

## کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

صفحه	فهرست
۱	۱- سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور (آشنایی مقدماتی و تاریخچه تحول) مسن (میمی)، هومن فالدی
۱۵	۲- کاربرد عمومی روش‌های سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی در منابع آب و خاک مهرداد امسانی، نیلوفر صادقی
۳۱	۳- مروری بر ماهواره‌ها و سنجنده‌ها در سنجش از دور محمد عزیزممدی، محمد سعادت سرشت
۴۵	۴- طیف الکترومغناطیس و کاربرد آن در سنجش از دور سعید صادقیان، مهدی آفوندازه
۵۵	۵- معرفی برخی از نرم‌افزارهای GIS و RS سید مسن طباطبایی
۸۹	۶- مروری بر مفاهیم و ابزارهای امروزی تفسیر و تحلیل تصاویر سنجش از دور محمد سعادت سرشت، محمد عزیز ممدی
۱۰۱	۷- بکارگیری فن آوری سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در مطالعات بهسازی شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود گیلان بهنام باغبانزاده
۱۰۹	۸- ارزیابی توان فن آوری‌های سنجش از دور و GPS در تهیه نقشه پوشش اراضی تالاب شادگان سعید ساروئی، پرویز ضیائی‌ان فیروزآبادی
۱۱۵	۹- کاربرد GIS در مطالعات مهندسی رودخانه محمد رستمی
۱۲۹	۱۰- کاربرد سنجش از دور در ارزیابی سیستم یکپارچه منابع آب حوضه‌های آبریز مطالعه موردی: پروژه طرح جامع مدیریت منابع آب حوضه آبریز کابل علی ارشادی، حمید فیابانی

کارگاه آموزشی کاربرد RS و GIS در آبیاری و زهکشی

۱۲ آذر ماه ۱۳۸۳

سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی<sup>۱</sup> و سنجش از دور<sup>۲</sup>

(آشنایی مقدماتی و تاریخچه تحول)

حسن رحیمی<sup>۳</sup>، هومن خالدی<sup>۴</sup>

#### چکیده:

ضرورت بهره‌برداری معقول و پایدار از منابع طبیعی در عصری که انفجار جمعیت و کمیابی نسبی منابع، جهان را تهدید می‌کند و همچنین لزوم استفاده از انبوه اطلاعات موجود در تحلیل‌های چند جانبه و پیچیده، احتیاج به روش‌های تازه‌ای برای جمع‌آوری، ذخیره و پردازش اطلاعات دارد. سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) به عنوان یکی از ابزارهای موثر برای استفاده از انبوه اطلاعات موجود و پردازش و تحلیل داده‌ها طی سالیان اخیر مورد توجه کارشناسان قرار گرفته است. GIS یا سیستم اطلاعات جغرافیایی، یک بانک اطلاعاتی نوین است که وجه تمایز آن با یک بانک اطلاعاتی معمولی، فراگیر بودن و هوشمندی نسبی آن است. فراگیر است از آنرو که اطلاعات گرافیکی (مکانی) و اطلاعات غیرگرافیکی (توصیفی - مقداری) مربوط به زمینه‌های گوناگون یکجا در آن جمع شده است. هوشمند است از آن جهت که قادر به انتخاب، تلفیق و تحلیل داده‌هاست. بر اساس تعاریف موجود علم و هنر کسب اطلاعات از پدیده‌ها یا اجسام بدون تماس فیزیکی با آنها را سنجش از دور یا RS می‌نامند. سنجش از دور ارتباط تنگاتنگی با سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی دارد. بدرستی چنین ادعا شده است که نه سنجش از دور و نه سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی هیچکدام بدون ارتباط اصولی با یکدیگر نمی‌توانند کاملاً به اهداف خود برسند.

1- Geographic Information System

2- Remote Sensing

۳- استاد گروه مهندسی آبیاری و آبادانی دانشگاه تهران- عضو کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

۴- کارشناس شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس- عضو کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

تکنیک RS نیز طی سالیان اخیر به موازات پیشرفت در علوم هوا و فضا و علوم ارتباطات پیشرفت فراوانی داشته است. این تکنیک یکی از مهمترین روش‌های تامین اطلاعات برای GIS می‌باشد. در این مقاله (با هدف آشنایی مقدماتی) در ابتدا به معرفی GIS و RS پرداخته شده و در ادامه به برخی از قابلیت‌ها و کاربردهای آنها اشاره گردیده است. در انتها نیز به تاریخچه‌ای اجمالی از GIS و RS اشاره شده است.

## ۱- مقدمه

سابقه تهیه نقشه به دوران تمدن‌های مصر و بین‌النهرین برمی‌گردد. قدیمی‌ترین نقشه شناخته شده جهان مربوط به نقشه منطقه‌ای است که بر روی لوح گلی حک شده و متعلق به ۲۵۰۰ سال قبل از میلاد است. انسان قبل از لوح‌های گلی و کاغذی از چوب‌های کوچک و ریگ‌ها برای نشان دادن روابط جغرافیایی استفاده می‌کرده است.

تا قبل از بوجود آمدن کامپیوتر، داده‌های جغرافیایی به طور سنتی با استفاده از نقشه‌ها و به صورت خطوط ترسیم شده بر روی کاغذ نشان داده می‌شدند. در نقشه، عوارض توسط نشانه‌ها و رنگهایی که در راهنمای نقشه تشریح شده بودند مشخص می‌گردید و گاهی نیز با نوشتار همراه بودند. بدین ترتیب نقشه و اطلاعات جانبی مربوط به آن، پایگاه داده‌های جغرافیایی را تشکیل می‌داد و تحلیل‌ها بیشتر به صورت کیفی بوده و با بررسی‌های چشمی بر روی نقشه‌ها انجام می‌شد. تحلیل‌های کمی عموماً با استفاده از خط کش جهت اندازه‌گیری فواصل و پلانیمتر برای اندازه‌گیری مساحت‌ها انجام می‌گرفت.

فن تهیه نقشه تا قرن هیجدهم تکامل چندانی نداشت. در این قرن به علت ضرورتی که ناشی از تمرکز دولت‌ها و پیدایش زمینه‌های جدید فعالیت اقتصادی بشر بود، کارتوگرافی<sup>۱</sup> توسعه یافت و نقشه‌های دقیق پایه تهیه شد که بعضاً تمام نواحی یک کشور را دربر می‌گرفت. گسترش ضرورت ارزیابی و برنامه ریزی علمی برای استفاده از منابع طبیعی، بررسی علمی تر منابع زمین را اقتضا می‌کرد در نتیجه زمینه‌های جدید علمی نظیر زمین‌شناسی، خاک‌شناسی، ژئومورفولوژی، اکولوژی و غیره ظاهر شدند. پیدایش این رشته‌های علمی منجر به پیدایش نقشه‌های موضوعی<sup>۲</sup> شد که برخلاف نقشه‌های عمومی، موضوعی خاص را در نقشه تصویر می‌کردند.

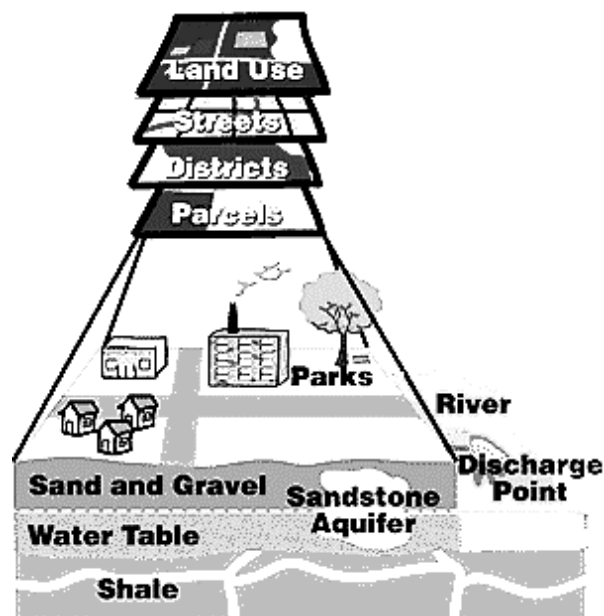
تا قبل از پیدایش کامپیوتر، اطلاعات تصویری زمین بصورت نقاط، خطوط و نواحی همراه با علایم، رنگ‌ها یا متون کوتاه بر روی نقشه‌های کاغذی نمایش داده می‌شد. بعبارت دیگر امکان نمایش اطلاعات تفصیلی وجود نداشت و در واقع بانک اطلاعاتی محدودی در نقشه وجود داشت. این امر باعث می‌شد که اطلاعات اولیه بصورتی مختصر درآمده و قسمت اعظم آن حذف گردد.

۱- کارتوگرافی در فرهنگ عبارت‌های تکنیکی چنین تعریف شده است: «کارتوگرافی عبارت است از هنر، دانش و تکنولوژی ساخت نقشه‌ها به طوری که نقشه‌ها به عنوان مدارک علمی و کارهای هنری محسوب می‌شوند».

استفاده از نقشه‌های مختلف برای انجام تحلیل از طریق ترکیب (روی هم انداختن) آنها، نوعی GIS دستی محسوب می‌شود. GIS های دستی معمولاً داده‌های متعددی را مورد مقایسه قرار می‌دهند، این داده‌ها شامل نقشه‌ها (ورقه‌های شفاف) که برای ترکیب داده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند، عکسهای هوایی، گزارشهای آماری و غیره هستند. در گذشته در GIS دستی، انواع داده‌هایی که به نوعی به مکان ارتباط داشتند بر روی همدیگر قرار گرفته و تحلیل می‌شدند. در این GIS به هنگام نمودن و اضافه کردن داده‌ها با رسم برگه‌های جدید عملی می‌شد. سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی نوین در اوایل دهه ۱۹۶۰ برای اولین بار در کانادا مطرح گردید و از آن تاریخ به بعد روز به روز بر طرفداران آن افزوده شده و در دهه ۱۹۸۰ جنبه جهانی پیدا کرد. آغاز واقعی کاربرد GIS و رشد سریع آن در چند دهه اخیر نتیجه دو عامل اساسی زیر بوده است:

### الف - تحول اساسی در نحوه نگرش به پدیده‌های طبیعی

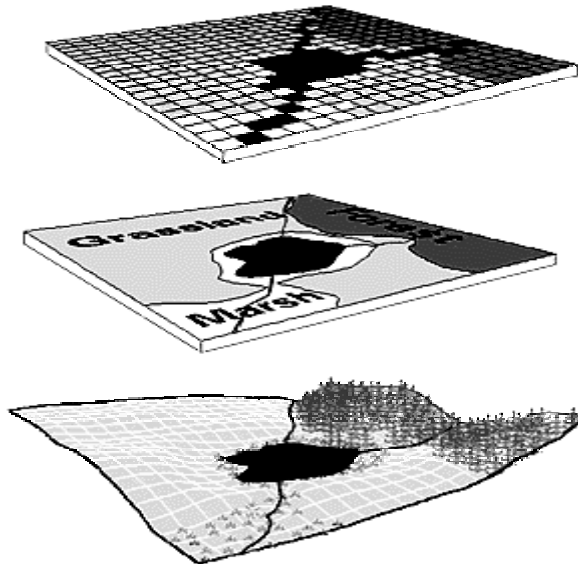
در طول دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ مشخص شد که پدیده‌های طبیعی مستقل از یکدیگر نیستند و در یک روند کنش و واکنش متقابل بر یکدیگر موثرند. درک این نکته باعث شد که پدیده‌های طبیعی بصورتی همه جانبه و مرتبط با یکدیگر مورد بررسی قرار گیرند. بنابراین ضرورت بکارگیری تکنیک‌هایی که قادر به تلفیق نقشه‌ها و اطلاعات و بررسی جامع پدیده‌های طبیعی باشند، پیش آمد.



### ب - پیدایش کامپیوتر

پیدایش کامپیوتر تحولی جدی در تهیه نقشه‌ها ایجاد کرد. ظهور کامپیوتر در اواخر دهه ۱۹۴۰ نشانه آغاز عصر کامپیوتر بود و همگام با کامپیوتر، تکنولوژی مدیریت اطلاعات نیز بسرعت متحول شد و سیستم‌های تهیه نقشه و بطور کلی سیستم‌های گرافیکی تکامل یافتند.

در حال حاضر برآورد می‌شود که اطلاعات علمی در هر پنج سال دو برابر شود. کلید اصلی برای استفاده درست از این انفجار اطلاعاتی بکارگیری سیستمها است. سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) امکان بهره برداری مناسب از اطلاعات جغرافیایی را فراهم می‌کند.



## ۲- GIS

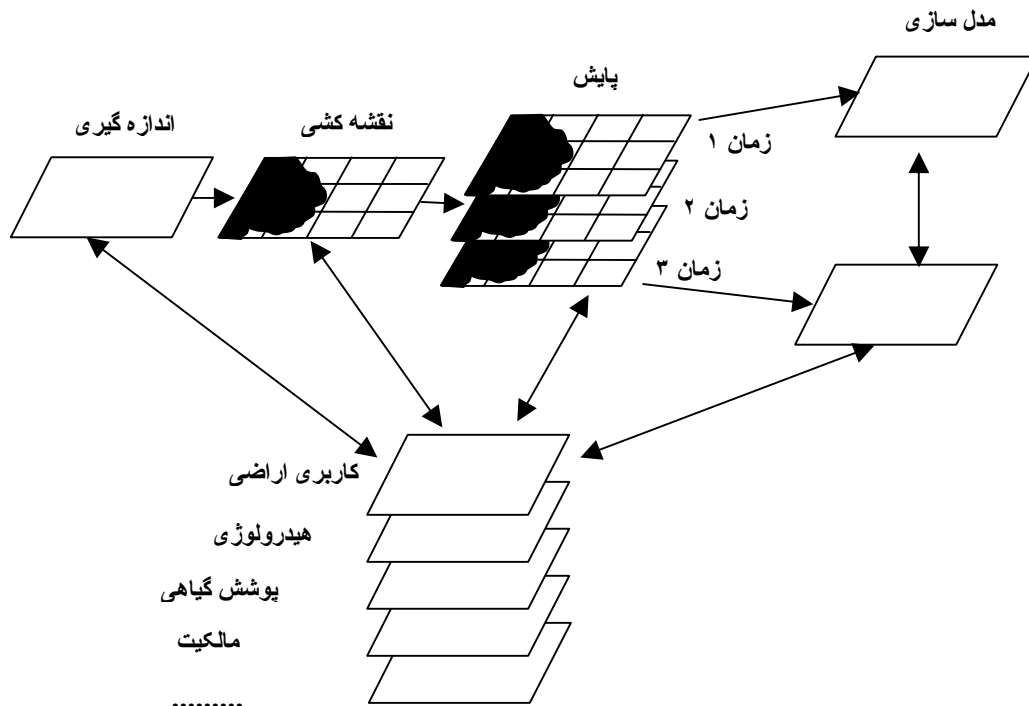
### ۲-۱- چیست GIS؟

GIS، یک بانک اطلاعاتی نوین است که وجه تمایز آن با یک بانک اطلاعاتی معمولی، فراگیر بودن و هوشمندی نسبی آن است. فراگیر است از آنرو که اطلاعات گرافیکی (مکانی) و اطلاعات غیرگرافیکی (توصیفی - مقداری) مربوط به زمینه‌های گوناگون یکجا در آن جمع شده است. هوشمند است از آن جهت که قادر به انتخاب، تلفیق و تحلیل داده‌هاست. بعبارت دیگر GIS مجموعه‌ای متشکل از اطلاعات تصویری (نقشه‌ها) و اطلاعات توصیفی و رقومی مربوط به عوارض زمین است. این دو گروه از اطلاعات رابطه‌ای منسجم دارند و این مجموعه در واقع مدل ساده‌ای از واقعیت است.

بطور خلاصه، GIS مجموعه‌ای مرتبط از سخت‌افزارها و روش‌ها است که به کمک آن میتوان عمل وارد کردن، ذخیره، تلفیق، تحلیل و بازیابی اطلاعات چند موضوعی جغرافیایی را برای حل مسایل برنامه‌ریزی و مدیریت (تصمیم‌گیری) انجام داد. بعبارت دیگر، در سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، پدیده‌های (عوارض) روی زمین و اطلاعات مربوط به آن پدیده‌ها یکجا و بصورتی منسجم جمع شده‌اند.

اساساً افرادی که از GIS استفاده می‌کنند در زمینه‌های محوری متعددی کار می‌کنند. آنها عوامل محیطی را مشاهده و اندازه‌گیری می‌کنند، نقشه‌هایی را تهیه می‌کنند که ویژگی‌های سطح زمین را نشان می‌دهد،

تغییرات محیط اطراف ما را در فضا و زمان ترسیم می‌نمایند و علاوه بر اینها عملیات و فرآیندهای جایگزینی را برای محیط پیشنهاد می‌نمایند. در نتیجه در این فرایند چهار رکن اساسی را می‌توان برشمرد: اندازه‌گیری، نقشه‌کشی، پایش و مدل‌سازی (شکل ۱). این فعالیت‌های کلیدی را می‌توان از طریق تکنولوژی سیستم‌های اطلاعاتی و به خصوص GIS به انجام رساند.



شکل ۱ - چهار رکن اصلی GIS: اندازه‌گیری، نقشه‌کشی، پایش و مدل‌سازی

کاری که می‌توان به وسیله GIS انجام داد به طور واضح به کیفیت داده‌ها بستگی دارد. بنابراین برای فهم سرمنشا خطاها و اندازه آنها که به هنگام جمع‌آوری داده‌ها روی می‌دهد باید نهایت دقت انجام شود. به علاوه بایستی در تفسیر نتایج و اطلاعات خروجی GIS با وسواس عمل کرد. بطور کلی در استفاده از GIS باید مانند استفاده از تمامی تکنولوژی‌های پیشرفته دیگر بسیار با دقت و عاقلانه عمل نمود تا از گرفتار شدن در نتیجه‌گیری‌های نادرست، پرهیز شود.

## ۲-۲- برخی از تعاریف مختلف GIS

برخی از تعاریف ارائه شده GIS در متون علمی، بشرح زیر می‌باشد:

- دونه، ۱۹۸۷: سیستم اطلاعات جغرافیایی، سیستمی است برای جمع‌آوری، ذخیره‌سازی، کنترل، ادغام، پردازش، تحلیل و نمایش داده‌هایی که مرجع آنها زمین می‌باشد (به نقل از <http://www.ittransport.ir>)

- پارکر، ۱۹۸۸: سیستم اطلاعات جغرافیایی، یک فن‌آوری اطلاعاتی است که داده‌های فضایی و غیرفضایی را ذخیره، تحلیل و نمایش می‌دهد (به نقل از <http://www.ittransport.ir>).
- آرانوف، ۱۹۸۹: سیستم اطلاعات جغرافیایی، مجموعه‌ای از روشهای دستی یا رایانه‌ای است که برای ذخیره و به کارگیری داده‌های جغرافیایی به کار برده می‌شود (به نقل از <http://www.ittransport.ir>).

## ۲-۳- قابلیت‌ها و تواناییهای GIS

سیستم اطلاعات جغرافیایی ابزاری قدرتمند برای کار با داده‌ها می‌باشد. در GIS، داده‌ها بصورت رقمی نگهداری می‌شوند، لذا از نظر فیزیکی حجم کمتری را نسبت به روشهای سنتی (مانند نقشه کاغذی) اشغال می‌کنند. در GIS با استفاده از تواناییهای کامپیوتر مقادیر بسیار عظیمی از داده‌ها را می‌توان با سرعت زیاد و هزینه نسبتاً کم نگهداری و بازیابی نمود.

در GIS امکان ورود انواع اطلاعات در شکلهای مختلف مانند متن، نقشه، تصاویر ماهواره‌ای، عکسهای هوایی، فیلم، صوت و غیره وجود دارد. همچنین آنالیزهای پیچیده با مجموعه داده‌های مختلف مکانی و غیر مکانی بصورت توأم از مهمترین قابلیت‌های GIS می‌باشد. سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی معمولاً سیستم‌های تصویر متعددی را پشتیبانی می‌کنند و برنامه‌هایی برای تبدیل یک سیستم به سیستم دیگر دارند.

امروزه در برنامه ریزی‌های محیطی، انبوهی از اطلاعات وجود دارند که نگهداری آنها به صورت مکتوب، نقشه و نمودار بسیار مشکل و پرهزینه است. به روز کردن نقشه‌ها در GIS به سهولت و با سرعت بسیار قابل توجهی صورت می‌پذیرد. داده‌های خروجی GIS ممکن است به صورت نقشه، جدول و یا نوشتار بوده، و بصورت کاغذی و یا به صورت نمایش روی صفحه مونیتر ارایه گردند.

پیشرفتهایی که در سیستم‌های ارتباطی بوسیله ماهواره‌ها صورت پذیرفته است به‌مراه سیستم‌های موقعیت یابی ماهواره‌ای، امکان بهنگام نمودن داده‌ها را با سرعت زیاد فراهم نموده است. یکی از آخرین دستاوردهای سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، توانایی ترکیب داده‌ها و انجام تصمیم‌گیری Online است که با شبیه‌سازی موضوع مورد نظر امکان پذیر می‌گردد.

## ۲-۴- GIS قادر به پاسخ‌گویی به چه نوع سؤالاتی است؟

برخی از سؤالاتی که سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی قادر به پاسخ‌گویی به آنها می‌باشند بشرح زیر است:

### • سؤالات مربوط به یک مکان

در یک مکان مشخص چه چیزی وجود دارد؟ این اولین سؤالی است که یک سیستم GIS قادر به جوابگویی به آن می‌باشد.

### • سؤالات شرطی

یافتن مکانی که شرایط معینی را در بر دارد. این سؤال بر عکس سؤال اول است که در آن با مشخص کردن یک مکان، آنچه که در آن مکان وجود دارد شناسایی می‌شود. در حالی که در این سؤال، هدف تعیین مکانی است که پدیده ویژه‌ای در آن وجود داشته باشد.

### • بررسی روند<sup>۱</sup>

از گذشته تاکنون چه تغییراتی در مکان یا در سطح معینی به وقوع پیوسته است؟ در واقع این سؤال ترکیبی از دو سؤال قبل است یعنی سیستم باید مکان‌هایی را که طی دوره معین زمانی دچار تغییراتی شده اند (شرط) شناسایی نماید.

### • الگو<sup>۲</sup>

چه الگوی فضایی وجود دارد؟ این سؤال بسیار پیچیده است. به عنوان مثال می‌توان پرسید که آیا سرطان عامل عمده مرگ و میر در بین ساکنان مناطق نزدیک به یک نیروگاه اتمی است؟ در این رابطه سؤالات متعددی قابل طرح می‌باشند، که سیستم قادر به پاسخگویی به آنها است. در این تحلیل لازم است مجموعه‌ای از اطلاعات مکانی (نقشه) و سایر اطلاعات تشریحی در زمینه مورد بررسی در سیستم ذخیره شوند.

### • مدل سازی

پاسخ به سؤال چه خواهد شد اگر؟ این سؤال عمدتاً به برنامه ریزی و همچنین به بررسی اثرات اجرای برنامه‌ها مربوط می‌شود. به عنوان مثال احداث یک جاده چه اثراتی بر پیرامون خواهد داشت؟ پاسخگویی به اینگونه سؤالات به در دسترس بودن مجموعه‌ای از اطلاعات جغرافیایی و سایر اطلاعات (اطلاعات علمی) بستگی دارد، که در یک سیستم اطلاعات جغرافیایی به شکل مناسبی گرد آوری، ذخیره، نگهداری و سازمان دهی می‌شود به طوری که بتواند در تحلیل‌های مختلف مورد استفاده قرار گیرد.

## ۲-۵- نمونه‌هایی از جنبه‌های کاربردی GIS

کاربرد GIS بسته به نیازهای هر منطقه یا کشور در بخشهای مختلفی توسعه یافته است، به طوری که در اروپا از این سیستم در پایگاه‌های اطلاعات ثبت اسناد و املاک، محیط زیست، نگهداری نقشه‌های توپوگرافی، در کانادا، در برنامه ریزی بهره برداری و نگهداری از جنگل‌ها، تعیین حجم درختان و چوب قابل برداشت، شناسایی راههای دسترسی به جنگل، در چین و ژاپن، نظارت و مدل سازی تغییرات زیست محیطی و در آمریکا، در رشته‌های گوناگونی از جمله در برنامه ریزی شهری و شهرداری‌ها از این سیستم

1- Trend

2- Pattern



استفاده شده است و با گذشت زمان و توسعه سیستم‌ها، استفاده از آن به کلیه بخش‌های مرتبط با زمین گسترش یافته است.

استفاده از این سیستم در کلیه رشته‌هایی که به نحوی با زمین، نقشه و به طور کلی با اطلاعات جغرافیایی ارتباط داشته اند، امکان پذیر است.

برخی از کاربردهای GIS در زمینه‌های مرتبط با آب بشرح زیر است:

- مدیریت سیستمها و منابع آبی.
- مدیریت حوضه‌های آبریز.
- تخصیص منابع آبی، برنامه ریزی و مدلسازی توزیع آب.
- مدلسازی هیدرولوژیکی.
- تعیین مکان بهینه جهت احداث سد.
- مدیریت و هدایت سیلابها.
- مدیریت آبهای زیرزمینی و جلوگیری از آلودگی آنها.
- طراحی بهینه شبکه‌های توزیع آب و تعیین مسیر بهینه خطوط انتقال آب.
- مدیریت شبکه‌های فاضلاب.
- تحلیل شبکه‌های آب و فاضلاب و خطوط انتقال نیرو.
- تهیه نقشه‌های مختلف.

## ۲-۶- منابع تأمین کننده داده‌های مورد نیاز GIS

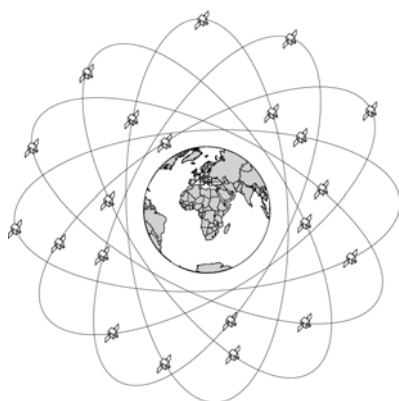
داده‌های مکانی مورد نیاز یک سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌تواند از منابع مختلفی از جمله موارد زیر تامین شود:

- اسناد، مدارک و نقشه‌های موجود
- نقشه برداری زمینی
- سیستم تعیین موقعیت جهانی (GPS<sup>1</sup> یا Global Positioning System)
- عکسهای هوایی
- تصاویر ماهواره‌ای

---

۱- شبکه ماهواره‌ای GPS از تعدادی ماهواره تشکیل شده که بطور متناوب در حال گردش به دور کره زمین می‌باشند بطوریکه در هر نقطه از کره زمین حداقل ۳ ماهواره قابل رویت هستند. گیرنده‌های این سیستم که امروزه کاربردهای بسیار زیادی برای آنها ایجاد شده است می‌توانند با دریافت سیگنال‌های ارسالی ماهواره‌های فوق‌الذکر موقعیت جغرافیایی را برای هر کاربر تعیین کنند.

## RS - ۳



## ۳-۱- RS چیست؟

بر اساس تعاریف موجود علم و هنر کسب اطلاعات از پدیده‌ها یا اجسام بدون تماس فیزیکی با آنها را سنجش از دور یا RS می‌نامند.

## ۳-۲- کاربردهای مهم RS

سنجش از دور در بسیاری از زمینه‌های علمی و تحقیقاتی کاربردهای گسترده‌ای دارد. از جمله کاربردهای فن سنجش از دور می‌توان به استفاده از آن در زمین شناسی، آب شناسی، معدن، شیلات، کارتوگرافی، جغرافیا، مطالعات زیست شناسی، مطالعات زیست محیطی، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، هواشناسی، کشاورزی، جنگلداری، توسعه اراضی و به طور کلی مدیریت منابع زمینی و غیره اشاره کرد.

سنجش از دور می‌تواند تغییرات دوره ای پدیده‌های زمین را نشان دهد و در مواردی چون بررسی تغییر مسیر رودخانه‌ها، تغییر حد و مرز پیکره‌های آبی چون دریاچه‌ها، دریاها و اقیانوسها، تغییر مورفولوژی سطح زمین و غیره بسیار کارساز است.

داده‌های سنجش از دور به دلیل یکپارچه و وسیع بودن، تنوع طیفی، تهیه پوشش‌های تکراری و ارزان بودن، درمقایسه با سایر روشهای گردآوری اطلاعات از قابلیت‌های ویژه ای برخوردار است. امکان رقومی‌کردن داده‌ها موجب شده است که سیستم‌های کامپیوتری بتوانند از این داده‌ها به طور مستقیم استفاده کنند. سهل الوصول بودن تهیه داده‌ها، دسترسی سریع به نقاط دور افتاده و دقت بالای آنها از امتیازات خاص این فن محسوب می‌شود.

غالباً سنجش از دور به انواع دیگری از داده‌های فرعی نیاز دارد تا بیشترین سودمندی و بالاترین دقت را به عنوان یک تکنولوژی تولید اطلاعات در اختیار قرار دهد. سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی می‌توانند این قابلیت را فراهم نمایند. این سیستم‌ها شرایط لازم برای گردآوری و تلفیق داده‌های حاصل از کتابخانه، آزمایشگاه و کار صحرایی را با داده‌های سنجش از دور فراهم می‌سازند.

سنجش از دور ارتباط تنگاتنگی با سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی دارد. بدرستی چنین ادعا شده است که نه سنجش از دور و نه سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی هیچکدام بدون ارتباط اصولی با یکدیگر نمی‌توانند کاملاً به اهداف خود برسند.

ظهور سیستم ماهواره‌های لندست در سال ۱۹۷۲ میلادی آغاز پیشرفت چشمگیر در دانش و تکنولوژی سنجش از دور و سایر رشته‌هایی که از این ابزار استفاده می‌کردند، بود. در زمینه کاربردهای داده‌های ماهواره ای می‌توان به طور اختصار به موارد زیر اشاره کرد:

#### الف - مطالعه تغییرات دوره‌ای

برخی از پدیده‌ها و عوارض سطح زمین در طی دوره‌های زمانی تغییر می‌یابد. علت این تغییرات می‌تواند عوامل طبیعی مانند سیل، آتشفشان، زلزله، تغییرات آب و هوایی، یا عوامل مصنوعی مانند دخالت انسان در محیط زیست باشد. برای مثال تغییر سطح آب دریای خزر در طی یک دوره ۱۰ تا ۲۰ ساله، تغییر میزان سطح پوشش و جنگلها در شمال کشور و تغییر پوشش گیاهی نخل در جنوب کشور و میزان آسیب آنها در دوران جنگ را می‌توان با استفاده از داده‌های ماهواره ای با دقت بسیار زیادی مطالعه کرد.

#### ب - مطالعات زمین شناسی

با استفاده از داده‌های ماهواره ای می‌توان مرزهای بسیاری از سازندهای زمین شناسی را از یکدیگر تفکیک کرد، گسل‌ها را مورد مطالعه قرار داد و نقشه‌های گوناگون زمین شناسی تهیه کرد.

#### ج - مطالعات کشاورزی و جنگلداری

تشخیص و تمایزگونه‌های گیاهی مختلف، محاسبه سطح زیر کشت محصولات کشاورزی، مطالعه مناطق آسیب دیده کشاورزی بر اثر کم آبی یا حمله آفت‌های مختلف، از جمله کاربردهای داده‌های ماهواره ای است. تهیه نقشه جامع پوشش گیاهی هر منطقه و برآورد میزان محصول زیر کشت از کاربردهای دیگر سنجش از دور می‌باشد. لازم به ذکر است که وزارت بازرگانی و کشاورزی کشور ایالات متحده آمریکا از تکنولوژی سنجش از دور همه ساله میزان محصول کشاورزی کشور آمریکا و تمام کشورهای جهان را با استفاده از تصاویر ماهواره ای برآورد کرده و از آن برای برنامه ریزی بازار و تولید، استفاده می‌نماید.

#### د - مطالعات منابع آب

مطالعه آب‌های سطحی یک منطقه، تهیه نقشه آبراهه‌ها، بررسی تغییر مسیر رودخانه‌ها بر اثر عوامل طبیعی یا مصنوعی، تخمین میزان آب‌های سطحی هر منطقه از جمله موارد کاربرد داده‌های ماهواره ای است. کشور ما نیز از جمله کشورهایی است که با وجود داشتن منابع آب‌های سطحی در بسیاری مناطق از

مشکل کم آبی رنج می‌برد بنابراین استفاده از این تکنولوژی نوین می‌تواند راهگشای استفاده بهتر از منابع آب کشور باشد.

### ح - مطالعات دریایی

از تکنولوژی سنجش از دور می‌توان برای مطالعات دوره‌های پیشروی و پسروی کرانه دریا، مطالعات عمومی‌ویژگیها آب مانند تهیه نقشه دمای سطح و رنگ آب و نقشه تراکم میزان کلروفیل و پلانکتون و مواردی از این دست استفاده کرد.

### و - مطالعه بلایای طبیعی

امروزه برآورد میزان خسارت ناشی از بلایای طبیعی از قبیل سیل، زلزله، آتشفشان، طوفان و غیره با استفاده از داده‌های ماهواره ای بسیار متداول است. تعیین راهبردهای مناسب برای جلوگیری و کاهش خسارت بلایای طبیعی از جمله کاربردهای داده‌های ماهواره ای محسوب می‌شود.

## ۴- تاریخچه تحول GIS و RS

### ۴-۱- GIS

منشا پیدایش سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی مربوط به دوره‌ای است که در واقع فن نقشه‌کشی<sup>۱</sup> شروع به توسعه نمود. برخی از محققین اواسط قرن هجدهم میلادی را به عنوان زمان تولید اولین نقشه‌های دقیق ذکر نموده و نقطه مهمی در تاریخ توسعه GIS می‌دانند. تا قبل از تهیه نقشه‌های با کیفیت مناسب تهیه و رسم دقیق مختصه‌های فضایی ممکن نبود. به دنبال چنین گسترشی در نقشه‌کشی استفاده از نقشه‌های چند لایه‌ای نیز توسعه یافت. ایده ثبت لایه‌های مختلف اطلاعات بر روی یکسری نقشه که در یک نقشه پایه مشترک هستند در زمان جنگ‌های داخلی آمریکا به وجود آمد.

در اوایل قرن نوزدهم نقشه‌های پیشرفته‌تری در زمینه علوم تجربی و انسانی پا به عرصه وجود نهاده و پس از آن اولین نقشه‌های زمین‌شناسی لندن و پاریس منتشر شدند. نقشه‌کش‌ها در حدود ۱۵۰ سال قبل به این نتیجه رسیده بودند که یک نقشه واحد نمی‌تواند شامل کلیه داده‌های موردنیاز باشد. در واقع بسیاری از این داده‌ها اصلاً نمی‌توانند به صورت نقشه نشان داده شوند و این داده‌ها ذاتاً در قالب جداول، نمودارها و متون قابل ارایه هستند. پیشرفت‌های حاصل شده در زمینه کامپیوتر، نقشه‌کشی و تکنیک استفاده از عکس‌های هوایی بستر مناسبی برای سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی خودکار که در دهه ۱۹۶۰ به ظهور رسید، به وجود آورد.

۱- رایینسون و سیل (۱۹۶۹) نقشه‌کشی را نقطه تلاقی علم و هنر معرفی می‌کنند.

سیستم اطلاعات جغرافیایی کانادا (CGIS) به عنوان اولین GIS دوره جدید شناخته شده است. دست‌اندرکاران طراحی و توسعه این سیستم، CGIS را به عنوان سیستمی توصیف می‌کنند که برای توسعه طرح‌های کشاورزی در دولت کانادا طراحی شده بود. هدف اصلی CGIS تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به زمین‌های کشاورزی کانادا بود که برای تعیین حدود زمین‌های کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گرفت. CGIS عملاً در سال ۱۹۶۴ به کار گرفته شد.

GIS در بیست سال اخیر پیشرفت انفجار گونه‌ای داشته است بطوریکه عملیاتی که در حال حاضر به وسیله GIS قابل انجام است در ۲۵ سال قبل غیر قابل تصور بود. گرایش جدیدی که در تکنولوژی GIS به وجود آمده وارد شدن هوش مصنوعی در آن است. در کشورما نیز طی چند ساله اخیر در خصوص استفاده از تکنولوژی GIS فعالیت‌های گسترده‌ای در بخش‌های مختلف (کشاورزی، آب و غیره) مانند وزارت نیرو، وزارت جهاد کشاورزی و غیره آغاز شده است که امید می‌رود در آینده گسترش بسیار بیشتری پیدا کند. برخی از سایت‌های معرفی شده در انتهای این مقاله مبین این امر است.

#### RS - ۲-۴

تا قبل از سال ۱۹۶۰ میلادی عکس هوایی تنها سیستم سنجش از دور بود که برای تمامی کاربردها مورد استفاده قرار می‌گرفت. با آغاز برنامه‌های فضایی در اوایل دهه ۱۹۶۰ پیشرفت این تکنولوژی سریعتر شد و مقدار داده‌های سنجش از دور، رو به فزونی نهاد. در جدول ۱ مراحل توسعه سنجش از دور نشان داده شده است. تکامل سیستم‌های دوربین به بیش از ۲۳۰۰ سال قبل یعنی به زمانی برمی‌گردد که ارسطو اصول دوربین اتاق تاریک را مورد آزمایش قرار داد. این تلاش‌ها برای این بود که تصاویر را بتوان به طور دایم ثبت و نگهداری کرد. در اواسط قرن ۱۹ روزف نیپس اولین عکس را از طبیعت گرفت. این روش به سرعت اصلاح شد و عدسی‌ها وارد سیستم دوربین‌های عکاسی گردید. در نتیجه با اتمام قرن نوزدهم عکاسی مدرن نیز پا به عرصه وجود نهاد.

همزمان با این تحولات، تحقیقاتی در جریان بود که حساسیت فیلم‌های عکاسی را به خارج از محدوده طیف مرئی امواج الکترومغناطیس گسترش دهد. این تلاش‌ها با موفقیت روبرو شد و نهایتاً به توسعه موارد مرتبط با آن (مانند ثبت انعکاس‌های امواج مادون قرمز) انجامید. این پیشرفت‌ها ادامه داشت تا اینکه تکنولوژی سنجش از دور از قدرت عملیات در روشنایی روز به کل شبانه‌روز و تحت هر نوع شرایط آب و هوایی گسترش یافت. با این پیشرفت‌ها امکان تولید تصاویر در هر دو شکل رقومی و معمولی فراهم گردید. امروزه طیف وسیعی از انواع مختلف داده‌های سنجش از دور وجود دارند که قادرند داده‌های مورد نیاز GIS را فراهم سازند.

جدول ۱- سیر زمانی برخی از برنامه‌های مهم سنجش از دور غیر نظامی

نیپس <sup>۱</sup> اولین عکس را از طبیعت گرفت.	۱۸۲۰
اولین عکس هوایی به وسیله بالون در فرانسه تهیه شد.	۱۸۵۹
نقشه‌کشی جنگل‌ها با استفاده از عکس‌های هوایی انجام شد.	۱۸۶۲
ویلبر رایت <sup>۲</sup> اولین عکس هوایی را با یک هواپیما گرفت.	۱۹۱۰
نقشه‌کشی سیستماتیک با استفاده از عکس‌های هوایی در کانادا و آمریکا صورت گرفت.	دهه ۱۹۲۰
از تیروس- <sup>۳</sup> ۱ (اولین ماهواره عملیاتی هواشناسی) بهره برداری شد.	۱۹۶۰
دوربین چند طیفی به وسیله زیتروساپرون <sup>۴</sup> اختراع شد.	۱۹۶۲
فضاپیمای مرکوری - ۸ اولین عکس را از زمین تهیه کرد.	۱۹۶۲
پرتاب لندست- <sup>۵</sup> ۱	۱۹۷۲
پرتاب سیست <sup>۶</sup>	۱۹۷۸
پرتاب لندست-۴ یا بشگر نقشه برداری موضوعی	۱۹۸۲
پرتاب SPOT	۱۹۸۶
....	...

به دنبال پرتاب ماهواره بین المللی مطالعاتی LANDSAT فعالیت جدی در خصوص استفاده از تکنیک RS از اوایل دهه ۵۰ شمسی در ایران آغاز شده است. پس از مطالعات اولیه و کسب نتایج مطلوب، ادامه بهره برداری از فن آوری RS تا کنون بصورت روز افزونی ادامه داشته و در حال حاضر مراکزی همچون مرکز سنجش از دور ایران و برخی شرکتهای دیگر بر تهیه، تولید و توزیع انواع اطلاعات ماهواره‌ای، اجرای پروژه‌های متنوع در سطوح مختلف با استفاده از تصاویر ماهواره ای برای سازمان‌ها، مراکز دولتی و بخش خصوصی و سایر موارد مشابه فعالیت می‌کنند.

- 
- 1- Niepce
  - 2- Wilbur Wright
  - 3- TIROS-1
  - 4- Zaitor and Tsuprun
  - 5- Landsat-1
  - 6- Seasat

## منابع:

- ۱- کاربرد سیستمهای اطلاعات جغرافیایی در جهان - مرکز اطلاعات جغرافیایی شهر تهران - ۱۳۷۶
- ۲- مقدمه ای بر سیستمهای اطلاعات جغرافیایی (GIS) - ترجمه دکتر سید حسین ثنایی نژاد - ۱۳۷۷
- ۳- آشنایی با تکنولوژی GIS - عبدالوهاب سجادی - مهتاب قدس - ۱۳۷۵
- ۴- سایتهای داخلی :

<a href="http://gis.moe.org.ir/">http://gis.moe.org.ir/</a>	وزارت نیرو
<a href="http://www.ncc.org.ir/">http://www.ncc.org.ir/</a>	سازمان نقشه برداری کشور
<a href="http://www.shirazcity.org/Home/gis.html">http://www.shirazcity.org/Home/gis.html</a>	مرکز سیستم اطلاعات جغرافیایی شهر شیراز
<a href="http://www.gsi-iran.org">http://www.gsi-iran.org</a>	سازمان زمین شناسی کشور
<a href="http://www.agri-jahad.org">http://www.agri-jahad.org</a>	وزارت جهاد کشاورزی
<a href="http://www.iranroads.com/">http://www.iranroads.com/</a>	نقشه راههای ایران
<a href="http://www.tehran-gis.com/">http://www.tehran-gis.com/</a>	مرکز اطلاعات جغرافیایی شهر تهران
<a href="http://www.iran-irsc.com/">http://www.iran-irsc.com/</a>	مرکز سنجش از دور ایران
<a href="http://www.ittransport.ir/">http://www.ittransport.ir/</a>	کمیته فن آوری وزرات راه و ترابری
<a href="http://www.ngo-iran.ir/">http://www.ngo-iran.ir/</a>	سازمان جغرافیایی

## ۵- سایتهای خارجی :

<a href="http://www.esri.com/">http://www.esri.com/</a>
<a href="http://www.gis.com/">http://www.gis.com/</a>