

## آشنایی با سیستمهای اطلاعات جغرافیایی (GIS) و ساختارهای آن

سعید فرخنده\* - احسان جعفری\*\* - محمد قربانی\*\*\*

### چکیده:

سیستم های اطلاعات جغرافیایی (GIS)، سیستم هایی نسبتاً جدیدی هستند که امکانات متعددی را برای مهندسی که روی پروژه های با وسعت زیاد کار می کنند فراهم آورده است. مجموعه های مختلف اطلاعات ذخیره شده در یک GIS برای بدست آوردن گروه های اطلاعاتی کاملاً متمایز، قابل ترکیب و تفکیک بوده و بدین ترتیب GIS برای کاربر به عنوان یک منبع ارزشمند اطلاعاتی مطرح می باشد. GIS متشکل از دو نوع ساختار اطلاعاتی می باشد که عبارتند از ساختار برداری و ساختار رستری. هر کدام از این ساختارها دارای مزایا و معایب خاص خود می باشد. در سیستم های رستری، اطلاعات یا مشخصات به محل های ویژه ای از زمین اطلاق می گردد و نتایج یا خروجی که این سیستم ارائه می دهد به صورت علائم خاص دستگاه های چاپگر می باشد. در حالی که در سیستم های برداری این مشخصات یا اطلاعات به چند ضلعی هایی از سطح زمین نسبت داده می شود به طوری که خروج این سیستم اخیر واضح تر است. این تکنولوژی به طور گسترده در ترسیم نقشه و کارتوگرافی مورد استفاده قرار گرفته و استفاده از آن به دلیل هماهنگی هر چه بیشتر با نرم افزارهای گرافیکی در حال توسعه می باشد. در این مقاله تعریف سیستم اطلاعات جغرافیایی، ویژگیهای آن، ساختارهای GIS، چرا GIS و کاربردهای این سیستم مورد بررسی قرار گرفته است.

**کلید واژه ها:** سیستم اطلاعات جغرافیایی، GIS، منبع اطلاعاتی، ساختار برداری و رستری.

---

\* دانشجوی کارشناسی - رشته مهندسی عمران - دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان (saeed.bbc201@gmail.com)

\*\* دانشجوی کارشناسی - رشته مهندسی عمران - دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان (ehsan\_engc@yahoo.com)

\*\*\* دانشجوی کارشناسی - رشته مهندسی عمران - دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان (civilman\_82@yahoo.com)

## ۱- مقدمه

بدیهی است که اطلاعات رکن اساسی حیات انسان را تشکیل می دهد و بشر همیشه در راه کسب آن، تلاش فراوان نموده است. اولین وسیله نمایش اطلاعات جغرافیایی که مورد نظر ما می باشد، نقشه است، که باید آن را به واقع اولین GIS نامید، زیرا جمع آوری و تلفیق اطلاعات زمینی، فضایی و توصیفی را فراهم آورده است. با رشد تکنولوژی و ورود کامپیوتر به پهنه علم و دانش، استفاده از کامپیوتر در این زمینه نیز مورد توجه قرار گرفت، به طوری که امروزه سیستم های اطلاعات جغرافیایی و کامپیوتر بسیار متداول می باشند و نیاز جوامع به این فن آوری، باعث رشد و گسترش سریع آن گردیده است.

## ۲- GIS چیست؟

صاحب نظران تعاریف گوناگونی برای GIS نموده اند، که چند تعریف آن را مورد اشاره قرار

می دهیم:

۱-۲- سیستم اطلاعات جغرافیایی، یک سیستم مدیریت، پایگاه اطلاعات برای وارد کردن، ذخیره، بازیابی، تجزیه و تحلیل و نمایش اطلاعات فضایی می باشد [۱].

۲-۲- یک سیستم مبتنی بر کامپیوتر که چهار قابلیت زیر را برای پردازش اطلاعات زمین مرجع فراهم می سازد:

۱- ورودی؛ ۲- مدیریت اطلاعات؛ ۳- تجزیه و تحلیل؛ ۴- خروجی داده ها [۲].

۲-۳- سیستم اطلاعات جغرافیایی شامل مجموعه ای از زیرروالها جهت تسهیل ورود داده ها، ذخیره و تجزیه و تحلیل آنها، خروجی داده ها برای پشتیبانی از تجزیه و تحلیل های تصمیم گیری است [۳].

۲-۴- در کل می توان GIS را مجموعه ای سازمان یافته از سخت افزار و نرم افزارهای کامپیوتری و افراد متخصص دانست که به منظور گردآوری، ذخیره سازی، به هنگام سازی، پردازش، بازیابی، تجزیه و تحلیل و ارائه شکل های مختلف اطلاعات جغرافیایی، ایجاد می شود.

## ۳- چرا GIS؟

کاهش سریع هزینه های سخت افزاری کامپیوتر، باعث مقرون به صرفه شدن GIS و گسترده شدن دامنه استفاده کنندگان GIS گردیده است. مهمتر آن است که درک علم جغرافیا بخشی از زندگی هر روزه ما می باشد. تقریباً اتخاذ هر تصمیمی، یا به وسیله واقعیت های جغرافیایی تحمیل می شود، و یا متأثر و دیکته می گردد. البته برای درک بهتر GIS و اشتباه نشدن آن با سیستم های دیگر، لازم است ویژگیهای آن را بدانیم.

## ۴- ویژگی های GIS

به منظور تشریح GIS لازم است ویژگی های آن را توضیح دهیم تا با دیگر سیستم ها اشتباه نشود.

GIS دارای چهار ویژگی اصلی می باشد:

۴-۱- یک زیر سیستم دریافت و وارد کردن اطلاعات: که اطلاعات را جمع آوری می کند و یا طی روندی، اطلاعات از بررسی های زمینی، فایل های جدول بندی شده، نقشه های موجود، عکس های هوایی و یا با استفاده از دورکاوی، اخذ می گردد.

۴-۲- یک زیر سیستم جمع آوری و بازیابی اطلاعات: که امکان بازیابی سریع، به روز کردن دقیق و سریع و تصحیح اطلاعات را به کاربر می دهد.

۴-۳- یک زیر سیستم تجزیه و تحلیل اطلاعات: که به کاربر اجازه می دهد به سرعت داده های جمع آوری شده را مورد بررسی قرار دهد.

۴-۴- یک زیر سیستم خروجی و ارائه نتایج: که قادر است تمام یا بخشی از داده های اولیه، و همچنین اطلاعات تجزیه و تحلیل شده را به شکل نقشه یا جدول یا هر دو، ارائه نماید.

## ۵- ساختارهای سیستم های اطلاعات جغرافیایی

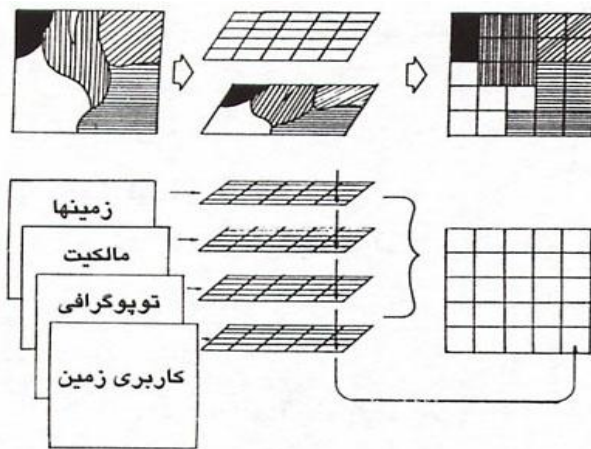
دو ساختار یا مدل برای سیستم های جغرافیایی (GIS) وجود دارد که عبارتند از:

۱- ساختار رستری؛ ۲- ساختار برداری؛

اگر چه هر دو ساختار وظایف یکسانی را بر عهده دارند، مانند: ذخیره کردن، بازیابی نمودن، به روز در آوردن، مدیریت و نمایش اطلاعات؛ ولی از لحاظ ساختمانی و طرز نمایش اطلاعات به اندازه قابل توجهی با هم اختلاف دارند:

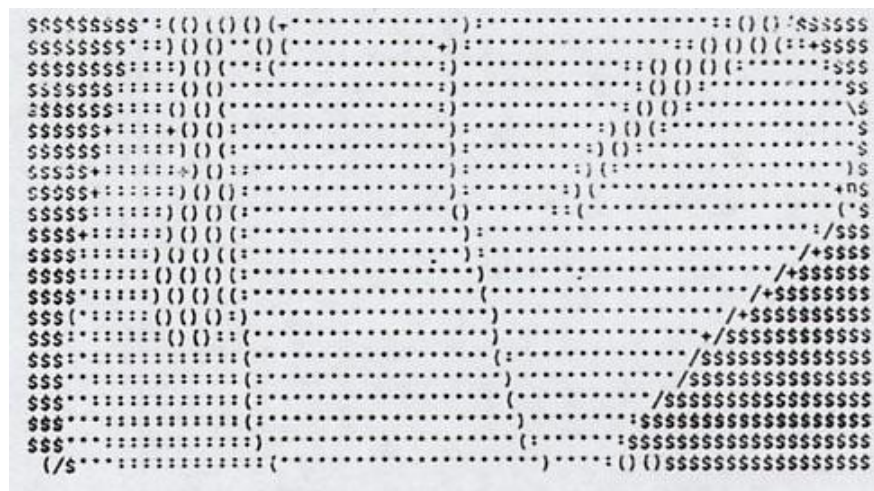
### ۵-۱- ساختار رستری

GIS هایی که دارای ساختار رستری می باشند، در عمل براساس نسبت دادن یک مشخصه به یک ناحیه پی ریزی شده اند، و آن بدین صورت است که نقشه یا تصویر، شبکه بندی و به صورت شطرنجی تبدیل می شود و برای دو لایه اطلاعاتی، مشخصات مربوط به دو خانه مربع یا مستطیل شکل شبکه فوق نسبت داده می شود. همان شبکه بر روی نقشه یا لایه های اطلاعاتی متعددی قرار گرفته و مجموع اطلاعات جمع شده در فایل ها ذخیره می گردد. (شکل ۱)



شکل ۱- شبکه رستری که روی لایه های اطلاعاتی گذارده می شود.

با جایگذاری دقیق اطلاعات بر روی نقشه، امکان جمع آوری و مدیریت کارآمد فایل های اطلاعاتی فراهم، و تجزیه و تحلیل سریع اطلاعات، میسر می شود. سیستم های اطلاعات رستری، غالباً از اطلاعات ماهواره ای استفاده می کند که به صورت رستری یا شکل عناصر تصویر، پیکسل اکتساب می شود. با تعیین محل شبکه تصاویر ماهواره ای روی نقشه یا زمین، پایگاه اطلاعاتی با سرعت توسعه می یابد. زیرا عناصر کوچک تصویر ماهواره (پیکسل) به شکل مستطیل یا مربع بوده و بعد بزرگ آن در جهت شمال- جنوب می باشد و به خوبی برای نمایش به شکل علائم چاپگر یا به وسیله چاپگرهای ماتریسی مناسب هستند. (شکل ۲)



شکل ۲- اطلاعات خروجی سیستم رستری لایه اطلاعاتی

ساختار رستری، دارای چندین نارسایی می باشد که عبارتند از: نقشه ها یا شکل های ترسیم شده خروجی، مانند نقشه های معمولی قابل استفاده برای عموم نیست.

بعضی از جزئیات ممکن است حذف شده باشد.

اطلاعات خطی مانند جاده، آشکارا نمایش داده نمی شود.

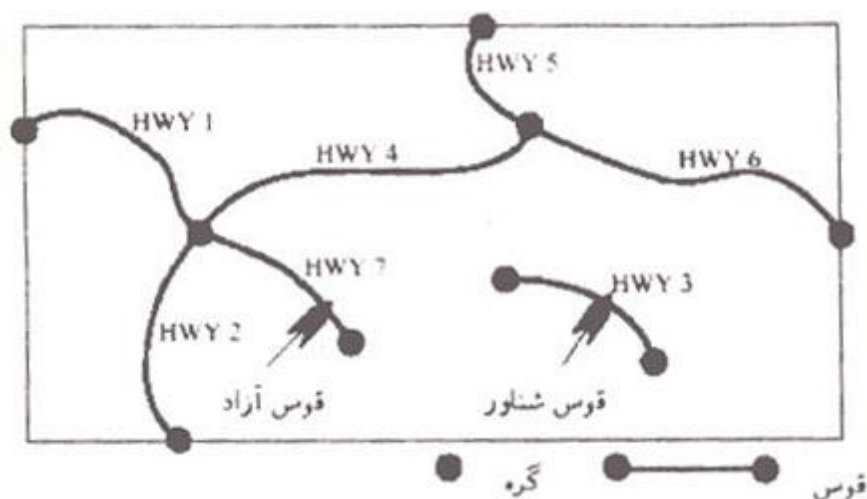
مرزهای بین نواحی، معمولاً پله ای و مضرس است.

با افزایش مقیاس نقشه مضرس مرزهای نقشه کمکتگر گردیده و نقشه های رسم شده به نقشه های معمولی شباهت بیشتری می یابد. لذا به خاطر این خاصیت نقشه ها و همچنین انطباق خوب ساختار رستری با تصاویر ماهواره ای، سیستم مدیریتی رستری برای پایگاه های اطلاعات بزرگ مناسب تر هستند.

## ۵-۲- ساختار برداری

در ساختار برداری، پدیده ها به وسیله مختصات ارائه می شوند. یک نقطه، یک مختصات است. یعنی نقاط روی نقشه به وسیله مختصات واقعیشان ذخیره می شوند. خطوط و منحنی ها که در واقع خطوط شکسته هستند، با استفاده از چند مختصات در طول آنها معین می شوند. رئوس چندضلعی ها یا نواحی، به وسیله مختصات مشخص می شوند. به هر کدام از این اشیای فضایی یک پایگاه داده که شامل خصوصیات آن شی است، متصل می شود. مثلاً یک نقطه که نشان دهنده یک روستا یا شهر می باشد. ممکن است دارای پایگاه داده ای شامل اسم شهر یا روستا، اندازه آن، وضعیت خدماتی و غیره باشد. خطوطی که لوله ها را نمایش می دهند، اطلاعات جنس لوله، موادی که توسط لوله حمل می شوند، قطر لوله، و تاریخ نصب را در پایگاه داده مربوطه در بر دارند. جاده ممکن است به وسیله یک یا چند خط موازی نمایش داده شود و اطلاعات نوع راه، جنس رویه، داشتن جدول یا کانال، یک طرفه بودن، به آن متصل شده باشد. این خصوصیات، نقش مهمی را در تجزیه و تحلیل شبکه بازی می کنند. مثلاً اگر بخواهیم سریعترین مسیر را برای حالت های اضطراری بیابیم: وقتی خطوط با هم برخورد می کنند، گره بوجود می آید. این گره ها می توانند خصوصیات منحصر به فردی داشته باشند. تقاطع راهها می توانند دارای علائم توقف، چراغ های راهنمایی، علائم گردش و غیره باشند. بعضی از تقاطع ها، مثل تقاطع غیر مسطح راه آهن و جاده، گره نیستند. مطرح کردن گره ها از آن جهت اهمیت دارد که نقش مهمی را در توپولوژی به عهده دارند.

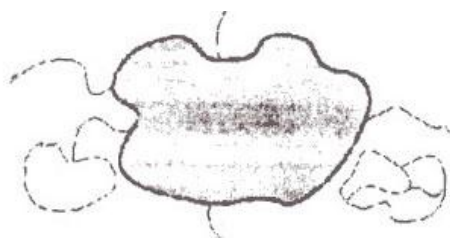
توپولوژی یک تابع ریاضی برای تعریف صریح ارتباطات مکانی است. توپولوژی روابط مکانی بین اشیاء را تعریف می نماید و این امکان را برای GIS فراهم می آورد که بدون مراجعه مستقیم به مختصات داده ها، تجزیه و تحلیل هایی را بر روی آنها انجام دهد. روابط توپولوژیکی در اثر تغییر مقیاس تغییر نمی کند. پایگاه داده توپولوژیک شامل روابط بین اجزای توپولوژیک نقشه است. اجزاء عبارتند از گره ها، قوسها و چند ضلعی ها. (شکل ۳)



شکل ۳- گره ها، قوسها و شبکه

قوس، قسمتی از یک خط است که ابتدا و انتهای آن گره می باشد. تعداد قوس هایی که در یک گره برخورد می کنند، درجه گره نامیده می شوند. قوسی که در یک سر آن گرهی از مرتبه ۱ باشد " قوس آزاد" و قوسی که بین دو گره درجه ۱ قرار گرفته باشد " قوس شناور" نامیده می شود و این قوس به هیچ قوس دیگری متصل نیست.

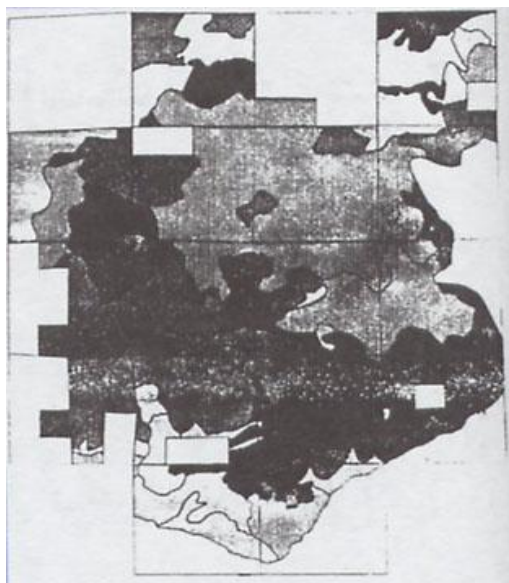
مجموعه ای از گره ها و قوسها یک شبکه را تشکیل می دهند. قطعات راه رابطه توپولوژیکی با یکدیگر دارند. یعنی سیستم مشخص کرده است که کدام قوسها در هر گره با هم برخورد می کنند، برای بعضی از کاربردها، نظیر تجزیه و تحلیل شبکه راه ها، مجموعه ای از گره ها و قوسها نقشه برداری ثبتي به نواحی محدود به قوسها نیز نیاز دارند. این نواحی بسته که از چند قوس متصل به هم تشکیل شده اند، چند ضلعی نامیده می شوند. (شکل ۴)



شکل ۴- چند ضلعی

## ۶- مقایسه مدل های داده رستری و برداری

هر کدام از این مدل ها مزایا و معایبی دارند. یکی از مزایای تولیدات GIS های برداری، این است که اطلاعاتی را خیلی شبیه به نقشه هایی که با قلم ترسیم می شود و یا سیستم CAD تولید می کند (شکل ۵).



شکل ۵- نوعی از گرافیک برداری توسط GIS برداری

تولیدات در سیستم برداری خیلی شبیه به ترسیم با قلم می باشد و نسبت به شکل رستری درک ساده تری دارد.

درمدل برداری ساختار داده ها نسبت به مدل رستری فشرده تر است. از مزایای مهم مدل رستری این است که می تواند داده هایی را که پیوسته تغییر می کنند، نمایش دهد. بسیاری از پدیده ها نظیر دما و بارش باران مرتباً تغییر می کنند. سیگنال های دریافتی از ماهواره نوعاً همواره تغییر می کنند و به شکل رستری هستند. این خصوصیات، امکان وارد نمودن اطلاعات حاصل از دورکاوی به GIS را فراهم می نمایند. مدل سازی و درون یابی رستری ساده تر است.

ساختار داده مدل برداری از مدل رستری به مراتب پیچیده تر است. اجرای عملیات همپوشی مشکل می باشد. نمایش و ارائه تغییر پذیری فضایی مؤثری صورت نمی گیرد، کار با تصاویر رقومی و بهبود آنها در حوزه برداری نمی تواند به نحو کارا انجام شود. در طی مرحله پرسش سرعت های عملیات ورودی پایین است. در طی مراحل هم پوشانی باریکه هایی ایجاد می گردد. نواقص مدل رستری عبارتند از: در قدرت تفکیک بالا، حجم فایل بزرگ می شود. نقشه های خروجی از لحاظ شکل ظاهری، زیبایی مدل برداری را ندارند.

## ۷- استادهای مهندسی از GIS

GIS در کارهای مهندسی کاربردهای زیادی دارد، که در زیر بخشی از آنها را بیان می کنیم:

نقشه کشی شهری و گسترش آموزش ها، تهیه نقشه های مالیاتی و ارزیابی مناسب، سازمان دهی منابع طبیعی، بررسی اثرات شدید محیطی، موقعیت مکانی مصالح ساختمانی، مطالعات سازمان دهی سیلاب، محافظت از مخازن آب زیرزمینی، بررسیهای حفاظتی خطوط ساحلی، نگهداری خطوط نیرو، تعیین محل دفع مواد زائد جامد، تعیین مسیرهای خط انتقال نیرو، بازیابی نقشه ها و تجزیه و تحلیل منطقه ای، مطالعات دفع سیلاب، بررسی خدمات منطقه ای، مطالعات منابع انرژی، کنترل سیلاب، بررسی نحوه تقسیم آب، بررسی و مطالعه مخارج آبهای زیرزمینی، بررسی مکان های مناسب دفع زباله، تعیین مسیر بزرگ راهها، بررسی و مطالعه موقعیت مکان های آفات گیاهی، مطالعه موقعیت آبهای سطحی در طول زمانی معین، استفاده از زمین و پوششهای گیاهی، تجزیه و تحلیل عوامل توپوگرافی، حدود و قوانین کاربری زمینی، زمین شناسی زیرزمینی و سطحی و ....

## ۸- نتیجه گیری

تکنولوژی نسبتاً جدی GIS یا سیستم های اطلاعات جغرافیایی برای مهندسانی که در طرح هایی در نواحی وسیع کار می کنند، زمینه کاربردی فراوانی دارد. GIS ها به دو شکل برداری و رستری تقسیم می شوند که هر کدام دارای مزایا و معایب خاص خود می باشند. تعداد زیاد لایه هایی که در GIS گردآوری شده کاربر را با یک منبع با ارزش اطلاعات رو به رو می کند که می تواند آنها را با هم ترکیب یا به منظور ایجاد لایه هایی جدید لایه ای را از آنها جدا می کند. تکنولوژی GIS اکثراً به وسیله نقشه کش ها به کار برده می شود. اما استفاده از آن توسط مهندسان رشته های مختلف در حال توسعه است.

## ۹- مراجع

[۱] هاکسهولد، ویلیام "مقدمه ای بر ساماندهی اطلاعات جغرافیایی شهری" ترجمه فرشاد نوریان، مرکز اطلاعات جغرافیایی شهر تهران، ۱۳۷۷

[۲] Chan.T.O.and I.P Williamson "Justification of GIS as an Infrastructure Investment" Proceeding of AURISA ۹۵ Conference, Melbourn, Australia, Nov.۱۹۹۵

[۳] Malczewski.J."GIS and Multicriteria Decision Analysis" John Wiley and Sons.۱۹۹۹

- آرونوف، اس، "سیستم های اطلاعات جغرافیایی" ترجمه مدیریت سیستم های اطلاعات جغرافیایی، سازمان نقشه برداری کل کشور. ۱۳۷۸