سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)

دکتر محمدنجفی دیسفانی
گروه جغرافیا ـ دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه

سیستم اطلاعات جغرافیایی یك پایگاه اطلاعاتی کامپیوتری ویژه است که حاوی مختصات جغرافیایی و شناسنامه مکانی اطلاعات مربوطه می‌باشد(۱) که جهت دریافت، ذخیره‌سازی، 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: " مجموعه‌ای 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 [1] دردهه ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ شکل گرفته (۴) منتهی رشد وشکوفایی 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 باعثدسترسی بیشتر به آن و وسوسه استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (ساج) در ارگانهای دولتی، خصوصی و دانشگاهها شده ،به صورتیکه تاملینسون [2] درسال ۱۹۸۴ گزارش داده که درسال ۱۹۸۳ حدود هزار سیستم درایالات متحده امریکا مشغول فعالیت بوده و اوپیش بینی نموده که تاسال ۱۹۹۰ این تعداد به چهار هزار واحدافزایش خواهدیافت . چنانچه این روند به همین صورت ادامه یابد درسال ۲۰۰۰ میلیونها استفاده کننده GIS وجودخواهدداشت (۵).

1-Geographic Information System
2-Tomlinson

دونوع سیستم اطلاعات جغرافیایی وجوددارد : دستی [1] واتوماتیك

سیستم GIS دستی در گذشته نیز مورد استفاده قرار میگرفته است.دراین روش با قرار دادن دو یا حداکثر سه نقشه موضوعی بر روی هم، نتایج مطلوب حاصل میشد. به عنوان مثال نقشه ناهمواریها ،نقشه انواع خاك 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 خاك محاسبه میشده است.

از جمله معایب این سیستم را میتوان، وقت گیر بودن، مشکل تبدیل مقیاس و عدم در نظرگرفتن ضرایب متفاوت کمی برای هر کدام از عوامل و با لاخره 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 تقریبا " عاجز هستند،ولی با استفاده از سیستم GIS اتوماتیك بسیاری از مشکلات GIS مکانیکی از بین رفته و محدودیتی در ترکیب و تلفیق لایههای متفاوت به استثنای حافظه کامپیوتر نمیتوان قایل شد.

تاریخ استفاده از کامپیوتر در نقشه کشی و تجزیه تحلیل اطلاعات فضایی نشان میدهد که در شاخههای متفاوت علوم وابسته به یکدیگر ،کار مشترك و توسعه موازی درزمینه اخذ وکسب اطلاعات، آنالیز ،تفسیر و نمایش آنها به صورت اتوماتیك صورت گرفته است، که از جمله این علوم میتوانیم از جغرافیا ، علوم توپوگرافی ، کارتوگرافی موضوعی، عمران، علوم مربوط به تهیه نقشههای کاداستر، مطالعات ریاضی تغییرات فضایی، علوم خاك، نقشه برداری و فتوگرامتری ، برنامهریزی شهری و روستایی ، سنجش از راه دور وپردازش کامپیوتری تصاویر نام ببریم. ارتش نیز در بسیاری از جنبههای فوق الذکر به طور اختصاصی و جداگانه مشغول فعالیت بوده، لذا کوششهای مضاعف و بررسیهای مکرر در سرزمینهای متفاوت صورت گرفته است.

این گونه فعالیتهای مضاعف در شاخههای علوم وابسته به یکدیگر، با لاخره منجر به برطرف شدن مشکلات تکنیکی و تئوریکی و ارتباط بسیاری

1-Manual

از انواع مستفاوت و جداگانه شیوه‌های پردازش اطلاعات فضایی به یکدیگر در یك مجموعه تحت عنوان سیستم اطلاعات جغرافیایی چند منظوره شده است(شکل ۱)۰ در واقع تمامی این شاخه‌ها سعی درانجام اعمال مشابه یعنی ایجادزمینه مناسب جهت دریافت، ذخیره، بازیابی، تبدیل و نمایش اطلاعات فضایی دنیای واقعی برای دست یابی به اهداف معینی دارند که به مجموعه ابزار و زمینه های لازم جهت انجام کار، سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS اطلاق می‌شود۰

یك سیستم اطلاعات جغرافیایی رانمی‌توانیم با یك سیستم گرافیکی کامپیوتری اشتباه‌بگیریم، چرا که عمل یك سیستم گرافیك کامپیوتری بیشتر نمایش و ساخت و پرداخت پدیده‌ها - و نمودارهای قابل مشاهده می‌باشد۰ به علاوه یك سیستم گرافیکی به اطلاعات غیرقابل مشاهده که در آنالیز می‌توانند نقش داشته باشند توجه زیادی ندارد۰ تفاوت دیگر یك سیستم GIS با سیستم گرافیکی در تنوع و حجم بسیار زیاد اطلاعات ورودی به GIS و ماهیت و متدویژه آنالیز آنها می‌باشد(۶)۰

اجـزا و واحدهای متشکله یك سیستم اطلاعات جغرافیایی

سیستم اطلاعات جغرافیایی دارای سه واحد یا جزء اصلی می باشد: سخت افزار، نرم افزارو اطلاعات سازمان‌داده شده(۶)و(۱)۰ که به این سه جزء اصلی می‌توانیم دوجزء فرعی افراد متخصص و روش کار را نیز اضافه کنیم (۳)۰

۱-۱- سـخت افـزار

سخت افزار و تجهیزات مورد نیاز GIS رامی‌توانیم به سه قسمت تقسیم کنیم: تجهیزات مورد نیاز جهت تغذیه و ورود اطلاعات، تجهیزات و ابزار مورد نیاز ذخیره سازی اطلاعات و با لاخره تجهیزات مورد نیاز جهت نمایش اطلاعات (شکل ۲) ۰درواقع می‌توان گفت که قلب یك سیستم GIS

کامپیوتر رقومی [1] است. نظر به وفور حجم زیادی از اطلاعات و برنامه‌های پیچیده GIS در صورتیکه کامپیوتر حافظه‌زیاد داشته باشد و دسترسی به ابزار ذخیرهٔ حجم زیادی از اطلاعات نیز باشد کارآیی افزایش خواهدیافت. لذا از آنجاییکه GIS خیلی پیچیده بوده و حجم زیاد اطلاعات نیز از خصیصه‌های آن است، وجود نوار خوان [2] و دیسك خوان [3] از ضروریات می‌باشد که درصورت وجود، به GIS این امکان داده می‌شود تا اینکه بتواند از اطلاعات سایر GIS‌ها و یا سایر کامپیوترها استفاده به عمل آورد. البته می‌توانیم قابلیت استفاده از نوارخوان و دیسك خوان را امکان ارتباط یك GIS با GIS دیگر بدانیم. لازم به یادآوری است که امکان ارتباطات ما بین کامپیوتری با استفاده ازیك سیستم شبکه و استفاده از خطوط ارتباطی ویژه و یا خطوط تلفن و ابزاری به نام MODEM صورت می‌گیرد (۶).

یك سیستم GIS شامل تجهیزاتی جهت ورود و تغذیه اطلاعات به خودمی‌باشد. بخشی از اطلاعات با استفاده از دوربینهای ویدئویی باهمان شیوه و عمل دوربینهای تلویزیونی به GIS وارد می‌گردند. دراین شیوه‌نقشه 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 می‌باشدولی به علت عدم دقت هندسی وتوان تفکیك کم (جزئیات اطلاعات کم) سایر متدهای تغذیه اطلاعات را می‌بایست مدنظر داشت. از جمله این سیستمها می‌توانیم از میز رقم گر [4] نام ببریم.

۱-۱-۲- میز رقم گر

یك میز رقمگر نحوه آمایش اطلاعات را جهت ورود به کامپیوتر فراهممی‌آورد. میز رقم گر در اندازه‌های متفاوت از ۳۰-۲۵ سانتیمتر تا

1-Digital Computer
2-Tape drive (نوار گردان)
3-Disk drive (دیسك گردان)
4-Table digitizer

میزهایی به بزرگی ۲/۵۰-۱/۳۰ متر وجود دارد. صفحه رقم گر [1] متشکل از شبکه نازکی از سیم است که توسط موادمتراکم وسخت همانندفایبرگلاس 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 به‌دست دادن مختصات **X ,Y** کرسر [2] راکه برروی میز قابلیت حرکت دارد به دست می‌دهد. عامل، نقشه و یا عکس را برروی میز ثابت نموده و بعد از وضع یك سیستم مختصات با استفاده از کرسر، حدود نواحی، خطوط و نقاط راکد گذاری می‌کند.

همچنانکه کرسر در دست عامل به پیش می‌رود موقعیتهای پی درپی نقاط با مختصات آنها توسط عامل با فشاردادن دکمه‌ای ثبت می‌شود. معمولا "رقم-گرها دارای یك کامپیوتر کوچك بوده که به مفسر این امکان را می‌دهد تا اطلاعات گوناگون از جمله رودخانه‌ها، بزر گراهها و خطوط انتقال نیرو را با کدهای جداگانه ثبت کند و با رؤیت اطلاعات بر روی صفحه نمایش خطاهای هندسی و مکانی آنها را نیز برطرف سازد.

یك سیستم GIS نیاز به سیستمهای متفاوت ارائه نتایج واطلاعات و پاسخ به سئوالات از جمله نمایشگر رنگی، رسام [3]، چاپ گر [4] و فیلم نویس [5] دارد. نمایشگر رنگی [6] یکی از اجزای مهم GIS به عنوان وسیله‌ای جهت نمایش نقشه و تصویر به شمار می‌رود. در نمایشگررنگی می‌بایستی امکان اختصاص و استفاده از رنگهای متفاوت و بازنگری و بازگیری رنگها وجودداشته باشد، لذا برای عامل این امکان به وجود می‌آید که رنگها رادر نمایش رنگی کنترل کند. در عوض استفاده از دوربینهای معمولی جهت تهیه عکس از صفحه نمایش، یك فیلم نویس امکان عکاسی **از تصویر** نمایش داده‌شده را بر روی صفحه نمایش کامپیوتر با ارتباط مستقیم **الکترونیکی** که با

1- Tablet digitzer
2-Cursor
3-Plotter
4-Printer
5-Filmwriter
6-Colour monitor

کامپیوتر دارد به دست می‌آورد.

۳ـ نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی

نرم افزار GIS دارای پنج مدل پایه و مبنی به شرح زیر می‌باشد(شکل۳).

الف ـ ورود اطلاعات و بازنگری آنها

ب ـ ذخیره و مدیریت اطلاعات (پایگاه اطلاعاتی)

ج ـ ساخت و پرداخت اطلاعات (تبدیل)

د ـ ارتباط با عامل (بیان نیاز)

هـ ـ خروجی، ارائه و نمایش اطلاعات (نمایش و گزارش)

الف ـ 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(شکل۴). برای این منظور از ابزار متفاوت کامپیوتری ازقبیل ترمینالها، رقم گرها، 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) 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 خصیصه اطلاعاتی می‌باشند. به عنوان مثال یك عارضه ممکن است که در مختصاتY وX بوده و خصیصه اطلاعاتی Z را داشته باشد(۷).

غالب سیستمهای GIS دارای سه نوع اطلاع مختصات مکانی، خصیصه اطلاعاتی و با لاخره زمان می‌باشند، که در چندشکل، نقطه‌ای، خطی، پلیگونی

(چند ضلعی) و اطلاعات سطحی خلاصه می‌شوند و تماما " قابلیت ورود وتغذیه به کامپیوتر را نیز دارند. موضوع جالب این است که چگونه این صورمتفاوت اطلاعات به کامپیوتر وارد می‌شوند؟ اطلاعات به صورت رقومی(دیجیتال) وارد کامپیوتر می‌شوند. در شکل (۵) خلاصه‌ای ازسه نوع اطلاعات نقطه‌ای، خطی و چند ضلعی (پلیگون) نشان‌داده شده است. اطلاعات مذکور با چند قالب [1] شامل ۱ : سیستم مختصات Y و Xموسوم به کارتزین ۲: در فرمت [1] توپولوژی به صورت گره، اتصال، و پلیگون ۳: در فرمت(قالب) شبکه‌ای (سلولی) مورد استفاده GIS قرار می‌گیرند.

کدگذاری اطلاعات [2]

روش متداول کدگذاری سیستم مختصات کارتزیتی، یعنی استفاده از طول و عرض جغرافیایی براساس هندسه اقلیدسی .به این روش غالبا " **کدگذاری پلیکونی** (چندضلعی) یا برداری [3] اطلاق می‌شود.

شکل ۶،نشان می‌دهد که چگونه یك نقشه تیپیك 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 عبارتنداز MOSS ، آرك، اینفو و اینترگراف (۷).

GIS پلیگونی جهت ترکیب وتلفیق اطلاعات موضوعی به دست آمده ازتفسیرچشمی عکسهای هوایی ویاسایرسیستمهای‌آنالوگی سنجش ازدورمناسب تشخیص داده شده‌است. ترکیب و تلفیق اطلاعات سنجش از دور که قالب سلولی شبکه‌ای دارند از جمله نقشه‌های کاربری زمین به دست آمده‌از تصاویر لندست MSS ویا TM در سیستم GISپلیگونی 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[1] 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 یك نقشه از جمله گره‌ها، پاره خط ها و پلیگونها می‌باشد.

شکل ۷، نشان می‌دهد که چگونه یك چند ضلعی (پلیگون) به ۷ گره، ۱۱ پاره خط (اتصال) و هفت پلیگون محصور تبدیل شده است. با عدد گذاری این اتصالها (پاره خطها) و ارتباط دادن آنها با گره‌ها وپلیگونهای چپ و راست، کدگذاری سیستماتیك نقشه به دست می‌آید. باکدگذاری مختصات X ، Y درهرکدام از گره‌ها دوسیستم جهت شناسایی فضایی عناصر نقشه ایجاد می‌شود. این مسئله نه تنها تجزیه و تحلیل X ، Y را آسان می‌کند. بلکه امکان استفاده از اعمال ریاضی تئوری گرافها را از قبیل شبکه‌ها، تجمع فضایی، و دیگران را امکان پذیر می‌سازد.

علاوه براین، اطلاعات نقطه‌ای، خطی و پلیگون را نیز می‌توان با استفاده ازساختار شبکه‌ای (گرید) یاسلولی اطلاعات کارتوگرافیکی کدگذاری نمود (شکل ۸).

کدگذاری شبکه‌ای (سلولی) در واقع یك ماتریس فرضی می‌سازد که بر روی زمین قرار گرفته به صورتیکه اطلاعات موضوعی (خصیصه اطلاعاتی) سطح زمین توسط سلولهای آن شبکه اقتباس می‌شود. به این سلولها غالبا "

1-Duall Independent map encoding

واحدهای تصویر (پیکسل)[1] اطلاق می‌شود و به صورتی تفسیر و تجزیه و تحلیل می‌شوند گو اینکه تصویر سنجش از دو ر هستند. ساج (GIS) درشکل سیستم شبکه‌ای مشکلات زیادی در ترکیب و تلفیق اطلاعات رقومی سنجش از دور ندارد. تنها موردی که می‌بایستی صورت گیرد این است که فایل 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[2] به قالب سلولی تبدیل شود. هرچند که انجام این عمل وقت کامپیوتری زیادی می‌گیرد. بعضی از انواع GIS معروف سلولی عبارتنداز 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 کوچك 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 اتوماتیك کدگذاری نمود. یکی از مشکل ترین روشها ،کدگذاری مکانیکی است که لازمه انجام آن وجود یك عامل است که می‌بایستی به صورت مکانیکی ، هرکدام از نقاط، خطوط و پلیگونها را با یك سیستم رقم گر[3] کدگذاری کند. در صورتیکه ازمتد کارتزینی که قبلا" گفته شد استفاده شود، مجبور به دوبار کدگذاری بعضی از پاره خطها می‌شویم بخصوص پاره خطهایی که مابین دوپلیگون قرار دارند. دراین صورت چنانچه خطوط و نقاط دقیقا " کدگذاری نشوند، دوبار کدگذاری ممکن است منجر به

1- Picture element
2- Vector
3- Digitizer

خطاهای نسبتا " زیادی که غالبا " تراشه [1] گفته می‌شود گرددو درنتیجه این خطاها وارد مجموعه اطلاعاتی شود. درواقع این خطاهای ناشی از دوبار رقومی کردن دقیقا " 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. دراین روش همانطور که قبلا" بیان شد مختصات پلیگونی با استفاده از گره، خطوط و اطلاعات پلیگونی توسط کامپیوتر بازسازی می‌شود.

درحال حاضر ابزار گرانقیمتی وجود دارد که اطلاعات نقشه‌ای را به هرکدام از دوقالب [2] برداری [3] و یاسلولی [4] تبدیل می‌کند دومتد اصلی به کار رفته عبارتنداز رقومی کردن با استفاده از تعقیب اتوماتیکی خطوط و اسکن نمودن که در آمریکا غالب استفاده کننده‌ها روش اسکن را ترجیح می‌دهند(۷).

دراین صورت یك نرم افزار خیلی پیچیده می‌بایستی در دسترس باشد تا عمل خصیصه شناسی [5] به صورت اتوماتیکی انجام شود و عمل شناسی برچسب زنی اتوماتیك برای هرکدام از انواع اطلاعات نقطه‌ای، گرهی و پلیگون صورت گیرد و اطلاعات را به یکی از صور ساختاری کارتوگرافی آنالوگ یا سلولی که قبلا" گفته شد در آورد.

از آنجاییکه هرکدام 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 [6] (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 ومی‌تواند درابعاد متفاوت از واحدهای ۱۰×۱۰KM ساختار اراضی بریتانیا (۹) تاواحدهای ۳۰×۳۰ متری پیکسلهای لندست TM متغیر باشد. برخلاف این، آوری [1] و بری [2] (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 ـ شبکه‌ای اقتصادی تر و موثرتر است به قوت خود باقی است.

ب ـ ذخیره و مدیریت اطلاعات

اطلاعات کدگذاری شده می‌بایستی ذخیره شوند تا اینکه آماده دسترسی و ساخت و پرداخت باشند. جهت ذخیره اطلاعات و طبقه بندی مختصات توپولوژی و ماهیت یانوع اطلاعات جغرافیایی در کامپیوترو سازماندهی وارگانیزه نمودن آنها روش خاصی وجوددارد که به آن سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی گفته می شود(شکل ۱۰). هرکدام از متغیرها (غالبا " لایه‌های GIS گفته می‌شود) به شکل و فرمت رقومی سازگار با کامپیوتر ، به صورت لایه‌ها و یا سطوحی از اطلاعات با مختصات جغرافیایی درپایگاه اطلاعاتی سیستم اطلاعات جغرافیایی آرشیومی‌شوند. پایگاه اطلاعاتی می‌تواند هرگونه اطلاعاتی را که پراکندگی فضایی دارد ، ازاطلاعات اقتصادی اجتماعی گرفته(تراکم نسبی جمعیت) تا اطلاعات کلیماتولوژی و متغیرهای مبناو پایه بیوفیزیکی (درجه حرارت سطحی) رادارا باشد(شکل۹).

هنگامیکه این گونه اطلاعات به صورت رقومی قابل انطباق بر یکدیگر شدند ، یک بانک اطلاعاتی مرکب از N لایه داریم که قابلیت استخراج هرگونه سئوال و جوابی از آنها وجوددارد (شکل ۹).

در یک حالت ایده‌آل فایلهای پایگاه اطلاعاتی در حافظه

1-Avery

2-Berry

CPU (RAM) می‌نشیند و آماده انجام محاسبات و ساخت وپرداخت می‌شود، هرچند که به خاطر حجم زیاد اطلاعات جهت ذخیره آنها معمولا" ازدیسکهای 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 [1] شوند.توسعه دیسکهای نوری (اپتیکی) در دهه آینده ذخیره اقتصادی اطلاعات و دستیابی به بانکهای اطلاعاتی GISرا راحت تر خواهدساخت.

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 خودرا 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). درصورت تغییر مقیاس می‌بایستی مختصات کاهش یابد و در نتیجه (۱) تعداد مختصات لازم جهت تعریف یک خط کم شده (۲)و بعضی ازخطوط حذف می‌شود .این وضعیت هنگامی صورت می‌گیرد که مرز مابین دوپلیگون ازبین 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 نموده و به ناحیه مورد علاقه پنجره بازکند. دراین پنجره نیز می‌بایستی قادر باشد برای طرح سئوالات بیشتر روزنه‌ای بازنماید. در یک حالت ایده‌آل، این

1-Load

مراحل می بایستی به صورت زنده [1](رودررو) و با مشاهده بر روی صفحه نمایش با قدرت تفکیک با لا صورت گیرد.

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

روی هم قرار دادن و ترکیب چند ضلعی ها شامل ترکیب و استخراج نقشه‌های چند لایه‌ای (دویا بیشتر) به منظور ساخت اطلاعات جدیداست (شکل ۱۱). اطلاعات جدید دارای پلیگونهای جدید به دست آمده از تقاطع مرزهای دو ویا چند مجموعه یا لایه جداگانه از پلیگونها می‌باشد.

در نتیجهٔ روی هم قرار دادن و تلفیق چندین لایه ،علاوه بر ایجاد پلیگونهای جدید،این پلیگونها اطلاعات چند گانه (اطلاعات گوناگون که قبل از ترکیب به هرکدام 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 آنهابه 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 یك موضوع یا یك نوع مطلب را با موقعیت جغرافیایی آن از میان فایلی که دارای چندین نوع اطلاعات است،استخراج می‌کند که درصورت لزوم اطلاعات و مختصات خطوط استخراج شده،می‌تواند از فایل نیز پاك شود.

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

چهار نوع متفاوت اندازه‌گیری که در GIS صورت می‌گیرد عبارتنداز

1- Real Time

اندازه‌گیری نقاط،خطوط، پلیگون و حجم(شکل ۱۲) ۰دونوع تیپیك اندازه‌گیری در ارتباط با نقاط شامل شمارش تعداد کل نقاط و هم چنین شمارش تعداد نقاط موجوددریك پلیگون می‌باشد ۰این‌عمل با استفاده‌ازروتین نقطه درپلیگون صورت گرفته که انوع متفاوت نقاط موجوددر یك پلیگون را به عنوان مثال تعداد چاه‌های آب موجود دریك ناحیه را می‌شمارد ۰

دونوع اساسی اندازه‌گیری خط عبارت است از اندازه‌گیری فاصله (نقطه به نقطه) باخط مستقیم و دوم اندازه‌گیری نقاط برروی یك خط منحنی و دونوع اساسی اندازه‌گیری ناحیه عبارت است از اندازه‌گیری مساحت و اندازه‌گیری محیط۰ چهارمین نوع اندازه گیری عبارت است از اندازه گیری حجم که یابا استفاده از تکنیك مقطع و یا روی هم قرار دادن چندین لایه صورت می‌گیرد۰ این روش در حالتی عملی است که اطلاعات درقالب شبکه‌ای باشد ۰

تحلیل و آنالیز اطلاعات در قالب شبکه‌ای، همانند اطلاعات GIS در سیستم پلیگونی است با این تفاوت که اطلاعات آن کلی تر است۰ هر چند که، باید خاطر نشان کردکه تکنیك شبکه‌ای سلولی برای ساخت و پرداخت اطلاعات اعم از ذخیره و تجزیه و تحلیل آن موثرتر می‌باشد (۵)۰

منطق بولی جهت ترکیب اطلاعات شبکه‌ای و تهیه نقشه‌های ترکیبی مورداستفاده قرار می‌گیرد ۰درحالت تیپیك،این روش شامل وزن دادن به‌کلاسهای مورد نظر و یا لایه‌های اطلاعات است (شکل ۱۳)۰ شکل ۱۴ نشان می‌دهد که چگونه اطلاعات وزن‌دار خاك، شیب و دسترسی جهت تهیه یك نقشه ایندکسی استعداد اراضی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد۰ محاسبه فاصله و مساحت در سیستم شبکه‌ای همانند اندازه‌گیری در سیستم پلیگونی است با این تفاوت که‌این عملیات برمبنای اطلاعات شبکه‌ای قر اردارد ۰تجسس شعاعی درسیستم شبکه‌ای جهت شمارش تعدادموارد وانواع وقایع‌مربوط به پدیده‌های جغرافیایی‌د محدوده معینی از هرکدام از سلولها (پیکسلها) مورد استفاده قرار می‌گیرد۰ نتیجه اطلاعاتِ تجسس در یك فایل جداگانه به صورت آرایه‌ای از اطلاعات جدید (سطحی که نشاندهنده فرکانس دسترسی به خواسته است) ذخیره

می‌شوند. محاسبات معمولا" در شعاع معین تعیین شده از طرف استفاده کننده و سلول به سلول صورت می‌گیرد. اندازه‌گیری مسافت در یك 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 خواهدداد.

با استفاده از سیستم شبکه‌ای GIS می‌توان مناسبترین مسیر را انتخاب نمود. این متدشامل محاسبه حداقل هزینهٔ مابین نقاط است، که می‌توان اختلاف فاصله از نقطه آغاز و نسبت به مبداء را به دست آورد. این اختلاف فاصله عبارت است از جمع وزنی هزینه‌ها بر مبنای استفاده ازتکنیك 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.

بعداز اینکه نقشهٔ هزنیه‌ها از مقصد به مبدا به دست آمد، ترکیب این دو، وسیله مناسبی جهت انتخاب بهترین مسیرها را به دست خواهد داد.

د ـ ارتباط با عامل (بیان نیاز)

طراحان GIS امکان پرسش تعداد تقریبا" نامحدودی سئوال را از طرف استفاده کننده وتهیه جواب با استفاده از ساخت و پرداخت اطلاعات موجود GIS رادر طراحی سیستم، همواره‌مد نظر داشته‌اند. هر چند که تعداد سئوالها و خواسته‌ها از سیستم GIS تقریبا" نامحدوداست، ولی می‌توان چندین نوع خواسته کلی را که امکان جواب از طرف GIS برای آنها وجود دارد را مطرح نمود(۶).

۱ـ موضوع A در کجا قرار دارد ؟
۲ـ موضوع A وابسته یا مربوط به موضوع B در کجا قرار دارد؟
۳ـ چه تعداد از انواع A در فاصله D از موضوع B قرار دارد؟
۴ـ ارزش فانکشن Z در موقعیت X چیست ؟
۵ـ اندازه (مساحت ، محیط و گنجایش) موضوع B چقدر است ؟
۶ـ نتیجه تلفیق و ترکیب اطلاعات چیست ؟
۷ـ بهترین مسیر (اقتصادی، مسافت) مابین Y، X در جهت P کدام است؟
۸ـ در نقاط $X_1, X_2, \ldots X_n$ چه چیزی وجود دارد ؟
۹ـ چه موضوعاتی در مجاورت پدیده‌هایی با خصیصه اطلاعاتی چند گانه قرار دارند؟
۱۰ـ نوع خصیصه اطلاعاتی بعد از انجام طبقه بندی چیست ؟
۱۱ـ فرآیند P در زمان T برای سناریوی S با استفاده از پایگاه اطلاعاتی رقومی به عنوان یك مدل از جهان واقع چیست ؟

هـ ـ داده‌های خروجی (نمایش و گزارش)

شکل ۱۵ نحوه نمایش و ارائه گزارش نتایج و داده‌ها را برای استفاده کننده مشخص می‌سازد. داده‌ها ممکن است به صورت جدول، نقشه، نمودار ، شکل، تصویر و با کمك ابزاری همچون چاپگر، رسام، فیلم نویس و صفحه نمایش تلویزیونی در اختیار استفاده کننده قرار گیرد. از طرفی امکان ضبط داده‌ها بر روی رسانه‌های مغناطیسی از جمله نوار و دیسك نیز وجوددارد (۶). لازم به یادآوری است که عامل می‌تواند کلیه اعمال تغییر رنگ، تغییر مقیاس، تغییر جهت وتغییر 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).

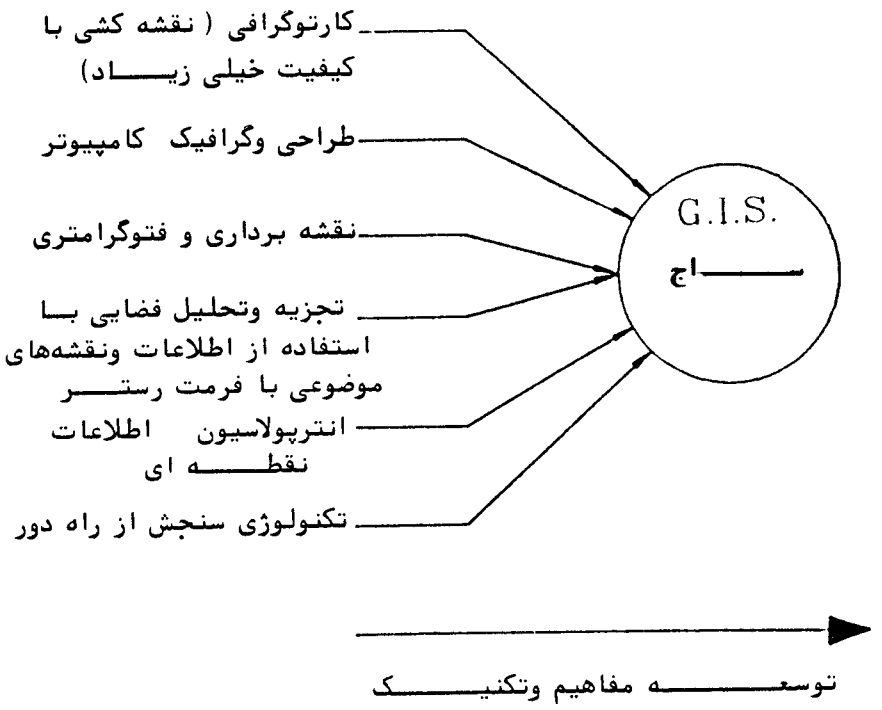
۴ـ کـــاربـــردهـــای GIS

ساج بسته به نیاز و شرایط منطقه‌ای و کشوری در بخشهای گوناگـون توسعه یافته است. به طوری که در ابتدا از این سیستم در اروپا در پایگاه‌هـــای اطلاعاتی ثبت اسناد و املاك، محیط زیست، بایگانی نقشه‌های توپوگرافـــی ودر کانادا در برنامه‌ریزی جنگل، محاسبه حجم درختان و میزان چوب قابـــل برداشت، شناسایی راههای دسترسی به جنگل و درچین و ژاپن نظارت و مـــدل سازی تغییرات زیست محیطی و در امریکا در زمینه‌های گوناگون از جملـــه برنامه ریزی شهری و شهرداریها، حمل و نقل و فرسایش خاك استفاده شـــده است، ولی با گذشت زمان و توسعه سیستمها استفاده از آن به کلیـــه بخشهای مرتبط با زمین گسترش یافته است.

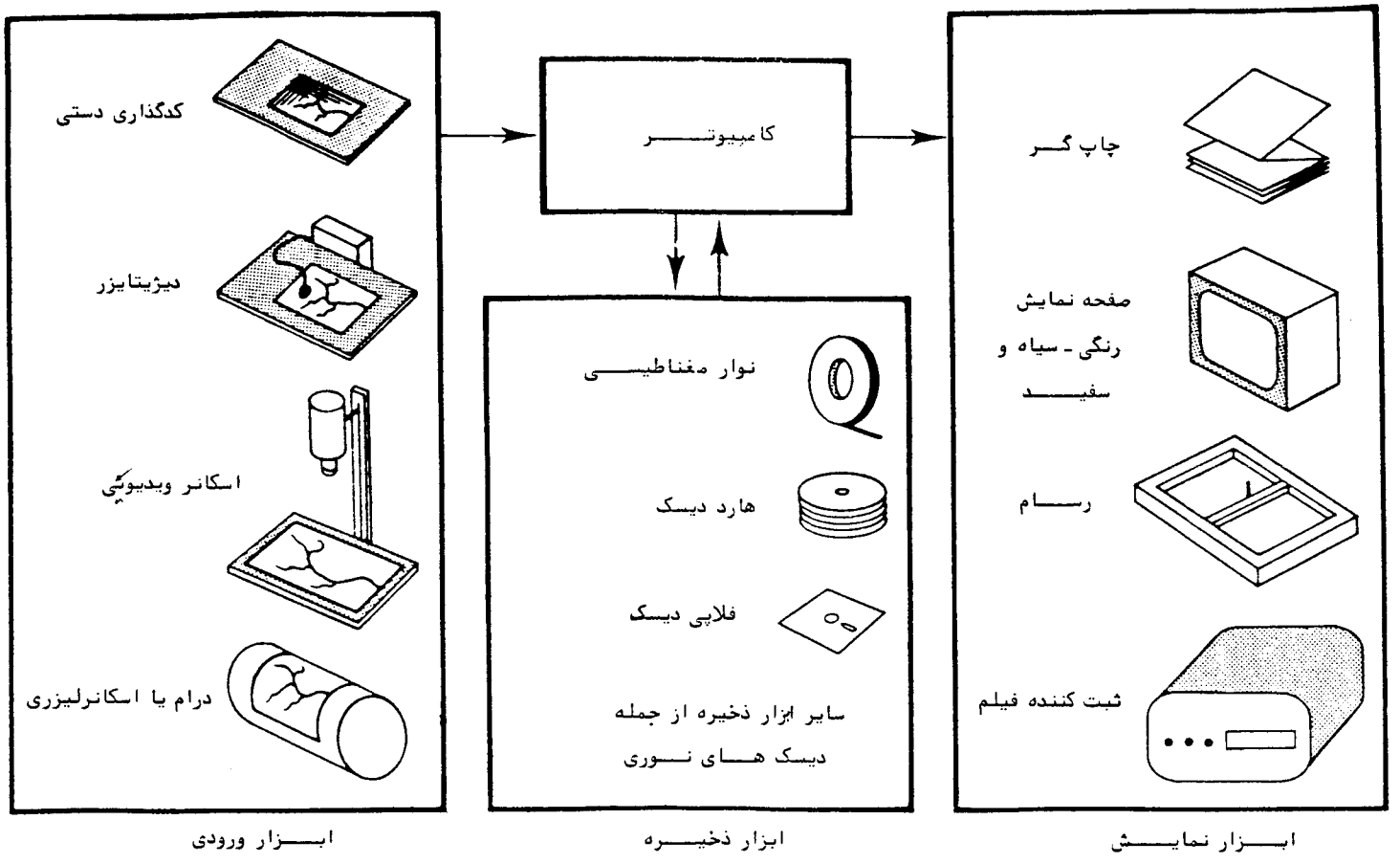
در ایران وزارتخانه‌ها و سازمانهای متعددی مجهز و یا شدیـــدا" مصمم به تجهیز خود به سخت افزارهای GIS هستند که از آن جملـــه می‌توانیم از سازمان نقشه‌برداری کشور، شهرداری تهران، وزارت مسکـــن و شهرسازی، سازمان برنامه وبودجه، وزارت نیرو، وزارت راه و ترابـــری، وزارت جهادسازندگی، موسسه بین المللی زلزله، سازمان 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 فکـــر 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) وهنگ کنگ (۱۹۶۰) و همچنین هزینه دلاری نرم افزار و سخت افزار GIS فقط ۱۵ـ۱۰ درصد کـــل هزینه‌های تربیت نیروی متخصص، جمع آوری اطلاعات و غیره را تشکیل می‌دهد (۱۳)، چنانچه همکاری مابین ارگانها و سازمانهای دست اندرکار اعم از دولتی و خصوصی وجود نداشته باشد، بعید به نظر می‌رسد که در ایران نیز بـــزودی ما بتوانیم شاهد فعالیت یك سیستم GIS فعال و چند منظوره باشیم. لـــذا پیشنهاد می‌نماید که کمیته‌ای متشکل از نمایندگان کلیه سازمانهـــا و

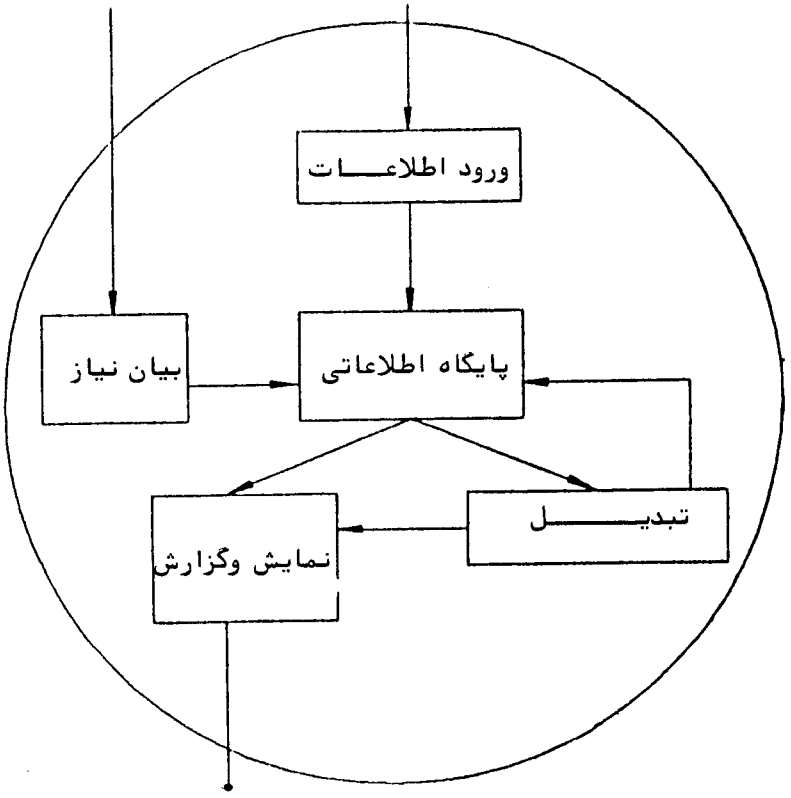
وزارتخانه های دست اندر کار GIS و سنجش از راه دورتشکیل گردد تـــــــا فعالیتها را هماهنگ و استاندارد نماید.



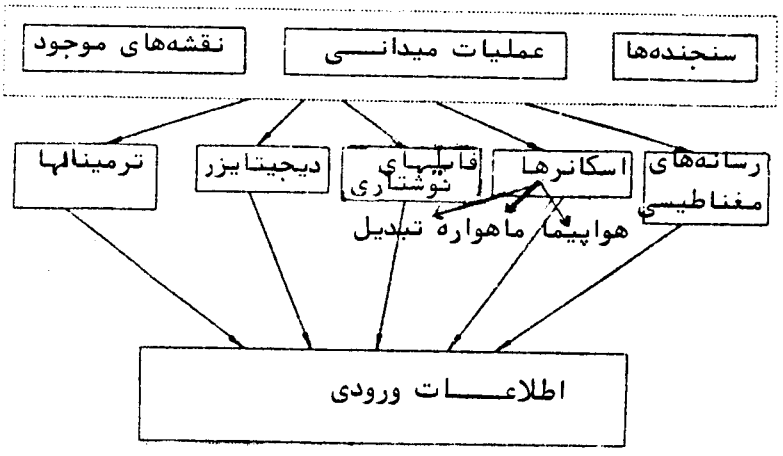
شکل ۱- سیستم اطلاعات جغرافیایی در نتیجهٔ توسعه موازی دربسیاری از شاخه‌های علوم مربوط به پردازش اطلاعات فضایی



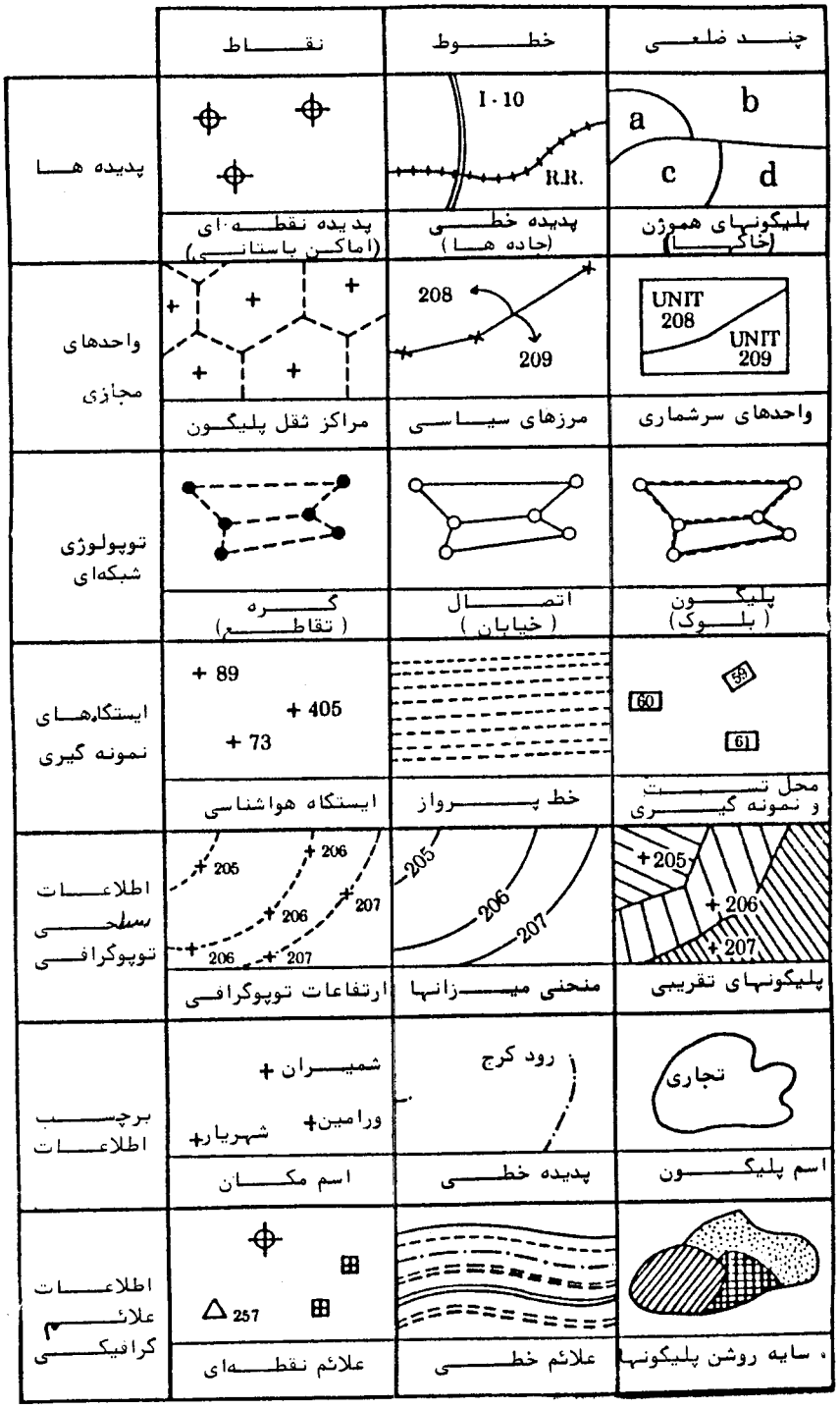
شکل ۲- ابزار تیپیک مورد نیاز سیستم اطلاعات جغرافیایی (ساج) اقتباس از (۱۱)



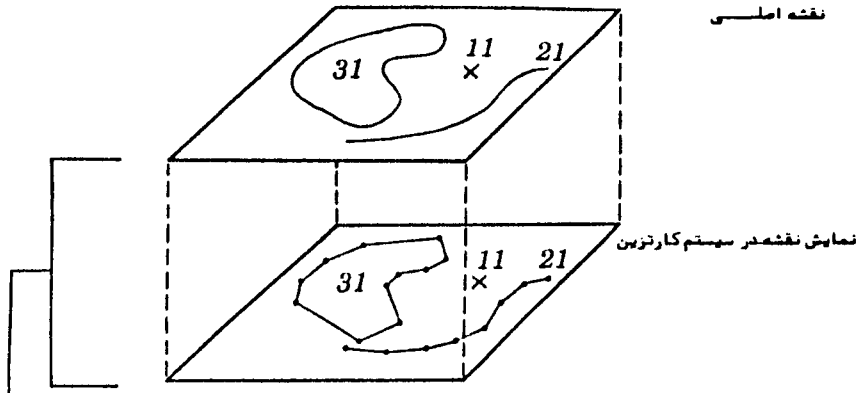
شکل ۳ـ ترکیب اصلی نرم افزاری سیستم اطلاعات جغرافیایی



شکل ۰۴ اطـــلاعـــات ورودی

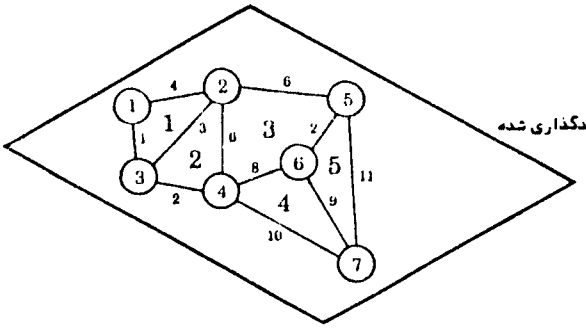


شکل ۵ـ انواع اطلاعات جغرافیایی و روشهای متفاوت نمایش آنها ۰ (اقتباس از ۵)



	کد پدیده	موقعیت
نقطه	11	X, Y (یک نقطه)
خط	21	$X_1Y_1, X_2Y_2, \ldots\ldots\ldots\ldots X_nY_n$ (رشته)
پلیگون	31	$X_1Y_1, X_2Y_2, \ldots\ldots\ldots\ldots X_1Y_1$ (لوپ بسته)

شکل ۶ـ کدگذاری نقطه، خط و پدیده‌های پلیگون با استفاده‌از تکنیهای دیجیتالی نمودن مختصات کارتزینی پلیگونها ۰ اقتباس از (۵)، (۷)



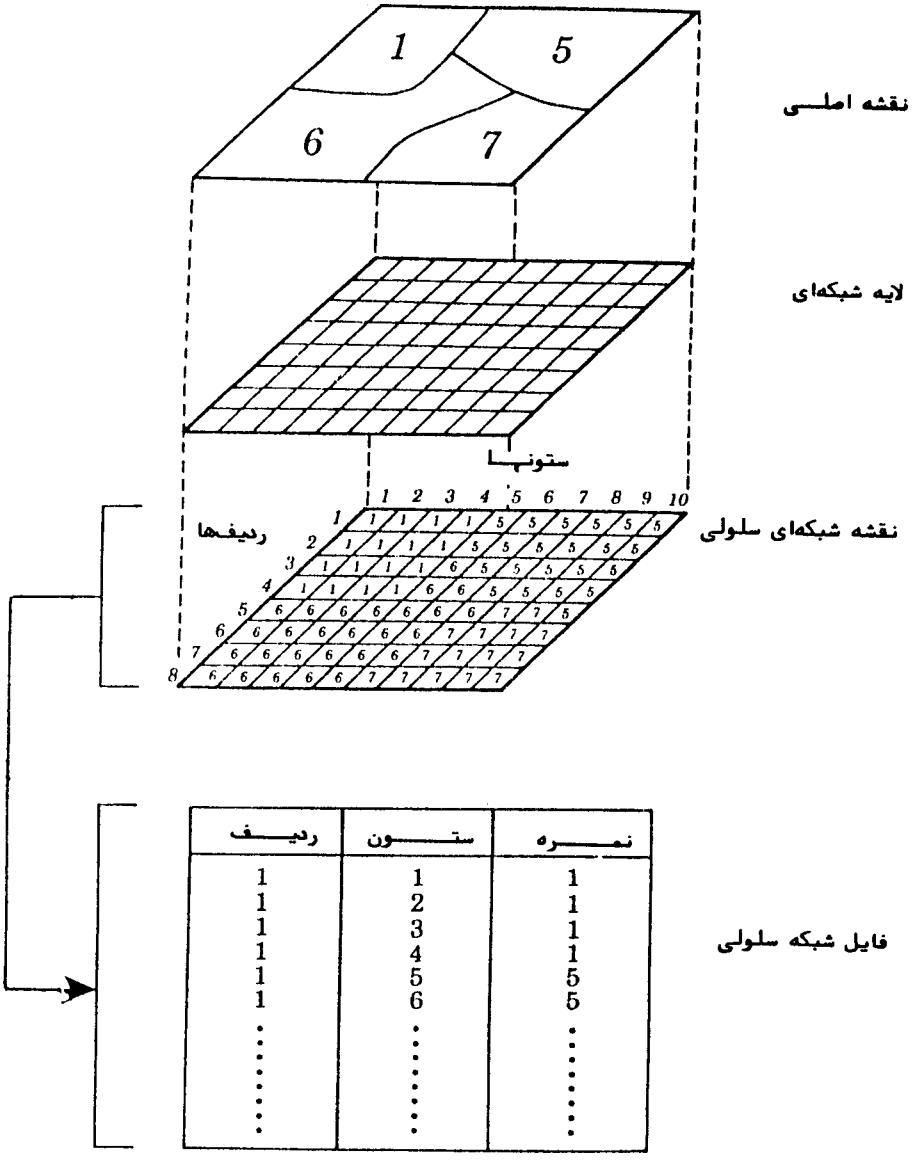
نقشه شبکه‌ای کدگذاری شده

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

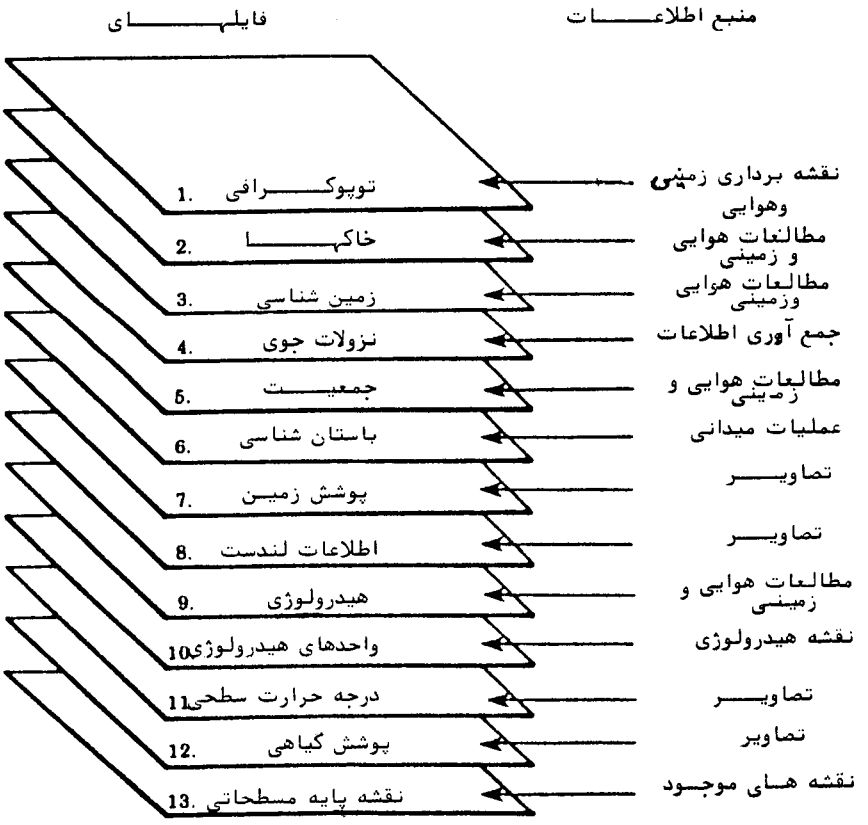
فایل کد گذاری شده شبکه و پلیگون

# 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

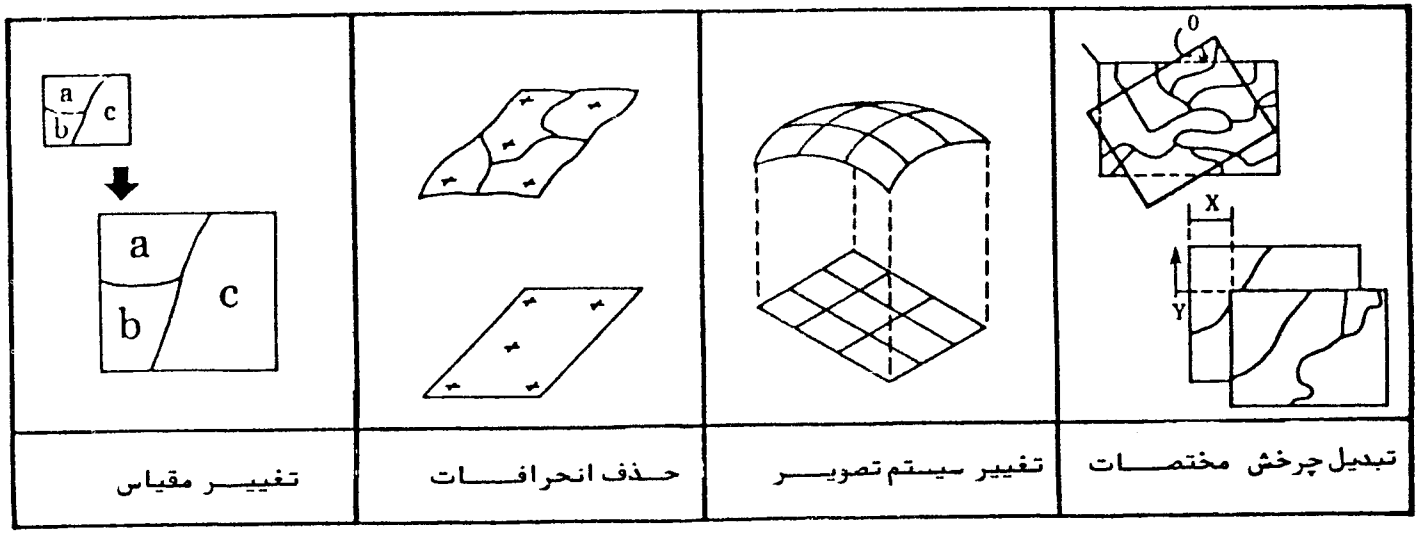
شکل ۷ـ مثالی از فایل مختصات y و x گره‌ها با استفاده از ساختار اطلاعاتی توپولوزی ۱۰ اقتباس از (۵)، (۷)



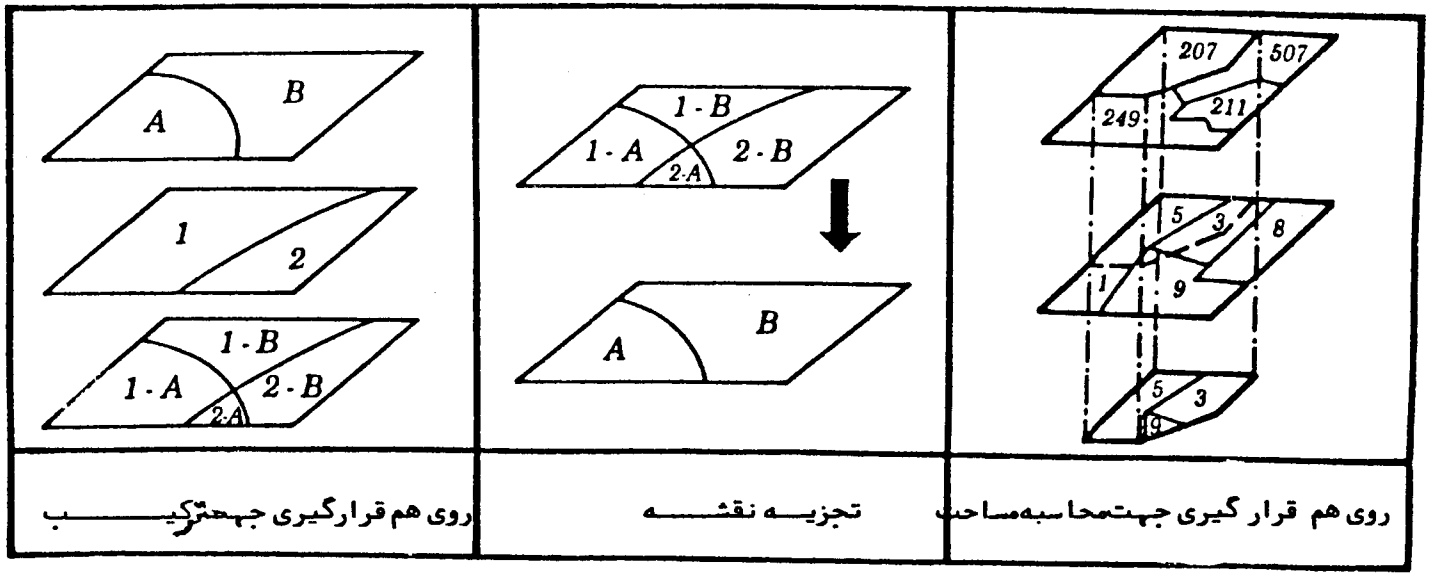
شکل ۸ـ ساختار ساده‌ای از فایل شبکه‌ای ـ سلولی سیستم اطلاعات جغرافیایی ۰ اقتباس از (۵)، (۷)



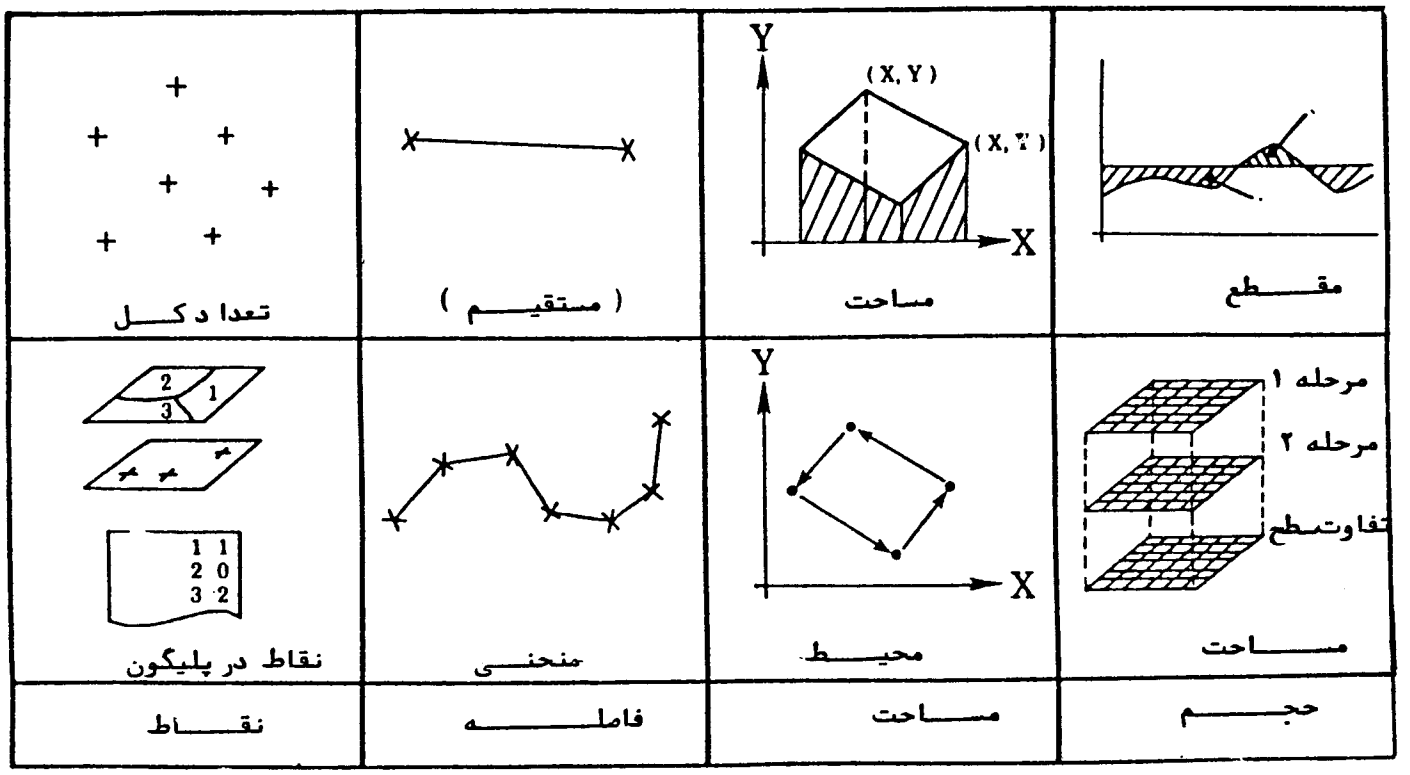
شکل ۹- سیستم اطلاعات جغرافیایی کامپیوتری رامی‌توان به صورت یك نقشه پایـه مسطحاتی به همراه لایه‌های متفاوت اطلاعات(فایلها) در نظرگرفت ۱۰این مثـــال نشا ندهنده یك سیستم شبکه‌ای سلولی است که ۱۳ نوع اطلاعات متفاوت ازمنابع گوناگون برروی هم قرار گرفته‌اند۰ اقتباس از (۷)



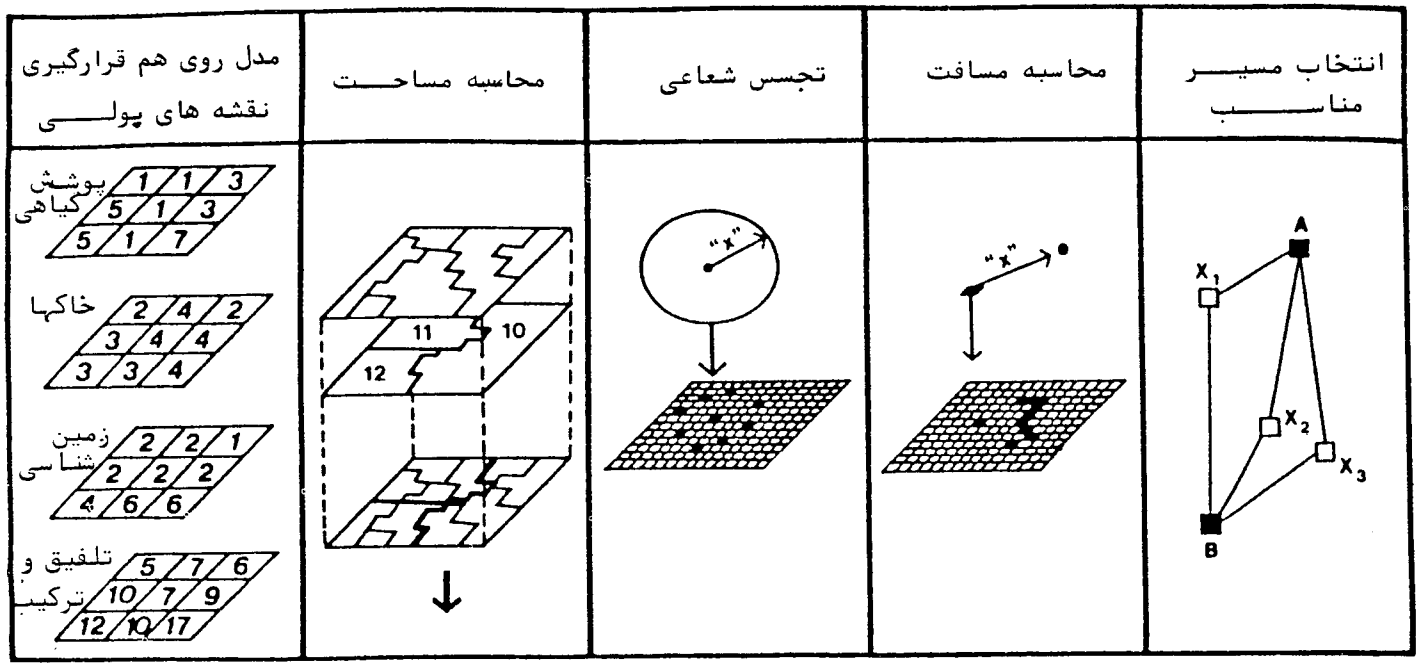
شکل ۱۰- اصول تصحیحات هندسی پایگاه اطلاعات سیستم اطلاعات جغرافیایی ۰ اقتباس از (۵)،(۷)



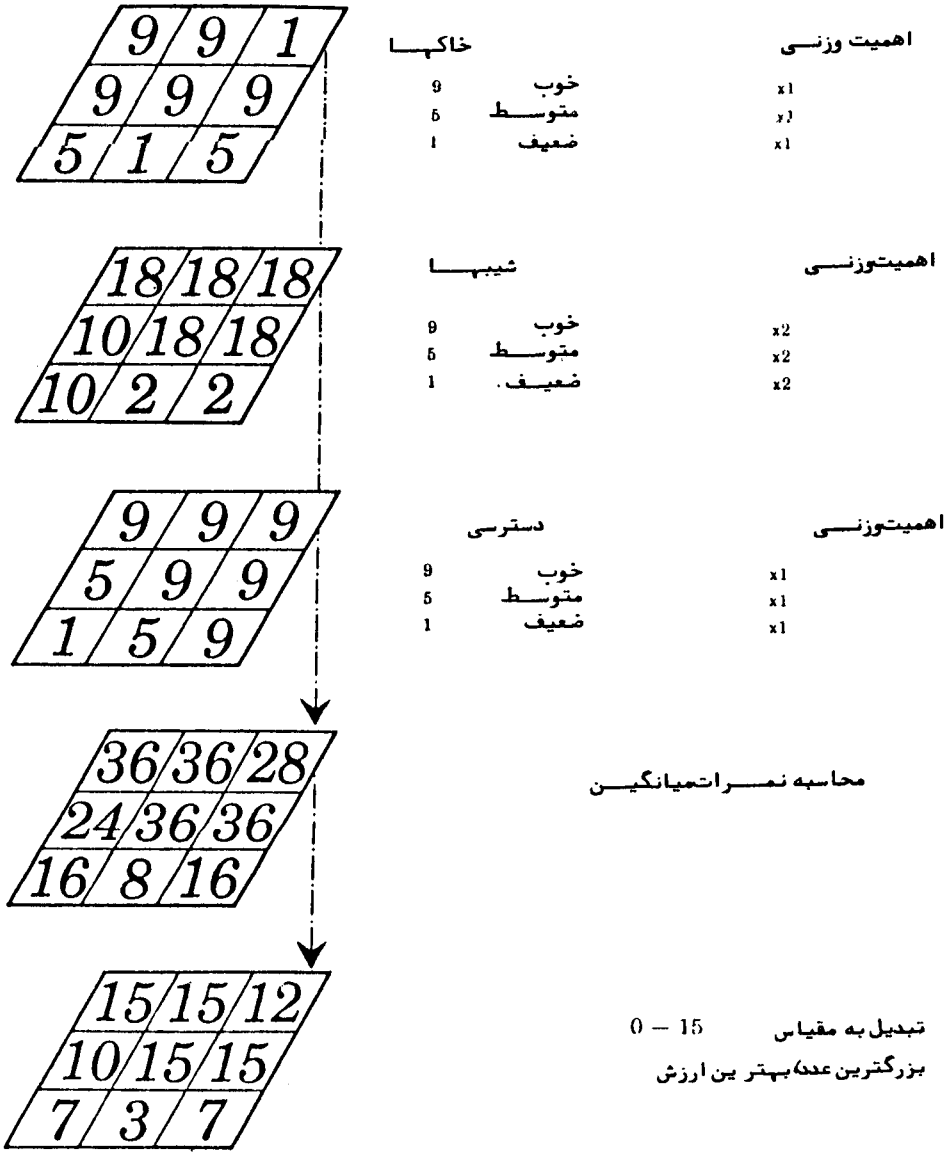
شکل ۱۱ـ عمل آوری اطلاعات با استفاده از انطباق پلیگون و تکنیک و جداسازی. اقتباس از (۵) و (۷)



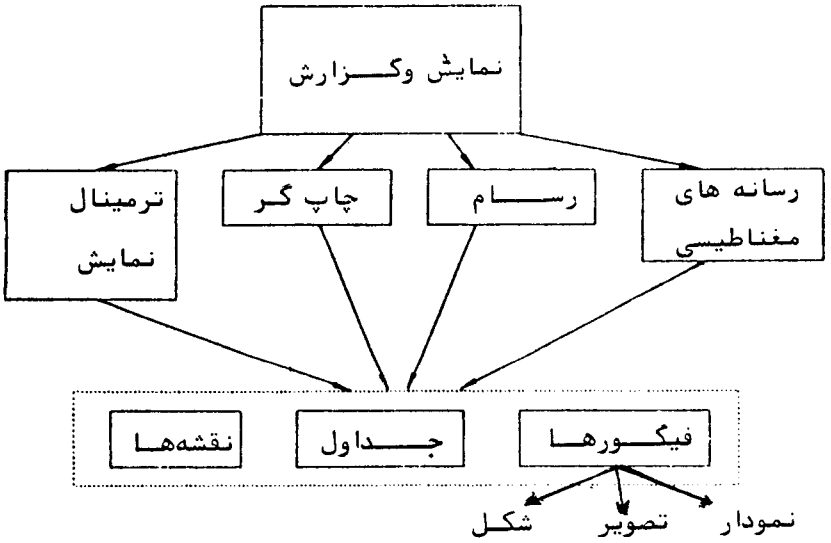
شکل ۱۲ـ اندازه گیری نقاط ، فاصله، مساحت و حجم اقتباس از (۵)



شکل ۱۳- تکنیکهای تحلیلی (سیستم اطلاعات جغرافیایی (ساج) شبکه‌ای سلولی۰اقتباس از(۵)، (۷)



شکل ۱۴- منطق ترکیب لایه‌ها با استفاده از فایلهای خاک، پوششی گیاهی و دسترسی ذخیره شده در ساج شبکه‌ای، اقتباس از (۵)، (۷)



شکل ۱۵- خـــــروجـــی اطـــلاعـــات

فهرست منابع

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

2-Harris Briton 1990."Urban and regional Panning 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.