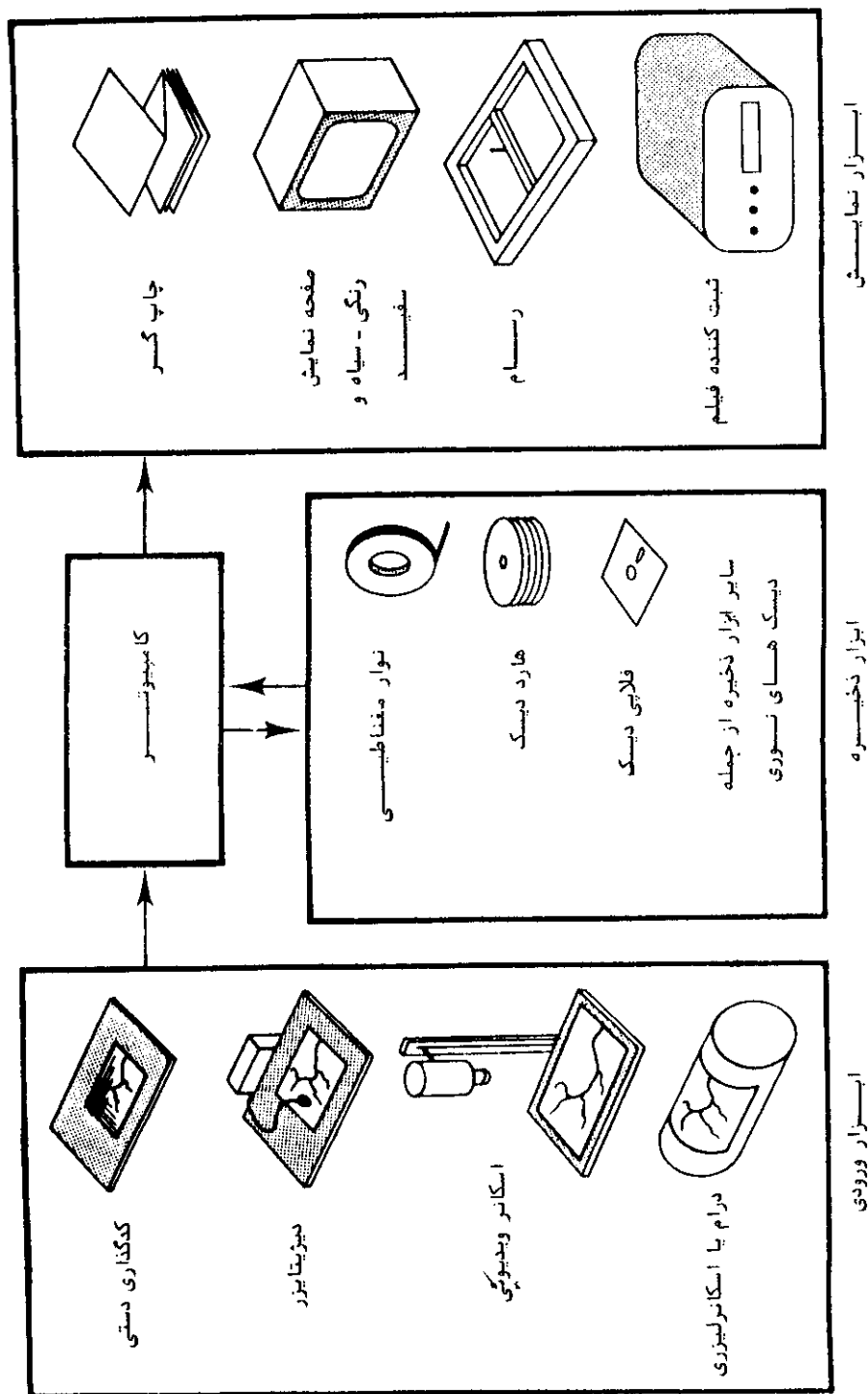
در ایران وزارتخانه‌ها و سازمانهای متعددی مجهز و یا شدیدا " مصمم به تجهیز خود به سخت افزارهای GIS هستند که از آن جمله می‌توانیم از سازمان نقشه‌برداری کشور، شهرداری تهران، وزارت مسکن و شهرسازی، سازمان برنامه و بودجه، وزارت نیرو، وزارت راه و ترابری، وزارت جهادسازندگی، موسسه بین‌المللی زلزله، سازمان جنگلها و مراتع کشور و وزارت کشاورزی نام ببریم. علاوه بر موارد فوق الذکر، طبیعی است که سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح نیز خود را موظف می‌داند که به فکر طراحی و راه اندازی سیستم GIS مورد نیاز نیروهای مسلح باشد.

از آنجاییکه از طراحی تا راه‌اندازی و استفاده کامل سیستم GIS سالیان متمادی طول می‌کشد کانادا (از دهه ۱۹۶۰) (۱۲) و هنگ‌کنگ (۱۹۶۰) و همچنین هزینه دلاری نرم افزار و سخت افزار GIS فقط ۱۵-۱۰ درصد کل هزینه‌های تربیت نیروی متخصص، جمع‌آوری اطلاعات و غیره را تشکیل می‌دهد (۱۳)، چنانچه همکاری مابین ارگانها و سازمانهای دست‌اندرکار اعم از دولتی و خصوصی وجود نداشته باشد، بعید به نظر می‌رسد که در ایران نیز بسزودی ما بتوانیم شاهد فعالیت يك سیستم GIS فعال و چند منظوره باشیم. لذا پیشنهاد می‌نماید که کمیته‌ای متشکل از نمایندگان کلیه سازمانها و

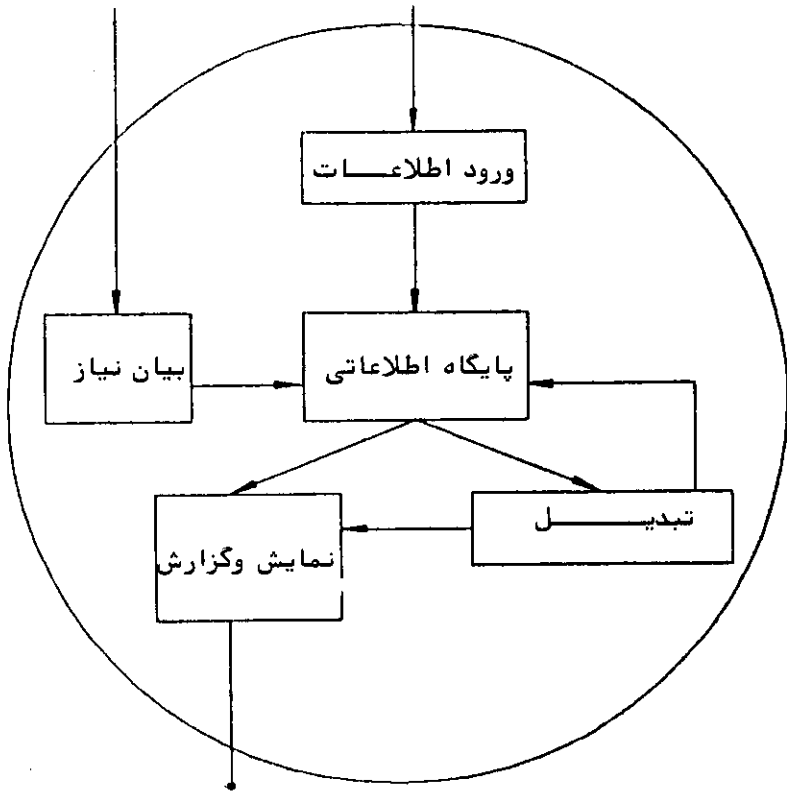
وزارتخانه های دست اندر کار GIS و سنجش از راه دور تشکیل گردد تا
فعالیتها را هماهنگ و استاندارد نماید.



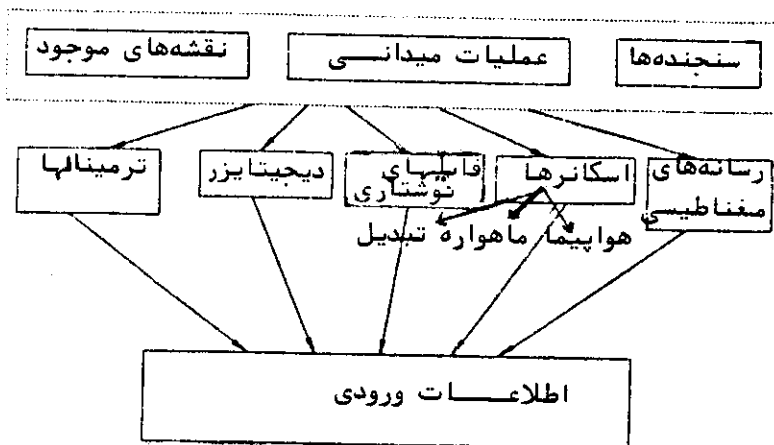
شکل ۱- سیستم اطلاعات جغرافیایی در نتیجه^۶ توسعه موازی در بسیاری از شاخه‌های علوم مربوط به پردازش اطلاعات فضایی



شکل ۲- ابزار تهیه و نگهداری اطلاعات جغرافیایی (ساج) اقتباس از (۱۱)



شکل ۳- ترکیب اصلی نرم افزاری سیستم اطلاعات جغرافیایی

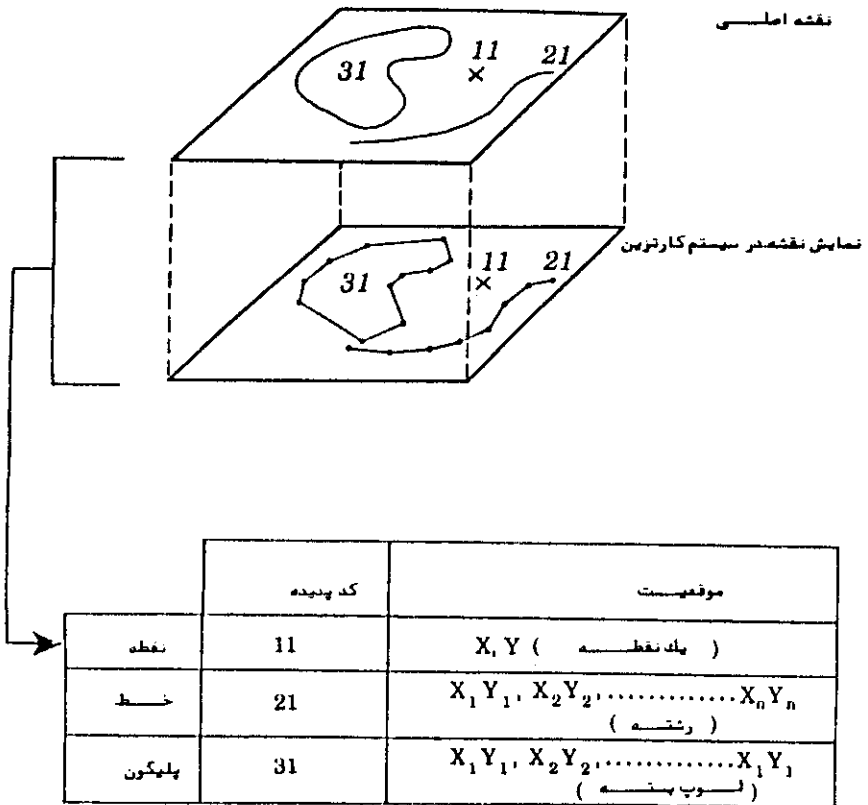


شکل ۴- اطلاعات ورودی

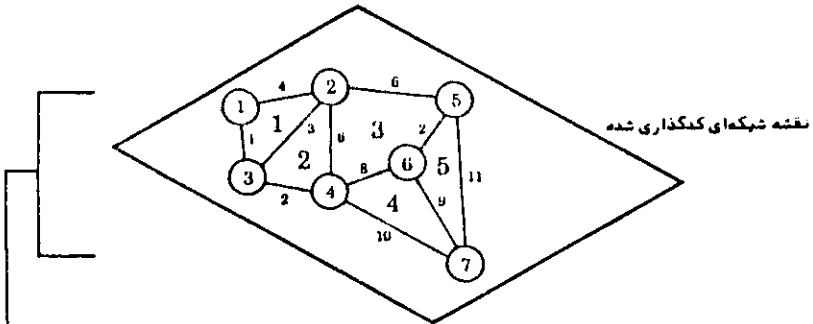
چند ضلعی	خطوط	نقاط	
			پدیده ها
پلیگونیهای هموزن (خاکری)	پدیده خطی (جاده ها)	پدیده نقطه ای (اماکن باستانی)	
			واحدهای مجازی
واحدهای سرشماری	مرزهای سیاسی	مراکز ثقل پلیگون	
			توپولوژی شبکه ای
پلیگون (بلوک)	اتصال (خیابان)	گره (نقاط هم)	
			ایستگاههای نمونه گیری
محل تثبیت و نمونه گیری	خط پرواز	ایستگاه هواشناسی	
			اطلاعات سلحشی توپوگرافی
پلیگونیهای تقریبی	منحنی میزانه	ارتفاعات توپوگرافی	
			برچسب اطلاعات
اسم پلیگون	پدیده خطی	اسم مکان	
			اطلاعات علائم کرافیکی
سایه روشن پلیگونی	علائم خطی	علائم نقطه ای	

شکل ۵. انواع اطلاعات جغرافیایی و روشهای متفاوت نمایش

آنها • (اقتباس از ۵)



شکل ۶- کدگذاری نقطه، خط و پدیده‌های پلیگون با استفاده از تکنیکهای دیجیتالی نمودن مختصات کارتیزی پلیگوونها • اقتباس از (۵)، (۷)



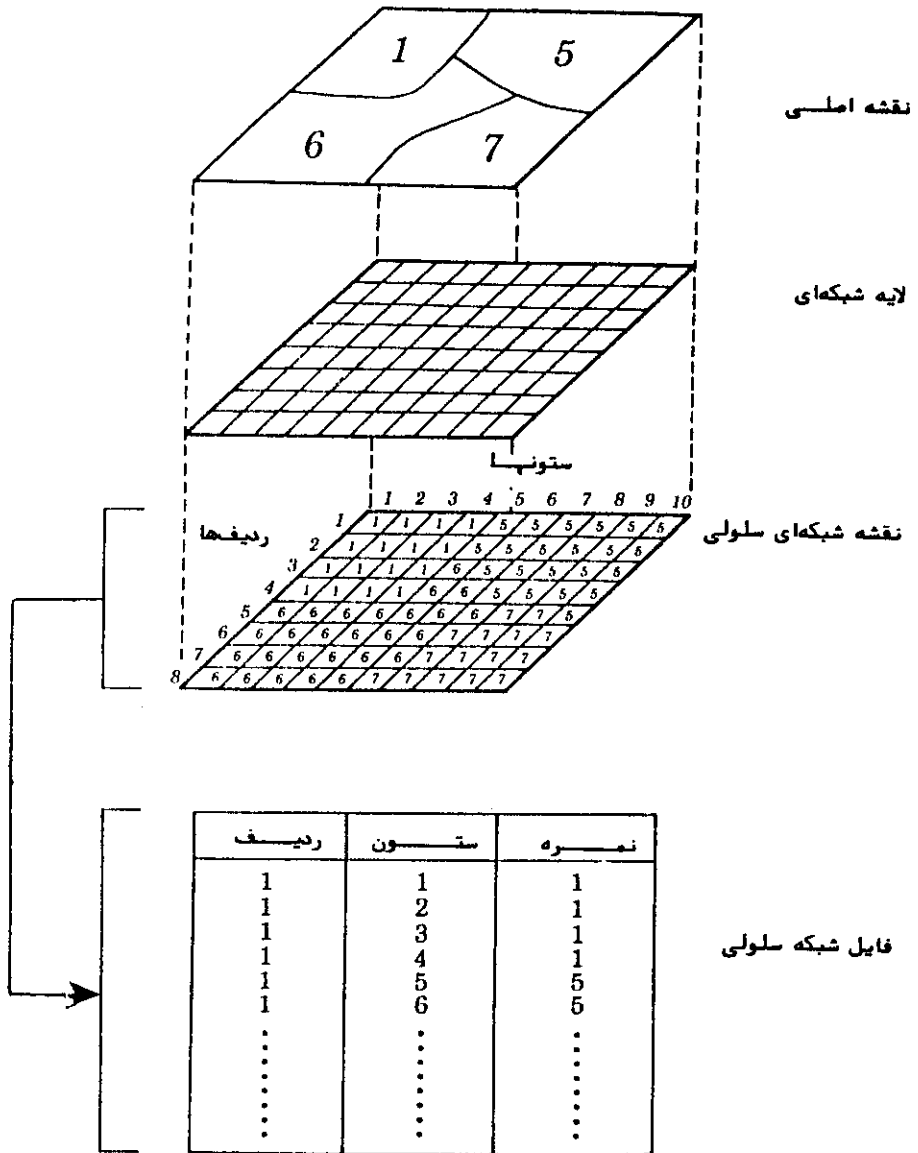
گره (۲)	گره (۱)	پلیگون مستطیل	پلیگون مستطیل	# اتصال
1	3	0	1	1
3	4	0	2	2
2	3	1	2	3
2	1	0	1	4
2	4	2	3	5
5	2	0	3	6
6	6	3	3	7
6	6	3	4	8
6	7	4	5	9
4	7	0	4	10
7	5	0	5	11

فایل کد گذاری شده شبکه و پلیگون

# گره	مختصات x	مختصات y
1	23	8
2	17	17
3	29	15
4	26	21
5	8	26
6	22	30
7	24	38

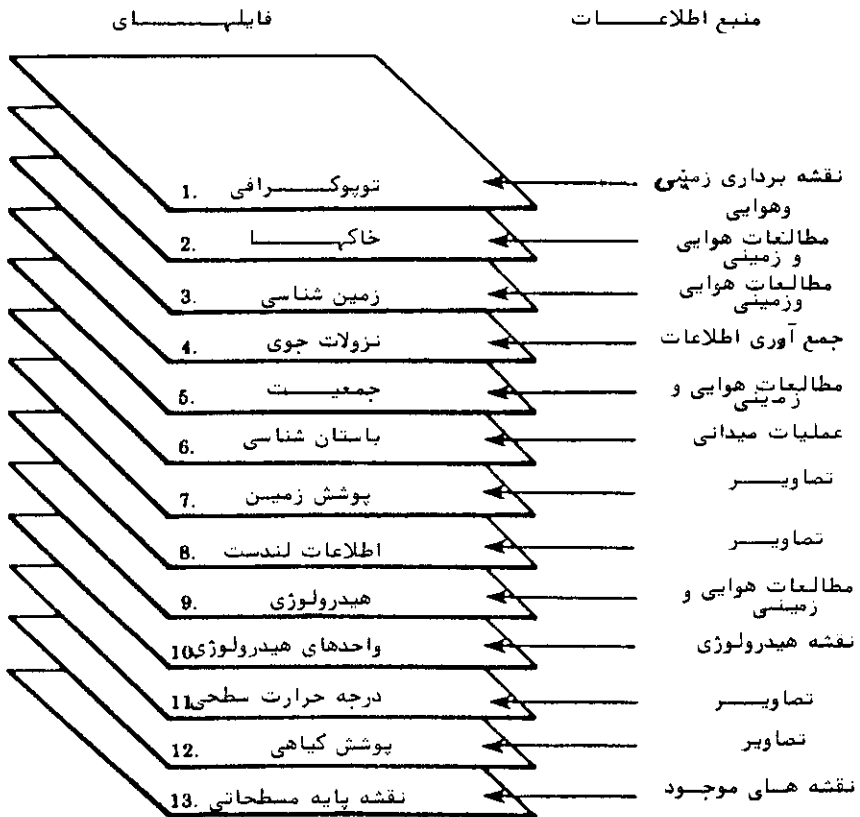
شکل ۷- مثالی از فایل مختصات x و y گره‌ها با استفاده از

ساختار اطلاعاتی توپولوژی ۱۰ اکتباس از (۵)، (۷)

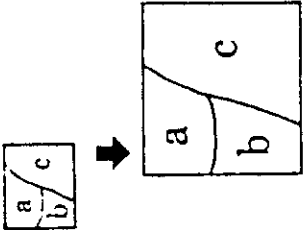
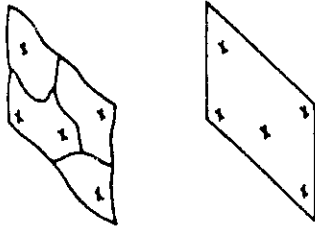
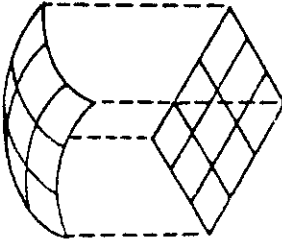
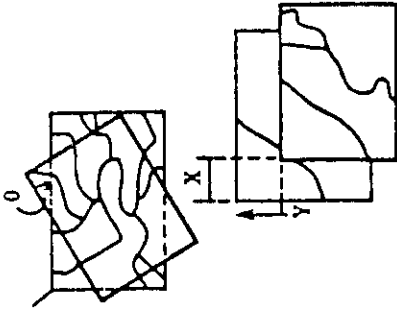


شکل ۸- ساختار ساده‌ای از فایل شبکه‌ای - سلولی سیستم اطلاعات

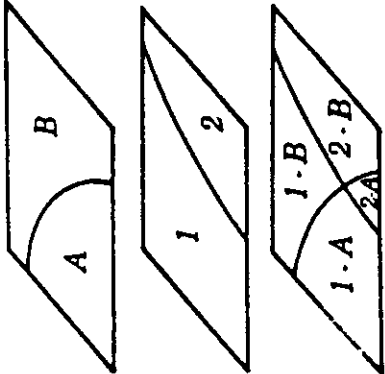
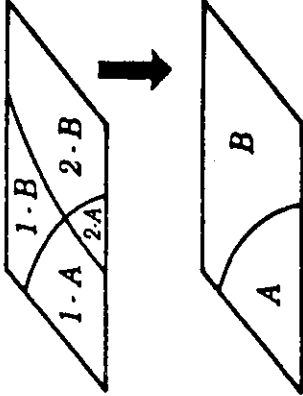
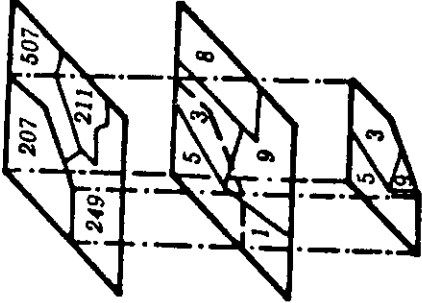
جغرافیایی - اقتباس از (۵)، (۷)




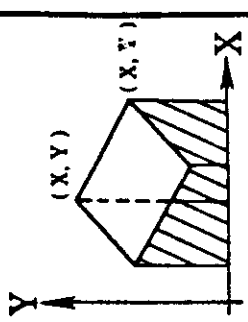
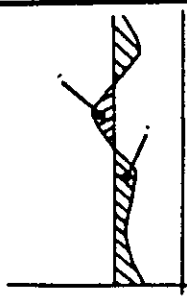
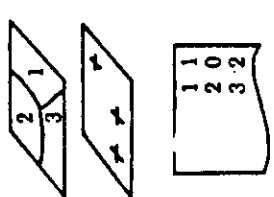
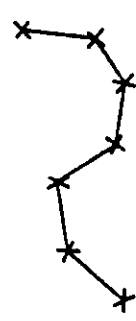
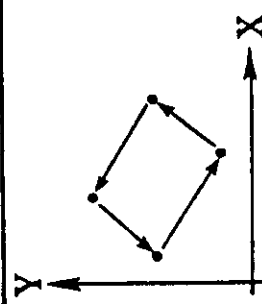
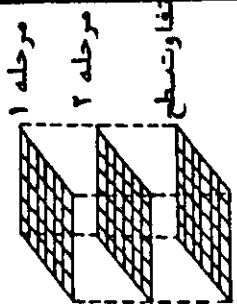
شکل ۹- سیستم اطلاعات جغرافیایی کامپیوتری را می‌توان به صورت یک نقشه پایه مسطحاتی به همراه لایه‌های متفاوت اطلاعات (فایلها) در نظر گرفت. این مثال نشان‌دهنده یک سیستم شبکه‌ای سلولی است که ۱۳ نوع اطلاعات متفاوت از منابع گوناگون بر روی هم قرار گرفته‌اند. اقتباس از (۷)

تغییر مقیاس	حذف انحرافات	تغییر سیستم تصویر	تبدیل چرخش مختصات
			

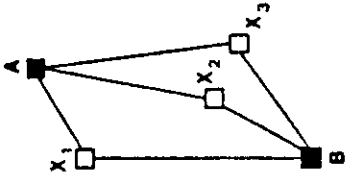
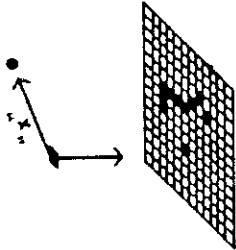
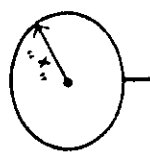
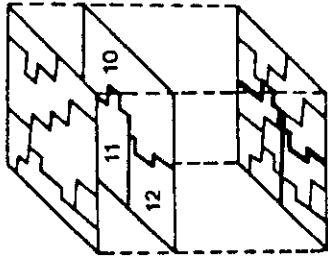
شکل ۱۰- اصول تصحیحات هندسی پایگاه اطلاعات سیستم جغرافیایی ۰ اقتباس از (۵)، (۷)

		
روی هم قرارگیری جهت‌نگری	تجزیه نقشه	روی هم قرار گیری جهت‌محاسبه‌ساحه

شکل ۱۱- عمل آوری اطلاعات با استفاده از انطباق پلیگون و تکنیک و جداسازی. اقتباس از (۵) و (۷)

<p>تعداد کل</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p>	<p>(مستقیم)</p> 	<p>مساحت</p> 	<p>مقطع</p> 
<p>نقاط در پلیگون</p> 	<p>منحنی</p> 	<p>محیط</p> 	<p>مساحت</p> <p>مرحله ۱</p> <p>مرحله ۲</p> <p>تفاوت سطح</p> 
<p>نقاط</p>	<p>فاصله</p>	<p>مساحت</p>	<p>حجم</p>

شکل ۱۲- اندازه گیری نقاط ، فاصله ، مساحت و حجم اقتباس از (۵)

انتخاب مسیر مناسب																																					
محاسبه مسافت																																					
تجسس شعاعی																																					
محاسبه مساحت																																					
مدل روی هم قرارگیری نقشه های پویشی	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 10px;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">پوش گیاهی</div> <table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>1</td><td>1</td><td>3</td></tr> <tr><td>5</td><td>1</td><td>3</td></tr> <tr><td>5</td><td>1</td><td>7</td></tr> </table> </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 10px;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">خاکها</div> <table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>2</td><td>4</td><td>2</td></tr> <tr><td>3</td><td>4</td><td>4</td></tr> <tr><td>3</td><td>3</td><td>4</td></tr> </table> </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 10px;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">زمین شناسی</div> <table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>2</td><td>2</td><td>1</td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>4</td><td>6</td><td>6</td></tr> </table> </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">شادابی و ترکیب</div> <table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>5</td><td>7</td><td>6</td></tr> <tr><td>10</td><td>7</td><td>9</td></tr> <tr><td>12</td><td>10</td><td>17</td></tr> </table> </div> </div>	1	1	3	5	1	3	5	1	7	2	4	2	3	4	4	3	3	4	2	2	1	2	2	2	4	6	6	5	7	6	10	7	9	12	10	17
1	1	3																																			
5	1	3																																			
5	1	7																																			
2	4	2																																			
3	4	4																																			
3	3	4																																			
2	2	1																																			
2	2	2																																			
4	6	6																																			
5	7	6																																			
10	7	9																																			
12	10	17																																			

شکل ۱۳- تکنیکهای تحلیلی (سیستم اطلاعات جغرافیایی (ساج) شبکه ای سلولی ۱۰ اکتیاس از (۵)، (۷)

9	9	1
9	9	9
5	1	5

خاکها

9	خوب
5	متوسط
1	ضعیف

اهمیت وزنی

x1
x2
x1

18	18	18
10	18	18
10	2	2

شیبها

9	خوب
5	متوسط
1	ضعیف

اهمیت وزنی

x2
x2
x2

9	9	9
5	9	9
1	5	9

دستری

9	خوب
5	متوسط
1	ضعیف

اهمیت وزنی

x1
x1
x1

36	36	28
24	36	36
16	8	16

محاسبه نمرات میانگین

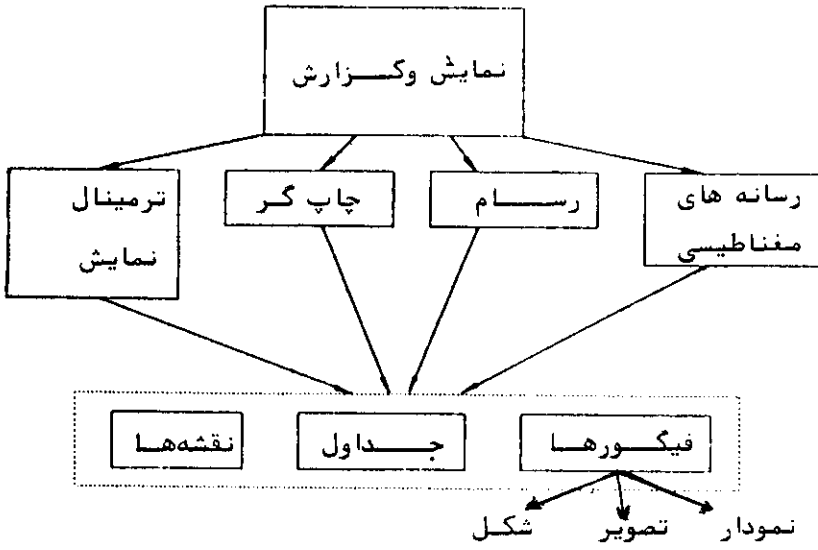
15	15	12
10	15	15
7	3	7

تبدیل به مقیاس 0 - 15

بزرگترین عدد بهترین ارزش

شکل ۱۴- منطق ترکیب لایه ها با استفاده از فایل های خاک، پوششی گیاهی

و دسترسی ذخیره شده در ساج شبکه ای، اقتباس از (۵)، (۷)



شکل ۱۵- خروجی اطلاعات

فهرست منابع

1-Campbell B . James. 1987 Introduction to remote Sensing, the Guilford Press .

2-Harris Briton 1990."Urban and regional Planning in the third world with geographic information system support " in Regional Development Dialogue Vol.11 Autumn 1990.

۳- سیستم اطلاعات جغرافیایی به روایت ARC/INFO شرکت کامپیوتری نگاره (بهار ۱۳۷۱).

4-Curran J. Paul ,1985.Principal of remote sensing , Longman Scientific & Technical.

5-Dangermond, J.1983. " A Classification of software Component commonly used in geographic information system" in Regional Development Dialogue Vol.11 Autumn 1990.

6-Burrough, P.A.1986 .Principles of geographic information system for land resources managements,Oxford 1986.

7-Jensen J. R.1980 INTRODUCTORY DIGITAL IMAGE PROCESS-
-ING A A Remote Sensing Perspective ,Prentice Hall,
Englewood Cliffs,New Jersey.

8-Calkins,H.W., and R.F. Tomlinson,1977.Geographic Information System :Methods and Equipment for land use planning. The International Geographical Union,Commission on Geographical Data Sensing and Processing and the U.S. Geological Survey , 2vol.

9-Ball , D. F., G.L. Radford and W.M.Williams.,1983.A
land Characteristic Data Bank for Great Britain,Bangor
Occasional Paper 13,Institute of Terrsterial Ecology ,
Bangor.

10-Avery , T.E. and G.L. Berlin, 1985.Geographic
information system and land use land cover mapping in
" Interpretation of Aerial Photographs ".Burgess
Publishing company .

11-Lillesand M.T., and Ralph W. Kiefer 1987.Remote
sensing and image interpretation .John Wiley & Sons .

12-Car on-Yah Anthony 1990.," Geographic information
system for urban Planning in Hong Kong " in Regional
Development Dialogue Vol.11 Autumn 1990.

13-Arnoff Stan, 1991. Geographic information systems: A
Management Perspective.WDL Publicaions.