کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مجموعه مقالات کارگاه آموزشی

کاربرد فن سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی در آبیاری و زهکشی

زمان:
پنجشنبه ۱۲ آذر ماه ۱۳۸۳

مکان:
سالن اجتماعات باشگاه توانیر
تهران - خیابان ستارخان - برق آلستوم

شماره انتشار: ۹۲

دانشگاه تهران
گروه مهندسی آبیاری و آبادانی

کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

بخش کارشناسان جوان

مجموعه مقالات

کارگاه آموزشی کاربرد فن سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی در آبیاری و زهکشی

زمان: پنجشنبه ۱۲ آذر ماه ۱۳۸۳

مکان: سالن اجتماعات باشگاه توانیر

شماره انتشار: ۹۲

کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

و

گروه مهندسی آبیاری و آبادانی دانشگاه تهران

مجموعه مقالات

کارگاه آموزشی کاربرد RS و GIS در آبیاری و زهکشی

هیئت علمی کارگاه آموزشی کاربرد RS و GIS در آبیاری و زهکشی

دکتر حسن رحیمی — **مهندس مهرزاد احسانی**

مهندس بهنام باغبان‌زاده — **مهندس هومن خالدی**

مهندس علیرضا سلامت — **مهندس پروانه کاظمی**

مهندس نیلوفر صادقی — **مهندس مهدی قبادی‌نیا**

مهندس سحر ملک‌زاده

دبیر کارگاه:

مهندس بهنام باغبان‌زاده

کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

فهرست	صفحه
۱- سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور (آشنایی مقدماتی و تاریخچه تحول) **حسن رحیمی، هومن خالدی**	۱
۲- کاربرد عمومی روش‌های سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی در منابع آب و خاک **مهرزاد احسانی، نیلوفر صادقی**	۱۵
۳- مروری بر ماهواره‌ها و سنجنده‌ها در سنجش از دور **محمد عزیزمحمدی، محمد سعادت سرشت**	۳۱
۴- طیف الکترومغناطیس و کاربرد آن در سنجش از دور **سعید صادقیان، مهدی آخوندزاده**	۴۵
۵- معرفی برخی از نرم‌افزارهای GIS و RS **سید حسن طباطبایی**	۵۵
۶- مروری بر مفاهیم و ابزارهای امروزی تفسیر و تحلیل تصاویر سنجش از دور **محمد سعادت سرشت، محمد عزیز محمدی**	۸۹
۷- بکارگیری فن آوری سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در مطالعات بهسازی شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود گیلان **بهنام باغبان‌زاده**	۱۰۱
۸- ارزیابی توان فن‌آوری‌های سنجش از دور و GPS در تهیه نقشه پوشش اراضی تالاب شادگان **سعید ساروئی، پرویز ضیائیان فیروزآبادی**	۱۰۹
۹- کاربرد GIS در مطالعات مهندسی رودخانه **محمد رستمی**	۱۱۵
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 خیابانی**	۱۲۹

کارگاه آموزشی کاربرد RS و GIS در آبیاری و زهکشی
۱۲ آذر ماه ۱۳۸۳

سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی[1] و سنجش از دور[2]
(آشنایی مقدماتی و تاریخچه تحول)

حسن رحیمی[3]، هومن خالدی[4]

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 ـ 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 کاملا 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 نقشهٔ شناخته شده جهان مربوط به نقشهٔ منطقه‌ای است که بر روی لوح گِلی 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 برروی 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 چشمی‌برروی نقشه‌ها انجام می‌شد. تحلیل‌های کمی‌عموما با استفاده از خط کش جهت اندازه گیری فواصل و پلانیمتر برای اندازه گیری 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[۱] توسعه یافت و نقشه‌های دقیق پایه تهیه شد که بعضاً تمام نواحی یک کشور را دربر میگرفت.گسترش ضرورت ارزیابی و برنامه ریزی علمی‌برای استفاده از منابع طبیعی، بررسی علمی‌تر منابع زمین را اقتضا می‌کرد در نتیجه زمینه‌های جدید علمی‌نظیر زمین‌شناسی، خاک‌شناسی، ژئومورفولوژی، اکولوژی و غیره ظاهر شدند. پیدایش این رشته‌های علمی‌منجر به پیدایش نقشه‌های موضوعی[۲] 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 می شد. 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.

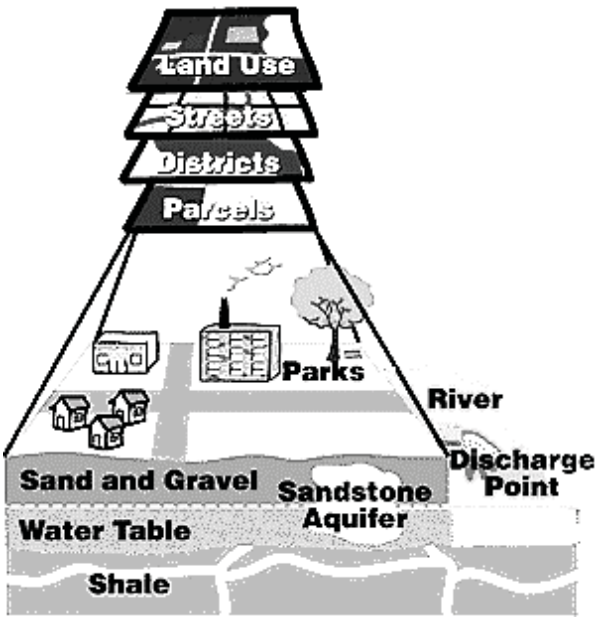
۱- کارتوگرافی در فرهنگ عبارت‌های تکنیکی چنین تعریف شده است: «کارتوگرافی عبارت است از هنر، دانش و تکنولوژی ساخت نقشه‌ها به طوری که نقشه‌ها به عنوان مدارک علمی‌و کارهای هنری محسوب می‌شوند».

2- Thematic

استفاده از نقشه‌های مختلف برای انجام تحلیل از طریق ترکیب (روی هم انداختن) آنها، نوعی GIS دستی محسوب می شود. GIS های دستی معمولاً داده‌های متعددی را مورد مقایسه قرار می‌دهند، این داده‌ها شامل نقشه‌ها (ورقه‌های شفافی که برای ترکیب داده‌ها مورد استفاده قرار میگیرد)، عکسهای هوایی، گزارشهای آماری و غیره هستند. در گذشته در GIS دستی، انواع داده‌هایی که به نوعی به مکان ارتباط داشتند برروی 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 ـ تحول اساسی در نحوه نگرش به پدیده‌های طبیعی

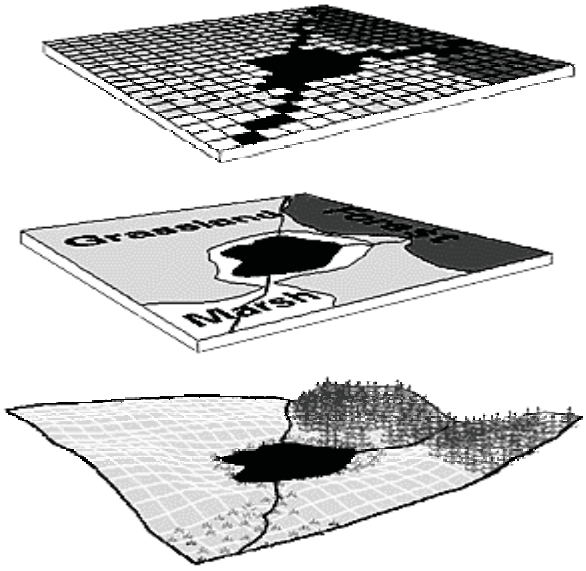
در طول دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ مشخص شد که پدیده‌های طبیعی مستقل از یکدیگر نیستند و در یک روند کنش و واکنش متقابل بر یکدیگر موثرند. درک این نکته باعث شد که پدیده‌های طبیعی بصورتی همه جانبه و مرتبط با یکدیگر مورد بررسی قرار گیرند. بنابراین ضرورت بکارگیری تکنیک‌هایی که قادر به تلفیق نقشه‌ها و اطلاعات و بررسی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



ب ـ 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 علمی‌در هر پنج سال دو برابر شود. کلید اصلی برای استفادهٔ درست از این انفجار اطلاعاتی بکارگیری سیستمها است. سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) امکان بهره برداری مناسب از اطلاعات جغرافیایی را فراهم می‌کند.



GIS -۲

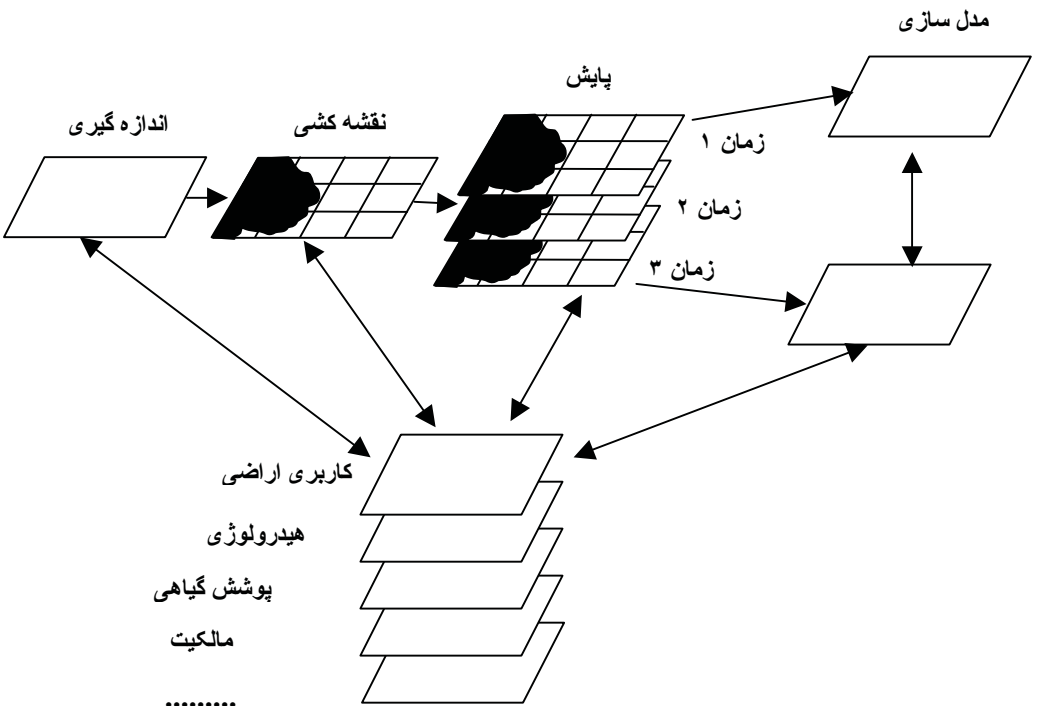
GIS چیست؟ -۱-۲

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 ـ 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 ورقومی‌مربوط 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 مجموعه ای 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.

اساسا 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 وسیلهٔ GIS انجام داد به طور واضح به کیفیت داده‌ها بستگی دارد. بنابراین برای فهم سرمنشا خطاها و اندازهٔ 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. بطورکلی در استفاده از GIS باید مانند استفاده از تمامی‌تکنولوژی‌های پیشرفتهٔ 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 ارایه شده GIS در متون علمی، بشرح زیر می‌باشد:

- دونه، ۱۹۸۷: سیستم اطلاعات جغرافیایی، سیستمی‌است 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 رقومی‌نگهداری 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 عظیمی‌از داده‌ها را می‌توان با سرعت زیاد و هزینه نسبتاً کم نگهداری و بازیابی نمود.

درGIS امکان ورود انواع اطلاعات در شکلها و قالبهای مختلف مانند متن، نقشه، تصاویر ماهواره ای، 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 پر هزینه 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 مونیتور ارایه گردند .

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

۲-۴- GIS قادر به پاسخ گویی به چه نوع سوالاتی است؟

برخی از سؤالاتی که سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی قادر به پاسخ گویی 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 ویژه ای در آن وجود داشته باشد.

• بررسی روند[1]

از گذشته تاکنون چه تغییراتی درمکان 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[2]

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 اتمی‌است؟ در این رابطه سؤالات متعددی قابل طرح می‌باشند، که سیستم قادر به پاسخگوئی به آنها است. در این تحلیل لازم است مجموعه ای 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 مجموعه ای از اطلاعات جغرافیایی وسایر 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 ازاین سیستم درکلیه رشته‌هایی که به نحوی با زمین، نقشه و به طورکلی 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.

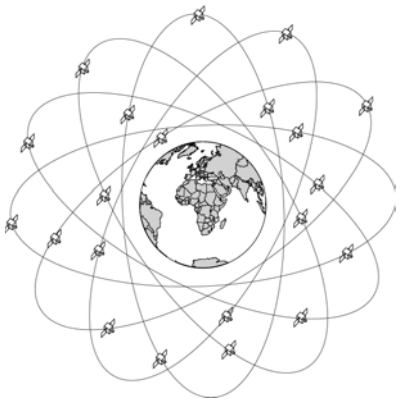
۲-۶- منابع تأ مین کننده داده‌های مورد نیاز GIS

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[1] یا Global Positioning System)
- عکسهای هـوایی
- تصاویر ماهـواره‌ای

۱- شبکه ماهواره‌ای GPS از تعدادی ماهواره تشکیل‌شده 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 ایجادشده است می‌توانند با دریافت سیگنال‌های ارسالی ماهواره‌های فوق‌الذکرموقعیت جغرافیایی را برای هر کاربر تعیین کنند.

RS -۳



RS چیست؟ -۱-۳

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.

RS کاربردهای مهم -۲-۳

سنجش از دور در بسیاری از زمینه‌های علمی‌و 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 طورکلی 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 کاملا به اهداف خود برسند.

ظهور سیستم ماهواره‌های لَنْدست 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 درشمال 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 وکاهش خسارت بلایای طبیعی از جمله کاربردهای داده‌های ماهواره ای محسوب می‌شود.

۴- تاریخچه تحول GIS و RS

GIS -۱-۴

منشا پیدایش سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی مربوط به دوره‌ای است که در واقع فن نقشه‌کشی[۱] شروع به توسعه نمود. برخی از محققین اواسط قرن هجدهم میلادی را به عنوان زمان تولید اولین نقشه‌های دقیق ذکر نموده و نقطهٔ مهمی‌در تاریخ توسعهٔ GIS می‌دانند. تا قبل از تهیهٔ 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. ایدهٔ ثبت لایه‌های مختلف اطلاعات بر روی یک‌سری نقشه که در یک نقشهٔ پایه مشترک هستند در زمان جنگ‌های داخلی آمریکا به وجود آمد.

در اوایل قرن نوزدهم نقشه‌های پیشرفته‌تری در زمینهٔ علوم تجربی و انسانی پا به عرصهٔ 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 نقشهٔ واحد نمی‌تواند شامل کلیهٔ داده‌های موردنیاز باشد. در واقع بسیاری از این داده‌ها اصلاً نمی‌توانند به صورت نقشه نشان داده شوند و این داده‌ها ذاتاً در غالب جداول، نمودارها و متون قابل ارایه هستند. پیشرفت‌های حاصل شده در زمینهٔ کامپیوتر، نقشه‌کشی و تکنیک استفاده از عکس‌های هوایی بستر مناسبی برای سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی خودکار که در دههٔ ۱۹۶۰ به ظهور رسید، به وجود آورد.

۱- رابینسون و سِیل (۱۹۶۹) نقشه‌کشی را نقطهٔ تلاقی علم و هنر معرفی می‌کنند.

سیستم اطلاعات جغرافیایی کانادا (CGIS)[1] به عنوان اولین GIS دورهٔ جدید شناخته شده است. دست‌اندرکاران طراحی و توسعهٔ این سیستم، CGIS را به عنوان سیستمی‌توصیف می‌کرند 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 وسیلهٔ 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 گسترده ای در بخشهای مختلف (کشاورزی، آب و غیره) مانند وزارت نیرو، وزارت جهاد کشاورزی و غیره آغاز شده است که امید می رود 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 تمامی‌کاربردها مورد استفاده قرار می‌گرفت. با آغاز برنامه‌های فضایی در اوایل دههٔ ۱۹۶۰ پیشرفت این تکنولوژی سریعتر شد و مقدار داده‌های سنجش از دور، رو به فزونی نهاد. در جدول۱ مراحل توسعهٔ 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 عرصهٔ وجود نهاد.

همزمان با این تحولات، تحقیقاتی در جریان بود که حساسیت فیلم‌های عکاسی را به خارج از محدودهٔ 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 رقومی‌و معمولی فراهم گردید. امروزه طیف وسیعی از انواع مختلف داده‌های سنجش از دور وجود دارند که قادرند داده‌های مورد نیاز GIS را فراهم سازند.

1- Canada Geographic Information System (CGIS)

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

۱۸۲۰	نیپس[1] اولین عکس را از طبیعت گرفت.
۱۸۵۹	اولین عکس هوایی به وسیلهٔ بالون در فرانسه تهیه شد.
۱۸۶۲	نقشه‌کشی جنگل‌ها با استفاده از عکس‌های هوایی انجام شد.
۱۹۱۰	ویلبر رایت[2] اولین عکس هوایی را با یک هواپیما گرفت.
دههٔ ۱۹۲۰	نقشه‌کشی سیستماتیک با استفاده از عکس‌های هوایی در کانادا و آمریکا صورت گرفت.
۱۹۶۰	از تیروس- ۱[3] (اولین ماهواره عملیاتی هواشناسی) بهره برداری شد.
۱۹۶۲	دوربین چند طیفی به وسیلهٔ زیتروساپرون[4] اختراع شد.
۱۹۶۲	فضاپیمای مرکوری – ۸ اولین عکس را از زمین تهیه کرد.
۱۹۷۲	پرتاب لندست-۱[5]
۱۹۷۸	پرتاب سی‌ست[6]
۱۹۸۲	پرتاب لندست-۴ یابشگر نقشه‌برداری موضوعی
۱۹۸۶	پرتاب SPOT
...	....

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 فن‌آوری 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 اعلاعات جغرافیایی (GIS)- ترجمه دکتر سید حسین ثنایی نژاد - ۱۳۷۷

۳- آشنایی با تکنولوژی GIS - عبدالوهاب سجادی - مهاب قدس- ۱۳۷۵

۴- سایتهای داخلی :

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

۵- سایتهای خارجی :

http://www.esri.com/
http://www.gis.com/

کارگاه آموزشی کاربرد RS و GIS در آبیاری و زهکشی
۱۲ آذر ماه ۱۳۸۳

کاربرد عمومی روش‌های سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی در منابع آب و خاک

مهرزاد احسانی[۱]، نیلوفر صادقی[۲]

۱ـ مقدمه

در برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب و خاک بهره‌گیری از فن‌آوری‌های جدید نظیر اخذ و پردازش اطلاعات (از طریق ماهواره)، استفاده از نرم‌افزارها و سیستم‌های پشتیبانی پردازش اطلاعات نقش بسزایی در مدیریت منابع محدود آب و خاک به عهده دارند. استفاده از داده‌های سنجش از دور ماهواره‌ای با توجه به خصوصیاتی از قبیل دید وسیع و یکپارچه، استفاده از قسمت‌های مختلف طیف الکترومغناطیسی برای ثبت خصوصیات پدیده‌ها، پوشش‌های تکراری، سرعت انتقال و تنوع اشکال داده‌ها، امکان بکارگیری سخت‌افزارها و نرم‌افزارهای ویژه رایانه‌ای در سطح دنیا با استقبال زیادی روبرو شده است و به عنوان ابزاری مناسب در ارزیابی، اکتشاف، نظارت، کنترل و مدیریت منابع آب و خاک، جنگل و مرتع، کشاورزی و محیط زیست بکار گرفته شده و به مرور بر دامنه وسعت کاربری آن افزوده گردیده است.

در یکی دو دهه اخیر، افزایش حجم اطلاعات قابل دسترس و لزوم ترکیب این اطلاعات باعث شکل‌گیری فن دیگری بنام سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی شده است. سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی نرم‌افزارهایی هستند که زمینه ورود داده‌ها، مدیریت و تحلیل آنها و تهیه محصول خروجی را فراهم می‌آورد.

امروزه در زمینه آبیاری و زهکشی کاربرد وسیع سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در مطالعات آبیاری، زهکشی، شوری و ماندابی اراضی، مطالعات طبقه‌بندی و ارزیابی اراضی، تعیین تبخیر و تعرق و رطوبت خاک، مدیریت پروژه‌های بزرگ آبیاری و ارزیابی عملکرد آنها گزارش شده است.

در این مقاله به تشریح اهم کاربردهای فن سنجش از دور در منابع آب و خاک و قابلیت‌های سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی پرداخته شده است.

۱- کارشناس کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

۲- کارشناس شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس و عضو بخش کارشناسان جوان کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.

۲ـ اهم قابلیت‌ها و کاربردهای GIS

۲ـ۱ـ اساس کاربرد GIS در آبیاری و زهکشی

داده‌ها و پارامترهای موجود در شبکه‌های آبیاری و زهکشی بواسطه وجود جنبه‌های مختلف فنی، مدیریتی، اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی از گستردگی بسیار زیادی برخوردار است. بطوریکه حجم اطلاعات کاغذی مربوط به یک شبکه از مرحله مطالعاتی تا بهره‌برداری می‌تواند فضای مفید زیادی را از محیط‌های اداری اشغال نماید. در این شرایط عاملین شبکه‌ها با انبوهی از اطلاعات بی‌نظم و طبقه‌بندی نشده مواجه هستند و بعضاً این وضعیت موجب مختوش شدن (گم شدن، به سرقت رفتن، آسیب دیدن، اتفاقات) و یا به فراموشی سپرده شدن اطلاعات مفید زیادی از شبکه‌های آبیاری می‌گردد.

یکی از مؤثرترین راهکارهای حفاظت، نظم‌دهی، دسترسی آسان و کوچک کردن حجم اطلاعات در اندازه یک لوح فشرده (CD) بکارگیری نرم‌افزارهای سیستم اطلاعات جغرافیایی "GIS" می‌باشند. سیستم اطلاعات جغرافیایی قادر است کلیه داده‌ها و اطلاعات مکانی و توصیفی شبکه‌های آبیاری را در یک محیط کامپیوتری یکپارچه نماید و به صورت سهل‌الوصول در اختیار کاربران قرار دهند. در محیط‌های نرم‌افزاری GIS امکان ایجاد لایه‌های مختلف اطلاعاتی شامل «**تصاویر**»، «**اعداد و ارقام**» و «**متن نوشتاری**» فراهم می‌باشد و می‌توان بعد از ورود اطلاعات، برحسب نیاز بخشی از اطلاعات مورد نیاز را فرا خواند. از این امکانات در شبکه‌های آبیاری و زهکشی می‌توان به شرح زیر بهره جست.

تصاویر: از جمله لایه‌های اطلاعاتی که می‌توان در نرم‌افزارهای GIS قرار داد تصاویر یا طرح‌های گرافیکی از شبکه‌های آبیاری و زهکشی می‌باشد که عمدتاً شامل نقشه‌ها و موقعیت‌های شماتیکی می‌باشد که از آن جمله می‌توان به مواردی همچون؛ نقشه کانال‌ها و زهکش‌ها، نقشه شماتیکی مزارع، نقشه شماتیکی نوع محصولات کشت شده (الگوی کشت)، نقشه طبقه‌بندی اراضی، نقشه موقعیت چاه‌ها، نقشه موقعیت سازه‌ها، نقشه عمق سفره آب زیرزمینی، پروفیل خاک، نقشه شبکه راه‌ها، نقشه خاکشناسی و غیره اشاره کرد.

اعداد و ارقام: قسمت زیادی از اطلاعات شبکه‌ها شامل آمار و ارقام می‌باشند که هر بخش از آنها می‌تواند لایه‌ای از اطلاعات را در محیط نرم‌افزاری GIS به خود اختصاص دهد که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

اطلاعات کانال‌ها (شامل طول کانال، دبی طراحی، دبی عبوری بر حسب زمان، عملیات مرمت، حجم لایروبی، مشخصات طراحی و ...)، زهکش‌ها (شامل دبی خروجی در دوره زمانی مختلف، میزان شوری و سایر پارامترهای شیمیایی و مشخصات طراحی)، اطلاعات چاه‌ها، نیاز آبی، تبخیر و تعرق، عملکرد محصولات زراعی در سال‌های مختلف (در هر مزرعه یا کل شبکه)، راندمان‌های آبیاری (مزارع، کانال‌ها و شبکه‌ها)، وضعیت آبگیرها و دریچه‌ها (مشخصات شناسنامه‌ای، میزان آب تحویلی، تاریخ تعمیرات)،

آب‌بهاء (شامل میزان وصول آب‌بها در هر کانال، مزرعه، بلوک زراعی و شبکه) و ده‌ها پارامتر دیگر نام برد.

متن نوشتاری: بخش آخر شامل اطلاعات تفصیلی یا نوشتاری شبکه‌های آبیاری و زهکشی می‌باشد که می‌توان آنها را نیز در لایه‌های مختلف اطلاعاتی در نرم‌افزارهای GIS قرار داد این لایه‌ها می‌تواند شرح تفصیلی وقایع، اقدامات انجام شده، تصمیمات به اجرا در آمده، روش حل مشکلات و توصیه‌های لازم برای راهبری قسمتی از کانال باشد.

کاربر می‌تواند برحسب نیاز خود اطلاعات یک لایه یا همزمان اطلاعات لایه‌های مختلف را به طور همزمان مورد استفاده و یا نقد و بررسی قرار دهد. علاوه بر این GIS دارای یک سری از قابلیت‌های فنی می‌باشد که می‌تواند امکانات قابل توجهی را برای کاربران فراهم آورد که در ادامه به اهم آنها اشاره خواهد شد.

۲ـ۲ـ اهم قابلیت‌های GIS

الف ـ ارتباط و پیوند انواع اطلاعات

در یک سیستم جغرافیایی امکان پیوند میان مجموعه‌های گوناگونی از اطلاعات جغرافیایی با اهداف مختلف تحلیلی وجود دارد. برای مثال می‌توان نقشه وضع موجود آبیاری را که حاوی موقعیت انهار و چاه‌های کشاورزی است را با جداول مشخصات چاه‌ها (عمق، سطح آب زیرزمینی، میزان برداشت مجاز، حریم و ...) تلفیق نمود تا به درستی پتانسیل آب سطحی و زیرزمینی و نحوه استحصال این منابع در وضع موجود شناسایی گردد.

ب ـ ذخیره اطلاعات

در این سیستم امکان ذخیره انواع نقشه‌های شماتیک و داده‌های مکانی و توصیفی به شکل فایل‌های کامپیوتری به طوری که برای تلفیق و تحلیل کامپیوتری قابل استفاده باشند، وجود دارد.

ج ـ پاسخ به سئوالات شرطی

با استفاده از GIS و با توجه به نوع اطلاعات ورودی می‌توان مبادرت به یافتن مکان یا مکان‌هایی که از «شرایط ویژه‌ای» برخوردارند، نمود. در واقع می‌توان مکانی را پیدا کرد که پدیده خاصی در آن وجود دارد. برای مثال می‌توان با کمک GIS مزرعه‌ای را یافت که آن مزرعه زیر کشت صیفی نباشد، مساحت آن حداقل یک هکتار باشد، در فاصله حداقل ۱۰۰ متری جاده سرویس قرار گرفته باشد و خاک آن نیز دارای مشخصات خاصی باشد.

د ـ بررسی روند[1]

بدین معنا که در یک مکان یا سطح معینی از شبکه آبیاری و زهکشی، چه تغییراتی از گذشته تاکنون رخ داده است. یعنی سیستم باید مکان‌هایی را که طی دوره معین زمانی دچار تغییر شده‌اند شناسائی نماید.

هـ ـ الگو[2]

با استفاده از GIS می‌توان الگوی فضایی حاکم بر زمینه مورد نظر را شناسایی کرد. برای مثال می‌توان پرسید که آیا آبیاری بی‌رویه باعث افزایش سطح سفره آب زیرزمینی یا ماندآبی شدن منطقه‌ای از شبکه آبیاری و زهکشی شده است؟

ز ـ مدل‌سازی

GIS می‌تواند در برنامه‌ریزی و بررسی اثرات اجرای برنامه‌ها نیز مورد استفاده قرار گیرد. مثلاً احداث یا حذف یک زهکش زیرزمینی چه اثراتی بر پیرامون خواهد داشت؟ در واقع سئوال «چه خواهد شد اگر؟» پاسخ داده خواهد شد.

به طور خلاصه می‌توان گفت که با کمک گرفتن از سیستم اطلاعات جغرافیایی امکان جمع‌آوری داده‌ها، ذخیره‌سازی، کنترل، بازیابی، بهنگام سازی، ادغام، پردازش، تحلیل، مدل‌سازی و نمایش داده‌ها به صور گوناگون برای شبکه‌های آبیاری و زهکشی فراهم می‌گردد.

۳ـ اساس استفاده از سنجش از دور در آبیاری و زهکشی

کاربرد فن سنجش از دور (RS)[3] در مطالعات مختلف مرتبط با آبیاری و زهکشی دارای سه مبنای عمده به شرح زیر می‌باشد. لازم است هر یک از موارد زیر به صورت جداگانه یا با هم برای کاربردهایی که در بخش بعدی توضیح داده می‌شوند، برداشت گردند.

الف) روندیابی فعالیت‌های آبیاری و زهکشی در سطوح وسیع

ب) شناسایی نوع و میزان عملکرد محصولات و خطرات شوری اراضی

ج) تهیه نقشه مزارع، مرز واحدها و جنبه‌های حقوقی

برای دسته (الف) برداشت تصاویر تکراری مورد نیاز می‌باشد. دسته دوم بر مبنای تصاویر چند طیفی[4] که برای پایش منابع زمینی پیش‌بینی شده‌اند، استوار است و جهت تهیه موارد دسته (ج) بایستی تصاویر با دقت بالا تهیه شوند تا شناسایی عوارض زمینی کوچک نیز امکان‌پذیر باشد.

1- Trend

2- Pattern

3- Remote Sensing

4- Multi-Spectral Images

شایان ذکر است که در این مقاله تصاویر ماهواره‌ای همیشه ورودی‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی را تشکیل می‌دهند. بدین معنی که پس از برداشت تصاویر ماهواره‌ای، آنها در GIS ذخیره، پردازش و مورد استفاده قرار خواهند گرفت.

۴ـ کاربردهای GIS و RS در آبیاری و زهکشی

۴ـ۱ـ تهیه نقشه‌های کاربری اراضی

اطلاع از انواع پوشش سطح زمین و فعالیت‌های انسانی در قسمت‌های مختلف و به بیان دیگر نحوه استفاده از زمین، به عنوان اطلاعات پایه برای برنامه‌ریزی‌های مختلف از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است که می‌توانند با دقت مطلوب با کمک RS تهیه و در GIS ذخیره و پردازش شوند.

۴ـ۲ـ به هنگام کردن نقشه‌های موجود

شهرها به دلیل نیاز انسان به توسعه، چه از نظر استقرار و سکونت و چه از نظر تأمین مواد غذایی، به سرعت در حال توسعه می‌باشند و به تبع آن جوامع گیاهی سطح زمین به ویژه اراضی زراعی نیز، مرتباً در حال تغییر هستند و از این رو انطباق چنین توسعه و تغییراتی از طریق نقشه‌برداری و عملیات صحرائی و نقشه‌ها، مستلزم صرف وقت زیاد بوده و بسیار مشکل می‌باشد. در این گونه موارد با استفاده از تصاویر تکراری ماهواره‌ای که تغییرات منابع زمینی را در بر دارند و با مقایسه آنها با نقشه‌ها، به راحتی و به سرعت می‌توان اطلاعات نقشه‌ها را به هنگام نمود.

تصاویر ماهواره‌ای با پوشش وسیع این امکان را فراهم می‌آورند که سطح زمین در مناطق مختلف به طور پیاپی مطالعه شود و تغییراتی که در فاصله زمانی دو یا چند عکسبرداری متوالی در پدیده‌های زمینی رخ داده بررسی و کنترل شوند. از نمونه‌های بارز این بررسی‌ها مطالعه و کنترل تغییرات آب دریاچه‌ها، طغیان رودخانه‌ها، توسعه مناطق شهری، کاهش یا افزایش جنگل‌ها و مراتع، چگونگی حرکت شن‌های روان و در آخر روند کاهش یا افزایش اراضی کشاورزی است.

شبکه‌های آبیاری و زهکشی که در طول دوره بهره‌برداری دستخوش تغییرات (توسعه و یا بهسازی) می‌گردند نیز نیاز به بهنگام نمودن نقشه‌ها و جانمایی وضع موجود دارند که با عکسبرداری‌های متوالی در فاصله زمانی مختلف این امکان فراهم می‌گردد که نقشه‌هایی از وضع فعلی شبکه تهیه نمود.

۴ـ۳ـ مطالعات کشاورزی

تشخیص و تمایز گونه‌های گیاهی مختلف، محاسبه سطح زیرکشت محصولات کشاورزی، مطالعه مناطق آسیب‌دیده کشاورزی بر اثر کم آبی یا حمله آفت‌های مختلف به آنها از جمله مهمترین کاربردهای داده‌های ماهواره‌ای است. تهیه نقشه جامع پوشش گیاهی هر منطقه، تهیه نقشه آبراهه‌ها و ارتباط آنها با مناطق مستعد کشت و برآورد میزان محصول زیرکشت از کاربردهای دیگر چنین اطلاعاتی است.

مراحل مختلف رشد گیاه شامل مراحل گیاهچه‌ای، پنجه‌دهی، ساقه‌دهی، گل‌دهی، دانه‌دهی، رسیدگی فیزیولوژیک و زمان برداشت با استفاده از این روش به راحتی پیگیری می‌شود.
با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای مدیریت توزیع کشت، برنامه‌ریزی آن، تخمین میزان محصولات و شناخت مناطق آسیب دیده با صرف کمترین زمان ممکن، نسبت به عملیات میدانی امکان‌پذیر می‌گردد.
در این روند سنجش از دور معمولاً براساس طبقه‌بندی باندهای چند طیفی و استفاده از امکانات GIS دارای کاربرد بیشتری خواهد بود و امکان تولید نقشه‌های نسبتاً دقیق از یک طرف و همچنین امکان تفکیک مزارع کشاورزی در حدود ۰/۵ تا ۱ هکتار میسر خواهد شد. در مزارعی که دارای شکل‌های نامنظم هستند و همین طور در مناطق شیب‌دار دقت داده‌ها کاهش خواهد یافت. در مجموع میزان دقت در این سیستم ۷۵ تا ۸۵ درصد می‌باشد.

در مرتع‌داری، برای بررسی پوشش گیاهی و تراکم آن در مراتع و میزان مرتع قابل استفاده برای تغذیه دام و در جنگلداری برای تعیین نوع و میزان جنگل‌ها و صدمات وارد شده، به آنها از طریق آفات، بیماری‌ها و آتش‌سوزی‌ها و مهمتر از همه پیش‌بینی آتش‌سوزی جنگل‌ها، از این روش‌ها استفاده می‌شود.
لازم به ذکر است که وزارت بازرگانی و کشاورزی ایالات متحده آمریکا از ابتدای تکوین تکنولوژی سنجش از دور همه ساله میزان محصولات کشاورزی کشور آمریکا و تمام کشورهای جهان را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای برآورد می‌نماید تا برای برنامه‌ریزی بازار و تولید اطلاعات مفید و لازم را به دست آورد.

۴ـ ۴ ـ تعیین مشخصات گیاهان

تفاوت‌های عمده بازتابش در میان گونه‌های گیاهی مختلف، به طور مستقیم به ضخامت برگ بستگی دارد که به نوبه خود در میزان رنگدانه و ساختار فیزیولوژیکی برگ مؤثر است.
برای مثال، برگ ضخیم ساقه گندم، بیشتر تابش دریافتی را جذب می‌کند و تنها بخش اندکی از تابش را از خود عبور می‌دهد، در حالی که برگ نازک کاهو تمایل زیادی به عبور تابش نشان می‌دهد و بخش کمی را جذب می‌کند. بدین طریق شناسایی و تفکیک گیاهان و سطح زیر کشت آنها میسر می‌گردد.
از طرف دیگر با گذشت زمان وقتی سن گیاهان بیشتر می‌شود و به زمان برداشت محصول نزدیک‌تر می‌گردد، تغییر در رنگدانه‌های گیاهی بوجود می‌آید لذا از بین رفتن رنگدانه‌های گیاهی، باعث افزایش بازتاب طول موج‌های دریافتی می‌شود. در نتیجه، رابطه‌ای منطقی بین بازتابش از سوی گیاهان در طول رشد خود می‌گردد و از همین خاصیت «سن گیاهان»، «وضعیت رشد آنها» مورد پایش قرار می‌گیرد.

۴ـ ۵ ـ تعیین بافت خاک

همانطوریکه قبلاً نیز اشاره شد با افزایش رطوبت، بازتابش از سطح خاک در تمامی طول موج‌ها کاهش می‌یابد و یا به عبارتی، افت شدید انعکاس از سطح خاک دیده می‌شود. به این ترتیب انعکاس کلیه خاک‌ها

در حالت خشک، بیش از حالت مرطوب آنهاست. علاوه بر رطوبت و مواد آلی که بر میزان انعکاس خاک مؤثرند، بافت خاک و خصوصیات فیزیکی سطح خاک و مواد خاک هم بر انعکاس آن اثر می‌گذارند. هر چه بافت خاک ریزتر باشد، میزان انعکاس کمتر است و برعکس. به نظر می‌رسد دلیل این امر، برخورد امواج به ذرات ریز و پخش مقداری از آن در داخل خاک و در نهایت، کاهش انعکاس باشد. به علاوه هر چه سطح ذرات ریزتر باشند بازتاب کمتر و هر چه سطح ذرات خاک مسطح و درشت باشند، میزان انعکاس بیشتر خواهد بود. سطح خاک هم در حالتی که پوسته‌دار و سله بسته باشد، نسبت به خاک شخم خورده دارای انعکاس بیشتری است. مواد معدنی نیز به نوبه خود بر انعکاس اثر می‌گذارند.

۴ـ۶ ـ تخمین میزان مواد آلی خاک

شناسایی میزان مواد معدنی و آلی در خاک به منظور تأمین مواد غذایی گیاهان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. با استفاده از فن سنجش از دور امکان بررسی مواد آلی و معدنی خاک‌های زراعی میسر می‌باشد.

معمولاً مواد آلی موجود در خاک تیره رنگ هستند و وجود آنها به میزانی بیش از حدود ۴ تا ۵ درصد در خاک موجب کاهش بازتابش آن می‌شود، هنگامی که مواد آلی موجود در خاک بیش از ۵ درصد باشد، خاک تیره می‌شود و هر گونه افزایش بیشتر مواد آلی در خاک، تأثیر اندکی بر بازتابندگی خواهد داشت.

۴ـ۷ـ بررسی روند شوری خاک

آمار و اطلاعات موجود در زمینه خاک‌هایی که تحت تأثیر شوری قرار گرفته‌اند و همچنین روند تغییرات شوری نسبت به زمان یا اصلاً وجود ندارند و یا از دقت لازم برخوردار نیستند. شوری به دو دلیل ایجاد می‌شود: یا به صورت طبیعی و یا در اثر دخالت در چرخه آب (از طریق آبیاری). به طور کلی شوری خاک یک پروسه دارای نظم نمی‌باشد، از این رو بررسی روند آن نیز مشکل می‌باشد.

یون‌های موجود در خاک می‌تواند تعیین‌کننده نوع نمک و رنگ خاک باشد. با کمک گرفتن از این ویژگی می‌توان با استفاده از تصاویر تکراری ماهواره‌ای وضعیت شوری خاک را برآورد نمود. برای مثال خاک‌های خنثی دارای نمک‌های سفید، خاک‌های شور به رنگ مشکی و خاک‌های سدیمی سفت هستند. همچنین یون‌های بی‌کربنات با طیف‌های قرمز، یون‌های کلراید با طیف‌های آبی و سبز قابل شناسایی می‌باشند. در بعضی شرایط خاص میزان عملکرد محصول تحت تأثیر میزان شوری خاک قرار می‌گیرد که این عامل نیز می‌تواند به عنوان معیار اندازه‌گیری شوری خاک مورد استفاده قرار گیرد.

۴ـ۸ـ اندازه‌گیری رطوبت خاک و شناسایی لایه‌های آب ایستی

چنانچه خاک مرطوب باشد یا آبی در سطح خاک یا نزدیکی آن وجود داشته باشد، بازتابش‌های سطحی به طور کلی کمتر خواهند بود. این موضوع در مورد سطوح آبی بزرگ نیز مصداق دارد. از این رو تشخیص لایه‌های ماندابی راحت‌تر و با دقت بیشتری صورت می‌گیرد. با استفاده از تعیین میزان رطوبت خاک

می‌توان چهار حالت مختلف خاک شامل خشک، نسبتاً خشک، مرطوب و خیس را با کمک سنجش از دور شناسایی نمود. که در صورت نیاز می‌توان اقدامات لازم برای انجام عملیات آبیاری به منظور افزایش رطوبت خاک تا سطح مطلوب برای رشد گیاه برنامه‌ریزی و انجام داد.

به منظور کاهش اثرات نامطلوب اراضی ماندابی نیاز به اطلاعات دقیق از مناطق ماندابی شده، توزیع و میزان آن می‌باشد. استفاده از داده‌های سنجش از دور برای تشخیص اراضی ماندابی و مناطقی که سطح آب زیرزمینی در آن بالا است امکان‌پذیر می‌باشد و بدین طریق شبکه‌های آبیاری و زهکشی را می‌توان مورد پایش و کنترل دایمی برای جلوگیری از ماندابی شدن قرار داد.

۴ـ۹ـ تعیین سطح زیر کشت اراضی آبیاری شده

یکی دیگر از کاربردهای سنجش از دور، تعیین میزان اراضی آبیاری شده است که به صورت گسترده در جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد.

برای سنجش میزان اراضی آبیاری شده در سطح ملی و محلی می‌توان از تصاویر ماهواره‌ای با دقت‌های مختلفی بهره جست. تعیین دقیق سطوح تحت آبیاری برای وصول آب‌بهاء، ارزیابی عملکرد سیستم، بهره‌وری آب کشاورزی و مدیریت آبیاری ضرورت دارد.

مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که دقت برآورد و صحت انجام کار در این روش بین ۹۰ تا ۹۵ درصد در مناطق خشک برای یک تصویر و در مناطق مرطوب بین ۸۰ تا ۸۵ درصد می‌باشد که این میزان دقت قابل قبول می‌رسد و در صورت نیاز به دقت بیشتر می‌توان از چند تصویر یا از ماهواره‌ای با دقت بیشتر استفاده کرد.

۴ـ۱۰ـ مطالعات زمین‌شناسی

با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای می‌توان مرزهای بسیاری از سازندهای زمین‌شناسی را از یکدیگر تفکیک کرد. گسل‌ها را مورد مطالعه قرار داد و نقشه‌های گوناگون زمین‌شناسی را تهیه کرد. از جمله نقشه‌های زمین‌شناسی گوناگون که با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای می‌توان تهیه کرد شامل نقشه گسل‌ها و شکستگی‌ها، نقشه سازندهای سنگی مختلف، نقشه خاکشناسی و نقشه پتانسیل ذخایر تبخیر سطحی است. افزون بر این با توجه به گستردگی بسیار وسیع زیرپوشش هر تصویر ماهواره‌ای، چنین تصاویری برای مطالعات کلان منطقه‌ای برای زمین‌شناسان بسیار مفید است.

۴ـ۱۱ـ مطالعات منابع آب سطحی

مطالعه آب‌های سطحی منطقه و تهیه نقشه آبراهه‌ها، بررسی تغییر مسیر رودخانه‌ها بر اثر عوامل طبیعی یا مصنوعی و تخمین میزان آب سطحی هر منطقه از جمله جالب‌ترین کاربردهای داده‌های ماهواره‌ای است.

زیرا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مکانی می‌توان در گام اول منابع آبی را شناسایی و با مقایسه آنها در زمان‌های مختلف برآورد صحیحی از میزان آب هر منبع به دست آورد.

با توجه به اینکه کشور ما از جمله کشورهایی است که با وجود داشتن منابع آب‌های سطحی، در بسیاری مناطق از مشکل کم آبی رنج می‌برد استفاده از تکنولوژی سنجش از دور و به دست آوردن اطلاعات دقیق می‌تواند استفاده بهتر از منابع آب کشور را فراهم آورد.

۴ـ۱۲ـ شناسایی منابع آب‌های زیرزمینی

شناخت پتانسیل آب‌های زیرزمینی به مطالعه و تعیین برخی از شاخص‌ها مانند شناخت عوارض زمین، پوشش گیاهی در مناطق خشک، تعیین موقعیت چاه‌های آزمایشی، ارزیابی مقدار آب در حوزه‌های رسوبی می‌باشد.

فن‌آوری سنجش از دور می‌تواند برای اخذ این اطلاعات با روش‌های معمول (زمین‌شناسی، هیدرولوژیکی و اقلیم شناسی) به صورت مکمل عمل نماید. از عکس‌های ماهواره‌ای می‌توان در مراحل مختلف بکار گرفته شود که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- تجزیه و تحلیل موقعیت مکانی داده‌هایی نظیر شکستگی‌ها، شکاف‌ها، گسل‌ها
- تعیین پوشش گیاهی و تفکیک و سطح آن (با هدف ردیابی منابع آب زیرزمینی)
- تعیین توپوگرافی مناطق
- تعیین نوع خاک (برای شناسایی حوزه‌های رسوبی)

۴ـ۱۳ـ بررسی آلودگی آب

تصاویر ماهواره‌ای به دلیل ویژگی‌های خاص خود و به خصوص تکراری بودن، زمینه‌های مناسبی را برای مطالعه آب به عنوان یکی از منابع زمینی، فراهم نموده‌اند. تشخیص میزان آلودگی آب با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای بسیار مشکل است. لیکن با بررسی و مطالعه تصاویر تکراری و تغییراتی که در زمینه سطوح آبی ظاهر می‌شود می‌توان منابع آلودگی را شناسائی کرد. مثلاً زمینه نسبتاً روشنی که در نواحی نزدیک به ساحل بر روی تصاویر دیده می‌شود از ورود پساب‌های صنایع و فعالیت‌های کشاورزی در مناطق نزدیک به دریا و بالا رفتن میزان انعکاس از لایه‌های آلوده در نواحی نزدیک به ساحل و اطراف جزیره‌ها ناشی می‌شود. حال آنکه در نواحی دور از ساحل که شن بیشتری هم دارند معمولاً میزان آلودگی کمتر است و عدم انعکاس امواج اینگونه آب‌ها زمینه تیره‌ای را بر روی تصاویر موجب می‌شود و به راحتی از مناطق آلوده قابل تشخیص می‌باشند.

۴ـ۱۴ـ بررسی طغیان‌های آبی

معمولاً هنگام طغیان آب رودخانه‌ها، بالا آمدن آب دریا و پیشروی آب در نواحی ساحلی و سرانجام پس از جاری شدن سیل، سطوح کوچک و بزرگی از نواحی مجاور دریا و رودخانه‌ها به زیر آب می‌روند که با

بررسی تصاویر تکراری ماهواره‌ای می‌توان مناطق مورد طغیان را به سهولت تشخیص داده و نقشه‌های اراضی خسارت دیده را ترسیم نمود. پس از پایان طغیان آب، با مطالعه تصاویر تکراری مدت لازم برای نفوذ آب در زمین، زهکشی طبیعی و تبخیر آب می‌توان تا حدود زیادی در مورد جنس خاک و نفوذپذیری آن قضاوت نمود و تشکیل دشت‌های سیلابی را در مجاورت رودخانه‌ها مشاهده کرد.

۴ـ۱۵ـ ایجاد مدل بهره‌برداری از مخازن

بهره‌برداری مطمئن از مخازن به معنی تخصیص حجم آب مورد نیاز در زمان صحیح و به صورتی که میزان ذخایر مخزن مورد تهدید قرار نگیرد، می‌باشد. از اینرو جهت تصمیم‌گیری در خصوص میزان و نحوه تخصیص آب، ابزاری قدرتمند برای گردآوری اطلاعات صحیح از پتانسیل و وضع موجود، ذخیره حجم زیادی از اطلاعات، بررسی حالات مختلف تخصیص، پاسخ‌گویی به سوالات و کمک به پیش‌بینی وضعیت آینده لازم خواهد شد. از آنجا که GIS و RS کلیه قابلیت‌های فوق را دارند، این دو ابزار می‌توانند در ایجاد مدل بهره‌برداری از مخازن به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار گیرند.

۴ـ۱۶ـ مدیریت مزرعه

واژه کشاورزی در جایگاه‌های ویژه (SSF[1]) که امروزه به طور فزآینده‌ای مورد بحث مجامع علمی و توجه سرشناس‌ترین پژوهشگران و دانشمندان علوم و مهندسی کشاورزی و همچنین کشاورزان پیشرو در کشورهای پیشرفته جهان قرار گرفته است، مدیریت جدید از تخصیص نهاده‌ها در تولید محصولات زراعی می‌باشد که با بکارگیری سیستم‌های ناوبری ماهواره‌ای، سخت‌افزارها و نرم‌افزارهای رایانه‌ای، مدیریت نهاده‌های تولید براساس ویژگی‌ها، نیازها و پتانسیل مکانی نقاط مختلف مزرعه با هدف کاهش ضایعات، افزایش درآمد و حفظ محیط زیست اجرا می‌گردد. این دیدگاه مدیریتی که در آن سطوح کوچکی از مزرعه به عنوان واحد مدیریت مجزا می‌تواند مدنظر قرار گیرد چندان تازگی ندارد. این واحد کوچک از مزرعه می‌تواند به کوچکی گیاه واحدی در مزرعه و محدوده خاکی که بر رشد و تکامل آن مؤثر است باشد. در واقع این روش به کشاورز اجازه می‌دهد تا تغییرات درون مزرعه‌ای را سنجش و تحلیل نموده (RS) و تخصیص نهاده‌ها را متناسب با استعداد و نیاز مختلف مزرعه بهینه سازد (GIS).

۴ـ۱۷ـ مدیریت طرح‌های کلان آبیاری و زهکشی

مدیریت طرح‌های آبیاری و زهکشی از چند جنبه حائز اهمیت می‌باشد. مهمترین جنبه‌ها عبارتند از توزیع عادلانه و یکنواخت آب در سطح شبکه، شناسایی مشکلات موجود در سطح شبکه و اقدام به موقع جهت رفع آنها، افزایش عملکرد محصولات و پیش‌بینی میزان محصول. برای حصول اهداف فوق نقشه‌های

1- Site – specific farming

آبیاری با کیفیت مطلوب لازم می‌باشد، اما در بسیاری مواقع چنین داده‌ها یا نقشه‌هایی موجود نمی‌باشد و بایستی مجدداً تهیه شوند که این امر بسیار هزینه‌بر می‌باشد.

با کمک فن سنجش از دور و با بررسی تغییر رنگ ادواری مناطق مختلف می‌توان نقاط برداشت‌های غیر مجاز، مناطق مشکل‌دار، مناطقی که دارای بیشترین تنش آبی بوده‌اند و میزان دقیق مصرف آب گیاهان را شناسایی نمود. سپس با ورود این اطلاعات به GIS سیاست‌های مدیریتی مختلف آزمون و از بین آنها کاراترین روش‌ها انتخاب شوند. در مراکش (دشت غرب) چنین سیستم مدیریتی در حال اجرا می‌باشد.

۴ـ۱۸ـ استفاده از GIS و RS در طرح‌های بهبود سیستم‌های سنتی آبیاری

در بسیاری از نقاط دنیا کشاورزان بومی براساس اصول تجربی، مناطق حاصلخیز را یافته و در آنجا مشغول به کشت و کار می‌باشند. بهسازی و مدرن‌سازی این سیستم‌ها به جای توسعه مناطق جدید از اهمیت زیادی برخوردار است و به لحاظ اقتصادی نیز به صرفه‌تر می‌باشد. معمولاً سیستم‌های سنتی به نیروی کار زیادی احتیاج دارند ولی محصولات تولیدیشان از کیفیت لازم جهت ورود به بازارهای جهانی برخوردار هستند. همچنین این سیستم‌ها به طور سنتی دارای تشکل‌های آب‌بران در سطح مزارع یا روستاها می‌باشند.

با استفاده از RS می‌توان نقشه‌های وضع موجود آبیاری را با دقت بیشتر و زمان کمتر نسبت به برداشت‌های زمینی تهیه نمود. سپس با تلفیق اطلاعات ماهواره‌ای با سیستم اطلاعات جغرافیایی، محدوده تشکل‌های آب‌بران سنتی را مشخص نمود و نسبت به برنامه‌ریزی جهت بهبود سیستم‌های هر یک از تشکل‌ها اقدام نمود.

۴ـ۱۹ـ کنترل فرسایش خاک و کویرزدایی

برخی از تغییرات در لایه‌های فوقانی زمین مانند لایه‌های غیرقابل نفوذ برای آب و بالا آمدن سطح آب در لایه‌های بالایی زمین، موجب تشکیل حالت باتلاقی و یا لایه‌های شور بر روی سطح زمین می‌شود و ادامه آن به تشکیل کویر و اراضی شور منجر می‌گردد. همچنین در اثر از بین رفتن پوشش گیاهی، استفاده بی‌رویه از جنگل‌ها و مراتع و اقدام به شخم در جهت شیب‌ها شرایط مناسب برای فرسایش خاک فراهم می‌شود. با استفاده از تصاویر تکراری ماهواره‌ای، که کویرزائی و فرسایش خاک را به وضوح نشان می‌دهند، امکان شناسایی آنها و جلوگیری از توسعه چنین رویدادهائی فراهم می‌گردد.

۴ـ۲۰ـ بهسازی سیستم‌های آبیاری

مدیریت و نگهداری سازه‌های آبیاری و زهکشی به نظارت مستمر و بهسازی نیاز دارد. تحقیق این هدف مستلزم دسترسی به اطلاعات دقیق و بهنگام شده می‌باشد. داده‌های ماهواره‌ای با قدرت تفکیک بالا به همراه کنترل و بازدید میدانی می‌تواند در تحقق این هدف مؤثر باشد.

وضعیت کانال‌های آبیاری را می‌توان از این روش مورد مطالعه و ارزیابی قرار دارد. دقت این گونه نظارت بین ۸۰ تا ۹۰ درصد می‌باشد ولی همانطوریکه بیان شد در صورتیکه برداشت‌های ماهواره‌ای با مشاهدات میدانی همگام شود میزان دقت افزایش خواهد یافت.

۴ـ۲۱ـ برنامه‌ریزی مدیریت منابع آب

مدیریت آب سابقاً از برنامه‌ریزی جامع محروم بود. در زمان ریزش باران و برف شدید مسائلی بروز می‌نماید که نتیجتاً منجر به سیلاب و بهمن می‌گردد. این پدیده یکی از مواردی است که باید در برنامه‌ریزی جامع مورد توجه قرار گیرد. از سوی دیگر کیفیت آب، مدیریت کمیت، همچنین مدیریت و سرپرستی آب بندها، شبکه‌های آبیاری و زهکشی و شبکه‌های فاضلاب به صورت سنتی در میان یک سری سازمان‌های دولتی پخش شده است و هزینه‌های جاری سیاست‌گذاران و مسؤولین دولتی را مجبور به بهبود راندمان ساخته است.

سنجش از دور بدون شک وسیله‌ای مناسب و ارزان برای جمع‌آوری داده‌ها می‌باشد. از آنجا که بشر در طبیعت، جویبارها، رودخانه‌ها، زمین‌های گرفته شده از دریا و افزایش نسبی خشکی دخالت نموده است، ما اینک با ضرورت ارزیابی مجدد مدیریت آب مواجه شده‌ایم. ترکیبی از کنترل از دور و مدل‌ها می‌توانند برای تکنسین‌ها، مسؤولین دولتی و مدیران ابزارهائی را برای برنامه‌ریزی و کنترل راهکار جدید مدیریت فراهم نماید.

۴ـ۲۲ـ تعیین محل احداث سدهای کوچک

می‌توان با شناسایی مناطق مستعد کشاورزی و مطالعه موقعیت‌های مناسب احداث سدهای کوچک و تخمین میزان آب سطحی و زیرزمینی حوزه مورد نظر با استفاده از فنی RS، نسبت به توسعه کشاورزی در مناطق جدید اقدام نمود.

از طرفی احداث سدهای کوچک برای تأمین آب کشاورزی در مناطق کم آب اهمیت به سزایی دارد، با استفاده از فن سنجش از دور شناسایی موقعیت مناسب این سدها از لحاظ توپوگرافی و زمین‌شناسی امکان‌پذیر می‌باشد. همچنین می‌توان با پتانسیل سنجی از میزان آب موجود با استفاده از RS و مطالعه میزان فرسایش خاک (به لحاظ کمترین فرسایش) بهترین محل را برای احداث سد و با کمک از نرم‌افزار GIS فراهم نمود.

۴ـ۲۳ـ برف سنجی

اندازه‌گیری مستقیم گسترش سطح برف از طریق ایستگاه‌های برف سنجی معمولاً بسیار پرهزینه می‌باشد و همچنین به علت حساس بودن این ایستگاه‌ها، هزینه نگهداری و بازرسی آنها بسیار زیاد است. ضمناً از

آنجا که تعداد ایستگاه‌های برف سنجی کم بوده و دارای توزیع و پراکندگی نامناسبی می‌باشند، پتانسیل تولید اطلاعات قابل استفاده‌ای که مرتبط با سطح وسیعی باشند را ندارند. از سوی دیگر در فصول سرد و در مناطق دارای بارش برف زیاد دسترسی به اینگونه ایستگاه‌ها بسیار مشکل می‌باشد.

به منظور یافتن ابزار جدید در جهت رفع مسائل فوق، استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در سال‌های اخیر در سطح جهان متداول گردیده است. با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای می‌توان سطح پیشروی و پسروی برف در حوزه‌های داخلی و مشترک و نیز درجه حرارت سطح برف را با دقت مطلوب تعیین نمود.

۵ـ جمع‌بندی و پیشنهادات

GIS و RS تقریباً در کلیه شاخه‌های مربوط به آبیاری و زهکشی نفوذ کرده است و به طور وسیعی در سراسر دنیا بکار گرفته می‌شود. این دو ابزار امکانات بسیار خوبی را به لحاظ برداشت به موقع داده‌ها و ذخیره و پردازش آنها به وجود آورده‌اند.

برداشت داده‌های زمینی و انجام مطالعات صحرایی بسیار پرهزینه و زمان‌بر می‌باشند. به طوریکه گاهی به دلیل سختی کار یا نبود پشتوانه مالی لازم، چنان فاصله زمانی بین انجام مطالعات و اجرای طرح‌ها ایجاد می‌گردد که دیگر طرح‌ها از توجیه اقتصادی برخوردار نیستند. یا حتی تغییرات به وجود آمده در شرایط طرح لزوم برداشت دوباره اطلاعات را ایجاب می‌نماید. از سوی دیگر اطلاعات به دست آمده معمولاً به صورت پراکنده بوده و به طور یکجا موجود نمی‌باشند. لذا ابزاری کارا برای ذخیره این اطلاعات و پردازش آنها چه به لحاظ آماری و چه به لحاظ پاسخگویی به سئوالات مورد نیاز می‌باشد.

با توسعه کاربرد GIS و RS در آبیاری و زهکشی و با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای هم فاصله زمانی بین مطالعات صحرایی و اجرای طرح‌ها کاهش یافته و هم اطلاعات به صورت یکپارچه در یکجا موجود خواهند بود. همچنین دسترسی به اطلاعات نیز با توجه به قابلیت GIS در پاسخگویی به سئوالات شرطی با سهولت بیشتری انجام خواهد شد.

شایان ذکر است که جا دارد فن سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی به عنوان ابزارهایی برای به انجام رساندن طرح‌های پژوهشی به جای موضوعات اینگونه طرح‌ها مورد استفاده قرار گیرند. در این صورت علاوه بر اینکه استفاده از این دو ابزار توسعه پیدا می‌کند، سرعت به اتمام رسیدن طرح‌های پژوهشی به همراه دقت آنها افزایش پیدا خواهد کرد.

۶ـ منابع و مأخذ

۱- دیانی شادی، محمدی کورش، موسوی‌زاده محمدحسن، کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی در مدیریت بهینه آب مصرفی شبکه‌های آبیاری و زهکشی، ۱۳۸۲، یازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.

۲- کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، فن سنجش از دور در آبیاری و زهکشی، ۱۳۷۸

۳- مجیدیان مجید، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی GIS و کاربردهای آن در کشاورزی

۴- مجیدیان مجید، معرفی پروژه استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در برف‌سنجی و مدیریت منابع آب ایران

۵- وب سایت وزارت جهاد کشاورزی، گروه GIS و RS.

www.agri-jahad.org/rs-gis/index.asp

٦- وب سایت وزارت نیرو. سیستم اطلاعات جغرافیایی و فن سنجش از دور.

http://gis.moe.org.ir/

7. A.K. Chakraborti, V. V. Rao *"Performance evaluation of an irrigation project using satellite Remote Sensing GIS & GPS"*

8. C.H. Tan, A.M. Melesse, S.S. Yeh*, "Remote Sensing and Geographic Information System in Runoff Coefficient Estimation in China Taipei"*

9. FAO, *"GIS Applications and Database Development Within FAO's Land and Water Development Division"*

10. K E Mothi Kumar, T B V M Rao, Jitendra Prasad *"Remote Sensing and GIS for Sustainable Development in Haryana State, India".*

11. M. Todorovic *"A GIS For Irrigation Management"*

12. Marinus G. Bos., Safwat Abdel Dayem., Wim Bastiaanssen, Alain Vidal., Report Ede-Wageningen Expert Consultation Meeting, 2001 "*Remote Sensing for Water Management: The Drainage Component Recommended Actions for Implementation.*

13. Muhammad F. Bari, Kiyoshi Torii, Noor Md. Rahmatullah, *"Role of Remote Sensing Technology on Monitoring Large Irrigation Project in North Bangladesh"*

14. S.K.Bhan, S.K. Saha, L.M. Pande and J. Prasad, *"Use of Remote Sensing and GIS Technology in Sustainable Agricultural Management and Development"*

15. Sh. Munkhtuya, B. Oyuntulkhuur*, "Crop Monitoring for Selenge Basin using RS and GIS"*

16. Shiro OCHI and Shunji *MURAI "Assessment of crop productivity for major river basins in Asia Using GIS and RS data"*

17. Thenkabail, P. S., Gamage, M. S. D. N. and Smakhtin, V. U. IWMI, 2004. *"The Use of Remote Sensing Data for Drought Assessment and Monitoring in Southwest Asia"*

18. Vidal A., 2000, Remote Sensing and Geographic Information Systems in Irrigation and Drainage, ICID

19. W.G.M. BASTIAANSSEN & M.G. BOS, *"Irrigation performance indicators based on remotely sensed data: a review of literature"*

کارگاه آموزشی کاربرد RS و GIS در آبیاری و زهکشی
۱۲ آذر ماه ۱۳۸۳

مروری بر ماهواره‌ها و سنجنده‌ها در سنجش از دور

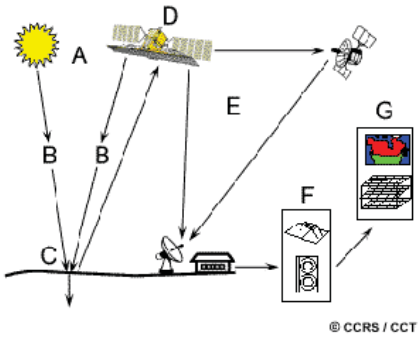
محمد عزیز محمدی[۱]، محمد سعادت سرشت[۲]

چکیده

مقاله حاضر بحثی است مقدماتی در موضوع انواع سکوهای ماهواره‌ای و سنجنده‌های بکار رفته در آنها در سنجش از دور که همراه با جزئیات مربوطه ارایه می‌شود.

۱- مقدمه: فرآیند سنجش از دور

سنجش از دور علم و هنر اخذ اطلاعات از سطح زمین بدون تماس مستقیم با آن از طریق سنجش و ذخیره انرژی منعکس یا ساتع شده بوده تا پردازش و تحلیل شده و مورد استفاده قرار گیرد. مطابق شکل ۱ سنجش از دور فرآیندی است که از هفت عنصر تشکیل شده است [۱]:



منبع انرژی روشنایی (A)
تابش و اتمسفر (B)
برخورد با شئ (C)
ذخیره انرژی بوسیله سنجنده (D)
انتقال، پذیرش و پردازش اولیه تصویر(E)
تفسیر و تحلیل تصویر (F)
استفاده در کاربری موردنظر (G)

شکل ۱: فرآیند هفت مرحله‌ای سنجش از دور

۱- عضو هیأت مدیره مؤسسه مطالعات توسعه پایدار و کارشناس ارشد سنجش از دور از دانشگاه خواجه نصیر
۲- مشاور فنی در موسسه مطالعات توسعه پایدار و محقق دوره دکتری فتوگرامتری در دانشگاه تهران

این هفت عنصر موضوع بحث سنجش از دور می‌باشد که در این مقاله تنها عنصر (D) یعنی سکوهای ماهواره‌ای و سنجنده‌های تعبیه‌شده در آنها مورد بحث و بررسی قرار خواهد گرفت.

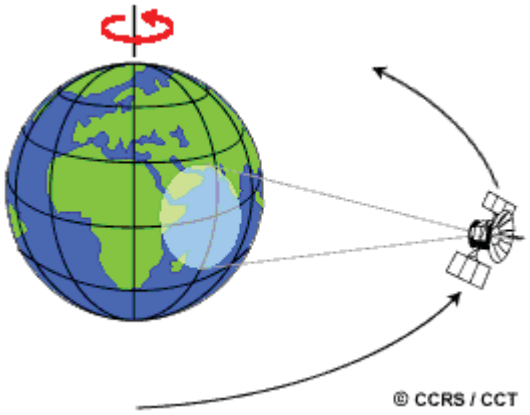
۲- انواع سکوها

جهت تصویربرداری با سنجنده از سطح یک شئ، سنجنده را باید بر روی یک سکو در فاصله مناسب از شئ قرار داد. این سکو در سنجش از دور میتواند روی سطح زمین، در جو زمین روی هواپیما یا بالن و در خارج از جو زمین در فضا روی ماهواره یا فضاپیما قرار گیرد. سکوهای زمینی برای جمع آوری اطلاعاتی جهت کالیبراسیون تصاویر هوایی یا فضایی بکار میروند. سکوهای هوایی عبارتند از نردبان، داربست، ساختمانهای بلند، هلی‌کوپتر و هواپیما که مورد آخری مورد توجه بیشتری است زیرا توسط آن میتوان با سرعت بالایی از هر نقطه از سطح زمین تصویربرداری نمود. سکوهای فضایی شاتلهای فضایی قابل کنترل از سطح زمین یا بطور کلی تر ماهواره‌ها هستند. علاوه بر ماهواره‌های سنجش از دور ماهواره‌های دیگری نظیر مخابراتی و فاصله سنجی (جهت تعیین موقعیت و ناوبری) در فضا قرار دارند. هزینه نقش مهمی را در انتخاب سکوی سنجنده ایفا می‌نماید. اگرچه میتوان در سنجش از دور از سکوهای زمینی و هوایی استفاده نمود اما سکوهای فضایی یا ماهواره‌ها خصوصیات منحصر بفردی را دارند که آنها را در تصویربرداری از سطح زمین از بقیه متمایز می‌سازد.

شکل ۲: سکوی سنجنده زمینی (چپ)، هوایی (وسط) و فضایی (راست)

۳- خصوصیات ماهواره: مدار (Orbit) و نوار (Swath)

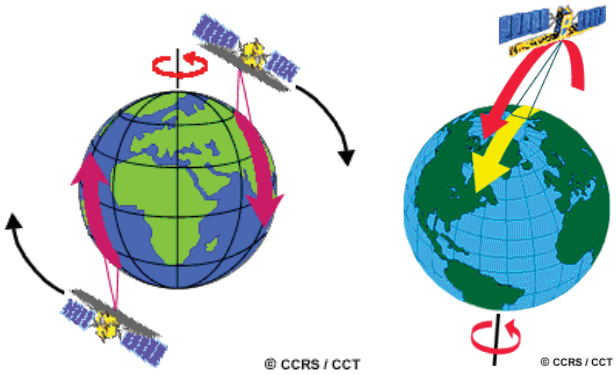
مسیری که ماهواره در فضا می‌پیماید را مدار ماهواره گویند. مدار ماهواره بر اساس نوع، هدف و کارایی سنجنده‌های نصب شده روی آن طراحی می‌شود. ارتفاع ماهواره از سطح زمین (Altitude)، دوران و توجیه آن نسبت به سطح زمین مبین خصوصیات مدار آن است. ماهواره‌هایی که ارتفاع بالایی داشته و همیشه یک بخش ثابت از زمین را می‌نگرند دارای مدارات زمین-ایستا (Geostationary Orbits) هستند. ارتفاع این مدارات حدود ۳۶،۰۰۰ کیلومتر بوده و ماهواره روی آن با سرعت زاویه‌ای یکسان با دوران زمین در فضا حرکت می‌کند که باعث میشود ماهواره همیشه در نقطه ثابتی نسبت به سطح زمین قرار گیرد. ماهواره‌های هواشناسی و مخابراتی عموما از این نوعند که قادرند بواسطه ارتفاع زیاد یک نیمکره کامل از سطح زمین را مانیتور نمایند.



شکل ۳: ماهواره‌های هواشناسی و مخابراتی زمین-ایستا

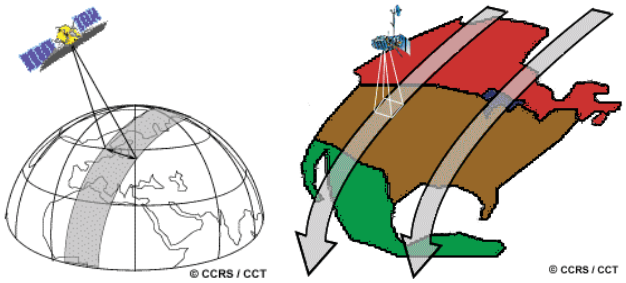
بسیاری از سکوهای سنجش از دور مداری شمالی-جنوبی دارند که با وجود حرکت دورانی زمین امکان مشاهده قسمت اعظمی از سطح زمین را فراهم می‌آورند. به این ماهواره‌ها، ماهواره‌های با مدارات نزدیک قطبی (Near-Polar Orbits) گویند که عموما خورشید آهنگ (Sun-Synchronous) نیز میباشند یعنی همیشه از روی هر منطقه از سطح زمین در یک زمان ثابت عبور می‌کنند. این امر باعث می‌شود که شرایط روشنایی در روزهای متوالی یا روزهای مشخصی از سالهای متوالی یکسان بوده که امکان ردیابی تغییرات بین تصاویر را با دقت بهتری میسر می‌سازد.

ماهواره‌های نزدیک قطبی خورشید آهنگ دائماً بین قطب شمال و جنوب در نوسان هستند. مسیر شمال به جنوب را مسیر فرود (Descending Pass) و مسیر جنوب به شمال را مسیر صعود (Ascending Pass) گویند. مسیر فرود همیشه در روز و مسیر صعود در شب طی میشود بنابراین سنجنده‌های غیرفعال (Passive) که منبع انرژی آنها نور خورشید است عموما در مسیر فرود تصویربرداری می‌نمایند. سنجنده‌های فعال (Active) راداری و سنجنده‌های غیرفعال حرارتی در هر دو مسیر میتوانند تصویربرداری نمایند.



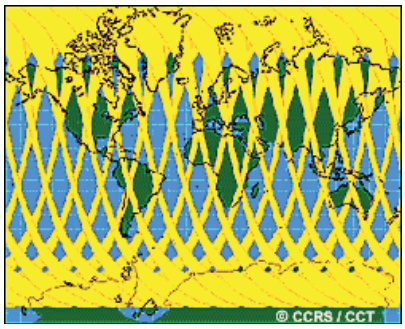
شکل ۴: ماهواره‌های نزدیک قطبی (راست) و مسیر صعود و فرود آنها

هنگامیکه ماهواره در مسیر خود حرکت میکند زمین نیز بدور خود میچرخد. این امر باعث میشود که ماهواره در هر گذر خود نواری جدید از سطح زمین را جاروب نماید. پهنای این نوار بین ۱۰ ها تا ۱۰۰ ها کیلومتر از قطب به قطب متغیر است.



شکل ۵: جاروب نوارهای متوالی از سطح زمین در گذرهای مختلف

مسیر ماهواره روی سطح زمین یک مسیر تکراری و پریودیک است. زمان لازم برای یک مسیر کامل در ماهواره‌های مختلف متفاوت است. این دوره زمانی که آنرا دوره بازدید (Revisit Period) مینامند پارامتری مهم در کاربردهای مختلف مانند مانیتورینگ گسترش سیل یا آتشسوزی جهت تصویربرداریهای منظم و دوره‌ای میباشد. ماهواره‌هایی که میتوانند سنجنده‌خود را بصورت مایل درآورند دارای دوره بازدید کوتاهتری از ماهواره‌های با دید قائم هستند. نکته دیگر اینکه دوره بازدید در قطبین بواسطه پوشش بیشتر نوارهای متوالی کوتاهتر است.



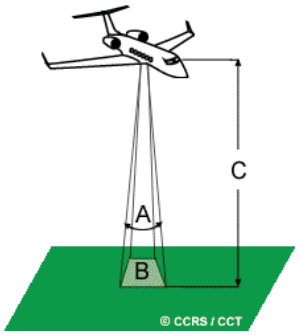
شکل ۶: پهنای نوارهای گذرهای متوالی و پوشش آنها برای یک ماهواره نزدیک قطبی

۴- قدرت تفکیک سنجنده‌ها

۴-۱- قدرت تفکیک مکانی (Spatial Resolution)، ابعاد پیکسل و مقیاس

فاصله بین سنجنده و شی مورد تصویربرداری نقش مهمی را در کسب جزئیات اطلاعات موردنیاز از شئ بازی می‌نماید. اگرچه سنجنده در فاصله دورتر پوشش وسیعتری دارد اما قدرت تفکیک مکانی آن که مبین توانایی تشخیص کوچکترین شئ در تصویر است کمتر میباشد. قدرت تفکیک در سنجنده‌های غیرفعال به

میدان دید لحظه‌ای (Instantaneous Field Of View – IFOV) آن بستگی داشته که برابر زاویه A در شکل ۷ می‌باشد. اگر ابعاد عارضه از مساحت B که عموماً در حد ابعاد پیکسل در تصویر است کمتر باشد امکان تشخیص آن در تصویر وجود ندارد مگر اینکه اختلاف رنگی یا کنتراست آن با زمینه زیاد باشد.



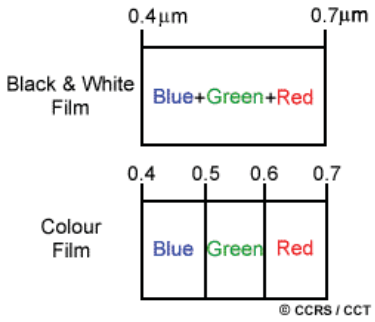
شکل ۷: میدان دید لحظه‌ای سنجنده یا قدرت تفکیک مکانی

تصاویر با جزئیات اطلاعاتی بالا که بزرگ مقیاسند را Fine or High Resolution و تصاویر با قدرت تفکیک پایین که کوچک مقیاسند را Coarse or Low Resolution مینامند.

۲-۴- قدرت تفکیک طیفی (Spectral Resolution)

قدرت تفکیک طیفی به توانایی یک سنجنده برای تعریف گامهای طول موج یا میزان پهنای هر باند طیفی اطلاق می‌شود. طول موجهای با پهنای باند کمتر، قدرت تفکیک طیفی بالاتری را بدست میدهد که منجر به تعداد لایه‌های طیفی بیشتری می‌گردد. قدرت تفکیک طیفی در کاربردهای مختلف اهمیت بالایی در تشخیص و تفکیک اتوماتیک عوارض بازی می‌نماید. برای مثال اگرچه آب و خاک در محدوده طیفی مرئی بخوبی قابل تشخیص‌اند اما تفکیک انواع سنگها در این محدوده میسر نبوده و آشکارسازی تغییرات طیفی جزئی آنها نیازمند بکارگیری سنجنده‌های با قدرت تفکیک بالا می‌باشد.

فیلمهای سیاه وسفید کمترین قدرت تفکیک طیفی را دارا بوده و فیلمهای رنگی قدرت تفکیک طیفی بالاتری را دارند زیرا میتوانند طیفهای قرمز، سبز و آبی را از هم تفکیک نمایند. سنجنده‌های چندطیفی (Multispectral) قدرت تفکیک بیشتری در حد ۱۰ باند طیفی و سنجنده‌های فوق طیفی (Hyperspectral) قدرت تفکیک طیفی در حد ۱۰۰ باند طیفی را دارا هستند.



شکل ۸: قدرت تفکیک طیفی

۴-۳- قدرت تفکیک رادیومتریک (Radiometric Resolution)

قدرت تفکیک رادیو متریک سنجنده به میزان توانایی آن در تمییز اختلافات کوچک انرژی به هنگام ثبت در تصویر بستگی دارد. هرچه قدرت تفکیک رادیومتریکی سنجنده بیشتر باشد حساسیت آن در ثبت انرژی بالاتر بوده ولذا اطلاعات طیفی دقیقتری در تصویر ثبت می‌شود. بسته به دقت ثبت این اطلاعات به تعداد بیت بیشتری برای هر پیکسل در تصویر رقومی نیاز است. در شکل ۹ میتوان محتوای اطلاعاتی تصویر باینری (۲ بیتی) را با یک تصویر ۸ بیتی (۲۵۶ درجه روشنایی) از یک منطقه مقایسه نمود.

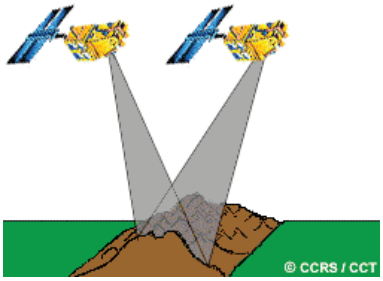
شکل ۹: اهمیت قدرت تفکیک رایومتریکی از طریق مقایسه تصویر ۲ بیتی در مقابل ۸ بیتی

۴-۴- قدرت تفکیک زمانی (Temporal Resolution)

همانطور که ذکر شد طول دوره بازدید ماهواره به حداقل فاصله زمانی بین دو تصویربرداری از یک محل می‌باشد که عموما چندین روز طول میکشد و به آن قدرت تفکیک زمانی گویند. این پارامتر وابسته به ارتفاع سنجنده از سطح زمین، موقعیت منطقه، قابلیت ماهواره/سنجنده و پوشش نوارها باهم دارد. پارامتر زمان در تصویربرداری در حالات زیر اهمیت زیادی پیدا میکند:

- تعدد ابرهای پایدار بخصوص در نواحی گرمسیری که دید سطح زمین را مختل نمایند
- پدیده‌های زودگذر مانند سیل

- مقایسه‌های یک پدیده در زمانهای مختلف مانند بررسی گسترش جنگل حادثه دیده در چند سال متوالی
- تغییر ظاهری یک عارضه در طول زمان امکان تشخیص آنرا از عوارض مشابه میسر میکند مانند تفکیک گندم و ذرت



شکل ۱۰: تغییر دوران سنجنده در دو گذر متوالی جهت کاهش قدرت تفکیک زمانی

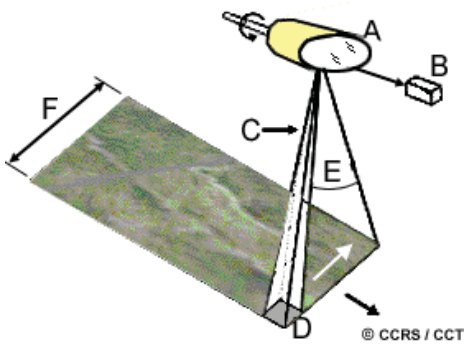
۵- انواع سنجنده‌ها

۵-۱- دوربینها و عکسهای هوایی

ساده‌ترین و قدیمیترین سیستهای سنجش از دورند که فتوگرامتری هوایی به آن میپردازد. در این سیستمها تصویر در یک لحظه در فریم دوربین ثبت و ذخیره می‌شود (Framing System).

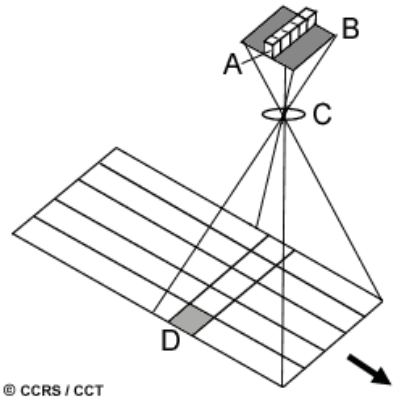
۵-۲- اسکنرهای چندطیفی

اسکنرهای چندطیفی (MultiSpectral Scanners – MSS) بطور یکجا به تصویربرداری نمیپردازند بلکه آرایه‌ای خطی از آشکارسازها (Detectors) که سنجنده را تشکیل میدهد همانند یک اسکنر طول و یا عرض نوار را جاروب کرده و تصویر را تشکیل میدهد. دو نوع کلی از اسکنرها موجود است: اسکنرهای جلونگر (Along-Track) و پهلونگر (Across-Track). در اسکنرهای پهلونگر هر خط از عرض باند توسط یک آینه دوار A جاروب شده و با حرکت رو به جلو اسکنر خطوط مختلف اسکن میشود. عنصر B آشکارساز، C زاویه IFOV مبین قدرت تفکیک مکانی D و E زاویه میدان دید (۹۰ تا ۱۲۰ درجه در هواپیما و ۱۰ تا ۲۰ درجه در ماهواره) می‌باشد که پهنای باند F را بدست میدهد (شکل ۱۱).



شکل ۱۱: اسکنر چندطیفی پهلونگر

اسکنرهای چندطیفی جلونگر یا Pushbroom پایداری هندسی بالاتری در جهت عرض باند دارد زیرا بجای استفاده از آینه دوار، طول آشکارساز خطی بحدی افزایش یافته است که پهنای باند را پوشش میدهد.



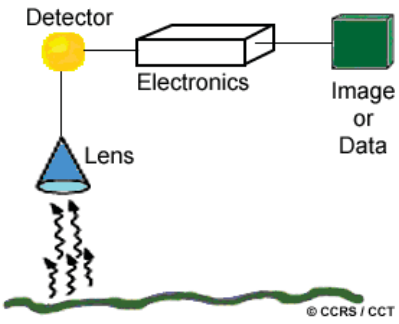
شکل ۱۲: اسکنرهای چندطیفی جلونگر

سیستمهای MSS در مقایسه با سیستمهای هوایی علاوه بر محدوده طیفی مرئی و مادون قرمز توانایی تصویربرداری حرارتی را نیز داراست. همچنین قدرت تفکیک طیفی بالاتری را نیز دارا هستند و برخلاف سیستمهای هوایی که به تعداد طیفها از دوربینهای مستقل استفاده میکنند، تنها یک سیستم اپتیکی را بکار میگیرند. در آخر اینکه MSS برخلاف دوربینهای معمول هوایی رقومی بوده که ثبت و ارسال تصویر را آسانتر مینماید.

۳-۵- تصویربرداری حرارتی (Thermal Imaging)

بسیاری از سیستمهای سنجش از دور در محدوده طیفی نور مرئی و مادون قرمز انعکاسی کار میکنند. اما سنجش محدوده طیفی مادون قرمز حرارتی (طول موج بین ۳ تا ۱۵ میکرومتر Thermal Infra Red TIR)

متفاوت میباشد. سنجنده‌های حرارتی دارای آشکارسازهای حساس به فوتونها (بسته‌های انرژی) هستند که در دمای نزدیک صفر مطلق آنها را دریافت میکنند.



شکل ۱۳: سنجنده‌های حرارتی

تصاویر حرارتی عموماً توسط اسکنرهای پهلونگر اخذ میشوند و دارای یک یا چند مرجع دمای درونی برای مقایسه با تشعشع حرارتی اخذشده میباشند که توسط آنها دمای مطلق سطح زمین از طریق مدلهای مربوطه تا دقت ۰/۱ درجه سانتیگراد محاسبه میشود. ترموگرام (Thermogram) تصویر حرارتی نسبی است که در آن نواحی روشنتر گرمتر است.

شکل ۱۴: نمونه‌ای از یک تصویر ترموگرام

بخاطر طول موج نسبتا بلند TIR پراکنش جوی حداقل بوده اما بخاطر پدیده جذب جوی دو محدوده ۳-۵ و ۸-۱۴ میکرونی آن عملاً قابل استفاده است. چون با افزایش انرژی، طول موج افزایش می‌یابد میزان IFOV یا قدرت تفکیک مکانی این تصاویر بالاتر از طیفهای دیگر است. تصاویر حرارتی را میتوان در طول روز یا شب دریافت کرد و در کاربردهایی نظیر شناسایی نظامی، مدیریت حوادث (آتش سوزی جنگل) و مانیتورینگ هدررفتن حرارتی استفاده نمود.

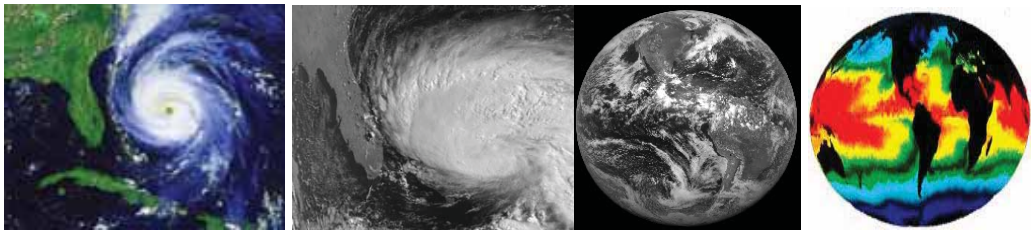
۵-۴- سنجنده‌های دیگر

علاوه بر موارد فوق انواع دیگری از سنجنده‌ها که تنوع آنها روز به روز افزایش می‌یابد در سنجش از دور بکار گرفته می‌شوند. ویدئو (Video) ها اگرچه قدرت تفکیک مکانی کمتری دارند اما میتوانند برای مقاصد مختلف بخصوص روی هلی‌کوپترها بکار گرفته شوند. سنجنده FLIR (Forward Looking IR) سنجنده‌ای حرارتی است که بصورت پهلونگر در روی هواپیما یا هلی‌کوپتر به تصویربرداری از سطح زمین میپردازد. سنجنده‌های Lidar، RADAR و Laser Fluorsensor را نیز میتوان تحت عنوان دیگر سنجنده‌های سنجش از دور نام برد.

۶- انواع ماهواره‌ها

۶-۱- ماهواره‌های هواشناسی (Weather Satellites)

هواشناسی و پیش‌بینی آب و هوا از اولین کاربردهای غیرنظامی (Civil Applications) سنجش از دور بوده است که قدمت آن به TIROS-1 پرتاب شده در سال ۱۹۶۰ در امریکا می‌باشد. در سال ۱۹۶۶ NASA ماهواره ATS-1 را که مداری نزدیک قطبی داشت به فضا پرتاب نمود تا تصاویر نیمکره‌ای (Hemispheric Images) از سطح زمین را برای تعیین پوشش ابری هر نیم ساعت تهیه نماید. امروزه ماهواره‌های هواشناسی متعددی مانند GEOS، NOAA AVHRR، DMSP، GMS و Metosat جهت تعیین شرایط جوی کره زمین، پوشش ابری و رطوبت هوا مشغول بکارند که قدرت تفکیک مکانی آنها مقادیری بالا در حدود کیلوتر است.



شکل ۱۵: از راست به چپ: نقشه دمای سطح آبها، تصویر نیمکره‌ای، تصویری از AVHRR و GEOS

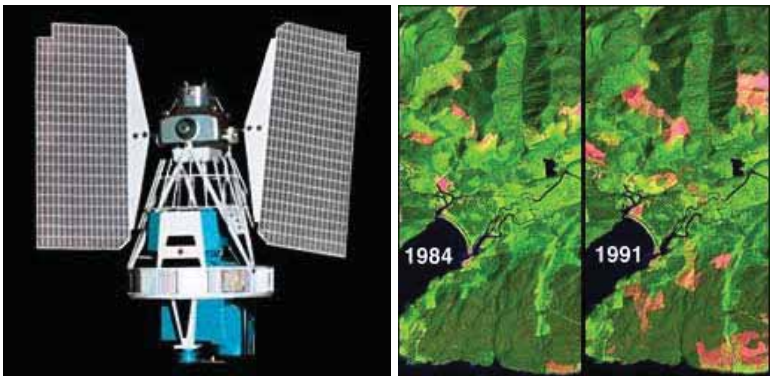
جدول ۱: باندهای طیفی سنجنده AVHRR در ماهواره NOAA

Band	Wavelength Range (mm)	Spatial Resolution	Application
1	0.58 - 0.68 (red)	1.1 km	cloud, snow, and ice monitoring
2	0.725 - 1.1 (near IR)	1.1 km	water, vegetation, and agriculture surveys
3	3.55 -3.93 (mid IR)	1.1 km	sea surface temperature, volcanoes, and forest fire activity
4	10.3 - 11.3 (thermal IR)	1.1 km	sea surface temperature, soil moisture
5	11.5 - 12.5 (thermal IR)	1.1 km	sea surface temperature, soil moisture

۶-۲- ماهواره‌های منابع طبیعی (Land Observation Satellites)

این ماهواره‌ها برخلاف ماهواره‌های هواشناسی که به بالای سطح زمین توجه داشتند برای نقشه‌برداری از جزئیات سطح زمین بهینه‌سازی شده‌اند. ماهواره‌های Landsat، SPOT، IRS، MEIS-II و CASI از پرسابقه‌ترین آنها میباشند که در زیر دو تای اول تشریح میشود.

ماهواره Landsat-1 اولین ماهواره از این دست در سال ۱۹۷۲ توسط NASA به فضا پرتاب شد که تا کنون تا Landsat-7 ادامه داشته است. علت موفقیت این سیستم در پوشش بسیار وسیع ۱۸۰*۱۸۰ کیلومتری هر تصویر آن، قدرت تفکیک مکانی نسبتاً بالای ۱۵ (فعلی) تا ۸۰ (در گذشته) متری آن، توانایی اخذ ۷ باند طیفی آن میباشد. تمامی Landsat ها ماهواره‌های نزدیک قطبی خورشیدآهنگ هستند که در ۷۰۰-۹۰۰ کیلومتری سطح زمین با دوره بازدید ۱۶ روز میباشند. سنجنده‌های بکار رفته شامل MSS، TM و دوربین RBV بودند که هم اکنون سنجنده +ETM با قدرت تفکیک ۱۵ متر در ۷ باند طیفی توانایی ویژه‌ای به این ماهواره بخشیده است.



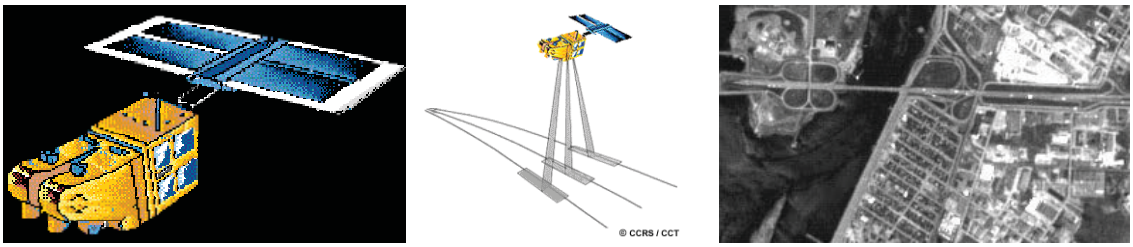
شکل ۱۶: Landsat-1 (چپ) و دوتصویر از آن جهت مانیتور تخریب جنگل (راست)

جدول ۲: باندهای سنجنده +ETM در Landsat-7

Bands	Range (μ) Spectral		Resolution (m)
Panchromatic	0.52-0.90	Visible Green to Near IR	15
Band 1	0.45-0.52	Visible Blue	30
Band 2	0.53-0.61	Visible Green	30
Band 3	0.63-0.69	Visible Red	30
Band 4	0.75-0.90	Near Infrared	30
Band 5	1.55-1.75	Short Wave Infrared	30
Band 7	2.09-2.35	Short Wave Infrared	30
Band 6a	10.4-12.5	Thermal Infrared	60
Band 6b	10.4-12.5	Thermal Infrared	60

ماهواره SPOT-1 توسط فرانسه در سال ۱۹۸۶ به فضا پرتاب شد و SPOT-5 آخرین ماهواره از این گروه است که در سال ۲۰۰۲ آغاز به کار نمود. این ماهواره‌ها دو سنجنده HRV دارند که میتواند در دو حالت Panchromatic (PLA) با قدرت تفکیک بالا ۱۰ متر و حالت Multispectral (MLA) با قدرت

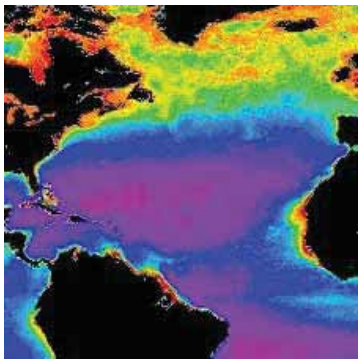
تفکیک مکانی ۲۰ متر کار نماید. ابعاد تصویر ۶۰*۶۰ کیلومتر مربع بوده که با حفظ آن SPOT-5 به قدرت تفکیک ۵ متر دست یافته است. سنجنده SPOT توان اخذ تصاویر با زاویه میل ۲۷ درجه عرضی قابلیت دوره بازدید ۳ روزه به آن داده است که امکان تهیه تصاویر استریو را برای تهیه DEM میسر ساخته است.



شکل ۱۷: از چپ به راست: ماهواره SPOT-1، قابلیت دوران عرضی و نمونه‌ای از تصویر آن

۶-۳- ماهواره‌های منابع آبی (Marine Observation Satellites)

آبها بیش از $\frac{۲}{۳}$ سطح زمین را اشغال کرده‌اند و نقش مهمی در طبیعت زمین ایفا می‌کنند. ماهواره‌های منابع آبی به نقشه‌برداری از جزئیات منابع طبیعی در این محدوده میپردازند. نمونه‌هایی از ماهواره‌های منابع آبی عبارتند از Nimbus، MOS و SeaWiFS . اولین ماهواره Nimbus-7 بود که در سال ۱۹۷۸ جهت استقرار سنجنده CZCS به فضا پرتاب شد. این ماهواره به اندازه‌گیری دما و رنگ اقیانوسها از ارتفاع ۹۵۵ کیلومتری با قدرت تفکیک مکانی ۸۰۰ تا ۱۶۰۰ متر در شش باند طیفی میپردازد. شکل ۱۸ نقشه تمرکز فیتوپلانکتونها را نشان میدهد که با سنجنده CZCS حاصل آمده است.



شکل ۱۸: نقشه تمرکز فیتوپلانکتونها توسط سنجنده CZCS

۶-۴- ماهواره‌های با قدرت تفکیک مکانی بالا (High Resolution Satellites)

این ماهواره‌ها تحول عظیمی در تهیه نقشه های دقیق بروش سنجش از دور ایجاد نمودند و امروزه کم کم خود را جانشین روشهای فتوگرامتری برای تهیه نقشه‌های پوششی متوسط مقیاس نموده‌اند. مهمترین این

ماهواره‌ها IKONOS و QuickBird میباشد که به ترتیب قدرت تفکیک مکانی ۱ متر و ۶۰ سانتیمتر دارند. هزینه این ماهواره‌ها بواسطه جدید بودنشان بسیار گرانتر از ماهواره‌های منابع طبیعی است و مهمترین کاربرد آنها در مناطق پرعارضه مانند مناطق شهری است.

جدول ۳: خصوصیات سنجنده در QuickBird [۲]

QuickBird Characteristics	
Launch Date	October 18, 2001
Launch Vehicle	Boeing Delta II
Launch Location	Vandenberg Air Force Base, California
Orbit Altitude	450 km
Orbit Inclination	97.2 degree, sun-synchronous
Speed	7.1 km/second
Equator Crossing Time	10:30 a.m. (descending node)
Orbit Time	93.5 minutes
Revisit Time	1-3.5 days depending on latitude (30° off-nadir)
Swath Width	16.5 km x 16.5 km at nadir
Metric Accuracy	23-meter horizontal (CE90%)
Digitization	11 bits
Resolution	Pan: 61 cm (nadir) to 72 cm (25° off-nadir) MS: 2.44 m (nadir) to 2.88 m (25° off-nadir)
Image Bands	Pan: 450 - 900 nm Blue: 450 - 520 nm Green: 520 - 600 nm Red: 630 - 690 nm Near IR: 760 - 900 nm

شکل ۱۹: تصویر نیروگاه اتمی بوشهر از QuickBird [۲]

۶- نتیجه‌گیری

سنجش ازدور بعنوان یک صنعت اطلاع رسانی جایگاه خود را در بسیاری از کاربردها باز نموده است. بکارگیری این تکنولوژی نه تنها برنامه‌ریزی را آسانتر و دقیقتر مینماید بلکه از بسیاری اتلاف هزینه‌ها جلوگیری میکند. از لحاظ قدرت تفکیک مکانی در آینده‌ای نه چندان دور این تکنولوژی بتدریج جایگزین فتوگرامتری هوایی خواهد شد و از دیدگاه توان طیفی ماهواره‌های فوق طیفی (Hyperspectral) انقلاب بزرگی را حاصل خواهند نمود. سنجش از دور Microwave نیز شاخه دیگری است که بسرعت در حال رشد بوده زیرا نه تنها محدودیتهای سیستمهای فعلی مانند تصویربرداری در شب، وجود ابر و هوای نامساعد جوی را ندارد بلکه دقت بالایی بخصوص در زمینه استخراج اطلاعات ارتفاعی از خود نشان میدهد.

مراجع

[1] www.ccrs.nrcan.gc.ca
[2] www.digitalglob.com

کارگاه آموزشی کاربرد RS و GIS در آبیاری و زهکشی
۱۲ آذر ماه ۱۳۸۳

طیف الکترومغناطیس و کاربرد آن در سنجش از دور

سعید صادقیان[۱]، مهدی آخوندزاده[۲]

چکیده

لزوم شناخت دقیقتر اشیا وپدیده‌های زمینی ایجاب می‌کند که مطالعه وشناخت دقیقتری روی طیف الکترومغناطیسی و کاربرد آن در سنجش از دور صورت پذیرد. در این مقاله سعی بر آن است تا اصول ومفاهیم اولیه طیف الکترومغناطیس وکاربرد آن در سنجش از دور مورد بررسی قرار گیرد. همچنین نمونه ای از پیشرفتهای اخیر در کاربرد طیف الکترومغناطیس در سنجش از دور وسنجنده‌های فراطیفی (Hyperspectral) مورد بررسی قرار می‌گیرد.

مقدمه

سنجش از دور عبارت است از علم و فن شناسایی و اندازه گیری اشیاء زمینی، بدون تماس مستقیم، به وسیله ثبت پرتوهای الکترومغناطیسی. برای دیدن و تهیه تصویر در محدوده دید چشم انسان وجود نور همچون نور خورشید در روز یا نور مصنوعی در شب (مثل فلاش برای عکسبرداری) الزامی‌است. نور سفید ترکیبی از رنگهای گوناگون با طول موجهای مختلف است. نور روز که اشیای خارج را با آن می‌بینیم در حقیقت ترکیبی از رنگهای مختلف است وآنچنان تعادل یافته اند که هیچ رنگی ندارند و آن را نور سفید می‌نامند. ما اجسام را در اثر نور خودشان (مثل خورشید، ستاره‌ها) یا به علت بازتاب نور از یک منبع نورانی (مثل ماه که در اثر انعکاس نور خورشید دیده می‌شود) می‌بینیم و در مجموع اجسام اطراف خودمان را به طوری که بیان شد در اثر انعکاس نور خورشید یا انعکاس نور مصنوعی مشاهده می‌کنیم. علت اینکه اجسام را رنگی می‌بینیم آن است که وقتی نور سفید به اجسام تابیده می‌شود اجسام بسته به

۱- دکترای فتوگرامتری و رئیس مرکز تحقیقات نقشه برداری کشور RC@ncc.neda.net.ir

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور و پژوهشگر مرکز تحقیقات نقشه برداری

ماهیت اتمها ومولکولهایی که از آن تشکیل شده اند، مقداری از امواج را جذب کرده و بقیه را انعکاس می‌دهند و بسته به طول موج نور منعکس شده ما می‌توانیم اجسام را به همان رنگ ببینیم.
روش صحیح برای توصیف رنگها، استفاده از منحنی‌های طیف- نورسنجی (Spectrophotometric Curve) است. یعنی میزان انعکاس نور از اجسام به باندهایی از طول موج تقسیم شده و در هر قسمت شدت طول موج اندازه گیری می‌شود، یعنی درصد انعکاس در طول موجهای مختلف تعیین می‌گردد.

امواج الکترو مغناطیسی

انرژی تابشی که از خورشید و با سرعتی ثابت (۲۹۹۷۹۳۴۵۸ متر بر ثانیه) انتشار می‌یابد، تشعشعات الکترومغناطیسی نامیده می‌شود و دسته ای از این اشعه که قابل رویت هستند نور خوانده می‌شوند.
امواج الکترومغناطیسی طول موجهای مختلفی از ۰/۳۰ آنگستروم (Angstrom) تا چند صد متر دارند و به شکل طیفی پیوسته هستند و نمی‌توان آنها را با مرزی مشخص و آشکار از هم تفکیک نمود و دامنه طیفی برای امواج شناخته شده، قراردادی بوده و تفاوت کمی‌با هم دارند. مهمترین امواج شناخته شده به تر تیب افزایش طول موج عبارتند از:
اشعه گاما (Gamma Ray)، اشعه ایکس (X-Ray)، اشعه ماورا بنفش(Ultra Violet Ray)، اشعه مرئی(Visible Ray)، اشعه مادون قرمز(Infrared Ray). اشعه مایکروویو (رادار) (Microwave Ray)، اشعه رادیویی(Radio Ray).

طیف الکترومغناطیس

اشعه‌های گاما و ایکس طول موجهای بسیار کوتاهی دارند و بوسیله جو بالا جذب شده و در کارهای سنجش از دور کاربردی ندارند. پس به طور اختصار به تشریح امواج دیگر اکتفا می‌شود.

ماورا بنفش (Ultra Violet)

طول موج این بخش از طیف در فاصله ۰/۴- ۰/۰۰۳ میکرومتر قراردارد. منبع اصلی این اشعه خورشید بوده و ۱۰٪ امواجی که به زمین می‌رسند جز این دسته هستند. لایه فوقانی اتمسفر (Ozonospher) بخش اعظم این امواج را جذب کرده و فقط انرژی مربوط به طول موجهای بلندتر از ۰/۳ میکرومتر یعنی ماوراء بنفش نزدیک، به زمین می‌رسند. بنابراین تنها این بخش از ماوراءبنفش را می‌توان به میزان کمی‌در سنجش از دور استفاده کرد.

نور مرئی (Visible Light)

ناحیه نور مرئی بخشی از طیف است که چشم انسان قادر به رویت آن است و به طور معمول در ناحیه ۰/۷-۰/۴ میکرومتر قرار دارد. اگر چه نور مرئی ناحیه بسیار کوچکی از طیف را در بر می‌گیرد، ولی در طبیعت، بیش از ۵۰٪ انرژی خور شیدی که به سطح زمین می‌رسد مر بوط به همین امواج است. نور مرئی

در اثر تجزیه به رنگهای قرمز، نارنجی، زرد، سبز، آبی، نیلی، و بنفش تقسیم می‌شود. در سنجش از دور برای ساده سازی فقط سه رنگ اصلی آن یعنی آبی، سبز، قرمز مورد توجه است.

مادون قرمز (Infrared)

محدوده این طیف از ۰/۷ میکرومتر تا ۱ میلی متر (۱۰۰۰ میکرومتر) است، البته در عمل تنها طول موجهای ۱۴-۰/۷ میکرومتر در سنجش از دور کاربرد دارند. ناحیه مادون قرمز را به دو طریق، می‌توان تقسیم بندی کرد، یکی بر اساس نزدیکی به نور مرئی که در این حالت انواع زیر را خواهیم داشت :

مادون قرمز نزدیک (Near Infrared) ۱/۳ – ۰/۷ میکرومتر

مادون قرمز میانی (Middle Infrared) ۳-۱/۳ میکرومتر

مادون قرمز دور(Far Infrared) ۳ میکرومتر تا ۱ میلیمتر(۱۰۰۰میکرومتر)

و در یک تقسیم بندی دیگر، بسته به اینکه در کدام قسمت از طیف قرار دارند، انواع زیر قابل تشخیص خواهند بود:

مادون قرمز انعکاسی(Reflective Infrared) ۳-۰/۷ میکرومتر

مادون قرمز حرارتی (Emissive, Thermal Infrared) ۱۵ – ۳ میکرومتر

منبع اصلی تولید انرژی مادون قرمز انعکاسی، خورشید است و ٪۴۰ از انرژی خورشیدی را که به زمین می‌رسد شامل می‌شود. منبع اصلی تولید انرژی مادون قرمز حرارتی گرمای ناشی از تابش خورشید به زمین ویا انرژی زمین گرمایی است. اکثر سنجنده‌ها قابلیت کار در این طول موجها را دارا هستند. این طول موج در کارهای هیدرونرمال، ژئوترمال، تهیه نقشه حرارتی سطح زمین ودریا (LST ,SST) کاربرد دارند.

امواج مایکروویو (Microwave)

این بخش از طیف، بین امواج مادون قرمز و امواج رادیویی قرار دارند و طول موج آنها از ۱ میلیمتر تا یک متر است. این امواج در شرایط بد آب و هوایی نیز قادر به عبور از جو هستند و بجز بخش اولیه، بقیه چندان تحت تاثیر اتمسفر قرار نمی‌گیرند. میزان این امواج در طیف خورشیدی بسیار ناچیز است. یعنی به طور طبیعی بسیار کم هستند، ولی با توجه به اهمیت بسیار زیاد آنها که از قابلیت عالی نفوذ چنین امواجی در ابرها و باران ناشی می‌شود، می‌توان به کمک مولدهایی در سکوها، این امواج را تولید کرده و به زمین فرستاد و بازتابش آنها را ثبت کرد. به این قبیل امواج مصنوعی رادار (Radar) اطلاق می‌شود.

رادار (Radio Detection And Ranging)

طول موجهای بلند مایکروویو و طول موجهای کوتاه رادیویی را امواج راداری می‌گویند. این امواج که غالبا به طور مصنوعی تولید شده ودر سنجش از دور مورد استفاده قرار می‌گیرند، دارای طول موجی از یک سانتیمتر تا یک متر هستند، ولی عملاً امواجی با طول موج ۰/۸۶ تا ۳/۳ سانتیمتر کاربرد بیشتری دارند. این امواج از گذشته تاکنون، در کارهای نظامی‌مورد توجه بوده اند و به وسیله یک فرستنده امواج قوی در فواصل زمانی کوتاه، به صورت ضربانی و در جهت معینی ارسال شده و سپس بازتاب آنها جمع آوری

می‌گردد و چون بسیار قوی هستند تصاویر حاصله قدرت تفکیک بیشتری نسبت به امواج طبیعی مایکروویو دارند (چون امواج طبیعی مایکروویو بسیار ضعیف هستند).

این امواج قدرت نفوذپذیری زیادی در ابر و باران و مه و برگ درختان و پوشش گیاهی دارند و از آنها در بررسی زمین زیر پوشش گیاهان استفاده می‌کنند و حتی در زمین نیز قابلیت نفوذ دارند (بخصوص در طول موجهای بلندتر). بنابراین در زمین شناسی دارای کاربردهای فراوانی هستند. امواج راداری را به باندهای مختلف (P,L,S,CX,K) تقسیم می‌کنند،که از بین آنها باند K با طول موج ۲/۷-۰/۸۳ سانتیمتر و باند X با طول موج ۵/۸-۲/۷ سانتیمتر در سنجش از دور کاربرد بیشتری دارند.

محدوده اپتیکی

محدوده اپتیکی طیف الکترومغناطیسی، حدوداً از ۰/۳ میکرومتر تا یک میلیمتر می‌باشد. ولی اکثر سنجنده‌ها تنها در بخش ۱۵-۰/۳ میکرومتر آن فعالیت دارند. اپتیکی نامیده می‌شوند زیرا که عناصر ساده اپتیکی نظیر، عدسی، آئینه و غیره، برروی آنها تاثیر می‌گذارند، یعنی می‌توانند آنها را متمرکز ویا منعکس کنند.

محدوده اپتیکی شامل بخشهای زیر می‌باشند: ۰/۴-۰/۳ میکرومتر ماوراء بنفش، ۰/۷ – ۰/۴ میکرومتر مرئی، ۱/۳ -۰/۷ میکرومتر مادون قرمز نزدیک، ۳ – ۱/۳ میکرومتر مادون قرمز میانی، ۱۴-۳ میکرومتر (وبیشتر) مادون قرمز حرارتی – دفعی یا حرارتی.

محدوده اپتیکی را می‌توان به دو بخش انعکاسی ودفعی ویا حرارتی نیز تقسیم نمود.

۱- انعکاسی (Reflective)- از آنجا که اکثر پدیده‌های زمین این امواج را منعکس می‌کنند، سنجنده‌ها قادر به ثبت آنها هستند.

۲- دفعی یا حرارتی (Thermalیا Emissive)- به دلیل آنکه در اثر جذب انرژی الکترومغناطیس، دمای اجسام بالا رفته وچنین امواجی را از خود دفع می‌کنند، سنجنده‌ها تشعشعات دفعی اجسام را نیز ثبت می‌کنند.

اثر اتمسفر بر انرژی الکترومغناطیسی

انرژی الکترومغناطیسی در راه رسیدن به پدیده‌های سطح زمین از جو عبور کرده و به علت وجود گازهایی مثل دی اکسید کربن، ازن، بخار آب وهمچنین ذرات مختلف، تحت تاثیر جو قرار می‌گیرند و این تاثیر، از لحاظ چگونگی و میزان تاثیر در طول موجهای مختلف متفاوت است. عمده ترین آثار اتمسفر بر انرژی الکترومغناطیسی، عبارتند از پخش اتمسفری و جذب اتمسفری.

پخش اتمسفری (Atmospheric Scattering)

پخش عبارت است از انتشار نامنظم امواج به وسیله ذرات موجود در جو، و یا عبارت است از (انحراف : جذب و دفع مجدد انرژی الکترومغناطیسی به وسیله جو، هنگام عبور از آن). این پدیده باعث می‌شود که جو از یک طرف انرژی خورشیدی را کاهش دهد و از طرف دیگر خود نوعی منبع انرژی شود.

جذب اتمسفری (Atmospheric Absorption)

قسمتهایی از طیف الکترومغناطیسی به علت وجود بخار آب ودی اکسید کربن وازن دچار پدیده جذب می‌گردند. به طوریکه در بعضی از طول موجهابه طور کامل مانع رسیدن امواج به زمین می‌شوند ولی در بعضی قسمتها امواج به زمین می‌رسند.

محدوده‌هایی از طیف الکترومغناطیسی راکه تحت تاثیر جو واقع نمی‌شوند یا به میزان کمی‌تحت تاثیر قرار می‌گیرند و به میزان قابل ملاحظه ای از آن عبور کرده وبه زمین می‌رسند، روزنه‌های جوی می‌نامند.

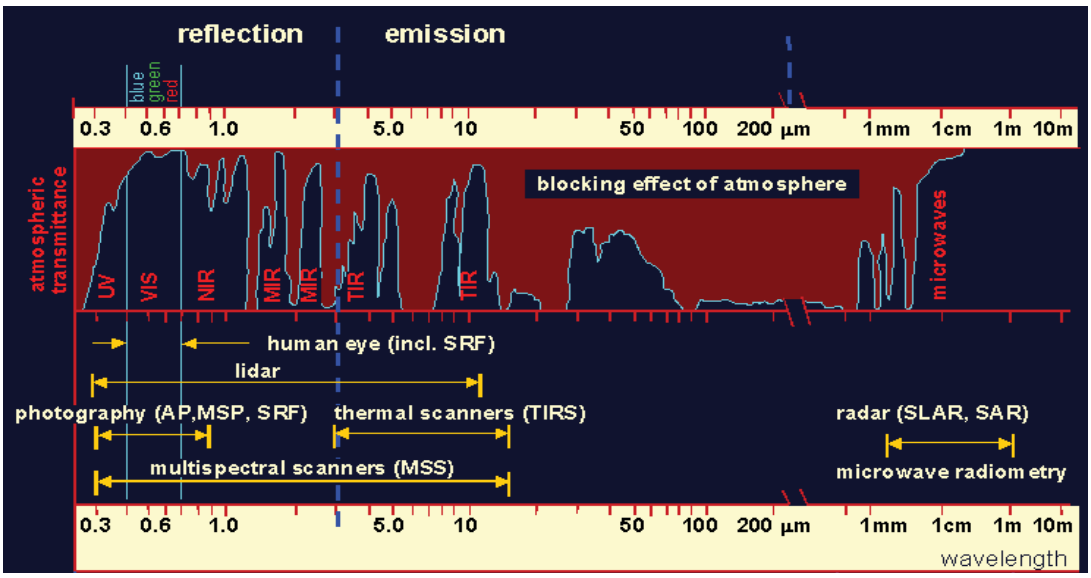
مهمترین روزنه‌های جوی در سنجش از دور عبارتند از :

روزنه جوی محدود بین ۰/۴–۱/۱ میکرومتر در بخش مرئی و مادون قرمز نزدیک

روزنه جوی محدود بین ۳/۵–۵ میکرومتر در بخش مادون قرمز حرارتی

روزنه جوی محدود بین ۸–۱۴ میکرومتر در بخش مادون قرمز حرارتی

در بخش امواج مایکروویو نیز که طول موجهای یک میلی متر تا یک متر دیده می‌شوند، روزنه‌های جوی زیادی وجود دارند، و غیر از بخش اولیه آن، بقیه چندان تحت تاثیر جو قرار نمی‌گیرند.



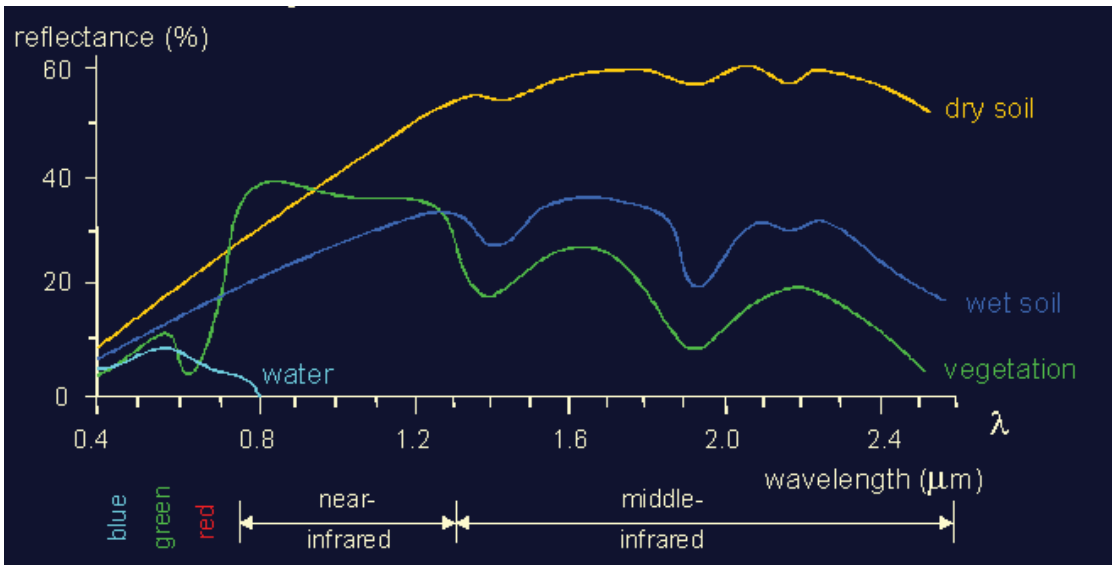
شکل(۱)– طیف الکترومغناطیس و روزنه‌های جوی

خصوصیات انعکاس طیفی پدیده‌های مختلف سطح زمین

بازتاب امواج الکترومغناطیسی، پس از برخورد با پدیده‌های مختلف زمین، به وسیله سنجنده‌هائی که برروی سکوهای مختلف تعبیه شده اند ثبت و سپس مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند، بنابراین ضروری است که خصوصیات بازتابش پدیده‌های عمده سطح زمین شناخته شوند. برای ثبت رفتار طیفی پدیده‌های مختلف یکسری اندازه گیریهای زمینی نیز برای بررسی نتایج ثبت شده در سنجنده نیز انجام می‌گیرد.

شکل (۲)- ثبت رفتار طیفی پوشش گیاهی

امواج الکترومغناطیسی به هنگام برخورد با پدیده‌های سطح زمین ممکن است دچار سه حالت انعکاس، جذب یا عبور شوند. نسبت انرژی منعکس شده، جذب شده و عبور یافته در مورد پدیده‌های مختلف، برای یک طول موج تفاوت داشته وبستگی به نوع ماده و شرایط و وضعیت آنها دارد. این اختلافات، شناخت پدیده‌های مختلف را برروی تصویر، میسر می‌سازد. همچنین باید توجه داشت که نسبت انرژی در سه حالت یاد شده برای یک پدیده معین نیز در طول موجهای مختلف فرق می‌کند. بنابراین وقتی که شناخت دو پدیده در یک محدوده طیفی، به دلیل تشابه نسبت حالتهای سه گانه فوق، میسر نباشد ممکن است که در محدوده طیفی دیگر کاملا متفاوت بوده و تفکیک و شناخت آنها از یکدیگر را میسر سازد. در شکل زیر وضعیت انعکاسی سه پدیده آب، خاک وگیاه را مشاهده می‌کنید.



شکل(۳) – وضعیت انعکاس طیفی آب، خاک (مرطوب وخشک) و گیاه

با مشاهده این شکل و مقایسه انعکاس طیفی آب، خاک و گیاه می‌توان موارد زیر را نتیجه گرفت:

الف- واکنش طیفی پدیده‌های مختلف در مقایسه با هم، وهریک از آنها در طول موجهای مختلف، تفاوت دارد.

ب- در محدوده طیف مرئی، انعکاسهای آب، گیاه وخاک نزدیک به هم هستند.

ج- در محدوده مادون قرمز نزدیک، آب انعکاسی ندارد، بنابراین آب براحتی در چنین تصاویری از دیگر پدیده‌ها تفکیک می‌شود.

د- انعکاسهای گیاه وخاک، در دو ناحیه مادون قرمز میانی ونزدیک، بر عکس هم هستند.

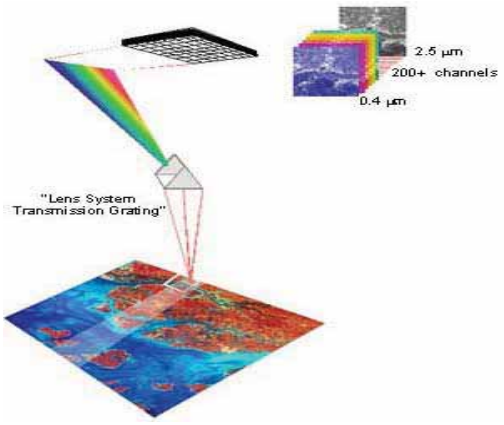
با توجه به نکات فوق اهمیت و لزوم تصویربرداری به شکل چند باندی، برای شناخت وتفکیک هرچه بهتر و دقیق تر پدیده‌های مختلف روشن می‌گردد و به همین دلیل است که همواره برای افزایش قدرت تفکیک طیفی و ایجاد باندهای طیفی گوناگون و مناسب با پدیده‌های مختلف و هدفهای از پیش تعیین شده تلاش می‌شود.

تصویربرداری فراطیفی (Hyperspectral Imaging)

سنجش از دور فراطیفی (Hyperspectral Remote Sensing) یا تصویربرداری طیف‌نگاری (Imaging Spectrometry) جمع آوری، بکارگیری وتحلیل داده‌های سنجنده‌هایی است که از میان قدرت تفکیکهای مکانی (به تعبیری کوچکترین شیء قابل تفکیک روی زمین)، طیفی (توانایی ثبت یک ناحیه تاحد ممکن باریک از طیف الکترومغناطیس بازتابیده شده از سطح)، رادیومتریکی (توانایی ثبت پرتوهای دریافت شده در یک گستره بزرگ عددی) و زمانی (مدت زمان بین دو تصویربرداری متوالی از یک منطقه) تاکید بیشتری روی قدرت تفکیک طیفی دارند.

همانطور که قبلاً گفته شد، هرماده یا شیء زمینی با توجه به ویژگیهای درونی وبیرونی اش مانند دما، انرژی، رنگ وبافت، عکس العمل بازتابی متفاوتی نسبت به نواحی مختلف طیف الکترومغناطیسی از خود نشان می‌دهد. اگر سنجنده ای قادر باشد، تمامی‌گستره طیف الکترومغناطیس را با توان تفکیک مناسب طیفی ومکانی ثبت کند، اشیاء زمینی قابل شناسایی وتشخیص خواهند بود. بنابراین سنجش از دور فراطیفی چنین تعریف می‌شود: " فن جمع آوری و ثبت همزمان تصاویر، بابیش از صدها باند کم عرض و پیوسته از طیف الکترومغناطیس " . داده‌های تصویری فراطیفی دارای مزایای بیشتری نسبت به داده‌های چند طیفی هستند. از نظر ریاضی، برای بازسازی یک طیف، هرچه فاصله نمونه برداری کوچکتر وتعداد نمونه‌ها بیشتر باشد، دقت بازسازی بهتر خواهد شد. معمولاً سنجنده‌هایی که از ۳ تا ۱۰ باند طیفی داشته باشند، جزو سنجنده‌های چند طیفی (Multi-Spectral)، از ۱۰ تا ۲۵۰ باند را جزو سنجنده‌های فرا طیفی (Hyper-Spectral) وبیش از آن تا مرز ۱۰۰۰ باند را جزو سنجنده‌های ابر طیفی (Ultra-Spectral)، طبقه بندی می‌کنند. گستره طیفی که این سنجنده‌ها ثبت می‌کنند از ناحیه مرئی طیف الکترومغناطیس، حدود

۰/۷-۰/۴ میکرومتر شروع وتا ناحیه مادون قرمز نزدیک، حدود ۲/۵ میکرومتر ادامه می‌یابد. معمولاً پهنای باند این سیستمها حدود ۱۰ نانومتر است. (۲۲۰باند) HYPERION، (۲۲۴باند) AVIRIS، (۲۸۸باند) CASI و (۳۶باند) MODIS نمونه‌هایی از سنجنده‌های فرا طیفی هستند. نمونه‌هایی از کاربردهای این نوع سنجنده‌ها عبارتند از : کشاورزی و برآورد دقیق محصولات، جنگلداری و مطالعه پوششهای گیاهی، مطالعات منابع آب و شناسایی آلودگیها، اکتشاف منابع طبیعی، معدنی، زمین شناسی ونفتی، کاربرهای صلح آمیز از قبیل شناسایی و پاکسازی مناطق جنگی آلوده، کاربردهای نظامی‌و شناسایی ادوات استتار شده.



شکل (۴) نحوه تصویربرداری سنجنده‌های Hyper-Spectral

نتیجه‌گیری

هر ماده یا شیء زمینی عکس‌العمل بازتابی متفاوتی نسبت به نواحی مختلف طیف الکترومغناطیسی از خود نشان می‌دهد. اگر سنجنده ای قادر باشد تمامی‌گستره طیف الکترومغناطیس را با توان تفکیک مناسب طیفی ومکانی ثبت کند، اشیاء زمینی، قابل شناسایی وتشخیص خواهند بود. به همین دلیل لازم است تا مطالعه دقیقی روی طیف الکترومغناطیسی وکاربرد نواحی مختلف آن در سنجش از دور انجام پذیرد. لزوم شناخت دقیقتر پدیده‌های زمینی باعث شده تا موازی با پیشرفت در بهبودقدرت تفکیک مکانی سنجنده‌ها پیشرفتهای قابل توجهی نیز در قدرت تفکیک طیفی سنجنده‌ها (سنجنده‌های فراطیفی) صورت گیرد.

منابع

- زبیری، محمود (۱۳۷۵) " آشنایی با فن سنجش از دور وکاربرد در منابع طبیعی"، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول، ۳۱۷ صفحه .
- مالمیران، حمید (۱۳۷۹) " اصول و مبانی سنجش از دور و تعبیر و تفسیر تصاویر هوایی و فضایی"، انتشارات سازمان جغرافیایی، چاپ اول، ۳۲۰ صفحه.

- حائز، رضا (۱۳۷۴) " اصول سنجش از دور"، مرکز سنجش از دور ایران، چاپ دوم، ۳۵۰ صفحه.
- سعید همایونی، تحولی شگرف در عرصه فناوری سنجش از دور(تصویر برداری فرا طیفی)، ماهنامه علمی‌و فنی نقشه‌برداری (شماره ۶۴).
- Jan Clevers, Remote Sensing Basics Digital Lecture Wageningen University, Centre of Geo-Information, Environmental Sciences ,CD.

کارگاه آموزشی کاربرد RS و GIS در آبیاری و زهکشی
۱۲ آذر ماه ۱۳۸۳

معرفی برخی از نرم‌افزارهای GIS و RS

سید حسن طباطبائی[۱]

چکیده:

فنون سیستمهای اطلاعات جغرافیائی(GIS) و سنجش از دور(RS)، مجموعه‌ای سازمان یافته از سخت‌افزار، نرم‌افزارهای کامپیوتری، داده‌های مکان مرجع شامل: داده‌های توصیفی و مکانی، افراد متخصص و الگوریتم‌هاست. در این میان نرم‌افزارها یکی از نقش‌های مهم را بر عهده دارند. هدف این مقاله بررسی تعداد محدودی از نرم‌افزارهای رایج در زمینه GIS و RS بوده و راجع به دسته بندی، قابلیتها و کاربرد بعضی از آنها، مختصری بحث شده است. همچنین جزئیات فنی تکنولوژی Web GIS نیز بحث شده و سعی شده که اطلاعات لازم جهت اجرا و انتخاب متدها مشخص شود. در پایان نیز تعدادی از سایتهای مرتبط در زمینه نرم‌افزار و همچنین پایگاههای داده‌های فنون GIS و RS ارائه شده است. مرحله اول در استفاده از نرم‌افزارهای GIS و RS را میتوان ورود داده‌ها نامید. این کار در RS مستقیماً با استفاده از داده‌های دریافت شده از ماهواره و ورود آن به نرم‌افزار تحلیل کننده، صورت می‌گیرد. در GIS ورود داده‌ها نیاز به سخت‌افزار و نرم‌افزارمخصوص مانند دیجیتایزر و میز دیجیت (سخت‌افزار) و نرم‌افزار (مانند: ILLWIS) دارد. با توجه به گران بودن دستگاه دیجیتایزر اخیراً نرم‌افزارهایی بر اساس استفاده از اسکنر به عنوان دیجیتایزر توسعه داده شده اند که از آن میان می‌توان به نرم‌افزار R2V اشاره نمود. مرحله دوم آنالیز داده‌ها و مرحله سوم ارائه نتایج است که معمولاً نرم‌افزار دو مرحله اخیر مشترک است. به طور کلی نرم‌افزارهای GIS و RS را می‌توان به سه دسته کلی تقسیم نمود. دسته اول نرم‌افزارهای GIS (مانند: ...ArcInfo, ArcView, Illwis, GeoMedia)، دسته دوم نرم‌افزارهای RS (مانند: IDRISI) و دسته سوم نرم‌افزارهای مشترک GIS-RS (مانند:ERDAS). همچنین بر اساس نوع

۱- استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

Tel & Fax: 0381 442 4428 email: stabaei@hotmail.com

داده‌های ورودی آنها را می‌توان به سه نوع نرم‌افزارها تقسیم کرد. دسته اول نرم‌افزارهایی بر اساس داده‌های ورودی رستری (Raster base) مانند ArcView، دسته دوم نرم‌افزارهای بر اساس داده‌های ورودی‌برداری (Vector base) و نرم‌افزارهای بر اساس داده‌های ورودی رستری-برداری (Raster-Vector base) مانند GeoMedia می‌باشند. در پایان مقاله تعدادی سایت در زمینه RS و GIS معرفی شده اند که توضیحات مختصری راجع به آنها داده شده است. در بعضی از این سایتها اطلاعات و داده‌های ورودی یافت می‌شوند (مانند www.fao.org). همچنین در بعضی دیگر از سایتها نرم‌افزارهای مورد استفاده در GIS و RS توصیف شده و در معرض فروش قرار گرفته‌اند (مانند: http://www.esri.com/) و نهایتاً بعضی از سایتها به ارائه نتایج به دست آمده از GIS و RS پرداخته اند (مانند: www.wrm.or.ir).

کلمات کلیدی: سیستم اطلاعات جغرافیائی، سنجش از دور، نرم‌افزار، WebGis

۱- سسیستم اطلاعات جغرافیائی و سنجش از دور

۱-۱- تاریخچه مختصری از GIS

تاریخچه GIS[1] به زمان‌های خیلی قبل بر نمی‌گردد. اصطلاح GIS در اواسط سال ۱۹۶۰ میلادی پا به عرصه وجود نهاد. کلاً GIS محصول قوه فکری جغرافیائی نیست و با تحقیق و توسعه GIS از سال ۱۹۶۰ میلادی و با تلاش گروه کوچکی از پیشگامان حرفه ای چند رشته علمی‌شروع شد. هر گروه علاقه داشتند که از تکنولوژی کامپیوتر عصر خود در کاربرد داده‌های جغرافیائی و در موارد خاصی از مدیریت زیست محیطی و برنامه ریزی استفاده نمایند[۱].

اصولاً پنج زمینه کلی زیر به عنوان عناصرکلیدی برای توسعه GIS از دیگر موارد به صورت برجسته تری نمود پیدا می‌کند: ۱- معماری چشم انداز ۲- علوم کامپیوتری ۳- علوم جغرافیا ۴- سنجش از دور ۵- کارتوگرافی. معماران چشم انداز در سال ۱۹۶۰ از اولین دسته دانشمندان زیست محیطی بودند که از روش ادغام لایه‌های نقشه ای جهت انتخاب بهینه مناظر زیبا برای تسهیلات و پروژه‌های مهندسی استفاده نمودند.

سیستم اطلاعات جغرافیائی کانادا (CGIS) اولین سیستم عملیاتی کامل بوده است و کانادا اولین کشوری است که از نام اقتصادی GIS استفاده نمود. در ابتدا CGIS در کانادا جهت آمایش، نمود پیدا کرد و در پروژه‌های تهیه نقشه کاربری اراضی در ارتباط با توسعه مزارع حاشیه ای فعالیت نمود ولی با گذشت زمان کاربردهای GIS فراتر رفت و در بخشهای مختلف جایگاه خاصی به عنوان یک ابزار قدرتمند یافت.

1- Geogeraphical Information System

۱-۲- مقدمه‌ای بر سیستم اطلاعات جغرافیائی (GIS)

وظیفه اصلی یک سیستم اطلاعاتی، نوعی عملیات بر روی داده‌هاست که به کمک آن بتوان سریعتر، دقیق تر و بهینه تر بر روی مسائل مربوط به این داده‌ها تصمیم گیری کرد. این مراحل ازجمع آوری داده، تغییر فرمت و ذخیره سازی آنها آغاز شده و شامل مسائل مدیریت، تجزیه و تحلیل، مدلسازی می‌گردد و ما را در جستجو[1] و تهیه فضای پرسش و پاسخ[2] بر روی حجم بالای اطلاعات و نمایش داده‌های توصیفی در مدت زمان بسیار کوتاه یاری میکند.

۱-۳- تعریف سیستم اطلاعات جغرافیائی (GIS) و اجزا آن

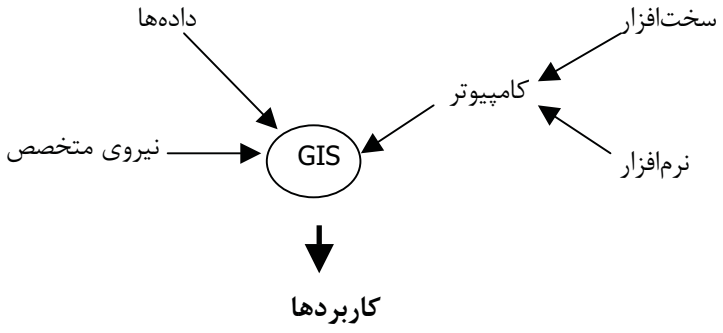
GIS مجموعه‌ای سازمان یافته از سخت‌افزار، نرم‌افزارهای کامپیوتری، داده‌های مکان مرجع شامل: داده‌های توصیفی و مکانی، افراد متخصص و الگوریتم‌ها است که به منظور گردآوری، ذخیره سازی، بهنگام سازی، پردازش، بازیافت، تجزیه و تحلیل و ارائه شکلهای مختلف اطلاعات مکان مرجع، طراحی و ایجاد شده و به بیان مشخصات و ویژگی‌های جغرافیائی داده‌ها می‌پردازد.

سیستم اطلاعات جغرافیائی از سه جزء اصلی تشکیل شده است (شکل ۱) که عبارتند از:

الف) نیروی متخصص: نیروی متخصص وظیفه طراحی وپیاده سازی وهمچنین بهنگام سازی داده‌ها و اطلاعات رابرعهده دارد.

ب) کامپیوتر: کامپیوتر شامل سخت‌افزار ونرم‌افزار مناسب است که جهت ذخیره سازی، بهنگام سازی وتجزیه وتحلیل داده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ج) داده: منظور از داده، داده‌های مکانی و داده‌های توصیفی می‌باشد.



شکل ۱- اجزا یک سیستم اطلاعات جغرافیایی

1- Search
2- Query

۱-۴- نمونه‌ای از داده‌ها

برای روشن تر شدن موضوع نمونه‌ای از داده‌های مربوط به راه آهن که شامل داده‌های مکانی و توصیفی می‌باشند به صورت ذیل ارائه می‌شود. این داده‌ها به صورت لایه‌های اطلاعاتی بر روی هم قرار می‌گیرند (شکل ۲). این داده‌ها عبارتند از(۱۳):

داده‌های مکانی: نظیر کیلومتراژ و موقعیت عوارضی چون ریل، سوزن، ایستگاه، تونل، پل، ترانشه، شیب و فراز، قوس، دیزل، واگن انشعاب برق و تلفن و مخزن سوخت، ساختمانهای اداری و تعمیرات، مسکونی و...

داده‌های توصیفی: عبارتست از مشخصات و توضیحات مربوط به عوارض مکانی نظیر هندسه خطوط، شیب و فراز، ایستگاهها، ریل، تراورس، قطعه، ناحیه، بلاک، بخش، ابنیه فنی (پل، تونل، ترانشه، دیوار حائل و...) و غیره.

شکل ۲- لایه‌های مختلف اطلاعاتی در یک سیستم اطلاعات جغرافیایی

۱-۵- منابع تأ مین‌کننده داده‌های مکانی مورد نیاز

قبل از آنکه اطلاعات جغرافیایی بتوانند وارد محیط GIS شده و مورد استفاده قرار گیرند، می‌بایست این اطلاعات به فرمت و ساختار رقومی‌قابل قبول سیستم GIS، تعدیل شوند. داده‌های مکانی مورد نیاز یک سیستم اطلاعات جغرافیائی می‌تواند از منابع مختلفی از جمله موارد زیر جمع آوری و تأمین شود (شکل ۳):

- اسناد، مدارک و نقشه‌های موجود
- نقشه‌برداری زمینی
- سیستم تعیین موقعیت جهانی (GPS)
- عکسهای هـوائی (تکنیک فتوگرامتری)
- تصاویر ماهـواره ای (سنجش از دور)

شکل ۳- منابع تولیدکننده اطلاعات مورد نیاز یک سیستم GIS

۱-۶- مدلهای داده در GIS

سیستمهای اطلاعاتی جغرافیایی، با دو نوع اصلی از مدلهای داده مکانی، شامل مدل‌برداری (Vector) و مدل رستری (Raster)، کار می‌کنند (شکل ۴).

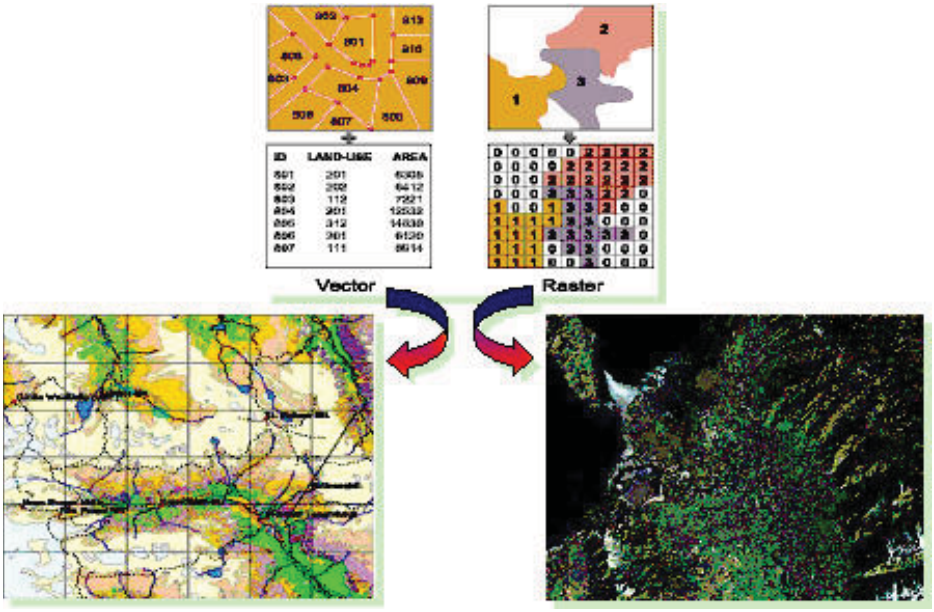
۱-۶-۱- مدل‌برداری

در مدل‌برداری، اطلاعات در قالب نقاط، خطوط و سطوح، کد گذاری شده و به عنوان یک مجموعه از نقاط دارای مختصات، ذخیره می‌شوند. در این مدل، موقعیت یک عارضه نقطه ای از قبیل چاه آب، بوسیله یک جفت مختصات (x,y)، موقعیت یک عارضه خطی از قبیل رودخانه و یا جاده، بوسیله یک رشته از مختصات نقاط مشخص‌کننده عارضه، و موقعیت یک عارضه سطحی از قبیل دریاچه، بوسیله یک حلقه بسته از مختصات نقاط مشخص‌کننده مرز عارضه سطحی، ذخیره می‌شود. مدل‌برداری به صورت وسیع برای توصیف عوارضی از قبیل جاده‌ها، رودخانه‌ها و ... مورد استفاده قرارمی‌گیرد، در حالیکه مدل رستری برای توصیف عوارض پیوسته از قبیل نوع خاک، نوع پوشش گیاهی و ... مناسب می‌باشد.

۱-۶-۲- مدل رستری

در مدل رستری، کوچکترین جزء تشکیل دهنده آن پیکسل (Pixel) می‌باشد. یک تصویر ماهواره ای یا یک نقشه اسکن شده، نمونه‌ای از ارائه اطلاعات در قالب مدل رستی، می‌باشند. استفاده از هر یک از مدلهای

داده‌برداری یا رستری، برای ذخیره سازی و کاربرد اطلاعات جغرافیایی، دارای مزایا و معایبی می‌باشد. امروزه سیستمهای اطلاعات جغرافیایی پیشرفته، با فراهم نمودن امکان ذخیره سازی، نمایش و پردازش هر دو نوع مدل داده‌برداری و رستری، امکان بهره‌برداری از قابلیت‌ها و مزایای استفاده از هر دو نوع مدل داده فوق را فراهم می‌نمایند.



شکل ۴- مدل داده‌های رستری و برداری

۱-۷- مختصری از RS

R-S مخفف Remote Sensing و به معنای سنجش از دور است و به عنوان یک‌تکنیک و تکنولوژی که توسط آن بدون تماس مستقیم، مشخصه‌های یک شیء یا پدیده راتعیین، اندازه‌گیری یا تجزیه و تحلیل می‌کند. منبع اصلی داده‌های سنجش از دور تابش الکترومغناطیس خورشید است که از یک پدیده و شیء زمینی به سوی سنجنده گسیل می‌شود. کاربران با تلفیق نتایج این دو تکنیک (RS, GIS) از قابلیت فوق‌العاده‌ای در تحلیل داده‌های مکانی و فضایی برخوردار خواهند شد.

چشم ما قادر به دیدن پدیده‌ها در باند مرئی طیف الکترومغناطیس می‌باشد.اما هرپدیده علاوه بربراندمرئی دارای بازتابهایی دربراندهای غیرمرئی نیزمی‌باشدکه چشم ماقادر به دیدن آن نیست. مثلاً چشم ما بازتاب پدیده‌ها در محدوده مادون قرمز اشیا را که نشان دهنده وضعیت درجه حرارت آنها می‌باشد نمی‌بیند. اما بر روی ماهواره‌های منابع زمینی(سنجش ازدور) سنجنده‌هایی نصب شده که قادر به دریافت این محدوده ازطیف الکترومغناطیس می‌باشد. بنابر این با دریافت این امواج بصورت دیجیتالی و ذخیره کردن آنها و سپس ارسال آن به ایستگاههای زمینی این فرصت را در اختیار متخصصین علوم مختلف قرار می‌دهد تا پدیده‌های سطح زمین را با دقت بیشتری تفکیک و بررسی کنند. مثلاً گیاهان سالم در محدوده مادون قرمز

نزدیک بازتاب بالایی دارند و آن به بازتاب بالای کلروفیل برمی‌گردد. ولی گیاهان بیمار بازتاب پایینی در این محدوده دارند. بنابراین میتوان این دو نوع گیاه را از هم تفکیک نمود. این علم کاربرد گسترده ای در بسیاری از شاخه‌های علمی مانند کشاورزی، زمین شناسی، منابع طبیعی، الکترونیک و داروسازی و... دارد. در ایران هم مرکزی به نام مرکز سنجش از دور ایران درحال فعالیت می‌باشد.

مزایای کاربرد روش‌های پیشرفته GIS و RS در مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، رشد سریع جمعیت و نیاز روزافزون به تولیدات غذایی، مهمترین مسئله متولیان کشاورزی می‌باشد. محدودیت منابع آب در دسترس، آب را به عنوان یک کالای اقتصادی و با ارزش مطرح نموده است. در برنامه ریزی و مدیریت منابع آب بهره گیری از فن آوری‌های جدید نظیر اخذ و پردازش اطلاعات (از طریق ماهواره) استفاده از نرم‌افزارها و سیستم‌های پشتیبانی تصمیم گیری و سیستم اطلاعات (GIS)، نقش بسزائی در مدیریت منابع آب و خاک و شبکه‌های آبیاری و زهکشی به عهده دارند.

استفاده از داده‌های سنجش از دور ماهواره ای با توجه به خصوصیاتی از قبیل دید وسیع و یکپارچه، استفاده از قسمت‌های مختلف طیف الکترومغناطیسی برای ثبت خصوصیات پدیده‌ها، پوشش تکراری، سرعت انتقال و تنوع اشکال داده‌ها، امکان بکارگیری سخت‌افزارها و نرم‌افزارهای ویژه رایانه ای در سطح دنیا با استقبال زیادی روبرو شده است و به عنوان ابزاری مناسب در ارزیابی، اکتشاف، نظارت، کنترل و مدیریت منابع آب و خاک، جنگل و مرتع، کشاورزی و محیط زیست بکار گرفته شده و به مرور بر دامنه وسعت کاربردی آن افزوده می‌گردد. استفاده از فن سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در شبکه‌های آبیاری و زهکشی می‌تواند به عنوان یک ابزار مناسب در راستای تعیین کاربری اراضی و اراضی تحت پوشش هر کانال، تعیین پلان شبکه آبراهه‌های ساخته شده و سنتی، تعیین پلان شبکه آبراهه‌ها و زهکش‌های طبیعی و رودخانه‌ها، تعیین پلان شبکه راه‌های منطقه و تهیه بانک اطلاعاتی شبکه (Data Base) مورد استفاده قرار گیرد. البته به دلایل زیر، فن آوری سنجش از دور در سیستم آبیاری و زهکشی در ایران تاکنون کمتر استفاده شده است [۱]:

- نامطلوب بودن تصاویر در گذشته.
- تصور ناصحیح از فن سنجش از دور به عنوان یک هدف تا به عنوان یک ابزار.
- مشکل آموزش.
- کمبود آگاهی و اطلاعات در این زمینه.

امید است کاربرد این فنون در ارتقاء مدیریت، بهره‌برداری و عملکرد شبکه‌های آبیاری و زهکشی هر چه زودتر مورد توجه اولیای امور قرار گیرد.

نقش حیاتی منابع آبی در حفظ حیات، رشد و توسعه جوامع بشری تا حدی ملموس و غیر قابل انکار می‌باشد، که امروزه بهره برداری بهینه و حفاظت منابع از آلودگی‌های محیطی، از اهمیت خاصی برخوردار است. روش سنجش از دور که برمبنای میزان جذب و یا انعکاس انرژی الکترومغناطیسی تابیده شده روی سطوح مختلف ابداع گشته است، از جمله ابزاری می باشد که به واسطه سطح پوشش وسیع تصاویر

ماهواره ای، توالی و تکرار تصاویر و سهولت در دسترسی، نقش بسزائی را در بررسی آلودگی و کیفیت آبها، مطالعات آب‌های زیرزمینی، مباحث مربوط به اقیانوس شناسی، شناسایی خاک و تراکم پوشش گیاهی به خود اختصاص داده است [۲ و ۲۶]:

۲- نرم‌افزارهای GIS و RS

نرم‌افزارهای RS و GIS به شدت رو به افزایش است و بیان تعداد آنها نیز در حال حاضر بسیار دشوار است. به عنوان نمونه فقط موسسه ESRI[1] در حدود ۵۳ نرم‌افزار در زمینه GIS تاکنون ارائه داده است. اطلاعات کامل و دقیق تر در این زمینه را می‌توان از سایت این موسسه (http://www.esri.com/about_esri.html) دریافت نمود.

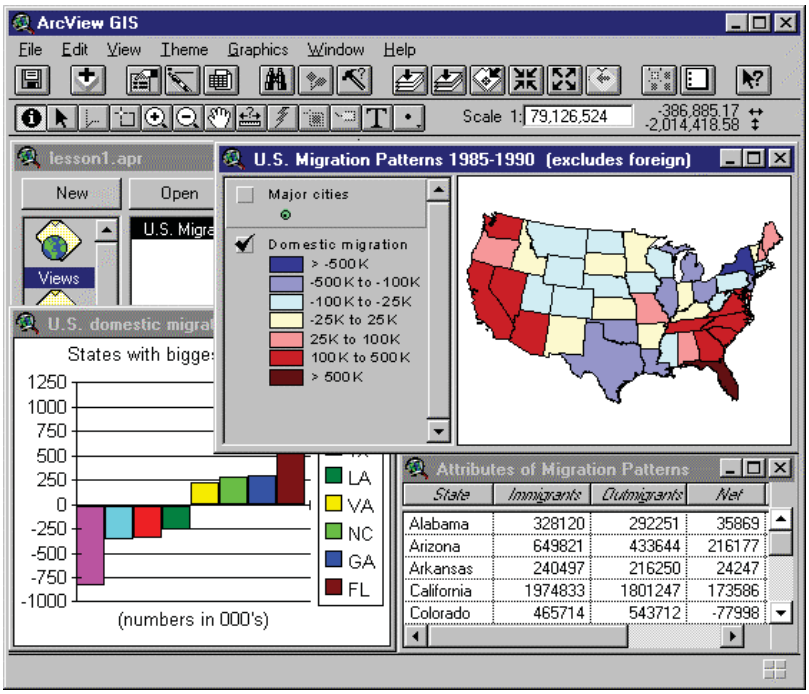
ArcSDE	ArcCAD
ArcView	ArcEditor
ArcView 3.x	ArcExplorer
ArcView Business Analyst	ArcGIS
ArcWeb Services	ArcGIS 3D Analyst
ArcWeb Services Solutions	ArcGIS Add-Ons
ArcWeb Services for Developers	ArcGIS Business Analyst
ArcWeb Services for ArcGIS Users	ArcGIS Data Models
Atlas GIS	ArcGIS Extensions
BusinessMAP 3	ArcGIS Geostatistical Analyst
BusinessMAP Travel Edition	ArcGIS Military Analyst
Data Automation Kit	ArcGIS Publisher
GIS Data ReViewer	ArcGIS Schematics
Job Tracking for ArcGIS	ArcGIS Spatial Analyst
MapObjects—Java Edition	ArcGIS StreetMap
MapObjects—Windows Edition	ArcGIS Survey Analyst
MapObjects LT	ArcGIS Tracking Analyst
Maplex	ArcIMS
MapShop for Homeland Security	ArcInfo
MapShop for Media	ArcLogistics Route
Military Overlay Editor (MOLE)	ArcObjects
MrSID Encoder for ArcGIS	ArcPad
NetEngine	ArcPad Application Builder
PC ARC/INFO	ArcPad StreetMap
Production Line Tool Set (PLTS)	ArcPress for ArcGIS
RouteMAP IMS	ArcReader
	ArcScan for ArcGIS

1 - Environmental sceince research institue (ESRI)

۳- آشنایی با نرم افزار [1] (GIS _ ArcView)

۳-۱- ArcView چیست ؟

ArcView یکی از پرکاربردترین نرم افزار GIS می‌باشد که توسط شرکت ESRI ارائه شده است (شکل ۵). GIS یک پایگاه داده‌هاست که اطلاعات توصیفی را به مکانشان متصل نموده و به کاربر این امکان را میدهد تا اقدام به مشاهده و آنالیز آنها به نحوی مفید و جدید نماید. نسخه جدید آن (ArcView 8.3) که قابل کاربرد در ویندوزهای مختلف (Windows NT 4.0/2000/XP) است مبلغی در حدود ۱۵۰۰ دلار امریکا را شامل می‌شود (ژانویه ۲۰۰۴).



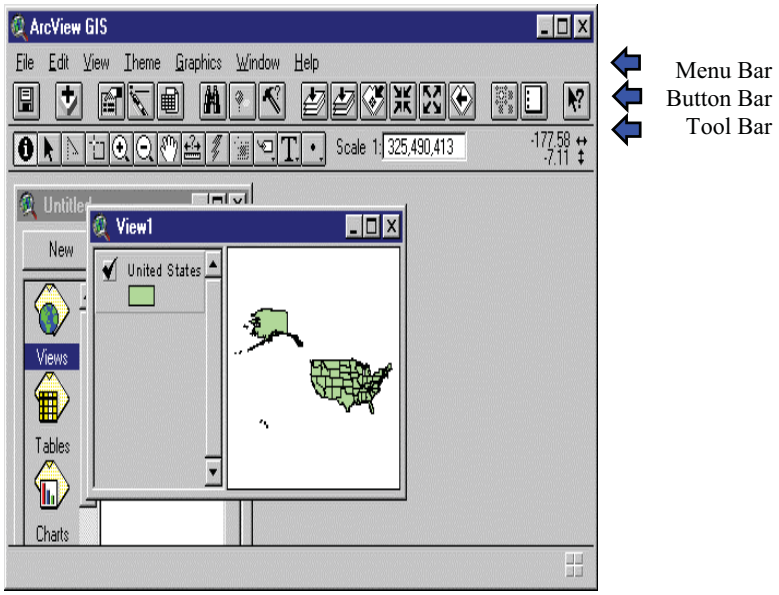
شکل ۵- نمای کلی نرم‌افزار Arcview GIS

۳-۲- رابط کاربر ArcView (GUI)

این GUI[2] شامل یک ردیف در بالا به نام menu bar و یک ردیف پس از آن به نام button bar و در نهایت یک ردیف سوم به نام tool bar است (شکل ۶).

۱- نوشته "م. ارحمی، کارشناس دفترحفاظت و مهندسی رودخانه و سواحل و مهار سیلاب" نقل از سایت (www.iranrivers.com). همچنین اطلاعات آموزشی دیگری در خصوص این نرم افزار اخیرا در سایت www.iranhydrology.com ارائه شده است.

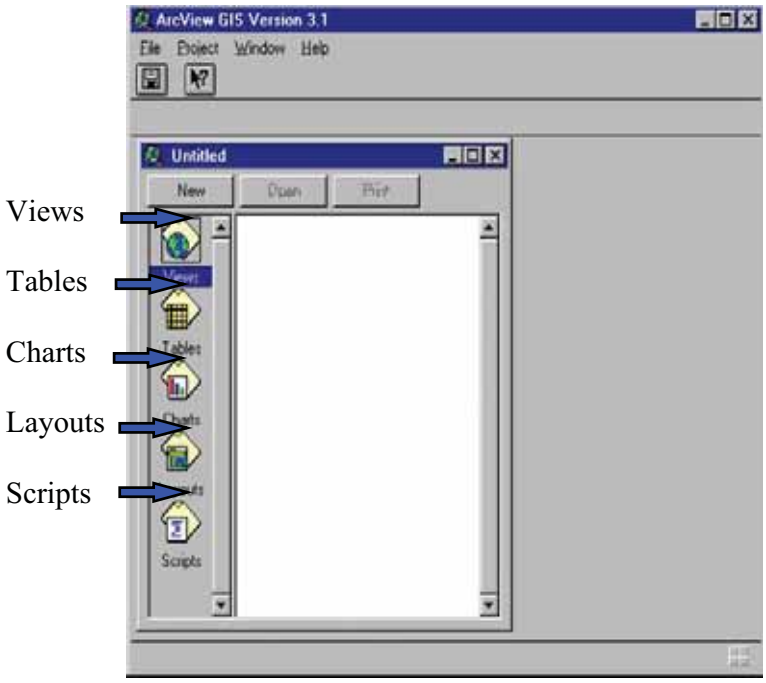
2- Graphic user interface



شکل ۶- نمای کلی نرم‌افزار Arcview GIS

۳-۳- محیط‌های کاری (Document) در ArcView

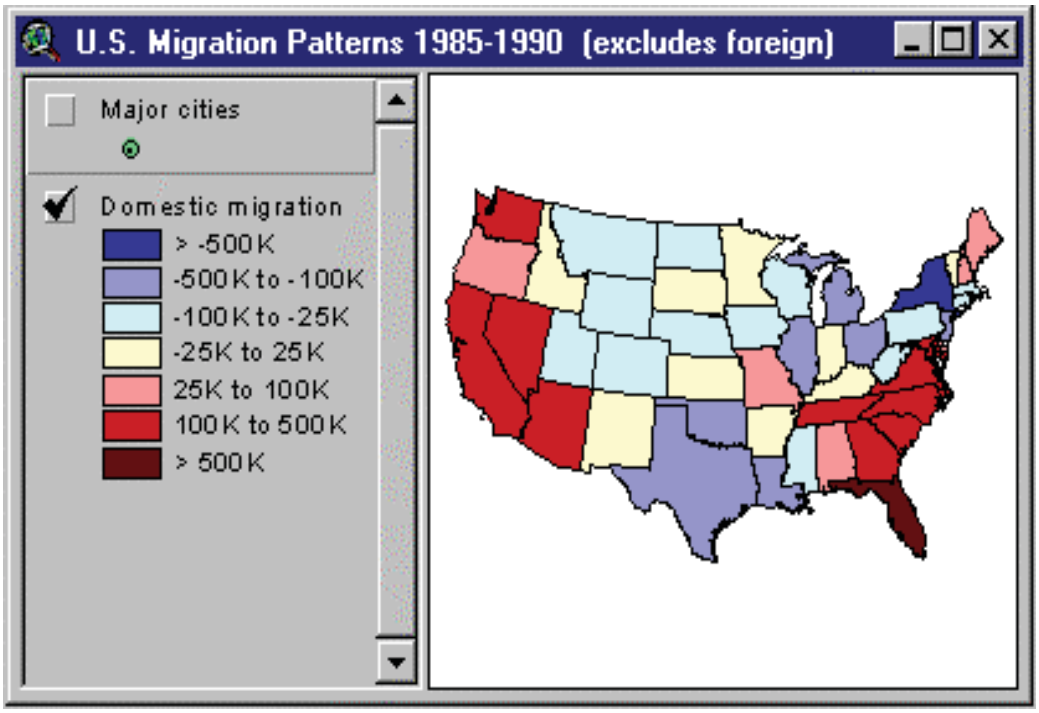
ArcView دارای پنج محیط کاری متفاوت می‌باشد که هر یک عهده دار بخشی از توانایی‌های این نرم افزار هستند (شکل ۷). هر یک از Document های پنج گانه ArcView، GUI منحصر به فرد دارند.



شکل ۷- محیط‌های کاری در نرم‌افزارArcview

۳-۳-۱- محیط Views

این محیط عهده دار نمایش داده‌های جغرافیایی سازماندهی شده در قالب Theme می‌باشد (شکل ۸). هر Theme شامل یک مجموعه ای از Featureهای مرتبط به هم مانند کشورها، شهرها، خیابانها و ... همراه با اطلاعات توصیفی شان می‌باشد . در سمت راست پنجره View نقشه‌های مربوطه ظاهر میشود و در سمت چپ آن یک جدول حاوی فهرست نقشه‌ها، وضعیت روشن و خاموش بودن، وضعیت فعال بودن و نام آن است. در بالای پنجره Views عنوان آن درج شده است.



شکل ۸- محیط View در نرم‌افزارArcview

۳-۳-۲- محیط Tables

این محیط عهده دار نمایش، نگهداری و کار با جداول است و در حقیقت پایگاه داده‌های ArcView محسوب میشود (شکل ۹). جدولهای مختلفی اعم از جدولهای متصل به لایه‌ها، Info Tables، dBASE file و جداول حاصل از خواندن Text file توسط این نرم افزار، قابل پشتیبانی است. جدولهایی که به لایه‌ها متصل می‌باشند Theme attribute table نامیده میشوند. هر record این جدول، بیانگر یکی از اجزا View و هر Field، بیانگر یکی از توصیفات آن است.

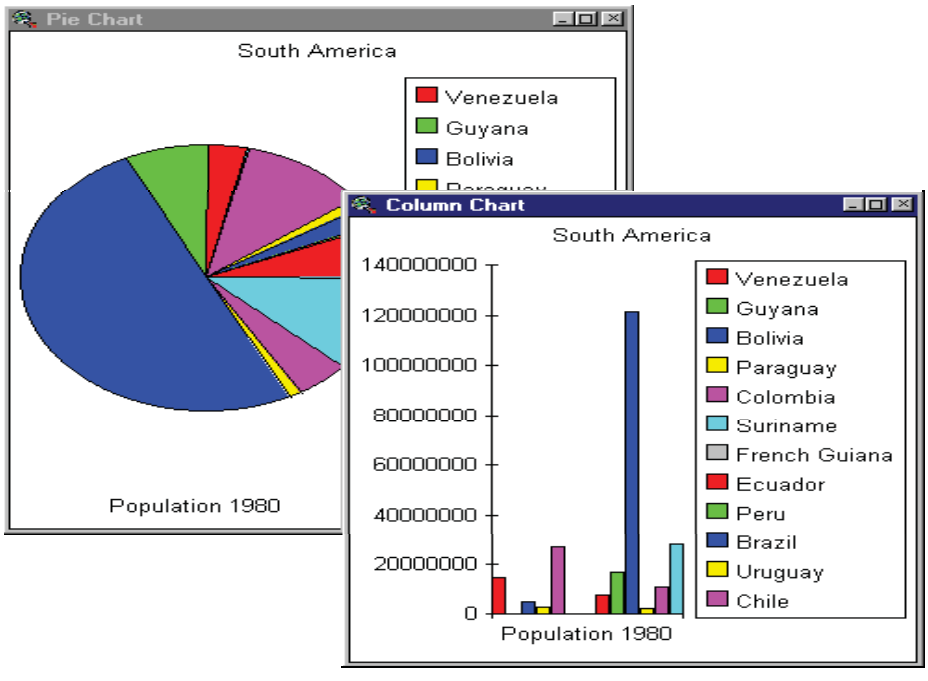
Attributes of South America

Name	Population 1980	Population 1989	Population 2000	P
Suriname	356200	435800	548325	
Guyana	760000	800000	811514	
Uruguay	2914000	3077000	3268363	
Paraguay	3147000	4161000	5698582	
Bolivia	5570000	7110000	9582299	
Ecuador	8123001	10329000	13567094	
Chile	11145000	12980000	15641373	
Venezuela	15024000	19244000	25522094	
Peru	17295010	21142000	26859994	
Colombia	26906000	32335010	40031429	
Argentina	28237010	31883010	36313898	

شکل ۹- محیط Table در نرم‌افزارArcview

۳-۳-۳- محیط Charts

چارتها بصورت فهرست وار و گرافیکی اطلاعات را نمایش میدهند و محیط Charts عهده دار تولید نمودار (Chart) می‌باشد (شکل ۱۰). در ArcView چارت‌ها بصورت کامل به Table و Views متصل است لذا میتوان Field و Recordهای دلخواه را انتخاب نمود و آن را بصورت چارت نمایش داد. لازم بذکر است که با کلیک بر روی نمودار میتوان تمامی‌اطلاعات توصیفی مربوط به آن را دریافت نمود.



شکل ۱۰- محیط Chart در نرم‌افزارArcview

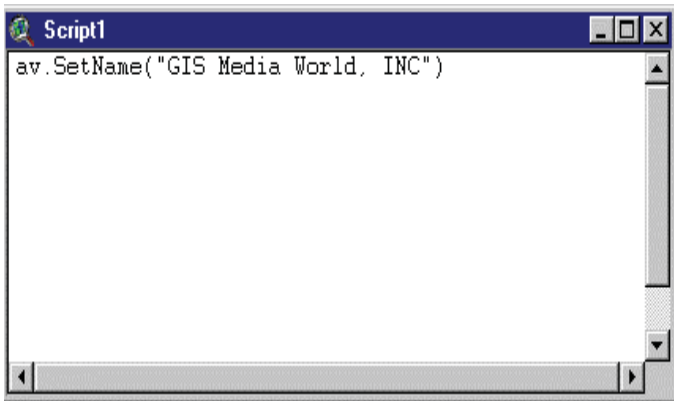
۳-۳-۴- محیط Layout

Layout محیط نهایی طراحی خروجی ArcView می‌باشد که می‌تواند در برگیرنده اشکالی از Views ، Table ، Chart و Image باشد (شکل ۱۱). خروجی طراحی شده در Layout می‌تواند به Printer و Plotter فرستاده شود و از آنها خروجی سخت افزاری تهیه گردد. اجزا اصلی نقشه‌های استاندارد مانند مقیاس، علامت شمال و راهنما در این خروجی نیز قابل نمایش و تنظیم است.

شکل ۱۱- محیط Layout در نرم‌افزارArcview

۳-۳-۵- محیط برنامه نویسی یا Script

محیط Script محیط برنامه نویسی GIS-ArcView است و زبان برنامه نویسی آن Avenue نام دارد (شکل ۱۲). به برنامه‌های نوشته شده در آن Script اطلاق میگردد. با استفاده از برنامه نویسی میتوان قابلیت‌های جدید و دلخواهی را به ArcView بخشید. کدهای Avenue در محیط Script Editor نوشته، اصلاح، Compile و اجرا میگردند.



شکل ۱۲- محیط Script در نرم‌افزارArcview

۳-۴- فرمت داده‌های مکانی در ArcView

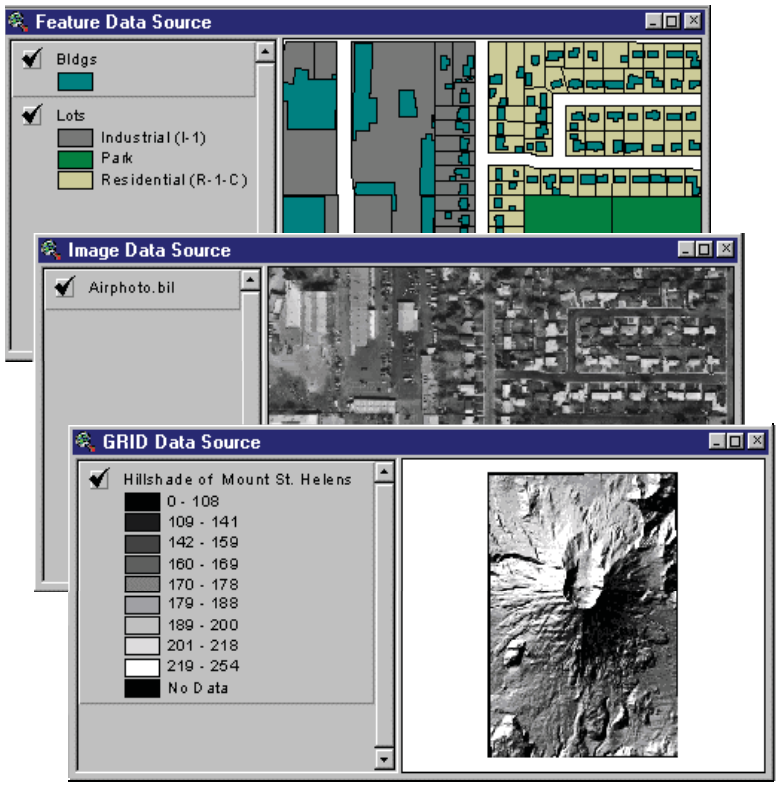
فرمت‌های داده قابل پشتیبانی توسط **ArcView** عبارتند از (شکل ۱۳):

۱- Feature data source

۲- Image data source

۳- Arc/Info GRID data

داده‌های با فرمت Feature به روشهای مختلف میتوانند مورد پرس و جو و آنالیز قرار بگیرند در حالیکه داده‌های Image فقط قابل نمایش هستند.



شکل ۱۳- فرمتهای مختلف داده‌ها در نرم‌افزارArcview

۳-۴-۱- Feature data source

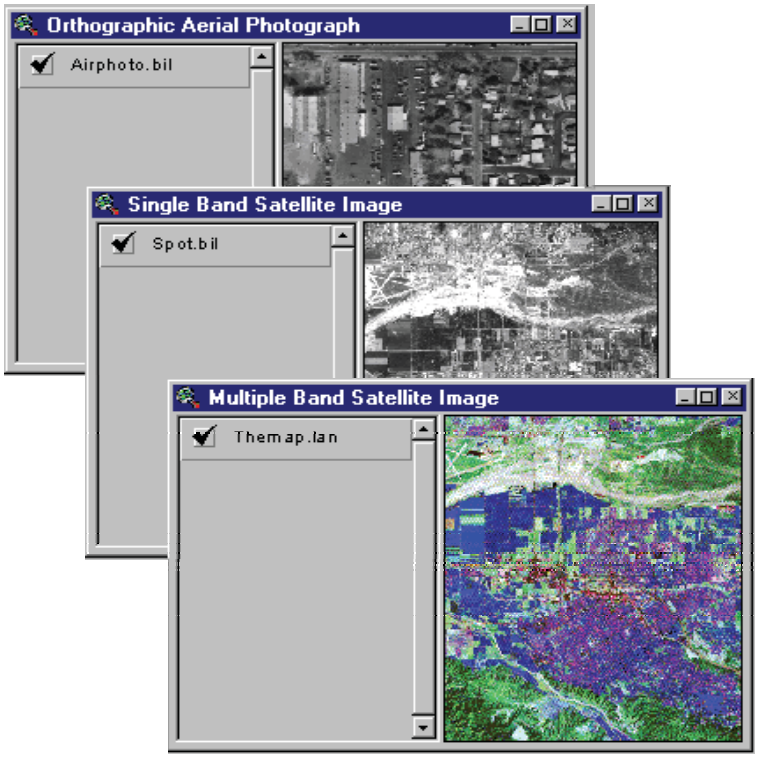
فرمت اصلی داده‌ها در ArcView برای عوارض جغرافیایی و توصیفات آنها Shape Fileها هستند. در Arc/Info به مجموعه ای ازFeatureها و توصیفات آنها که در یک جا ذخیره میگردند، Covrage اطلاق میگردد. اما در ArcView به آنها Theme گویند. هر Covrage گاهی حاوی بیش از یک نوع Feature است ولی ArcView آنها را در Themeهای مجزا نگهداری میکند.

۳-۴-۲- Image Data sources

ArcView قادر است چندین فرمت داده تصویری مانند: داده‌های رستری Arc/Info معروف به Grid، تصاویر ماهواره ای، عکسهای هوایی رقومیو داده‌های اسکن شده را بخواند. لایه‌های تصویری

نمی‌توانند جداول توصیفی داشته باشند اما نحوه نمایش آنها میتواند از طریق Image Legend Editor دستکاری شود. فرمتهای تصویری مهم قابل پشتیبانی توسط ArcView عبارتند از

TIFF, TIFF/LZW, ERDAS, BSQ, BIL, BIP, RLC, and Sun rasterfiles.



شکل ۱۴- فرمت Image داده‌ها در نرم‌افزارArcview

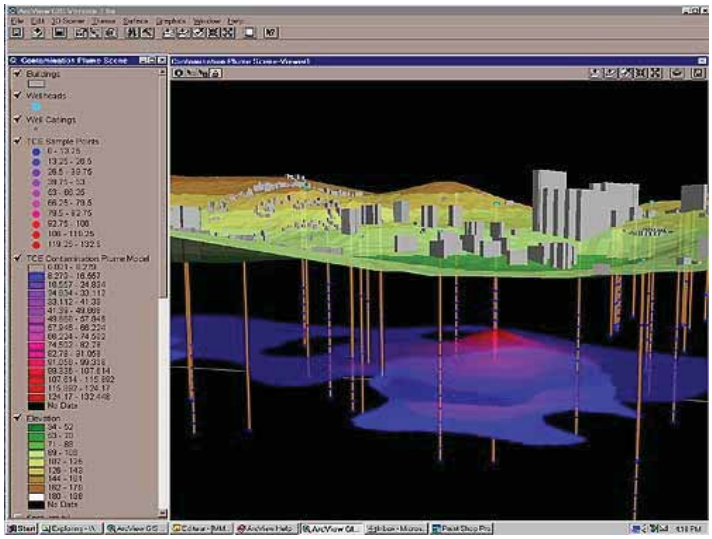
۳-۵- ArcView Extensions

به نرم افزارهای تخصصی در ArcView، Extension اطلاق میگردد و از جمله Extensionهای معروف به موارد زیر میتوان اشاره کرد :

- ✓ **ArcView 3D Analyst**
- ✓ **ArcView Image Analysis**
- ✓ **ArcView Network Analyst**
- ✓ **ArcView Spatial Analyst**
- ✓ **ArcView Tracking Analyst**
- ✓ **ArcView Internet Map Server**

۳-۵-۱- ArcView 3D Analyst

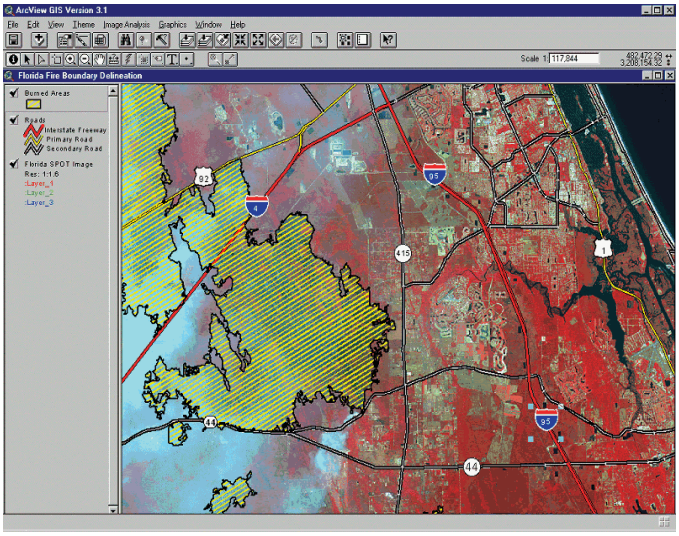
یکی از پر کاربردترین Extensionهای ArcView می‌باشد که به کاربر کمک می‌کند تا اطلاعات سه بعدی را به آنالیزهایش اضافه کند (شکل ۱۵). ArcView 3D Analyst extension کاربر را قادر می‌سازد تا به تولید، آنالیز، و نمایش داده‌های سطحی اقدام نماید. پشتیبانی نمایش و آنالیز شبکه‌های نامنظم مثلثی (TIN) و داده‌های برداری سه بعدی ساده فقط با وجود این Extension امکان پذیر است.



شکل ۱۵- ArcView 3D Analyst extension در نرم‌افزارArcview

۳-۵-۲- ArcView Image Analysis

کاربرد این Extension بیشتر در مباحثی چون جنگل، مدیریت منابع طبیعی، کشاورزی، محیط زیست و مدیریت تاسیسات زیر بنایی است (شکل ۱۶). این Extension بطور مشترک توسط دو شرکت ESRI و ERDAS ارائه شده است.



شکل ۱۶- محیط Arc veiw image analysis در نرم‌افزارArcview

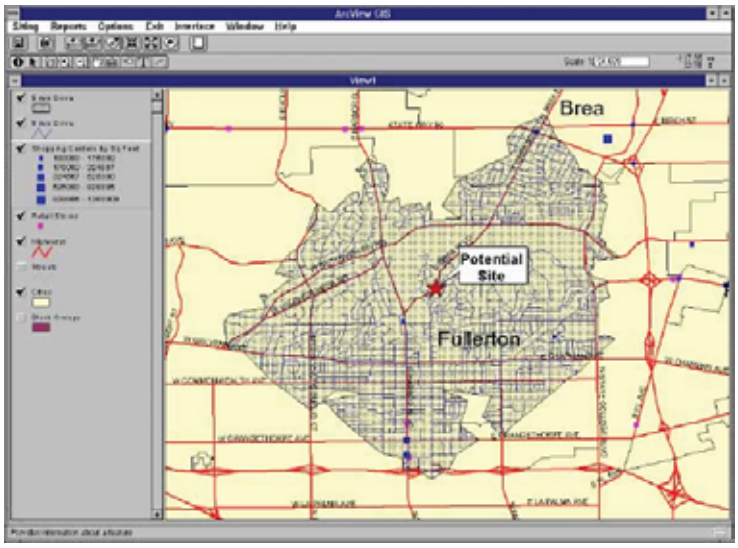
۳-۵-۳- ArcView Network Analyst

از کارا ییهای این Extension میتوان به موارد زیر اشاره نمود (شکل ۱۷):

۱- پیدا کردن مسیر مستقیم بین دو نقطه

۲- پیدا کردن مسیر بهینه بین چندین نقطه

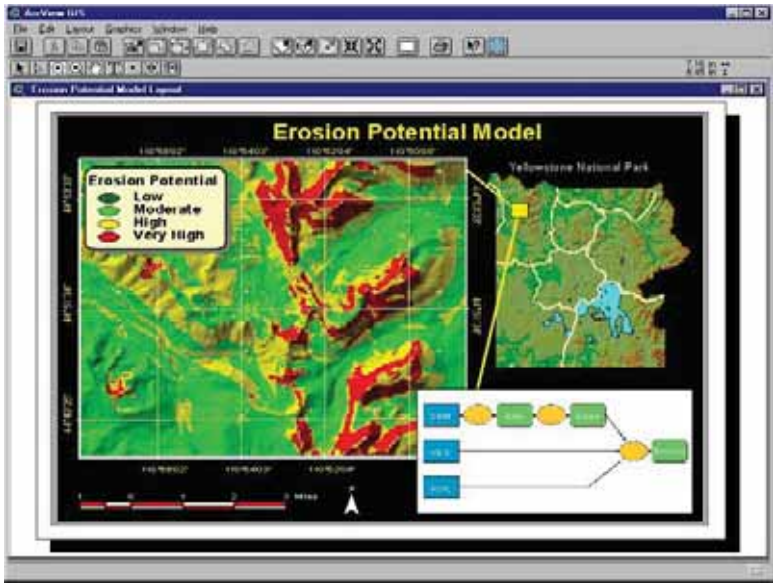
۳- آنالیزهای زمانی برای طی مسیر



شکل ۱۷- Arc view network analysis در نرم‌افزارArcview

۳-۵-۴- ArcView Spatial Analyst

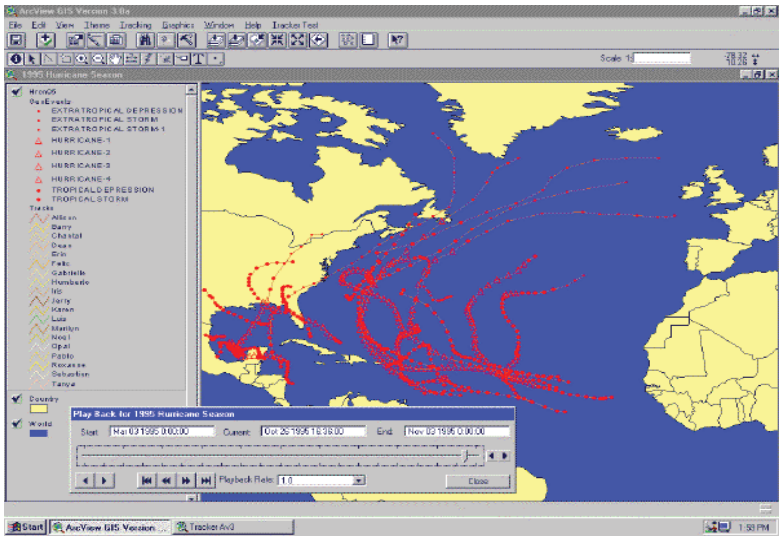
این Extension دامنه وسیعی از ابزار مدل کردن فضایی و آنالیزهای مختلفی را ارائه میدهد (شکل ۱۸). همچنین این Extension به کاربر این امکان را میدهد تا نسبت به تولید، پرس و جو، تصویر و آنالیز داده‌های رستری بر اساس سلولهایش اقدام نماید و آنالیزهای مرکب از داده‌های رستری و برداری را نیز ممکن می‌سازد.



شکل ۱۸- Arc view spatial analysis در نرم‌افزارArcview

۳-۵-۵- ArcView Tracking Analyst

این Extension جهت تغذیه داده‌های Real Time مانند سیستم موقعیت جهانی (GPS) در محیط GIS-ArcView طراحی شده است (شکل ۱۹).



شکل ۱۹- Arc view tracking analysis در نرم‌افزارArcview

۴- آشنایی با نرم‌افزار (R2V)

۴-۱- R2V چیست؟

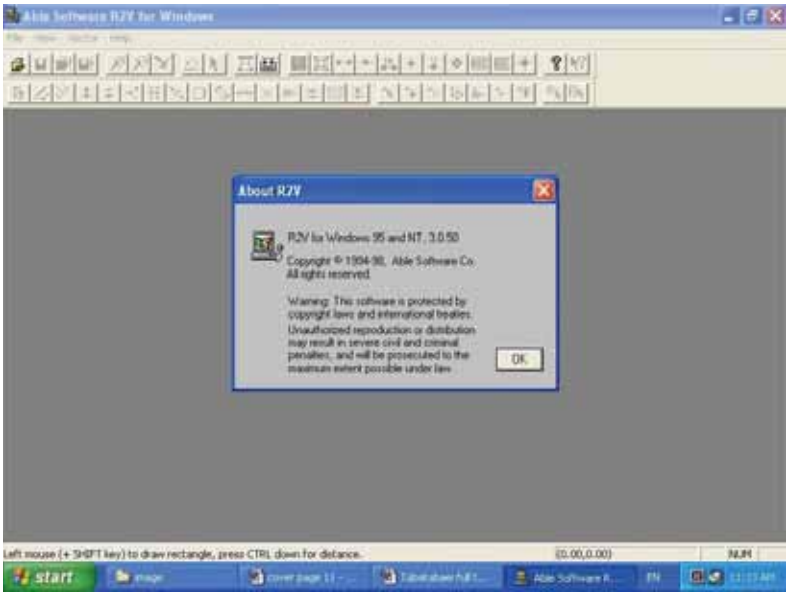
R2V، نرم افزاری برای تبدیل ساختارهای رستری[1] به برداری[2] می‌باشد که در نگارشهای مختلف ویندوز قابل کاربرد است (شکل ۲۰). ساده ترین و مهمترین تعریف برای کاربرد این نرم افزار استفاده از آن به همراه اسکنر[3] به جای دیجیتایزر[4] است.

1- Raster

2- Vector

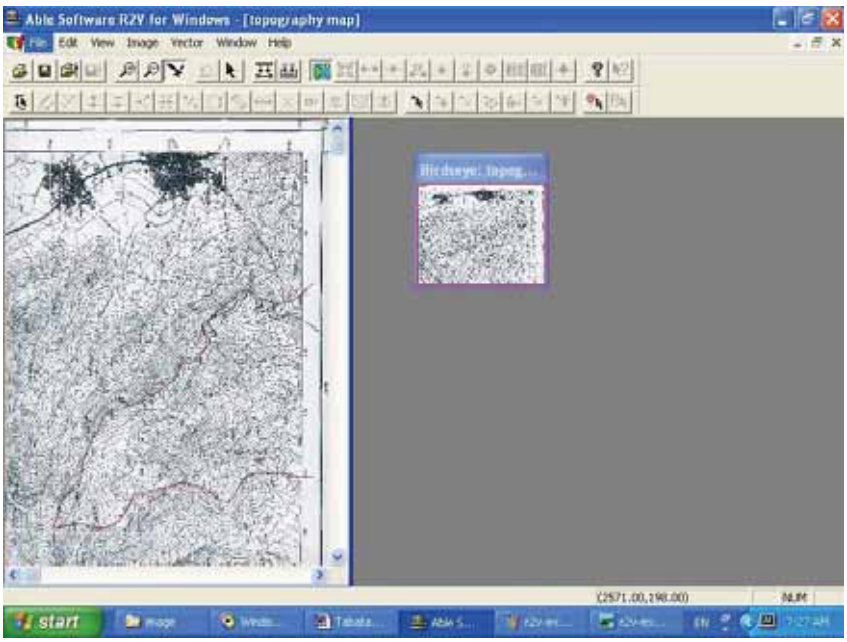
3- Scanner

4- Digittizer



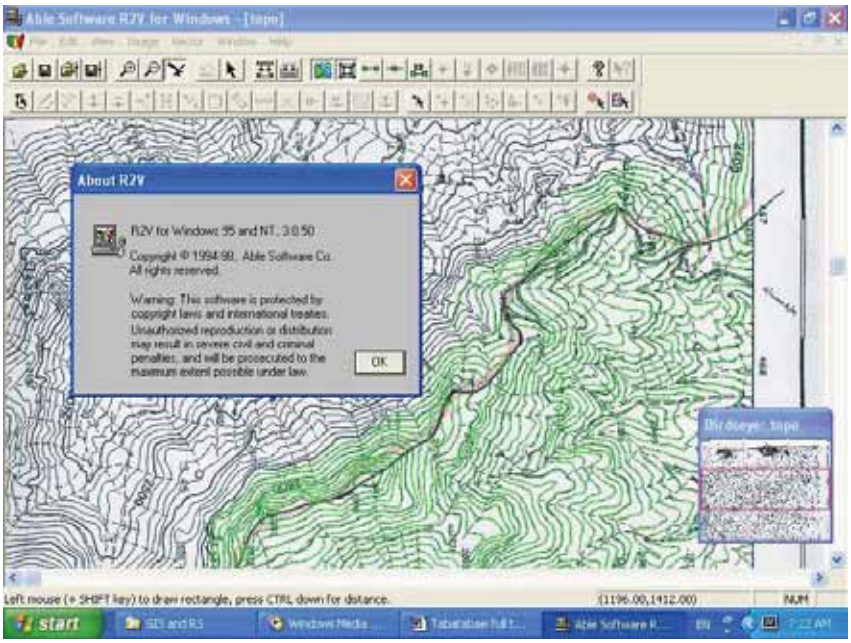
شکل ۲۰- نرم‌افزار R2V جهت تبدیل اطلاعات سیستم رستری به‌برداری

برای کار با این نرم افزار ابتدا نقشه مورد نظر توسط دستگاه اسکنر، اسکن شده و با یکی از فرمتهای تصاویر (مانند Jpg) ذخیره می‌گردد. سپس فایل ذخیره شده در نرم افزار R2V لود شده و مطابق شکل ۲۱ نمایش داده می‌شود. در این شکل اطلاعات مربوط به یک نقشه توپوگرافی ارائه شده است.



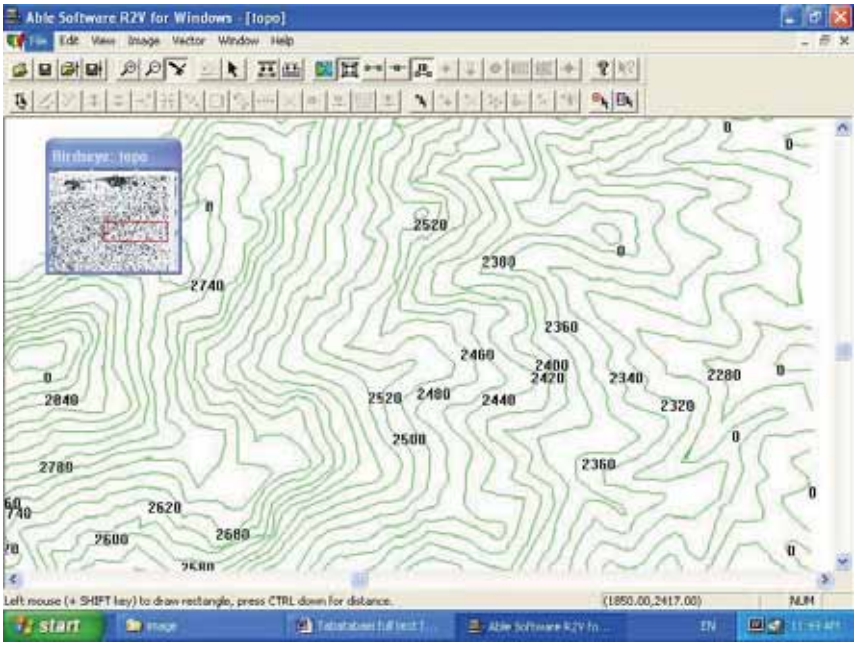
شکل ۲۱- داده‌های تصویری (اسکن شده) به عنوان ورودی نرم‌افزار R2V

با استفاده از قابلیت بزرگنمائی (Zoom) این نرم افزار و استفاده از موس هر خط توپوگرافی جداگانه تعقیب شده و سپس یک رقوم به آن اختصاص داده می‌شود (شکل ۲۲).



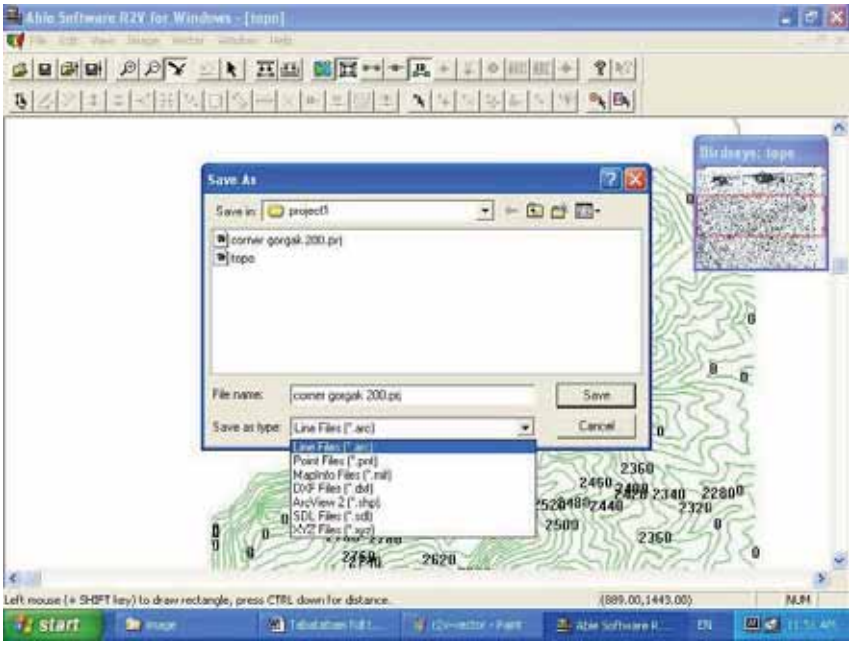
شکل ۲۲- تهیه اطلاعات‌برداری از اطلاعات پایه رستری در نرم‌افزار R2V

سپس لایه اطلاعات مربوط به نقشه اسکن شده خاموش شده و اطلاعات مربوط به خطوط تراز بر جای می‌ماند (شکل ۲۳).



شکل ۲۳- اطلاعات‌برداری تهیه شده در نرم‌افزار R2V

با ذخیره کردن (Save as) این نقشه به فرمت نقشه‌های Arcview می‌توان اطلاعات یاد شده را در نرم افزار مذکور مشاهده کرد و به آنالیز آنها پرداخت (شکل ۲۴).



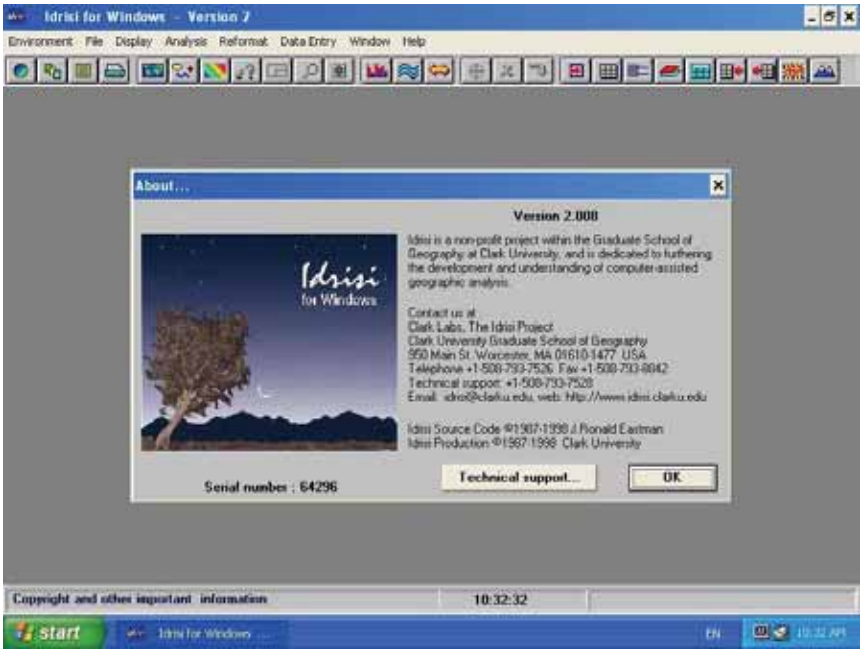
شکل ۲۴- ذخیره اطلاعات‌برداری از نرم‌افزار R2V جهت ورود به نرم‌افزار Arcview

۵- آشنایی با نرم‌افزار IDRISI

۵-۱- IDRISI چیست؟

یکی از معروفترین نرم افزارهای فن سنجش از دور نرم افزار IDRISI می‌باشد(شکل ۲۵) که توسط دانشگاه Clark آمریکا طراحی شده است که مشخصات کامل آن در زیر آمده است:

Clark Labs, The Idrisi Project
Clark University Graduate School of Geography
950 Main St. Worcester, MA 01610-1477 USA
Telephone +1-508-793-7526 Fax +1-508-793-8842
Technical support: +1-508-793-7528
Email: idrisi@clarku.edu , web: http://www.idrisi.clarku.edu

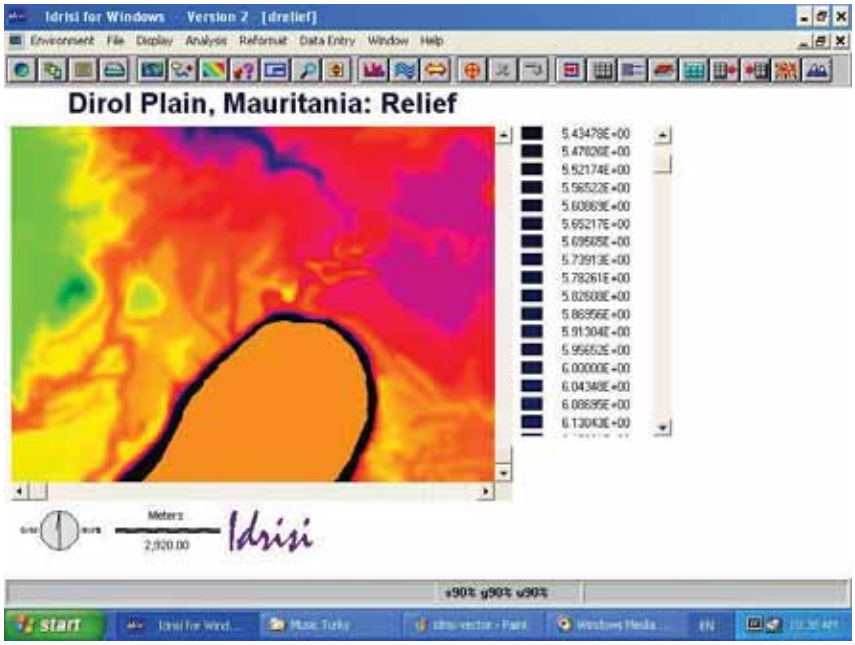


شکل ۲۵- نرم‌افزار IDRISI جهت کار بر روی داده‌های RS و GIS

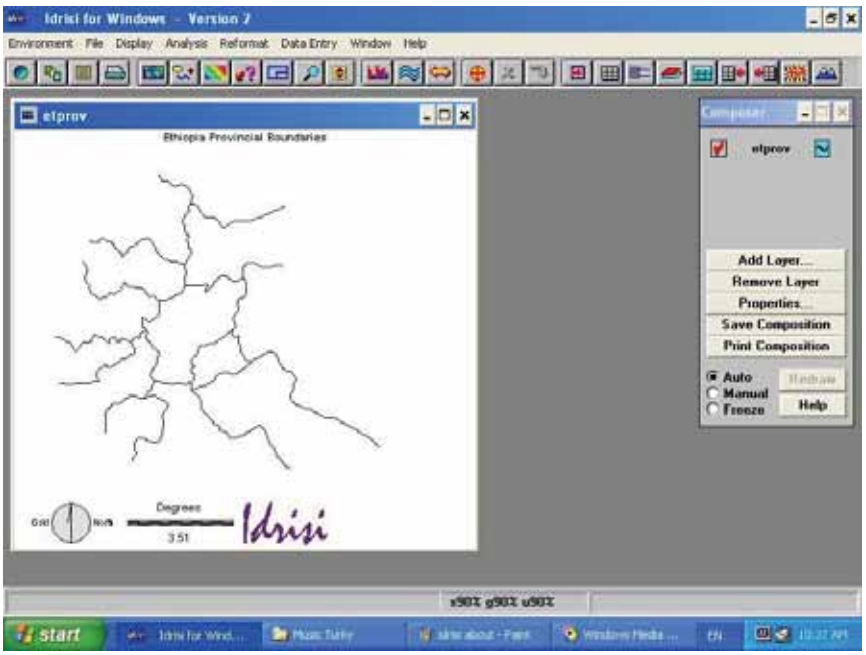
نوع داده‌های ورودی این نرم‌افزار از نوع رستری (شکل ۲۶) وبرداری (شکل ۲۷) بوده و به همین دلیل به عنوان یکی از نرم‌افزارهای رستری-برداری[1] نام برده می‌شود. قابلیت اصلی این نرم‌افزار پردازش و کار بر روی داده‌های بدست آمده از ماهواره می‌باشد.

با استفاده از داده‌های طول موجهای مختلف تصاویر ماهواره ای و پردازش آنها می‌توان اطلاعات مفیدی مانند نقشه نوع جاده‌ها، نقشه کاربری اراضی و حتی نوع محصولات، نقشه میزان تبخیر و تعرق و ... را بدست آورد.

1- Raster- vector base



شکل ۲۶- داده‌های رستری یکی از فرمهای داده‌های ورودی در نرم‌افزار IDRISI

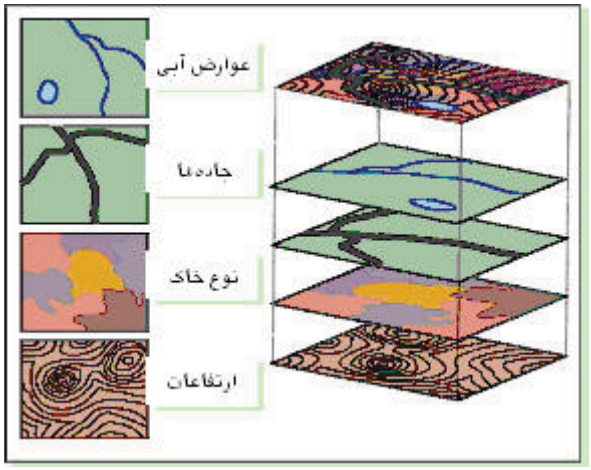


شکل ۲۷- داده‌های‌برداری یکی از فرمهای داده‌های ورودی در نرم‌افزار IDRISI

عموماً سیستمهای سنجش از دور و اطلاعات جغرافیایی، دارای ابزارهای متنوع جهت تجزیه و تحلیل اطلاعات می‌باشند. به طور خلاصه این ابزار شامل موارد زیر می‌گردد:

۵-۲- تجزیه وتحلیل همپوشانی اطلاعات (Overlay)

ترکیب لایه‌های اطلاعاتی مختلف، تحت عنوان Overlay شناخته می‌شود. در حالت بسیار ساده، این مفهوم به امکان نمایش چند لایه اطلاعاتی بر روی همدیگر اشاره میکند (شکل ۲۸) و لیکن در مفهوم وسیعتر، این مفهوم به ترکیب چند لایه اطلاعاتی بر اساس معیارهای تعریف شده توسط کاربر و تولید یک لایه اطلاعاتی جدید، اشاره دارد. به عنوان نمونه می‌توان اطلاعات مربوط به نوع خاک، نوع پوشش گیاهی، شیب زمین و ... را به منظور بررسی امکان وقوع سیل در یک منطقه، با یکدیگر ترکیب کرده و مناطق دارای پتانسیل در این خصوص را تحت یک لایه اطلاعاتی جداگانه، مشخص نمود.

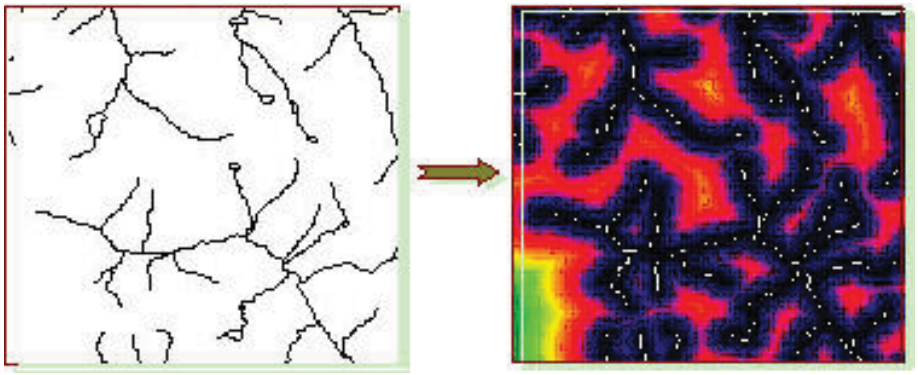


شکل ۲۸- ترکیب لایه‌های اطلاعاتی مختلف

۵-۳- منطقه حائل (Buffering)

در این آنالیز، با تعریف یک منطقه حائل در اطراف عوارض نقطه ای، خطی و سطحی، به تجزیه و تحلیل اطلاعات می‌پردازیم. به عنوان نمونه، می‌توان به کاربردهای زیر اشاره نمود:

- یافتن مناطق شهری و یا تأسیساتی که در فاصله ۱ کیلومتری از یک رودخانه، قرار دارند (شکل ۲۹).
- یافتن تعداد مصرف کنندگانی که در فاصله ۵۰۰ متری از یک مخزن آب قرار دارند.



شکل ۲۹- ایجاد منطقه حائل چندگانه، در اطراف رودخانه‌ها

۵-۴- پردازش تصاویر (Image Processing)

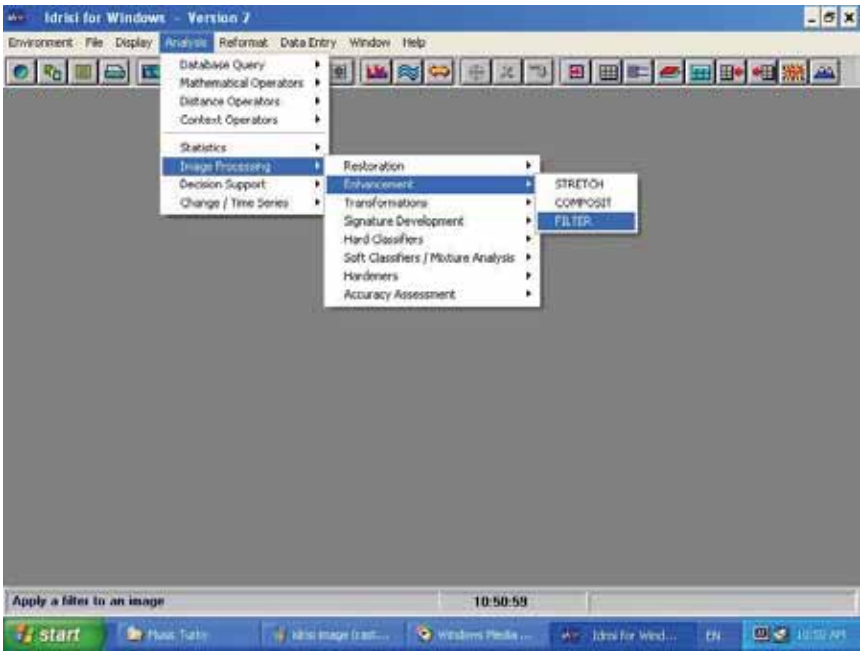
تعدادی از سیستمهای GIS، دارای ابزار و قابلیتهای آنالیز و پردازش تصاویر سنجش از راه دور می‌باشند. این ابزار با دریافت تصاویر ماهواره ای خام و تبدیل آن به نقشه مکان مرجع، از طریق قابلیتهای مختلف موجود در سیستم از قبیل کلاسه‌بندی (Classification) و ... ، نسبت به تولید اطلاعات پایه مورد نیاز سیستم GIS، اقدام می‌نمایند.

۵-۵- تجزیه وتحلیلهای آماری

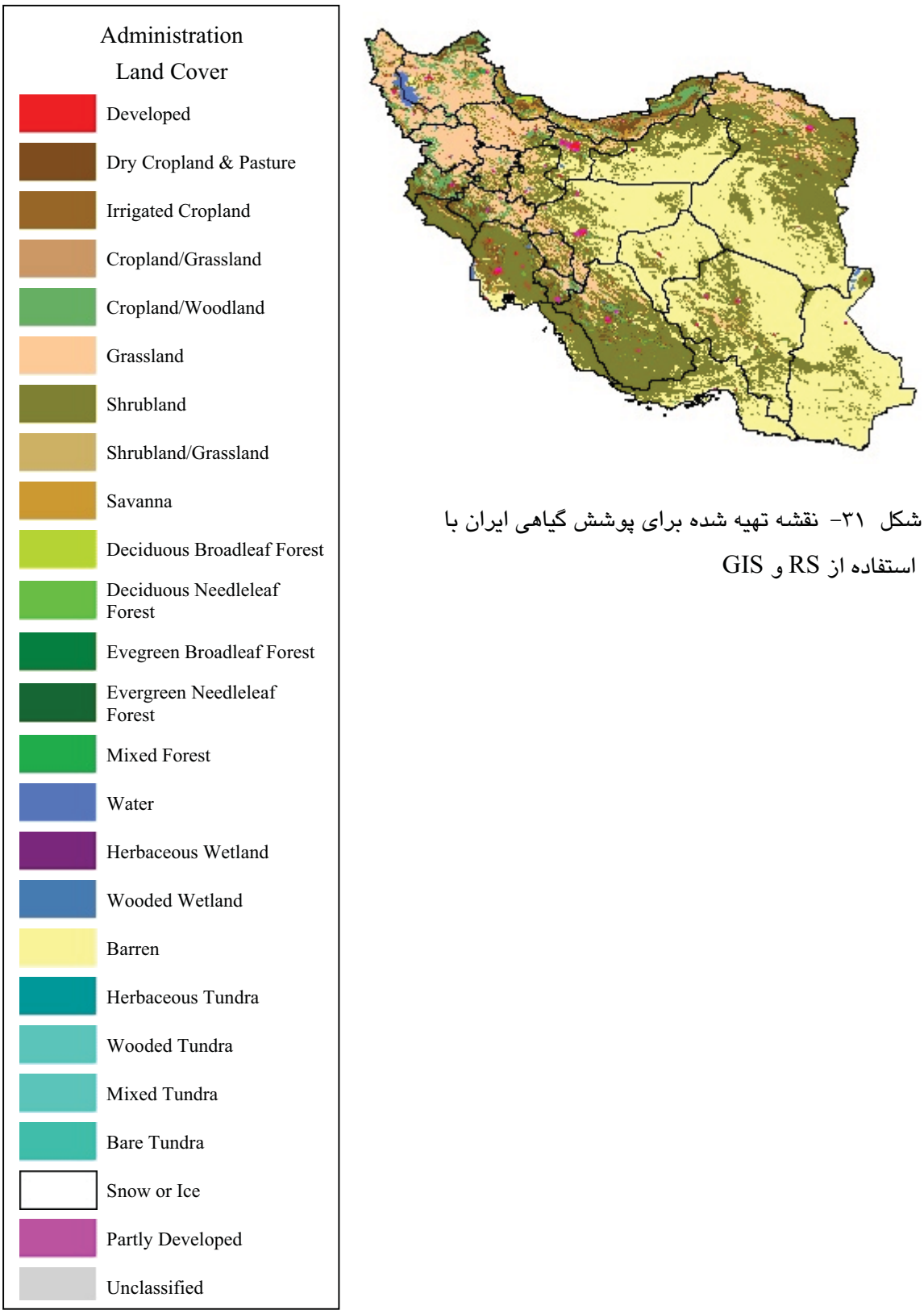
این ابزار به منظور انجام پردازشهای آماری بر روی عوارض مکانی و همچنین اطلاعات توصیفی منتسب شده به عوارض مختلف، مورد استفاده قرار می‌گیرد. به عنوان نمونه، می‌توان به تهیه، تولید و ارائه یک گزارش آماری از میزان بارندگی صورت گرفته طی ماههای مختلف در حوزه‌های آبریز، اشاره نمود.

۵-۶- ابزار نمایش کارتوگرافی اطلاعات (Visualization)

در بسیاری از پردازشهای جغرافیایی، نمایش نتایج پردازشها به صورت گویا و خوانا، دارای اهمیت می‌باشد. GIS و RS ابزار متنوعی را به منظور نمایش توأم اطلاعات مکانی و توصیف ذخیره سازی شده در پایگاه اطلاعات خود فراهم می‌نماید (شکل ۳۰). در GIS نمایش نقشه می‌تواند با قابلیتهایی از قبیل؛ ارائه گزارشات متنوع، نمایش سه‌بعدی، نمایش تصاویر و سایر خروجی‌ها و گرافها، ترکیب گردد. شکل ۳۱ نمونه ای از کاربرد نرم افزار RS و GIS برای تهیه نقشه پوشش گیاهی در نقاط مختلف ایران می‌باشد.



شکل ۳۰- قابلیتهای مختلف پردازش تصاویر در نرم‌افزار IDRISI



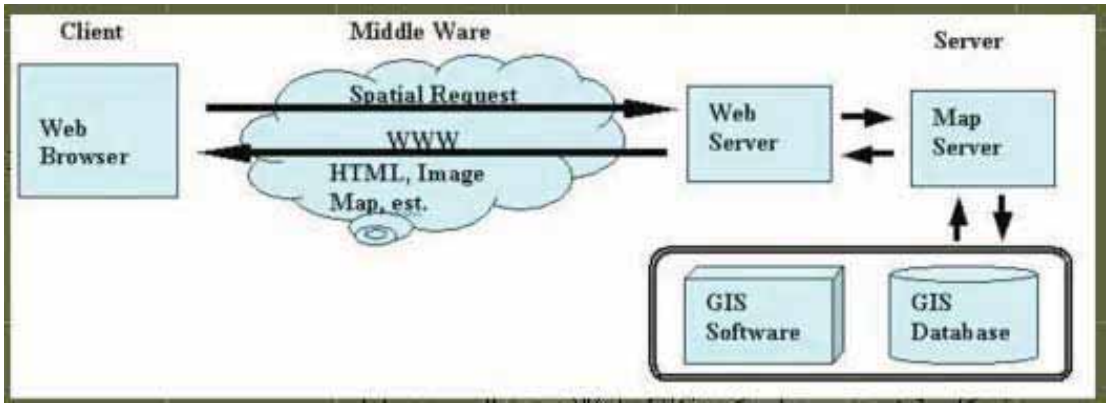
شکل ۳۱- نقشه تهیه شده برای پوشش گیاهی ایران با استفاده از RS و GIS

۶- مقدمه Web GIS[1]

ارگانها و سازمانهای متعددی در صدد هستند که اطلاعات مکانی خود را با استفاده از Web GIS انتشار دهند تا کاربران مختلف اعم از تصمیم‌گیران و برنامه ریزان بتوانند فارغ از محدودیت زمان و مکان به این اطلاعات دسترسی داشته باشند. ولی در بسیاری از موارد عدم آگاهی از نکات تکنیکی Web GIS آنان را در اجرای طرح با تردید مواجه می‌سازد. در این تحقیق ابتدا جزئیات فنی تکنولوژی Web GIS بحث شده و سعی شده که اطلاعات لازم جهت اجرا و انتخاب متدها مشخص شود.

۶-۱- تکنولوژی Web GIS

Web GIS یک سیستم اطلاعات مکانی توزیع شده در یک شبکه‌ای کامپیوتری است که برای ادغام و انتشار گرافیکی اطلاعات در سیستم WWW[2] و در اینترنت استفاده می‌شود[۸]. در حالت متداول Web GIS نرم‌افزارهای IMS[3] سرویس دهی پایگاه داده و توابع GIS را بر روی اینترنت ایجاد می‌کنند و مرورگرهایی مانند NetScape وInternet Explorer قابلیت دسترسی کاربران به سرویس مورد نظر را فراهم می‌نمایند. عملکرد Web GIS در اینترنت شبیه مبادله اطلاعات ساختار Client/Server است[۹]. به طوری که در آن تقاضای کار بر از طریق اینترنت و خادم وب[4] به خادم نقشه[5] می‌رسد، خادم نقشه آن را به زبان نرم افزار GIS ترجمه کرده، نقشه اینترنت و گزارشات تولید شده در نرم افزار GIS از خادم نقشه به خادم وب ترجمه شده و از طریق اینترنت به کاربر می‌رسد. کل این پروسه در شرایط متوسط در زمانی حدود دو ثانیه صورت می‌گیرید. شکل ۳۲ نمایانگر پروسه ذکر شده در حالت متداول (Typical Model) یا Thin Client یا Server Side Application نامیده می‌شود را نمایش می‌دهد.



شکل ۳۲- نحوه عملکرد Web GIS در حالت متداول

۱- نوشته ح. هلالی، نقل از مرجع شماره ۹ (کاربرد WebGis برای شهر تهران)

2- World Wide Web

3- Internet Map Server

4- Web Server

5- Map Server

۶-۲- نقشه‌های اینترنتی

انواع نقشه‌های انتشار یافته توسط اینترنت، نقشه اینترنتی[1] نامیده می‌شوند[۸]. نوع این نقشه‌ها تابعی است از ابزار طرف کاربر و قابلیت‌های Web GIS، که در سه گروه Static، Dynamic، Interactive طبقه‌بندی می‌شوند.

۶-۲-۱- نقشه‌های اینترنتی Static

ساده ترین تکنیک انتشار پایگاه داده در اینترنت تهیه نقشه‌های تصویری[2] از پایگاه داده و قرار دادن آنها در صفحات وب است. این نوع نقشه‌ها که کلاً رستری می‌باشند، نقشه اینترنتیStatic نامیده می‌شود[۲۴]. و عموماً کل پایگاه داده را می‌پوشانند. در این روش نیازی به نرم افزار خادم نقشه در طرف خادم و ابزار اضافی در طرف کاربر نیست. خادم وب با استفاده از نقشه‌ها تصویری به تقاضاهای کاربران جواب می‌دهد. مثال بارز این نوع نقشه‌ها سایت شهرداری تهران [۲۵] می‌باشد که با وارد کردن نام محل نقشه تصویری مربوط به آن عرضه می‌گردد.

۶-۲-۲- نقشه‌های اینترنتی Dynamic

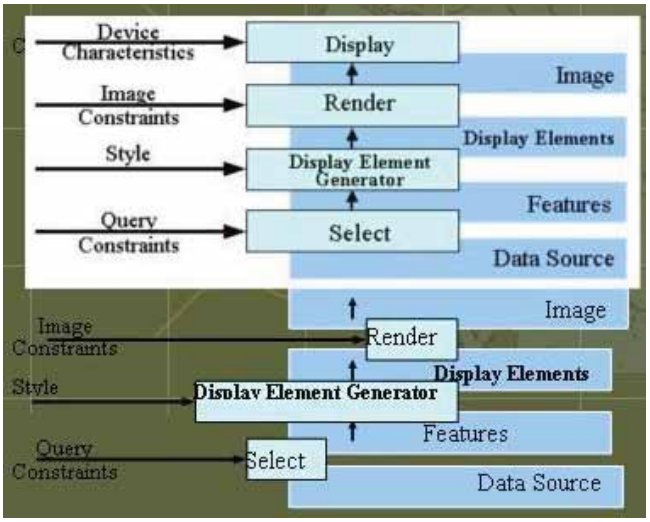
در حالت Dynamic، نقشه‌های ارسالی توسط اینترنت به صورت اتوماتیک ایجاد می‌شوند. به عنوان نمونه می‌توان از نقشه‌های هواشناسی و نقشه‌های ترافیک که در پریود زمانی منظم در پایگاه داده تجدید می‌شوند، نام برد در این حالت تقاضای کاربر پس از عبور از خادم وب در یک واسطه GIS ترجمه شده و در نرم افزار GIS جواب مناسب تولید و به کاربر برگردانده می‌شود. از مزیتهای این نوع نقشه‌ها نسبت به حالت Static قابلیت Zoom, Pan در طرف کاربر را می‌توان نام برد [۲۴].

۶-۲-۳- نقشه‌های اینترنتی Interactive

بالاترین سطح قابلیت Web GIS حالت Interactive می‌باشد که بنا به تعریف گروه ویژه Open GIS این وضعیت دارای چهار مرحله است [۲۳] که ارتباط مراحل در شکل ۳۳ نمایش داده شده است.

1- Web Map

2- Image Map



شکل ۳۳- مدل Open GIS در حالت Interactive

در مرحله انتخاب داده‌های زمین مرجع با توجه به سئوالات و خواسته‌های کاربر از پایگاه داده انتخاب می‌شود. در Display Element Generator داده‌ها با توجه به Style (ویژه‌گی‌های خط، سمبل و...) آماده نمایش می‌شوند. در مرحله Render با توجه به ویژگیهای طرف نمایشگر تصویر منتقل می‌شود و در مرحله نمایش تصویر Render شده در نمایشگر کاربر نشان داده می‌شود. فرمت انتقال داده در مراحل ذکر شده متفاوت است که کنسرسیم Open GIS فرمت XML را جهت مبادله اطلاعات بین این مراحل [۲۳] و کلاً در Web GIS پیشنهاد می‌کند. در این نوع نقشه‌های اینترنتی به دلیل ارتباط مستقیم کاربر با پایگاه داده، کاربر می‌تواند امکانات بیشتری مانند روشن و خاموش کردن لایه‌های داده، انجام سئوالات مکانی و توصیفی توأم مانند بهترین مسیر بین دو نقطه و امکان ذخیره داده[1] و... را داشته باشد. ایجاد هر کدام از این قابلیتها مستلزم بهره گرفتن از معماری و نرم افزار مناسب، استفاده از فرمت‌های خاص مانند XML و برنامه‌های جنبی در طرف کاربر است که در طراحی Web GIS باید مد نظر باشد.

۶-۳- نوع اطلاعات انتقالی

در Web GIS بجز اطلاعات توصیفی که به صورت متن انتقال می‌یابند بزرگترین مسئله فرمت داده‌های مکانی، یا به عبارت دیگر برداری یا رستری بودن آنها است [۱۷]. نمایش هر دو فرمت در طرف کاربر امکان پذیر است. البته باید متذکر شد که نوع اطلاعات انتقالی بستگی به نوع پایگاه داده در طرف خادم ندارد.

در انتقال اطلاعات رستر به طرف کاربر، کاربر می‌تواند با یک مرورگر استاندارد مانند NetScape و Internet Explorer بدون داشتن برنامه‌های جنبی فرمت‌های JPEG و GIF را نمایش دهد. این بدان معناست که نمایش برداری اطلاعات در طرف خادم به نمایش رستر تبدیل فرمت می‌یابد که موجب استفاده

1-[7] Down Load

آسانتر این نوع نقشه‌ها در طرف کاربر می‌شود. عیب عمده استفاده از فرمت رستر عدم امکان Highlight کردن اشیاء در طرف کاربر است.

برای نمایش داده‌های برداری در طرف کاربر می‌بایستی از برنامه‌های جنبی مانند Java Applet استفاده نمود. استفاده از این نوع داده‌ها به کاربر این امکان را می‌دهد که آنالیزهای محلی را روی این داده‌ها انجام دهد. حجم داده انتقال یافته در حالت برداری سه الی چهار برابر کمتر از داده رستر برای نمایش مناطق کوچک می‌باشد[۲۲]. و از معایب این حالت وابستگی حجم اطلاعات انتقالی به Zoom طرف کاربر است. به طوری که اگر کاربر نمایش کاملی از پایگاه داده را داشته باشد کلیه پایگاه داده باید جهت نمایش به طرف کاربر انتقال یابد که مستلزم وقت، هزینه و از دست رفتن امنیت داده است. بر عکس اگر کاربر نمایش ناحیه کوچکی را داشته باشد داده برداری انتقالی دارای حجم بسیار کمتری نسبت به فرمت رستر همان نمایش است. برای رفع این مشکل با استفاده از برنامه‌های جنبی در طرف خادم و کاربر از هر دو فرمت استفاده می‌شود به این ترتیب که از فرمت رستر برای نمایش‌های منطقه بزرگ و از فرمت برداری برای نمایش مناطق کوچکتر استفاده می‌شود.

۶-۴- معماری Client/Server

همچنان که اشاره شد اجزاء معماری Web GIS همانند ساختار Client/Server در اینترنت می‌باشد که به سه سطح عمده تقسیم می‌گردد [۱۶].

- سطح خادم Server Tier
- سطح واسطه Middle Ware Tier
- سطح کاربر Client Tier

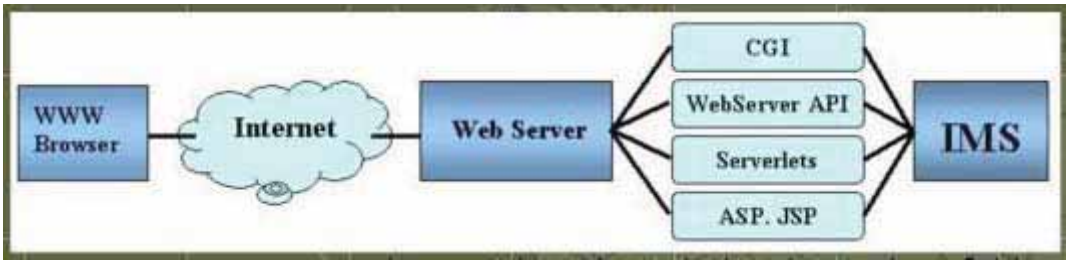
در این معماری سطح کاربر دارای مرورگر استاندارد یا برنامه‌های جبنی مانند Java Applet بوده و سطح واسطه شامل فضای اینترنت و خادم وب، وسطح خادم شامل نرم‌افزار IMS و پایگاه داده می‌باشد. در معماری Client/Server برخلاف مدل توزیع یافته[1] اجزاء GIS اعم از پایگاه داده و توابع پردازش‌کننده دارای محل مشخص در شبکه می‌باشند بسته به میزان پردازش‌ها در سطح خادم سه مدل معماری می‌توان برشمرد. که عبارتند از: Thin Client، Thick Clientو Medium Client

۶-۴-۱- معماری Thin Client:

در این معماری که همان مدل متداول نامیده می‌شود، پایگاه داده وکلیه توابع GIS در طرف خادم قرار می‌گیرند و کاربر فقط با استفاده از مرورگر از داده و نرم افزار طرف خادم استفاده می‌کند[۹]. سرویس Web GIS با استفاده از یک سری برنامه‌ها در سطح خادم ایجاد می‌شود. شکل ۳۴ محل قرار گرفتن توابع داده را در معماری Thin Client نمایش می‌دهد. مهمترین حسن این مدل کنترل متمرکز پایگاه داده است که موجب امنیت بیشتر داده و تسهیل بهنگام‌سازی و نگهداری آن است. از معایب آن محدود بودن سوالها

1-[8] Distributed

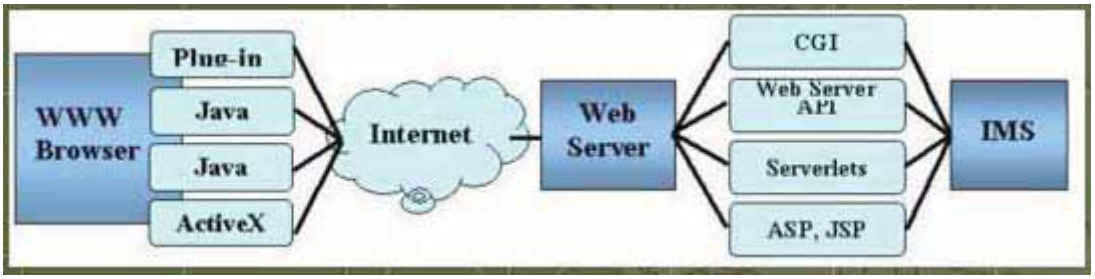
و تقاضاهای کاربران به امکانات IMS و بالا بودن زمان پاسخ گویی سیستم به تقاضاها، است. همچنین به دلیل عدم استفاده از برنامه‌های جنبی امکان نمایش داده برداری در سطح کاربر وجود ندارد و تنها نقشه‌های تصویری برای کاربر ارسال می‌شود.



شکل ۳۴- معماری Thin Client (Server Side Application)

۶-۴-۲- معماری Thick Client:

جهت نمایش فرمت‌های برداری، ویدئو کلیپها و فایلهای صوتی و همچنین ایجاد امکان آنالیزهای محلی روی رایانه کاربر، لازم است از برنامه‌های جنبی دیگری غیر از مرورگرهای استاندارد در طرف کاربر استفاده شود شکل۳۵ [۹]، در این معماری به دلیل استفاده از برنامه‌های جنبی نیازی به استفاده از فرمتهای استاندارد نیست و می‌توان انواع داده‌های برداری را در طرف کاربر نمایش داد و آنالیزهای خاصی را روی این داده‌ها در سطح کاربر به انجام رساند. همچنین فرمتهای رستری مورد استفاده محدود به GIF, JPEG نیستند. از جمله معایب این معماری عدم سازگاری برخی از برنامه‌های جنبی با سیستم عامل بعضی از کاربران میباشد. این برنامه‌های جنبی به طور اتوماتیک در رایانه کاربر ذخیره شده[1] و نصب می‌شوند.

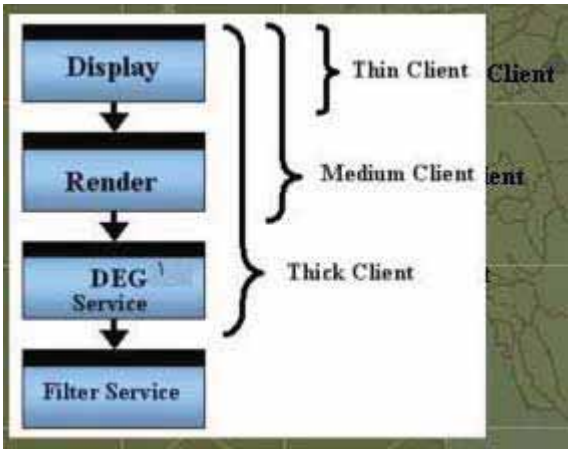


شکل ۳۵- معماری Thick Client (Client Side Application)

۶-۴-۳- معماری Medium Client:

برای رفع مشکلات دو معماری قبلی وبالا بردن سرعت عمل سعی می‌شود از برنامه‌های جنبی در دو سطح خادم و کاربر توأماً استفاده گردد. شکل ۳۶ معماری Client/Server و جایگاه Medium Client را از دیدگاه کنسرسیم Open GIS نشان می‌دهد[۲۳].

1-[9] Download



شکل ۳۶- معماری Client/Server و جایگاه Medium Client را از دیدگاه کنسرسیم Open GIS

۶-۵- نرم‌افزارهای Web GIS

IMS[2]های متعددی در بازار تجاری نرم‌افزار وجود دارند که با قابلیت‌های متعددی، امکان ایجاد سرویس Web GIS را پدید می‌آورند. در این تحقیق ۸ نرم‌افزار از دیدگاههای ذیل ارزیابی شده است: جدول ۱، نوع اطلاعات ارسالی، تکنولوژی استفاده شده جهت اتصال به خادم وب، سیستم عامل لازم جهت نصب IMS، مرورگر و برنامه جنبی لازم جهت نمایش داده‌های برداری و فرمت داده سازگار با IMS را نشان می‌دهد.

جدول ۱- نرم‌افزارهای IMS ارزیابی شده

Internet Map Server	Type of Transferred Geo data	Linkage to Web Sever	Platform of IMS	Browser Extension	Data Interface
ArcView IMS 1.0a (ESRI)	Raster	ISAPI, NSAPI	UNIX, WIN 9X& NT	Not necessary, Applet	Shape files, Coverage's, SDE Layer, …
MapObjects IMS 2.0 (ESRI)	Raster	ISAPI, NSAPI	WIN 9X, WIN NT	Not necessary, Applet	Shape files, Coverage's, SDE Layer, …
Arc IMS 3.0 (ESRI)	Raster, Vector, (Internal ESRI Formats)	CGI, ISAPI, NSAPI, ASP, Servlet	WIN NT	Applet	Shape files, Coverage's, SDE Layer, …
MapXtreme NT Ver 2.0 (MapInfo)	Raster	CGI, ISAPI, NSAPI, ASP,	WIN NT	Not necessary, Applet	MapInfo format map, Raster format
MapXtreme Java Ver 2.0 (MapInfo)		CGI, ISAPI, NSAPI, Servlet	WIN NT, UNIX, …	Applet	
MapGuide 4.0 (AutoDesk)	Raster, Vector	CGI, ISAPI, NSAPI,	WIN NT	Plug-in, ActiveX-Control Microsoft, Applet	Shape files, Coverage's, DGN, DWG, MapInfo...
GeoMedia Web Map 3.0& Enterprise (Intergraph)	Raster, Vector	ASP	WIN NT	Plug-in, ActiveX-Control Microsoft	MGE, Shape files, Coverage's, MapInfo, Oracle, Access, …

1- Display Element Generator
2- Internet Map Server

۷- برخی از سایتهای مفید در زمینه سیستم اطلاعات جغرافیائی و سنجش از دور

۷-۱- برخی سایتهای RS

http://ftp.geog.ucl.ac.be/~patrick/geogr/Eteledetec.html - remote sensing index
http://www.esrin.esa.it - Eurpopean Space Agency
http://geo.arc.nasa.gov - NASA program
http://www.spot.com - French satellite SPOT
http://www.nasda.go.jp - Japan space agency
http://www.rka.ru./ Russian Space Agency (RSA)
http://www.coresw.com - Russian imagery source
http://www.space.gc.ca/ Canadian Space Agency (CSA)
http://www.ccrs.nrcan.gc.ca/ccrs Canada Center for Remote Sensing
http://www.inpe.br/ National Institute for Space Research (Brazil)
http://www.asprs.org - American Society
http://www.man.ac.uk - Manshester Univ.
http://www.idrisi.clarku.edu - Idrisi site
http://www.amazon.com - Bookstore
http://www.brevard.cc.fl.us/BTR_Labs/bober/martin/rs/overview.htm

۷-۲- برخی سایتهای GIS

www.gislinx.com -100s GIS sites
www.esri.com -ESRI site
www.tandf.co.uk -IJGIS journal
www.amazon.com -GIS references
http://www.iupui.edu/~jeswilso/g438 DeMers
http://www.csupomona.edu/~sagarver/GEO442/classsched.htm DeMers
http://www.people.virginia.edu/~dc9a/classes/classes.html Exercise-DeMers
http://www.utexas.edu/depts/grg/gcraft/about/tgis/table1.html Geographer'sCraft project

منابع

۱. کمیته ملی آبیاری و زهکشی، ۱۳۸۱، سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیائی، سخن اول، خبرنامه شماره ۴۵، بهار ۱۳۸۱ (http://www.irncid.org/Khabarname.asp?KID=66)

۲. امیرحسینی، یوسف خلج، ۱۳۸۲، برخی از کاربردهای سنجش از دور در مطالعات منابع آب، کارشناس مرکز تحقیقات آب،

http://www.pwit.ac.ir/Deputies/Research/wwtic/journals/sanjesh/sanjesh.htm

3. Alesheikh A. A. & Helali H., 2001, Distributing National Geospatial Information Resources Using Web GIS, Proceedings of Digital Earth 2001, Fredericton, NB, Canada
4. Alesheikh, A. A., 2000, Data Management & GIS Application Seminar Notes, Department Of Geodesy And Geomatics Engineering, K.N. Toosi University of Technology

5. Arc IMS, 2001 http://www.esri.com/software/ArcIMS
6. ArcView IMS, 1999 http://www.esri.com/software/arcview/imspatch.html
7. GeoMedia Web Map, 2001 http://www.intergraph.com/gis/gmwm/
8. Gillavry E. M., 2000, Cartographic aspects of WebGIS-software, Department of Cartography Utrecht University, Submitted thesis for degree of Doctorandus
9. Helali H., 2001, Design and Implementation of a Web GIS for the City of Tehran, Department Of Geodesy And Geomatics Engineering K.N.Toosi University Of Technology, Submitted thesis for degree of Master Of Science
10. http://ltr.ui.ac.ir/Farsi_Pages/Departments/Geography/GIS_Lab.htm
11. http://www.iranreivers.com
12. http://www.iranroads.com/aboutus/technology.htm#_ftn7
13. http://www.irirw.com/NewSite/Gis/Links/moarefi.htm
14. http://www.sbg.ac.at/geo/idrisi/irchome.htm
15. http://www.schoolnet.ir/forum/read.php?f=1&i=549&t=549
16. Larman C., 1998, Applying UML and Patterns - An introduction to Object-Oriented Analysis and Design, Prentice Hall PTR, pp273-291
17. Leukert K. & Reinhardt W., 2000, GIS-Internet Architecture, International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing. Vol. XXXIII, Part B4, Amsterdam 2000.
18. MapGuide, 2001 http://www3.autodesk.com/adsk/section/0,,308132-123112,00.html
19. MapObjects IMS, 2001 http://www.esri.com/software/mapobjects/ims/
20. MapXtreme, 2001 http://dynamo.mapinfo.com/products/Architecture.cfm?ProductID=3D1
21. Marshall, J., 2001, Developing Internet-Based GIS Applications, INDUS Corporation, Technical Papers
22. Nayak, S. 2000, GIS Data Dissemination: A New Approach Through WEB Technology
Rolta India Ltd, http://gisdevelopment.net/application/internetgis/web.htm.
23. Open GIS Consortium Inc, 2000, OpenGIS® Web Map Server Interface Implementation Specification, Revision 1.0.0, Project Document 00-028
24. Strand E. J., 1998, What's the Right Way to Web Map Data, Synergetics Inc., URL: http://www.geoplace.com/gw/1998/1298/1298nab.asp
25. Tehran Municipality, 2001 http://www.cityoftehran.com
26. Yagoub, M. M., 2004, Department of Geography, Faculty of Humanities and Social Sciences, United Arab Emirates University, (http://www.angelfire.com/mo/yagoub)

کارگاه آموزشی کاربرد RS و GIS در آبیاری و زهکشی
۱۲ آذر ماه ۱۳۸۳

مروری بر مفاهیم و ابزارهای امروزی تفسیر و تحلیل تصاویر سنجش از دور

محمد سعادت سرشت[۱]، محمد عزیزمحمدی[۲]

چکیده

هدف از این مقاله ارایه دیدی کلی به مفاهیم و ابزارهای امروزی در طبقه‌بندی و تفسیر تصاویر رقومی مستقل از محتوی آنها می‌باشد. برای این منظور پس از بیان مفاهیم تفسیر چشمی، فرایند پردازش تصویر رقومی مروری کلی شده و در ادامه روشهای طبقه‌بندی تشریح شده است. ارایه خلاصه‌ای از ابزارهای هوش مصنوعی برای تفسیر و تحلیل تصویر پایان‌بخش مقاله می‌باشد.

۱- مقدمه: مقایسه تفسیر چشمی و رقومی

تفسیر و تحلیل تصاویر ماهواره‌ای فرایندی است که طی آن اطلاعات ارزشمند نهفته در تصاویر بمنظور استفاده در کاربردهای خاص استخراج می‌گردد. برای این منظور باید مفاهیم موردنظر بخوبی توسط فرد خبره یا کامپیوتر بکارگرفته شود که به آن پایگاه معرفت (Knowledge Base) می‌گویند. تفسیر تصویر به دو روش قابل انجام است: حالت اول، تفسیر چشمی یا دستی و حالت دوم، تفسیر رقومی یا اتوماتیک نامیده میشود. در تفسیر چشمی از استریوسکوپ برای برجسته‌بینی و ایجاد دید سه‌بعدی استفاده می‌شود تا تفسیر عکس بهتر صورت گیرد. البته محدوده طیفی خارج از نور مرئی برای تفسیر چشمی مناسب نمی‌باشد. تشخیص چشمی یک عارضه بستگی به عوامل گوناگونی بشرح زیر دارد (شکل ۱):

۱- مشاور فنی در موسسه مطالعات توسعه پایدار و محقق دوره دکتری فتوگرامتری در دانشگاه تهران

۲- عضو هیأت مدیره مؤسسه مطالعات توسعه پایدار و کارشناس ارشد سنجش از دور از دانشگاه خواجه نصیر

شکل ۱: عوامل موثر در تفسیر چشمی [۱]

- **تن (Tone)**: به روشنایی نسبی یا رنگ عارضه در تصویر بستگی داشته و عنصر اساسی و اصلی در تشخیص عوارض مختلف می‌باشد. تغییرات در تن منجر به عناصر دیگری همچون شکل، بافت و پترن می‌شود.
- **شکل (Shape)**: همان فرم، ساختار یا طرح کلی عارضه میباشد که با مرزهای مشخصی از زمینه تفکیک شده است و نشانه‌ای صریح در تفسیر می‌باشد. عوارض بشرساز، عموماً اشکال هندسی منتظم داشته درحالیکه عوارض طبیعی، اشکال نامنظمی دارند. برای مثال این خصوصیت میتواند مبنایی برای تفکیک جاده (چندضلعی منظم) و رودخانه (چندضلعی نامنظم) باشد.
- **ابعاد (Size)**: اگرچه ابعاد شیء در تصویر تابعی از مقیاس آن می‌باشد اما ابعاد نسبی عوارض نشانه‌ای گویا برای تشخیص و تفسیر آنها می‌باشد. برای مثال ساختمانهای بزرگ عموماً دولتی و کوچک شخصی است.
- **پترن (Pattern)**: به چینش مکانی اشیاء مشخص بصری در یک سطح اطلاق می‌شود که بافت و تن مشابهی دارند. برای مثال میتوان به بلوکهای ساختمانی در شهر اشاره نمود که دارای پترنهای نسبتاً مشخصی است.
- **بافت (Texture)**: عبارتست از تغییرات روشنایی تکرارشوند در سطح که بصورت نرم (تغییرات کم) تا خشن (تغییرات زیاد) میباشد. بافت یک مشخصه مهم در تفسیر تصاویر راداری می‌باشد.
- **سایه (Shadow)**: در تفسیر ارتفاع نسبی اشیاء و تشخیص آنها موثر است. همچنین در تعیین شکل توپوگرافی سطح زمین بخصوص در تصاویر راداری بکار میرود.
- **همسایگی (Association)**: عبارتست از رابطه نسبی بین شئ موردنظر و اشیاء تشخیص داده شده در اطراف آن. برای مثال مدرسه عموما در همسایگی نواحی مسکونی واقع است.

اگرچه تفسیر رقومی با ابزارهای امروزی توان کمتری در تحلیل‌های کیفی در موارد فوق نسبت به تفسیر چشمی دارد، اما مزایای آن از یک سو و توسعه ابزارهای هوش مصنوعی از سوی دیگر باعث شده است موضوعی مورد توجه در تحقیقات امروزی سنجش از دور باشد. مزایای تفسیر رقومی به جنبه کمی تفسیر تصاویر تکیه داشته که عبارتند از:

- سرعت بالا در پردازش اطلاعات

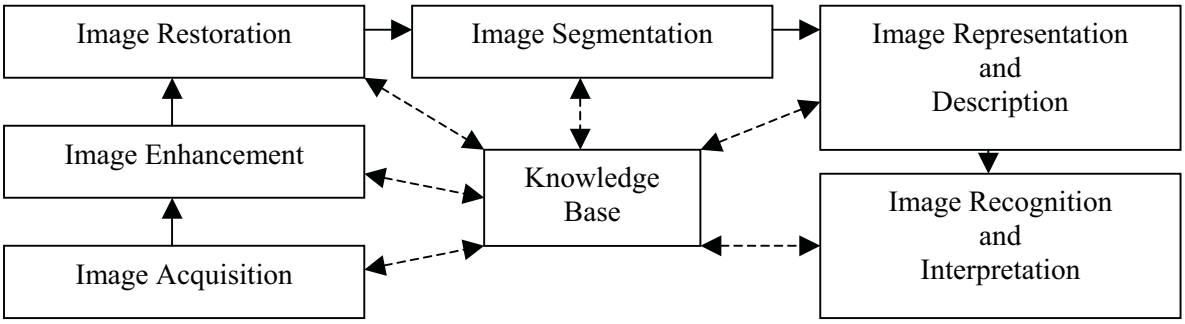
- تهیه خروجی رقومی با ساختار مناسب برای ورود به GIS
- امکان بکارگیری اطلاعات موجود GIS در تفسیر تصویر (Integrated GIS or IGIS)
- امکان پردازش تصاویر چندطیفی، چند سنجنده‌ای و چند مقیاسی با هم
- عدم نیاز به برجسته بینی با فرض در دسترس بودن DEM منطقه
- امکان ایجاد و توسعه پایگاه‌های معرفت برای کاربردهای مختلف

به این ترتیب تفسیر رقومی مکملی بسیار قوی برای تفسیر چشمی بوده و متخصصان کاربردهای مختلف باید با این ابزار جهت انجام تفسیر تصویر آشنا شوند بخصوص هنگامیکه کار در یک تعریف کلی‌تر در محیط GIS انجام می‌پذیرد.

در ادامه مبانی پردازش تصویر رقومی (Digital Image Processing) بطور خلاصه بررسی شده و بر مبنای آن موضوع تفسیر و تحلیل تصویر بحث می‌گردد. توجه شود که در این مقاله منظور از تفسیر تصویر ابتدا تشخیص و سپس تعیین روابط آن با عوارض دیگر است. برای انجام مرحله اول بایستی عمل طبقه‌بندی تصویر را انجام داد و برای مرحله دوم باید به تحلیل عوارض تشخیص داده شده پرداخت که این عمل در یک محیط IGIS که توان تحلیل همزمان بردار و رستر را داراست با بکارگیری ابزارهای هوش مصنوعی انجام می‌پذیرد.

۲- فرآیند پردازش تصویر

تفسیر اتوماتیک تصاویر رقومی نیازمند طی مراحل مقدماتی است که این بخش سعی در تفهیم مبانی کلی آنها دارد. تشریح جزئیات این مبانی در کتب پردازش رقومی تصاویر آمده است [2]. بطور کلی میتوان فرایند پردازش تصویر را مستقل از نوع و محتوی تصویر مورد بررسی، در شش مرحله نمایش یافته در شکل ۲ خلاصه نمود. البته تمامی این مراحل با پایگاه معرفت مربوط به فرد خبره در کاربری خاص موردنظر مرتبط بوده و ممکن است هر مرحله چندین بار پس از نظارت فرد خبره که می‌تواند یک انسان یا یک سیستم هوشمند باشد اجرا گردد.



شکل ۲: فرآیند پردازش تصویر رقومی

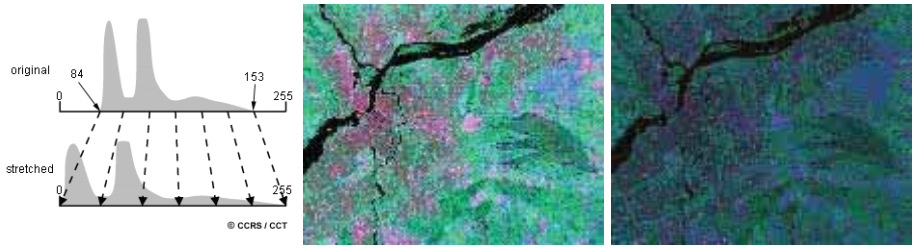
۲-۱- اخذ تصویر (Image Acquisition)

جهت اخذ تصویر از شئ موردنظر باید از اصول تصویربرداری مانند تنظیم پارامترهای داخلی دوربین، نورپردازی و بکارگیری فیلترهای مختلف آگاهی داشت. البته تصویربرداری میتواند در طیفهای مختلف امواج الکترومغناطیسی توسط سنجنده خاص مربوطه صورت گیرد اما بهرحال تصویر نهایی باید بصورت رقومی بصورت مستقیم یا غیرمستقیم ذخیره شود. در روش غیرمستقیم ابتدا عکس موردنظر توسط دوربین آنالوگ اخذ شده و پس از ظهور توسط جاروبگر (Scanner) از طریق یک آرایه خطی از آشکارسازها به یک تصویر رقومی تبدیل می‌شود. در روش مستقیم، جاروبگر مزبور یا یک آرایه دوبعدی از آشکارسازها بنام CCD در سنجنده قرار گرفته و بطور مستقیم به دریافت و ذخیره‌سازی تصویر رقومی اقدام می‌نماید. ذکر این نکته لازم است که عموماً عکس، به حالت آنالوگ و تصویر، به حالت رقومی اطلاق می‌گردد.

نکته دیگری که باید به آن اشاره نمود مسأله فشرده‌سازی تصویر جهت ذخیره‌سازی کاراکتر تصاویر حجیم است. روشهای فشرده‌سازی به حذف اطلاعات تکراری یا کم اهمیت در تصویر پرداخته و با تکنیکهای کدبندی مناسب به کاهش حجم فایل تصویر می‌پردازند. روشهای فشرده‌سازی به دو گروه Lossy و Lossless تقسیم‌بندی میشوند که در گروه اول تصویر بازسازی شده با تصویر اولیه کمی متفاوت است اما در گروه دوم بازسازی کامل است. برای مثال روش ZIP روش Lossless بوده اما روشهای JPEG و ECW روشهایی Lossy هستند. در روش JPEG ابتدا تصویر به بلوکهای نسبتاً کوچکی تقسیم شده و همبستگی داده‌های هر بلوک توسط اعمال یک انتقال خاص از بین میرود. به این ترتیب افزونگی داده‌ها حذف شده و بقیه اطلاعات بروش مناسب کدبندی و ذخیره می‌شود. در روش ECW نیز از تئوری Wavelet برای فشرده‌سازی تصویر استفاده شده است که نسبت به روشهای دیگر کارایی نسبتاً بالاتری را داراست.

۲-۲- بهبود تصویر (Image Enhancement)

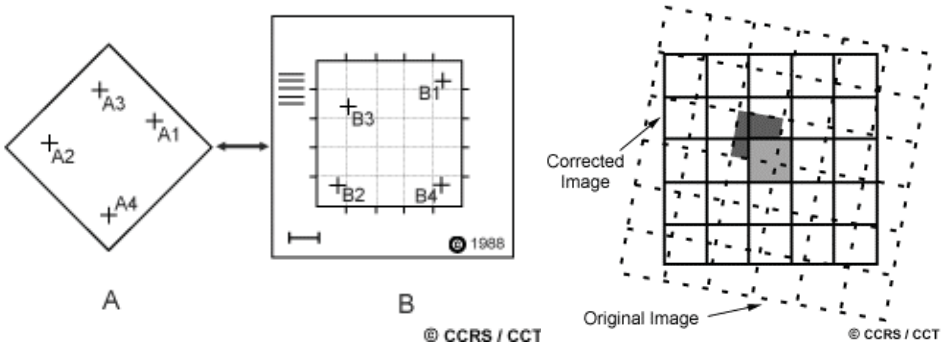
در این مرحله تصویر خام اولیه مورد پیش‌پردازش قرار گرفته و تصویر با کیفیت بصری نسبتاً مناسبتری حاصل می‌آید. برش محدوده موردنظر تصویر، بهبود و اصلاح هیستوگرام تصویر، فیلتر کردن تصویر جهت حذف یا کاهش نویز، برجسته‌سازی لبه‌ها یا هموارسازی نواحی تصویری، تلفیق تصاویر مختلف با هم نمونه‌هایی از پردازشهای معمول می‌باشد. بایستی توجه داشت که بهبود تصویر امری است که علاوه بر محتوی تصویری به سیستم بینایی و نحوه پردازش اطلاعات در مغز بستگی داشته و امری است پیچیده که عموماً غیرقابل مدلسازی کامل بوده و بایستی بصورت تعاملی با دخالت کاربر صورت گیرد. شکل ۳ نمونه‌ای از پیش‌پردازشهای بهبود تصویر را نشان می‌دهد.



شکل ۳: تصویر خام اولیه (راست)، تصویر بهبود یافته (وسط) و پردازش کشیدگی هیستوگرام (چپ)

۲-۳- بازسازی تصویر (Image Restoration)

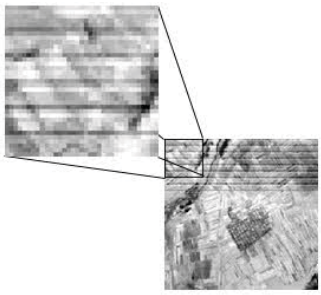
برخلاف پردازشهای بهبود تصویر در اینجا میتوان یک مدل ریاضی برای اصلاح تصویر پیدا نمود و به آن اعمال کرد تا اعوجاجات هندسی و رادیومتریکی تصویر حذف یا کاهش یابد. جهت بهبود اعوجاجات هندسی تصویر که ناشی از عملکرد سنجنده (مانند کشیدگی تصویر، اعوجاجات عدسی و دوران آینه‌های بازتاباننده نور) یا روابط هندسی بین سنجنده و شیِ موردنظر (مانند کرویت زمین، حرکت نسبی سنجنده و زمین در حین تصویربرداری و تغییر سیستم تصویر جهت انطباق با نقشه) میباشد، باید مدل ریاضی سنجنده را دانست و پارامترهای مجهول آنرا از طریق نقاط کنترل محاسبه نمود. سپس مدل ریاضی را به تصویر اعمال نمود تا تصویر تصحیح‌شده نهایی حاصل شود (Geometric Correction). این عمل طی فرآیندی بنام بازنمونه‌برداری (Resampling) صورت می‌گیرد که در آن نحوه تعیین درجه روشنایی هر پیکسل تصویر بازسازی شده از روی پیکسلهای همسایه در تصویر اولیه مشخص می‌گردد. اینکار به سه روش Nearest Neighbor، Bilinear و Bicubic صورت میگیرد که حالت اول در شکل ۴ نمایش یافته است.



شکل ۴: استفاده از نقاط کنترل جهت تشکیل مدل ریاضی (چپ) و بازنمونه‌برداری بروش نزدیکترین همسایه (راست)

علاوه بر تصحیح اعوجاجات هندسی، انحرافات رادیومتریکی نیز در این مرحله تصحیح می‌شود. این امر بصورت مستقیم یا از طریق انتقالهای دوبعدی تصویری مختلف مانند انتقال فوریه صورت میگیرد. برای

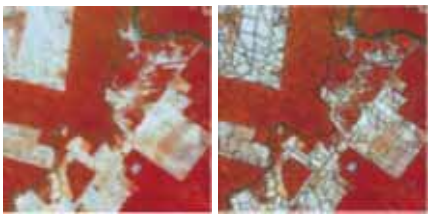
مثال اعمال کالیبراسیون طیفی سنجنده یا حذف اثر انکسارات جوی بر تصویر را میتوان نام برد. بعد از بهبود و بازسازی تصویر، پیش‌پردازشهای لازم بر روی تصویر صورت گرفته و تصویر آماده پردازشهای میانی می‌باشد. شکل ۵ نمونه‌ای از این تصحیح را برای خطای نوارهای منظم (Systematic Striping) که ناشی از عملکرد درونی سنجنده است نشان میدهد.



شکل ۵: تصحیح خطای نوارهای منظم در بازسازی تصویر

۲-۴- بخش‌بندی تصویر (Image Segmentation)

در این مرحله عناصر اولیه تصویری برای پردازشهای سطح بالاتر استخراج می‌شود (Feature Extraction). عناصر اولیه می‌تواند خود پیکسلها، مجموعه‌ای از پیکسلهای همسایه یا عوارض دیگر مانند نقاط، لبه‌های تصویری یا خطوط مستقیم باشد. نحوه استخراج این عوارض تصویری خود موضوع گسترده‌ای است که خارج از حوصله این مقاله می‌باشد. روشهای بخش‌بندی تصویر به دو گروه کلی بخش‌بندی مبتنی بر لبه و مبتنی بر ناحیه تقسیم‌بندی می‌شود. در حالت اول لبه‌های تصویری که امتدادهای با تغییرات روشنایی شدید می‌باشند شناسایی شده و نواحی تصویری از آنها استخراج می‌گردد اما در حالت دوم از الگوریتمهای استخراج ناحیه مانند رشد ناحیه استفاده می‌شود.



شکل ۶: مثالی از بخش‌بندی تصویر: تصویر اولیه (چپ) و تصویر بخش‌بندی شده به نواحی همگون (راست)

۲-۵- بازنمایی و توصیف تصویر (Image Representation and Description)

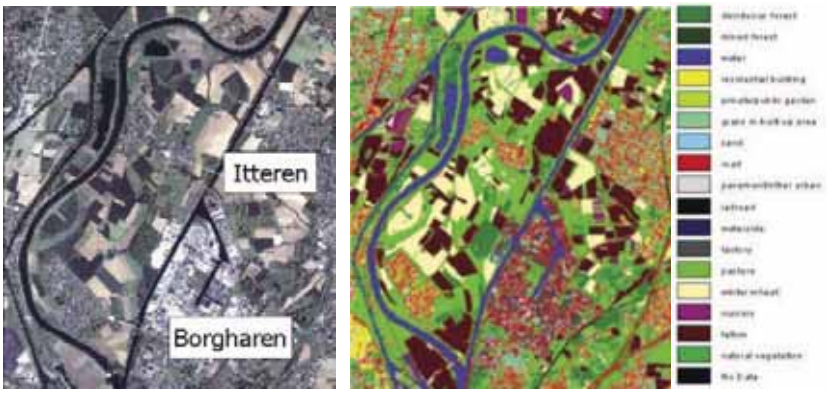
پس از تعیین عناصر اولیه تصویری که عموماً پیکسلها یا نواحی حاصل از آنها می‌باشند بایستی تعدادی توصیفگر (Descriptor) برای آنها تعریف و تعیین شود. توصیفگرها بگونه‌ای انتخاب می‌شوند که بتوانند خصوصیات هر ناحیه را بازشناسند و معیاری برای تفکیک نواحی از هم باشند. انواع توصیفگرها عبارتند از توصیفگرهای طیفی مانند درجات روشنایی پیکسلها، توصیفگرهای بافتی مانند انحراف معیار تغییرات

شدت روشنایی، ضرایب انتقال فوریه یا گشتاورهای موضعی در ناحیه، و توصیفگرهای هندسی مانند مساحت، محیط، وکشیدگی ناحیه. بعد از تعریف توصیفگرهای مختلف، بردار توصیفگرها تعریف شده و برای هر یک از عناصر استخراجی محاسبه می‌شود. ساده‌ترین حالت، بردار درجات روشنایی طیفهای مختلف برای هر پیکسل می‌باشد. گاهی نیز تعیین توصیفگرها منوط به تغییر ساختار نمایش عناصر سازنده تصویریست که تحت فرایند بازنمایی تصویر انجام می‌گیرد.

۲-۶- تشخیص و تفسیر تصویر (Image Recognition and Interpretation)

اکنون به تعداد عناصر اولیه تصویری، بردار توصیفگرها در دست است که باید مبنای طبقه‌بندی عناصر تصویری قرار گیرند. روشهای مختلف و متعدد تشخیص یا طبقه‌بندی تصویر موجود است که به دو گروه کلی تقسیم‌بندی میشوند: روشهای طبقه‌بندی با نظارت (Supervised Classification) و بدون نظارت (Unsupervised Classification) که اولی تفسیر قبل از تشخیص و دومی تفسیر بعد از تشخیص تصویر صورت می‌گیرد. منظور از تشخیص تصویر طبقه بندی عناصر اولیه تصویری و گروه‌بندی عناصر مشابه در یک کلاس یا برچسب زنی به هریک می‌باشد. درحالیکه تفسیر تصویر عموماً به تعیین نوع یا گونه واقعی عوارض مربوط به هر کلاس میباشد. البته تفسیر تصویر در سطوح بالاتری نیز قابل انجام است و آن ترکیب عناصر مختلف تصویری بمنظور استخراج عوارض بامعنی شناخته شده در دنیای خارج می‌باشد. تفسیر تصویر به معنای اخیر موضوع پیچیده‌ای است که روشهای هوش مصنوعی امروزی سعی در حل آن دارند.

در زیر ابتدا روشهای طبقه‌بندی تصویر بررسی شده و سپس ابزارهای هوش مصنوعی برای تشخیص و تفسیر تصاویر بطور خلاصه معرفی می‌گردد.



شکل ۷: مثالی از یک تصویر تفسیر شده (راست) از روی تصویر چندطیفی اولیه (چپ) توسط سیستم Recognition با استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی [۳]

۳- روشهای طبقه‌بندی تصویر

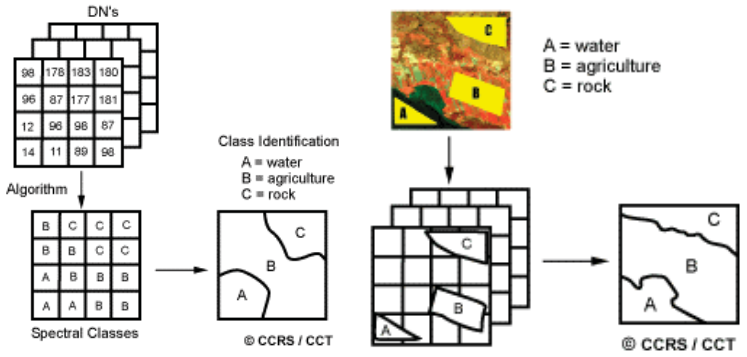
۳-۱- روشهای طبقه‌بندی بانظارت

در این روشها فرض بر این است که کلاسهای عوارض از قبل مشخص بوده و یکنوع شناسایی اولیه از خصوصیات کلاسها بر اساس نواحی قابل تشخیص تصویری توسط فرد خبره صورت گرفته است. این روشها تحت سه مرحله کلی انجام می‌پذیرند: پیش‌پردازش، طبقه‌بندی و پس‌پردازش [۴].

در پیش‌پردازش، نواحی آموزشی (Training Area) انتخاب شده و کنترلهای مربوطه روی کیفیت آنها صورت می‌گیرد. نواحی آموزشی عموماً بگونه‌ای انتخاب میشوند که هر یک از آنها تنها خصوصیات یک کلاس خاص را بصورت نسبتاً خالص نشان دهند. برای مثال برای تفکیک نواحی تصویری به سه کلاس آب، خاک و پوشش گیاهی باید نواحی کوچکی از انواع مختلف عوارض مربوط به هر کلاس را بعنوان نواحی آموزشی در سطح تصویر انتخاب نمود. برای اطمینان از کیفیت ناحیه آموزشی، هیستوگرام کلیه نواحی برای هر کلاس باید حالت نرمال داشته باشد. این امر خصوصاً برای روشهای طبقه‌بندی آماری که فرض بر نرمال بودن هر کلاس دارند بسیار حائز اهمیت است. بعلاوه هیستوگرامها نباید پراکندگی بالایی داشته اما تفکیک‌پذیری مناسبی نسبت به کلاسهای دیگر داشته باشند. برای این منظور ماتریس وابستگی کلاسهای مختلف مورد بررسی قرار میگیرد.

در مرحله بعد عمل طبقه‌بندی به یکی از روشهای زیر انجام می‌پذیرد: روشهای آماری که پارامتریک بوده و در آنها فرض میشود پراکندگی هر کلاس شکلی نرمال دارد. دو پارامتر اساسی در توزیع نرمال (میانگین و انحراف معیار) در این روشها باید برای هر کلاس تعیین گردد تا توسط آنها بتوان میزان نزدیکی یا دوری هر عنصر را طبقات موجود محاسبه نمود تا نزدیکترین طبقه را درصورت برقراری یک حدآستانه شباهت به آن عنصر نسبت داد. البته عموماً یک کلاس اضافی برای عناصری که شباهت چندانی به کلاسهای موجود ندارند درنظر گرفته می‌شود. از بین روشهای طبقه بندی آماری مختلف بسته به معیار شباهت تعریف شده برای آنها میتوان به Parallel Piped، Minimum Distance، Maximum Likelihood، اشاره نمود. روشهای غیرآماری نیز که مبانی آنها در هوش مصنوعی است امروزه مورد استفاده قرار می‌گیرند. مزیت اساسی این روشها در آنست که هیچ پیش فرضی را در مورد تابع توزیع کلاسها نداشته لذا به آنها روشهای غیرپارامتری نیز می‌گویند. با وجودیکه این روشها پیش-فرضهای غیرواقعی در مورد طبقه‌بندی تصویر ندارند اما در بین کاربران عمومیت ندارند زیرا پیچیده بوده و همیشه به جوابهای کاملا یکسانی نمی‌رسند. از این روشها میتوان به شبکه‌های عصبی مصنوعی پرسپترون چندلایه‌ای اشاره نمود. مرور کلی به این روشها در ادامه خواهد آمد.

مرحله آخر کنترل نتایج و بهبود آنها می‌باشد. در مرحله قبل برای هر عنصر کلاس مربوطه مشخص شده است. برای اطمینان از صحت طبقه‌بندی عناصر طبقه‌بندی شده را با نقاط چک که معلومند مقایسه شده و ماتریس ارزیابی Omission-Commission حاصل میشود. تلفیق کلاسهای با وابستگی آماری بالا و بهبود نواحی آموزشی برای طبقه‌بندی مجدد از جمله پردازشهای این مرحله می‌باشد.



شکل ۸: طبقه‌بندی بانظارت

۳-۲- روشهای طبقه‌بندی بدون نظارت

در این روشها بدون آگاهی از خصوصیات هر کلاس که در طبقه‌بندی بانظارت توسط نواحی آموزشی صورت می‌گرفت، اقدام به طبقه‌بندی تصویر می‌شود. همین موضوع نشان‌دهنده پیچیدگی بالاتر این روش بوده و نیاز به یک سیستم هوش مصنوعی را بجای شخص خبره می‌طلبد. با اینحال روشهای پارامتری نیز برای آن پیشنهاد شده است که تحت عنوان خوشه‌بندی تصویر (Image Clustering) می‌باشد. روشهایی نظیر ISODATA و Fuzzy C-means را میتوان برای دو نوع طبقه‌بندی بدون نظارت آماری و غیرپارامتری نام برد. در این روشها عموما تعداد کلاسها باید توسط کاربر قبل از طبقه‌بندی مشخص باشد.

۴- هوش مصنوعی در تفسیر تصویر

اگرچه هوش مصنوعی امروزه مورد توجه فراوان محققین رشته‌های مختلف علوم بوده و دائماً در حال توسعه می‌باشد اما میتوان مباحث آنرا به سه بخش مختلف تقسیم‌بندی نمود: شبکه‌های عصبی مصنوعی (Artificial Neural Networks)، سیستمهای فازی (Fuzzy Systems) و الگوریتمهای تکاملی (Evolutionary Algorithms). تشریح هریک از این مباحث خارج از حوصله این مقاله بوده اما کاربرد هریک در تشخیص و تفسیر تصویر بطورخلاصه تشریح می‌گردد.

شبکه عصبی چندلایه پرسپترون جهت طبقه‌بندی بانظارت بکار می‌رود. ورودی این شبکه بردار توصیفگرها و خروجی کلاسهای مختلف می‌باشد. در ابتدا بردارهای توصیفگر مربوط به داده‌های آموزشی همراه با کلاس مربوطه به ورودی و خروجی شبکه معرفی می‌شود. سپس توسط فرایند پس انتشار خطا (Back Propagation) وزنهای بین نرونهای شبکه تعیین شده و شبکه آموزش یافته، آماده بکارگیری جهت طبقه‌بندی تصویر می‌شود. برای طبقه‌بندی هر عنصر در تصویر تنها کافی است توصیفگرهای آنرا به ورودی شبکه معرفی نمود و در خروجی شبکه، کلاس آنرا بدست آورد. شبکه عصبی کوهنِن برای طبقه‌بندی بدون نظارت بکار میرود. در این حالت آموزش شبکه با داده‌های اصلی یا

توصیفگرهای تمامی عناصر تصویری بهمراه طبقه‌بندی بصورت یکجا صورت گرفته و هر داده موجب همگرایی بیشتر و طبقه‌بندی بهتر می‌شود. برای آگاهی از جزئیات این نوع شبکه های عصبی به [۵] مراجعه نمایید.

در سیستمهای فازی، دانش فرد خبره برخلاف شبکه‌های عصبی که بصورت ضمنی در وزنهای نرونهای شبکه ذخیره شده است، بصورت صریح در قواعد آن منعکس می‌شود. قواعد عبارتند از تعدادی جملات شرطی اگر-آنگاه (If A Then B) که پایگاه معرفت را تشکیل میدهد. سیستمهای استدلال یا استنتاج فازی از این پایگاه معرفت استفاده کرده و برای یک ورودی A’ ، Aهای مشابه را تعیین نموده و بهترین B’ را از روی Bهای متناظر محاسبه می‌نمایند. سیستمهای استدلال فازی در طبقه‌بندی بانظارت قابل استفاده‌اند. این امر بکمک آموزش یک شبکه ANFIS که ترکیبی از مفاهیم شبکه عصبی و سیستم استدلال فازی است همانند شبکه‌های عصبی قابل انجام است. مفاهیم فازی در طبقه‌بندی نیز قابل استفاده اند. ازآنجاکه عناصر تصویری ترکیبی از کلاسهای مختلف می‌باشند یک روش دقیقتر برای طبقه‌بندی آنها نسبت دادن درجات عضویت فازی برای هر کلاس روی هر عنصر تصویری می‌باشد. روش Fuzzy C-means نمونه‌ای از این نوع طبقه‌بندی فازی می‌باشد [۶].

الگوریتمهای تکاملی روشهایی برای حل مسایل بهینه سازی بر اساس مفاهیم تکامل در طبیعت می‌باشد. در مسایل بهینه‌سازی عبارتی بنام تابع مطلوبیت که از چندین پارامتر تشکیل شده باید حداقل یا حداکثر شود. در این روشها نسلی از نقاط (هر نقطه مبین یک دسته جواب برای پارامترهای مساله موردنظر میباشد) بصورت اتفاقی تشکیل شده و با اعمال عملگرهای خاص جهش و لقاح نسلهای آتی را تشکیل میدهند. میزان انطباق نقاط هر نسل در مساله موردنظر محاسبه شده و نقاطی که کیفیت بالاتری دارند با احتمال بیشتری بر اساس اصل انتخاب طبیعی در ایجاد نسل بعد مشارکت خواهند داشت. ایجاد نسلهای متوالی تا جایی ادامه می‌یابد که یکی از نقاط پاسخ مناسبی را برای مساله بدست دهد [۷]. اکنون میتوان مساله طبقه بندی تصویر را یک مساله بهینه‌سازی درنظر گرفت که در آن تابع مطلوبیت شباهت نقاط طبقه‌بندی شده هر کلاس باهم می‌باشد. پارامترهای این مساله نیز شماره کلاس هر عنصر تصویری است که مجهول می‌باشد.

۵- نتیجه گیری

با توجه به افزایش روزافزون سنجنده‌های جمع‌آوری داده‌های تصویری هوایی و ماهواره‌ای رقومی، و بکارگیری سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی GIS در ذخیره، نمایش و پردازش اطلاعات در کاربریهای مختلف، نیاز به ابزارهای اتوماتیک برای تفسیر و تحلیل تصاویر رقومی بخوبی حس می‌شود. متخصصین امر در کاربریهای خاص خود بایستی با اصول کاری تفسیر و تحلیل رقومی تصاویر آشنا بوده تا در کنار تفسیر چشمی بتوانند نه تنها کیفیت کار خود را بالا برده بلکه عملکرد خویش را در محیطهای GIS توسعه دهند. این مقاله با بررسی خصوصیات تفسیر چشمی و رقومی نقاط ضعف و قوت هر یک را تشریح نموده و بکارگیری توأم آنها را توصیه می‌نماید. مروری بر مبانی پردازش تصویر و اصول طبقه‌بندی تصویر،

آغازی است برای آشنایی با تفسیر رقومی تصاویر که در این مقاله مورد بحث قرار گرفته است. استفاده از ابزارهای نوین هوش مصنوعی در زمینه‌های شبکه‌های عصبی مصنوعی، سیستمهای استدلال فازی و الگوریتمهای تکاملی امروزه توجه بسیاری از محققین را برای اتوماسیون هوشمندانه‌تر تفسیر تصویر به خود معطوف کرده است.

مراجع

[1] www.nrcan.gc.ca , 2004
[2] Gonzales R. C., and Woods R.E., Digital Image Processing, Addison-Wesley, 1993.
[3] www.definiens-imaging.com, 2004
[4] www.pcigeomatics.com, 2001
[5] www.mathworks.com, Neural Network Toolbox for Use with MATLAB, 2002
[6] www.mathworks.com, Fuzzy Logic Toolbox for Use with MATLAB, 2002
[7] IEEE Transactions on Evolutionary Computation Journal, 1997-2004

کارگاه آموزشی کاربرد RS و GIS در آبیاری و زهکشی
۱۲ آذر ماه ۱۳۸۳

بکارگیری فن آوری سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در مطالعات بهسازی شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود گیلان

بهنام باغبان‌زاده[۱]

چکیده

در برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب بهره گیری از فن آوری‌های جدید نظیر اخذ و پردازش اطلاعات (از طریق ماهواره) ً فن سنجش از دورً و استفاده از نرم افزارها و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) نقش بسزایی در مدیریت منابع آب و خاک به عهده دارد.

شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود گیلان با مساحت جغرافیایی ۲۸۴۱۸۰ هکتار و با بیش از ۲۰۰۰ کیلومتر کانال و زهکش در شمال غربی دریای خزر و در قالب ۱۷ واحد عمرانی و در سه ناحیه آبیاری شرقی، مرکزی و فومنات با قدمت حدود ۳۵ سال واقع شده است.

از زمان شکل گیری شبکه مذکور تاکنون محدودیت‌ها و نارسایی‌های زیادی از نظر ساختار فیزیکی و مدیریتی بوجود آمده که ضرورت مطالعات بهسازی شبکه مذکور را ایجاب می نمود. از مهمترین محدودیت‌ها می توان به تغییر کاربری اراضی و افزایش مساحت اراضی شالیزاری و نوآباد در محدوده زیرپوشش شبکه آبیاری و عدم کشش ظرفیت کانالها و ... اشاره نمود.

همچنین عدم وجود نقشه‌های همچون ساخت مربوط به شبکه کانالها و زهکشها از جمله موارد دیگر درخصوص ضرورت مطالعات بازنگری و بهنگام نمودن پلان شبکه کانالها و زهکشها گردید. به همین منظورمهندسین مشاور پندام در قالب مطالعات بهسازی شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود گیلان به منظور بهنگام نمودن شبکه مذکور و تهیه نقشه‌های کاربری اراضی جدید به تفکیک انواع کشت‌ها در محدوده شبکه از تلفیق تصاویر سنجنده الکترواپتیکال T.M از ماهواره Landsat (۷ باندی رنگی با قدرت تفکیک ۳۰ متر) و سنجنیده پانکروماتیک PAN از ماهواره Spot (تک باندی سیاه و سفید با قدرت تفکیک ۱۰ متر) استفاده نمود. نتایج حاصله از تعبیر و تفسیر تصاویر فوق بیانگر دقت بالای تصاویر در انجام این

۱- کارشناس ارشد مهندسین مشاور پندام و عضو بخش جوان کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مهم بوده است. لذا استفاده از فن آوری جدید سنجش از دور نقش بسزایی در بهنگام نمودن اطلاعات شبکه سفیدرود در زمینه‌های موردنظر چه از نظر هزینه و زمان داراست. همچنین با استفاده ار نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی Arcview با وارد نمودن کلیه اطلاعات مربوط به لایه‌های شبکه کانالها و زهکش‌ها و ابنیه اجراء شده (مشتمل بر ۹۰۰۰۰ داده) کاربری اراضی و مساحت تحت پوشش هر کانال و ... قابلیت مدیریت داده‌ها (Data management) و تحلیل و ارایه خروجی آنها فراهم گردیده است.
در این مقاله مراحل و چگونگی استفاده از تصاویر ماهواره ای و همچنین تهیه بانک اطلاعاتی در مطالعات بهسازی شبکه سفیدرود گیلان مورد بحث و تحلیل قرار خواهد گرفت.
لغات کلیدی : سنجش ازدور، سیستم اطلاعات جغرافیایی، سفیدرود و بانک اطلاعاتی

۱- مقدمه و هدف

فن استفاده از هوا و فضا برای جمع آوری اطلاعات زمینی و مطالعه و شناسایی این منابع بدون تماس فیزیکی با آنها، امروزه به عنوان تکنولوژی سنجش از دور (Remote sensing) بصورت گسترده مورد استفاده کشورهای مختلف قرار می گیرد و در زمانهای کوتاه، حجم قابل ملاحظه ای از اطلاعات زمینی جمع آوری گردیده که این اطلاعات اساس برنامه‌ریزی‌های مختلف را تشکیل می دهد.
در ایستگاههای گیرنده برخی پردازشهای اولیه برای جبران خطاهای تصویربرداری برروی اطلاعات دریافت شده صورت می گیرد و تولیدات اطلاعات هوایی و فضایی بصورت فیلم و عکس با مقیاسهای مختلف یا به فرم اطلاعات رقومی و قابل تفسیر با رایانه و نرم افزارهای خاص، برای مطالعه و شناسایی منابع زمینی تهیه و در اختیار استفاده کننده‌ها قرار میگیرد.
دریکی دودهه اخیر، با افزایش حجم اطلاعات قابل دسترس و لزوم ترکیب این اطلاعات باعث شکل گیری فن دیگری بنام سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی شده است. سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی نرم افزارهای رایانه ای هستند که امکان ورود داده‌ها، تحلیل و تهیه محصول خروجی را فراهم می آورند.
شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود گیلان با مساحت جغرافیایی حدود ۲۸۴۱۸۰ هکتار در شمال غربی دریای خزر و در قالب ۱۷ واحد عمرانی و سه ناحیه آبیاری شرق، مرکزی و فومنات با قدمت بیش از ۳۵ سال واقع شده است. از زمان شکل گیری شبکه مذکور تاکنون محدودیت‌ها و نارسایی‌های زیادی بشرح زیر بوجود آمده است که ضرورت مطالعات بهسازی شبکه مذکور را ایجاب نموده است.

- تغییرات حاصله در الگوی زراعی و افزایش سطح زیرکشت برنج.
- کمبود منابع آب در دسترس بلحاظ کاهش ظرفیت مفید مخزن سد سفیدرود.
- رسوبگذاری در کانالها و زهکشها و کاهش ظرفیت انتقال آنها.
- نارسایی‌های تحویل آب به مزارع به سبب محدودیت‌های منابع آب، تخریب تعداد زیادی از دریچه‌های آبگیری و تنظیم سطح آب کانالها.

- ناکارا بودن بعضی از محلهای آبگیری از کانالها بلحاظ تغییرات در الگوی زراعی و محدوده اراضی زیر پوشش.
- محدودیت‌های ساختار فیزیکی و مدیریتی (بهره برداری و نگهداری) شبکه و سایر عوامل تاثیرگذار.

از مهمترین تغییرات بوجود آمده درخصوص شبکه آبیاری سفیدرود تغییر کاربری اراضی و افزایش مساحت اراضی شالیزاری و نوآباد در محدوده فوق و افزایش نیاز آبی و محدودیت‌های ناشی از مدیریت توزیع و بهره برداری از شبکه مذکور است. اراضی نوآباد (شالیزاری) که در طول سالهای بهره برداری (تبدیل اراضی بایر و بوته زار، باغات چای و اراضی جنگلی به اراضی شالیزاری) حادث شده اند، خارج از طرح ساماندهی مشاور طرح (مهندسین مشاور سوگراه) بوده اند و به عنوان اراضی گمشده همواره برای مسئولان شرکت بهره برداری مطرح بوده است. شناسایی اراضی فوق که در قالب مساحت‌های کوچک و بزرگ و به شکل پراکنده در محدوده واحدهای عمرانی واقع شده اند، از جمله مواردی می باشند که نیازمند بررسی‌های متعدد میدانی با صرف وقت بسیار زیاد و هزینه می باشد. لذا استفاده از فن آوری‌های جدید از قبیل فن سنجش از دور (RS) و (GIS) می تواند نقش بسزایی در بهنگام نمودن اطلاعات مدیریتی شبکه سفیدرود بشمار آید. به همین منظور مهندسین مشاور پندام در قالب مطالعات بهسازی شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود گیلان به منظور بهنگام نمودن شبکه مذکور و تعیین کاربری اراضی به تفکیک انواع کشت‌ها (اراضی شالیزاری، باغات چای، توتستان و قلمستان، سایر کشت‌ها، بوته زار، اراضی سیل گیر، آب بندان و استخر و مناطق مسکونی و ساخته شده) در محدوده شبکه و به تفکیک اراضی تحت پوشش هرکانال و نهایتاً بررسی ظرفیت کشش کانالها برای انتقال و توزیع آب (با منظور نمودن نیاز آبی اراضی تحت پوشش در وضع موجود) با استفاده از تلفیق تصاویر سنجنده از ماهواره Spot (تک باندی با قدرت تفکیک ۱۰ متر) و سنجنده T.M از ماهواره Landsat (۷ باندی با قدرت تفکیک ۳۰ متر) علاوه بربهنگام نمودن شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود (پلان شبکه کانالها، زهکشها، راههای ارتباطی و رودخانه‌های محلی و انهار سنتی) اقدام به تعیین کاربری اراضی و مساحت تحت پوشش هر کانال و آبگیر نموده است.

طبق نتایج بدست آمده از تصاویر ماهواره ای مساحت زیرکشت برنج (شالیزار) در وضع موجود برابر ۱۸۹۸۳۳ هکتار ناخالص است که در مقایسه با طرح ساماندهی مشاور طرح (سوگراه) ۲۶۵۰۰ هکتار افزایش را نشان میدهد. از طرفی به دلیل وجود محدودیت‌ها و مشکلات بشرح زیر استفاده از سیستم سنجش از دور برای دستیابی به اطلاعات پایه در زمینه‌های مورد نظر بلحاظ هزینه و زمان الزامی بوده است.

- گستردگی شبکه در قالب واحدهای عمرانی متعدد.
- تعدد و گسترش شبکه کانالها و زهکشها
- تلفیق، پراکندگی و تغییرات در کاربری اراضی

- تنوع، پراکندگی و تغییرات در کاربری اراضی

۲- کاربرد RS و GIS در مطالعات بهسازی شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود گیلان

درخصوص سابقه کاربرد سنجش از دور (RS) و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در شبکه‌های آبیاری ایران بزرگترین مطالعه حاضر در مورد شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود گیلان (سال ۱۳۷۸) با مساحت جغرافیایی ۲۸۴۱۸۰ هکتار به کارفرمایی شرکت سهامی آب منطقه ای گیلان و توسط مهندسین مشاور پندام با اهداف زیر و با استفاده از تفسیر تصاویر سنجنده PAN از ماهواره Spot (تک باندی با قدرت تفکیک ۱۰ متر) و سنجنده T.M (چند باندی با قدرت تفکیک ۳۰ متر) صورت پذیرفت.

- تعیین کاربری اراضی و اراضی تحت کشت توسعه یافته در محدوده شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود گیلان به تفکیک هر واحد عمرانی و تحت پوشش هر کانال.
- تعیین پلان شبکه آبراهه‌های ساخته شده به تفکیک (کانالها، زهکش‌ها، انهار سنتی و ۰۰۰)
- تعیین پلان شبکه آبراهه‌ها و زهکش‌های طبیعی و رودخانه‌ها.
- تعیین پلان شبکه راههای منطقه به تفکیک (راههای اصلی و فرعی).
- استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در تحلیل و پردازش داده‌ها و تهیه بانک اطلاعاتی شبکه (Data base).

۲-۱- خلاصه مشخصات فنی داده‌های ماهواره‌ای

اهم مشخصات فنی داده‌های ماهواره ای مورد استفاده در شبکه سفیدرود بشرح زیر است:

- ریزبینی کافی جهت تشخیص پدیده‌های موردنظر (کانالها، زهکشها، انهار سنتی و ...) این ریزبینی با بهره گیری از اطلاعات تک باندی سنجنده PAN ماهواره Spot تعیین شده است (با قدرت تفکیک ۱۰ متر).
- بهره گیری از اطلاعات چند باندی سنجنده T.M ماهواره Landsat به منظور امکان بهتر تعبیر و تفسیر داده‌ها (با قدرت تفکیک ۳۰ متر).
- اخیر بودن تصاویر.
- ملاحظات فصلی و توجه به تقویم زراعی.
- انتخاب بهینه از دیدگاه اقتصادی.

پس از بررسی‌های لازم ترکیبی از تصاویر تک باندی سیاه و سفید سنجنده PAN از ماهواره Spot و چند باندی رنگی T.M از ماهواره Landsat به شرح زیر انتخاب گردید:

۱- تصویر شماره ۱۶۶/۳۴ سنجنده T.M ماهواره لندست، اخذ شده در۱۴ آوریل ۱۹۹۸ (۲۵ فروردین ۱۳۷۷)

۲- تصویر شماره ۱۶۶/۳۴ سنجنده T.M ماهواره لندست، اخذ شده در ۱۳ ژوئن ۱۹۹۱

(۲۴ خرداد ۱۳۷۰)

۳- تصویر شماره ۱۴۴/۲۷۵ سنجنده T.M ماهواره اسپات، اخذ شده در ۴ اوت ۱۹۹۴
(۱۳ مرداد ۱۳۷۳)

۴- تصویر شماره ۱۴۵/۲۷۵ سنجنده PAN ماهواره اسپات، اخذ شده در ۹ ژوئیه ۱۹۹۷
(۱۸ تیر ۱۳۷۶)

۵- تصویر شماره ۱۴۶/۲۷۵ سنجنده PAN ماهواره اسپات، اخذ شده در ۱۷ اوت ۱۹۹۷
(۲۶ مرداد ۱۳۷۶)

۶- تصویر شماره ۱۴۶/۲۷۵ سنجنده PAN ماهواره اسپات، اخذ شده در ۲۱ آوریل ۱۹۹۴
(اردیبهشت ۱۳۷۳)

۲-۲- روش کار

پس از تهیه و خرید تصویر ماهواره ای فوق و با دراختیار گرفتن کادر مجرب اقدام به تفسیر و تعبیر داده‌های ماهواره ای و استخراج لایه‌های مورد نیاز گردید. اهم فعالیت‌های انجام گرفته دراین خصوص بشرح زیر است:

- پردازش داده‌ها شامل تصحیح هندسی و رادیومتریک.

تصحیحات هندسی (مختصات UTM و ارتفاع) با استفاده از نقاط کنترل استخراج شده از نقشه‌های پایه توپوگرافی و مختصات بدست آمده در بررسی‌های میدانی (با کمک دستگاه GPS) انجام گرفته است.
برای آشکار سازی مرز مزارع و سهولت نمونه گیری زمینی، با استفاده از اطلاعات پانکروماتیک Spot و اجرای انطباق تصاویر (Image Registration) تصاویر Spot با تصاویر TM منطبق شدند. به عبارت دیگر با اجرای این مرحله، تصاویر TM با حفظ خصوصیات طیفی خود، دقت تصاویر Spot را به اندازه پیکسل‌های ۱۰×۱۰ متر پیدا کردند.

- قطع بندی داده‌های تصحیح شده (geo Coded Sheet Cutting) و تهیه عکس نقشه‌های مختلف.
- تشکیل پایگاه اطلاعات رقومی شبکه از طریق استخراج اطلاعات مختلف از تصاویر Geocode شده
- انجام بازدیدهای میدانی در دو مرحله:
- مرحله اول در آغاز کار به منظور افزایش توان و تعبیر و تفسیر تصاویر.
- مرحله دوم در پایان کار به منظور تائید میزان صحت تعبیر نقشه‌های فوق
- تهیه نقشه کامل آبیاری منطقه مطالعه شامل کلیه لایه‌های پایگاه و نیز دیگر اطلاعات مکانی موجود به مقیاس ۱:۵۰۰۰۰.

۳- بانک اطلاعاتی (Data base) شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود گیلان

پس از تکمیل چک لیست‌های ارزیابی کارشناسی به تفکیک هرکانال و زهکش (بیش از ۵۰۰۰ برگ چک لیست) و استخراج اطلاعات مزبور اقدام به وارد نمودن کلیه مشخصات هیدرولیکی کانال‌ها و زهکش‌ها (مستخرج از اطلاعات مشاور طرح) و ابنیه اجراء شده به شکل بانک اطلاعاتی و به هنگام شده براساس بررسی‌های میدانی در قالب نرم افزار ACCESS گردید. طبق برآورد بعمل آمده بانک اطلاعاتی فوق حاوی ۹۰۰۰۰ داده مربوط به اطلاعات شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود گیلان از قبیل داده‌های هیدرولیکی کانال و زهکش شامل دبی، سرعت، عرض کف، عمق، شیب و ... همچنین اطلاعات جانبی شامل زمان ساخت کانال یا زهکش و منبع تغذیه کننده و یا محل تخلیه زهکش و اطلاعات مربوط به نوع سازه و تیپ آن بوده که امکان دسترسی به اطلاعات هریک از کانال‌ها و زهکش‌ها و ابنیه وابسته به راحتی میسر میباشد. در جدول شماره ۱ تعداد داده‌های وارد شده در بانک اطلاعاتی به تفکیک نواحی آبیاری ارایه شده است.

جدول شماره ۱- تعداد داده‌های ورودی در Data base

ناحیه آبیاری	ابنیه وابسته	اطلاعات بازه‌ای و کلی کانال و زهکش	جمع کل
شرق	۱۸۲۹۸	۹۱۲۳	۲۷۴۲۱
فومنات	۲۹۵۰۴	۱۶۳۷۰	۴۵۸۷۴
مرکزی	۸۴۲۳	۷۹۴۵	۱۶۳۶۸
جمع کل	۵۶۲۲۵	۳۳۴۳۸	۸۹۶۶۳

۴- مدیریت داده‌ها (Data management) در قالب نرم افزار Arcview

به منظور دسترسی سریع و آسان به کلیه اطلاعات منتج شده از شبکه سفیدرود گیلان با استفاده ازتصاویر ماهواره ای و بررسی‌های میدانی و همچنین امکان دسترسی سریع به کاربری اراضی تحت پوشش هرکانال و ... کلیه اطلاعات بدست آمده در بیش از ۱۵ لایه برروی تلفیق تصاویر PAN از ماهواره TM,Spot از ماهواره Landsat در نرم افزار Arcview وارد گردید. ضمناً به لوح فشرده مذکور بانک اطلاعاتی کانال‌ها و زهکش‌ها (در برنامه ACCESS) نیز ضمیمه می باشد. انجام این کار این قابلیت را برای کاربر و به خصوص مدیران و کارشناسان فراهم می کند که در اسرع وقت و به راحتی به کلیه اطلاعات شبکه (کاربری اراضی، مساحت تحت پوشش هرکانال، مشخصات کلی و جزییات کانال‌ها و زهکش‌ها) به تفکیک هریک از نواحی عمرانی و در نهایت به تفکیک هر کانال و زهکش دسترسی پیدا نمایند.

۵- نتیجه گیری و پیشنهادات

باعنایت به موارد فوق الذکر و نتایج حاصله از استفاده از تصاویر ماهواره ای در مطالعات بهسازی شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود گیلان می توان به این مهم دست یافت که روش سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی به منظور بهنگام نمودن اطلاعات شبکه‌های آبیاری و زهکشی که از قدمت بالایی برخوردار می باشند بعنوان یک ابزار نوین قابل توصیه می باشد. به همین منظور جهت استفاده هرچه بیشتر از فن آوری فوق و رفع محدودیت‌های موجود پیشنهادات زیر ارایه می گردد.

- □ سنجش از دور یک فن یا ابزار است نه هدف. باید در هر سازمان به مدیریتی جهت آموزش سنجش از دور به منظور توسعه و ترویج علم فوق با استفاده از روشهای ساده مسئولیت داده شود.
- □ واژه‌های پیش آهنگ ونمونه تحقیقاتی با سؤالات مشخص شده و با استفاده از تلفیق روش سنتی و جدید می تواند در توسعه این فن آوری مؤثر باشد.
- □ کارهای صحرایی و فن‌های سنتی همگام و هماهنگ با سنجش از دور گردد.
- □ بیشتر کاربران سنجش از دور در زمینه آبیاری و زهکشی نیازمند پذیرش این فن توسط محیط و محل کار می باشند. لذا انتقال تکنولوژی باید شامل آموزش مناسب کارکنان بومی و محلی باشد و بستگی به محیط کار دارد که چگونه آموزش داده شود و چگونه پذیرفته شود.
- □ تهیه راهنمای عملی استفاده از سنجش از دور در آبیاری و زهکشی.

۶- فهرست منابع

۱- فن سنجش از دور آبیاری و زهکشی، ۱۳۷۸، نشریه شماره ۲۵ گروه کار تصمیم گیری در مدیریت آب و خاک کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.

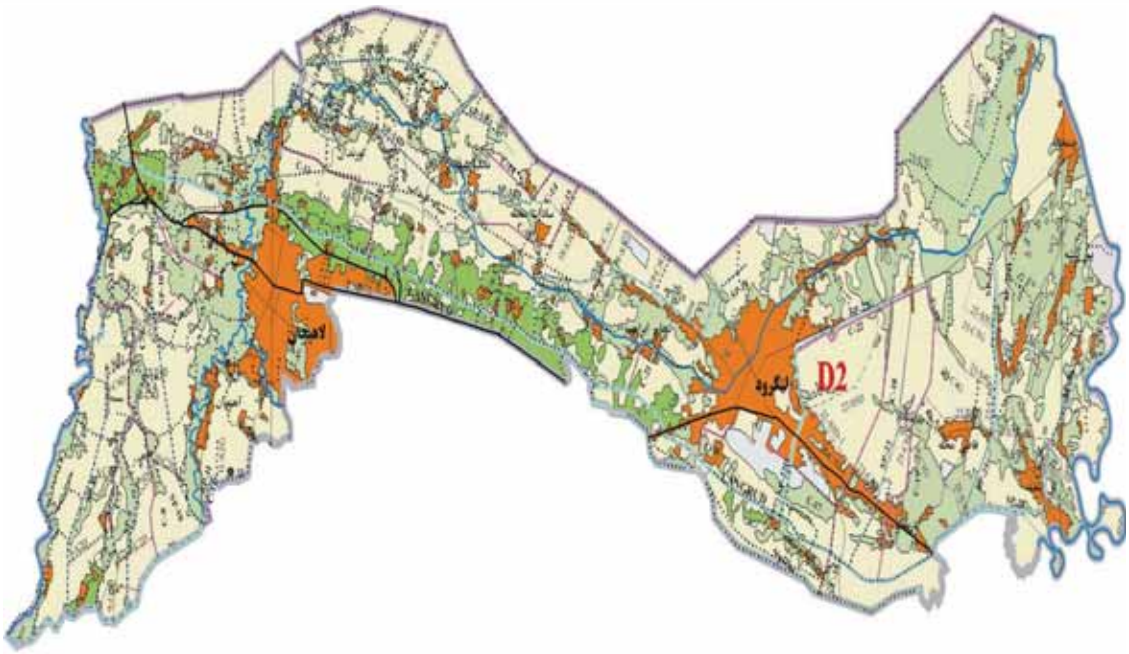
۲- پردازش رقومی تصاویر ماهواره ای، ۱۳۸۰، نوشته لیلساندوکی فر، ترجمه و تدوین حمید مالمیریان، انتشارات سازمان جغرافیایی وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح.

۳- استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در آبیاری و زهکشی و کنترل سیلاب، مجموعه مقالات هشتمین سمینار کمیته آبیاری و زهکشی.

۴- مهندسین مشاور پندام، ۱۳۸۰، گزارش نهایی مطالعات بهسازی شبکه آبیاری وزهکشی سفیدرود گیلان، مطالعات کاربری اراضی – جلد اول.

۵- آشنایی با فن سنجش از دور و کاربرد در منابع طبیعی، ۱۳۷۵، نوشته محمود زبیری و علیرضا مجد، انتشارات دانشگاه تهران.

شکل شماره ۱ - تصویر ماهواره ای شبکه آبیاری و زهکشی گیلان (منتج از تصاویر PAN از ماهواره SPOT و TM از ماهواره Landsat سال ۱۳۸۰)



شکل شماره ۲- کاربری اراضی شبکه آبیاری و زهکشی واحد عمرانی D2 از محدوده شبکه سفیدرود گیلان - منتج از تصاویر ماهواره ای سال ۱۳۸۰

کارگاه آموزشی کاربرد RS و GIS در آبیاری و زهکشی
۱۲ آذر ماه ۱۳۸۳

ارزیابی توان فن‌آوری‌های سنجش از دور و GPS در تهیه نقشه پوشش اراضی تالاب شادگان

سعید ساروئی[۱]، پرویز ضیائیان فیروزآبادی[۲]

چکیده:

در این مقاله ارزیابی توان فن آوری‌های سنجش از دور و GPS برای تهیه نقشه پوشش اراضی تالاب بین المللی شادگان در زمانی که خشکسالی، تالاب را در معرض خطر نابودی قرار داده بود ارائه می‌گردد.

دراین تحقیق داده‌های چند زمانی (Multitemporal data) سال ۲۰۰۰ سنجنده +ETM در محیط نرم افزار Geomatica 8.2 پردازش شده اند. پس از بررسی‌های کیفی بر روی داده‌ها، داده مربوط به ماه می‌برای تهیه نقشه پوشش اراضی انتخاب و تطبیق هندسی آن با نقشه‌های مبنا مناسب ارزیابی شد. همچنین باندهای طیفی ۴،۳ و ۲ به کمک باند پانکروماتیک به لحاظ مکانی تقویت شده و به عنوان داده اصلی استفاده شده اند. طبقه بندی نظارت نشده (Unsupervised classification) تصاویر، جهت آشنایی با پدیده‌های زمینی و بازتاب طیفی آنها انجام گردیده است. اطلاعات زمینی در محل ۳۲ قطعه نمونه زمینی تصادفی به کمک دستگاه GPS برداشت و برای انتخاب نمونه‌های تعلیمی(Training sites) و تهیه نقشه واقعیت زمینی(Ground Truth) استفاده شده اند. پس از انتخاب نمونه‌های تعلیمی، تصاویر به کمک الگوریتم حداکثر درست نمایی (Maximum Likelihood) طبقه بندی شده و ۱۴ طبقه پوشش که ۱۱ طبقه آن مربوط به جوامع گیاهی است، شناسایی و تفکیک گردید. دقت نقشه حاصل در مقایسه با نقشه واقعیت زمینی نمونه ای به کمک معیارهای بیان دقت ارزیابی شده است.

واژگان کلیدی: سنجش از دور، GPS، پوشش اراضی، تالاب شادگان

۱- کارشناس ارشد سنجش از دور دفترآمار و فناوری اطلاعات- وزارت جهاد کشاورزی

تلفن: ۶۱۲۲۰۰۱ E-mail: s.saroei@agri-jahad.ir

۲- استادیار دانشگاه تربیت معلم تلفن: ۰۹۱۲۳۹۰۳۶۲۱ E-mail:parviz8@hotmail.com

مقدمه

تالاب بین المللی شادگان در استان خوزستان، بزرگترین تالاب در ایران و دارای تنوع زیستی بالایی است و به دلیل اهمیت زیست محیطی بالای آن، به عنوان منطقه حفاظت شده اعلام شده است. این تالاب زیستگاه حیات وحش و آبزیان متعدد و به ویژه محل زمستان گذرانی و زادآوری بسیاری از پرندگان مهاجر اروپا و آسیای شمالی است و به علاوه دارای منابع اقتصادی – اجتماعی متنوعی است که در تأمین زندگی روستائیان منطقه نقش بسیار مهمی‌را ایفا می‌نماید. فعالیت‌های انسانی نظیر طرح‌های توسعه منابع آب و آبیاری در دشت‌های بالا دست تالاب، توسعه صنایع سنگین در پیرامون تالاب، آلودگی‌های ناشی از پسابها و ضایعات صنعتی، شهری و کشاورزی و همین طور آلودگی‌های ناشی از نشت لوله‌های انتقال مواد نفتی مواردی هستند که منشأ تغییر، دگرگونی و تهدید در زندگی تالاب به شمار می‌روند. خشکسالی نیز پدیده ای طبیعی است که در سال‌های ۷۹-۸۰، در کوتاه مدت، باعث دگرگونی در مشخصه‌های تالاب از جمله پوشش گیاهی گردید. آگاهی از وضعیت پوشش گیاهی تالاب، در این گونه سال‌های بحرانی از شاخص‌های مهمی‌است که در برنامه ریزی و مدیریت آن، جهت حفظ و پیشگیری از تغییرات مخرب محسوب می‌شود. در شرایط طبیعی، گیاهانی نظیر نی و لوئی *(Phragmites & Typha)* به عنوان گیاهان تالابی، عمده سطح تالاب را می‌پوشانند. اما در این دوره زمانی، خشکسالی و سایر عوامل باعث خشکی سطح زیادی از تالاب و جایگزینی جوامع گیاهی در سطح آن شدند. در این مقاله سعی شده است بهره گیری از فن آوری‌های سنجش از دور و GPS برای تهیه نقشه پوشش اراضی تالاب و بررسی استقرار جوامع گیاهی غیر تالابی در سطح تالاب، در سال ۱۳۸۰ مورد ارزیابی قرار گیرد.

۲- مواد و روشها

همزمان با اوج دوره خشکی تالاب در سال۱۳۸۰، تصاویر چند زمانی سنجنده +ETM مربوط به ماههای ژانویه، مارس، می‌و اکتبر سال ۲۰۰۰ برای تهیه نقشه پوشش تالاب و بررسی تغییرات تهیه گردید. این سری داده‌ها با فرمت GeoTiff، سیستم‌های تصویر UTM و Geographic، اندازه تفکیک مکانی ۳۰ و ۱۵ متر و سیستم مبنای WGS 84 در مقایسه هندسی با نقشه‌های رقومی۱:۲۵۰۰۰ (نقشه‌های مبنا) مناسب ارزیابی شدند. مرز منطقه مورد مطالعه، منطبق بر محدوده تالاب ، مطابق مرز مصوب کنوانسیون رامسر برای تالاب انتخاب گردید (شکل شماره ۱). جهت بررسی سیمای تالاب در شرایط طبیعی، از تصاویر سنجنده TM سال ۱۹۹۸ استفاده گردید (شکل شماره ۲). می‌توان گفت، تالاب دارای دو ناحیه شمالی و جنوبی است که بخش شمالی در بالا دست جاده ماهشهر-آبادان که از منابع آب رودخانه ای تغذیه می‌شود و ناحیه جنوبی در پایین دست آن که تحت جذر و مد دریاست. پس از بررسی مشخصه‌های آماری و دامنه ارزش‌های طیفی باندها و مشاهده هیستوگرام‌ها در محیط نرم‌افزار Geomatica 8.2، ترکیب باندهای سبز، قرمز و مادون قرمز نزدیک بیشترین تمایز را بین الگوهای طیفی پدیده‌ها ایجاد نموده و به عنوان باندهای اصلی برای مطالعه منظور شدند. به منظور برخورداری از توان تفکیک مکانی در باند پانکروماتیک، باندهای اصلی با این باند ادغام (Resolution merge) گردید. طبقه بندی اولیه تصاویر به روش نظارت نشده به کمک الگوریتم Isodata Clustering، مبنایی برای شناسایی الگوهای طیفی موجود

در سری‌های زمانی تصاویر و بررسی میزان تفکیک پذیری آنها، بدون دخالت مفسر شد. نتایج این طبقه بندی، در تصویر ماه می، علاوه بر آب دریا، ۸ کلاسه طیفی با تداخل پراکنده و غیر مجاور را تفکیک نمود و در سایر زمان‌ها نتیجه خوبی به دست نیامد. این طبقه بندی به عنوان مبنا جهت انتخاب نمونه‌های تعلیمی (Training sites)، برای طبقه بندی اولیه تصاویر به روش نظارت شده(Supervised classification) استفاده گردید. نتایج این طبقه بندی نیز، غیر از آب دریا، ۹ کلاسه طیفی را در تصویر ماه می‌تفکیک نمود و در دیگر تصاویر نتایج مطلوبی حاصل نشد. برای بالا بردن درجه خلوص نمونه‌های تعلیمی‌و شناسایی پدیده‌های زمینی، برداشت اطلاعات موضوعی پوشش بر روی زمین ضرورت یافت. برای این منظور کل منطقه به وسیله شبکه (Grid) وکتوری به سلول‌های مربعی (Segments) به ابعاد ۱۰۰۰ متر (هر سلول معادل ۱۰۰ هکتار بر روی زمین) تبدیل گردید. بر اساس نقشه‌های حاصل از طبقه بندی‌های اولیه، تعداد ۳۲ قطعه نمونه برای برداشت اطلاعات زمینی به روش تصادفی استخراج گردید. جهت شناسایی محل قطعات نمونه در روی زمین، دستگاه موقعیت یاب جهانی(GPS)، چاپ‌های رنگی تصاویر اصلی و نتایج طبقه بندی‌ها با مقیاس بزرگ، نقشه‌های مختلف موضوعی موجود و نقشه‌های توپوگرافی، مورد استفاده قرار گرفت. با پیمایش سطح قطعات، عوارض و اطلاعات موضوعی آنها شناسایی و بر روی تصاویر مشخص گردید. با انتقال اطلاعات میدانی بر روی تصاویر، نمونه‌های تعلیمی‌مربوط به ۱۱ جامعه گیاهی، اراضی لخت، اراضی شور و آب دریا در داخل قطعات نمونه انتخاب و پس از بررسی کیفیت آنها به لحاظ میزان تفکیک پذیری (Separability)، مشخصه‌های آماری (Signatures) آنها استخراج شد. لازم به ذکر است بر اساس مشاهدات میدانی، ترتیب استقرار جوامع گیاهی از گرامینه‌های حاشیه بیرونی تالاب و تبدیل تدریجی به گونه‌های تالابی نی و لوئی در مناطق درونی تالاب بوده که می‌تواند از دیدگاه جامعه شناسی گیاهی و مدیریت تالابها حائز اهمیت باشد. همچنین از اطلاعات میدانی، نقشه واقعیت زمینی (Ground Truth) برای انواع پوشش، جهت ارزیابی دقت نقشه حاصل از طبقه بندی داده‌های ماهواره ای نیز تهیه گردید. تصاویر به کمک الگوریتم‌های نظارت شده، طبقه بندی و از میان نقشه‌های حاصل شده، پس از ارزیابی دقت (Accuracy Assessment) در مقایسه با نقشه واقعیت زمینی نمونه ای، نقشه حاصل از تصویر ماه می‌و طبقه بندی کننده حداکثر درست نمایی (Maximum Likelihood) به عنوان نقشه نهایی منظور شد (شکل شماره ۳). ضمن آنکه عملیات پس از طبقه بندی نیز جهت بهبود صحت نقشه نهایی و تطابق بیشتر با نقشه واقعیت زمینی نیز صورت گرفته است. دقت کلی(Overall accuracy) این نقشه در مقایسه با نمونه‌های تعلیمی۹۸ درصد، در مقایسه با واقعیت زمینی ۹۵/۵ درصد و ضریب کاپا ۰/۹۳ حاصل گردیده است.

بحث و نتیجه گیری

مطابق شکل شماره ۳، ترتیب استقرار جوامع گیاهی با میزان رطوبت خاک رابطه مستقیم داشته، به طوری که در حاشیه بیرونی تالاب که خاک فاقد رطوبت و آب کافی بوده، گونه‌های علفی از خانواده گرامینه و در نواحی درونی تالاب که آب در سطوح کوچک وجود داشته و خاک از رطوبت نسبی برخوردار بوده است، گونه‌های تالابی نظیر نی و لوئی زنده مانده اند. حد فاصل این جوامع، به نسبت میزان رطوبت خاک، به

وسیله گونه‌های دیگر نظیر *Aeluropus ،Halochnemum strobilaceum ،Cressa cretica* *Bienertia ، Suaeda* و *Rumex acetura* پوشیده شده است. این ترتیب استقرار گونه‌های گیاهی در زمان‌های بحرانی، می‌تواند از دیدگاه جامعه شناسی گیاهی و مدیریت تالابها حائز اهمیت باشد. بررسی مشخصه‌های آماری و دامنه ارزش‌های طیفی باندها و همچنین نتایج طبقه بندی‌های اولیه نشان داد که تصاویر ماههای ژانویه، مارس و اکتبر برای تفکیک طبقات پوشش تالاب در این زمان بحرانی مناسب نیستند. زیرا بر اساس مشاهدات میدانی، پوشش گیاهی تالاب در ماه ژانویه زنده و سبز بوده و در ماه مارس نیز هنوز به طور کامل خشک نشده و سبزینگی پوشش گیاهی و رطوبت خاک باعث تداخل طیفی می‌گردد. اما در ماه می، پوشش گیاهی در مناطق فاقد آب، به طور کامل خشک و بافت (Texture) پوشش و سایر عوامل باعث تمایز در بین جوامع گیاهی و دیگر پدیده‌ها در این تصویر شده است. تصویر ماه اکتبر نیز، به دلیل از بین رفتن پوشش در بیشتر سطح تالاب، مورد استفاده قرار نگرفت. بنابراین، انتخاب زمان تصویر متناسب با هدف، از اهمیت بالایی برخوردار است. دقت کلی حاصل از مقایسه نقشه پوشش اراضی تالاب و نمونه‌های تعلیمی‌به میزان ۹۸ درصد، نشان دهنده تداخل کم بین نمونه‌هاست. دقت کلی حاصل از مقایسه این نقشه و واقعیت زمینی نمونه ای معادل ۹۵/۵ درصد و ضریب کاپا به میزان۹۳/. نشان می‌دهد که داده‌های سنجنده +ETM مربوط به ماه می، با دقت بسیار مطلوبی طبقات مختلف پوشش و گسترش جوامع گیاهی را از همدیگر تفکیک نموده است. تفاوت اندک در اندازه دقت کلی و ضریب کاپا نیز نشان می‌دهد که طبقات به میزان کمی‌با همدیگر تداخل داشته اند.

سپاسگزاری

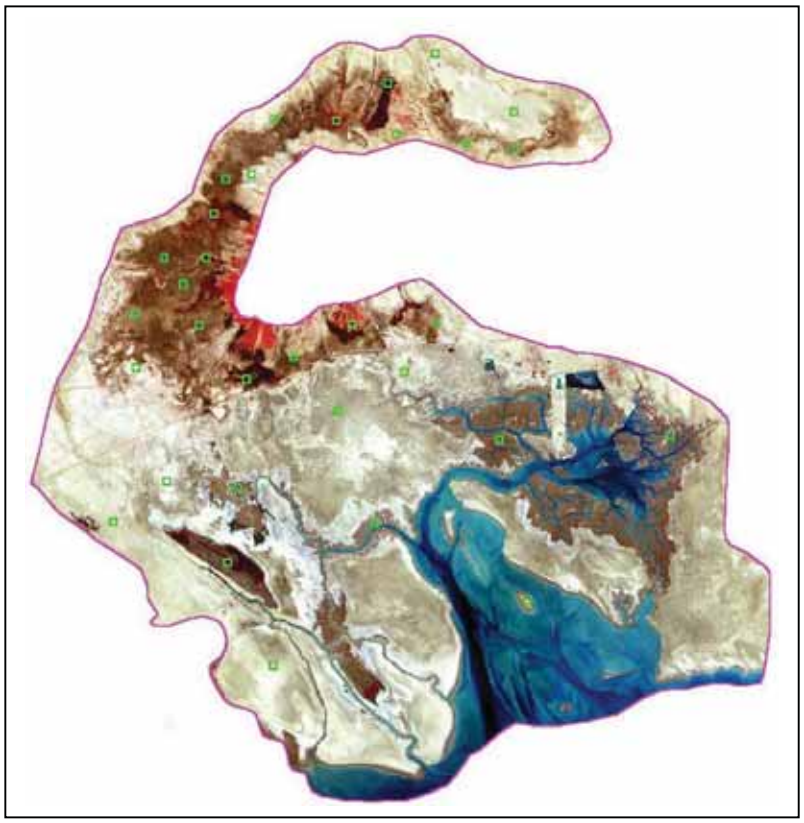
بدین وسیله از جناب آقای دکتر شمس، مدیر کل محترم دفتر آمار و فناوری اطلاعات، آقای مهندس کشاورز، رئیس واحد سنجش از دور، کارشناسان واحد سنجش از دور این دفتر، آقای مهندس لطفی از شرکت مهندسین مشاور پندام، آقای مهندس کاووسی از شرکت مهاب قدس و مشاورین داخلی و خارجی بانک جهانی به خاطر همکاری در اجرای این طرح صمیمانه سپاسگزاری می‌نماییم.

منابع

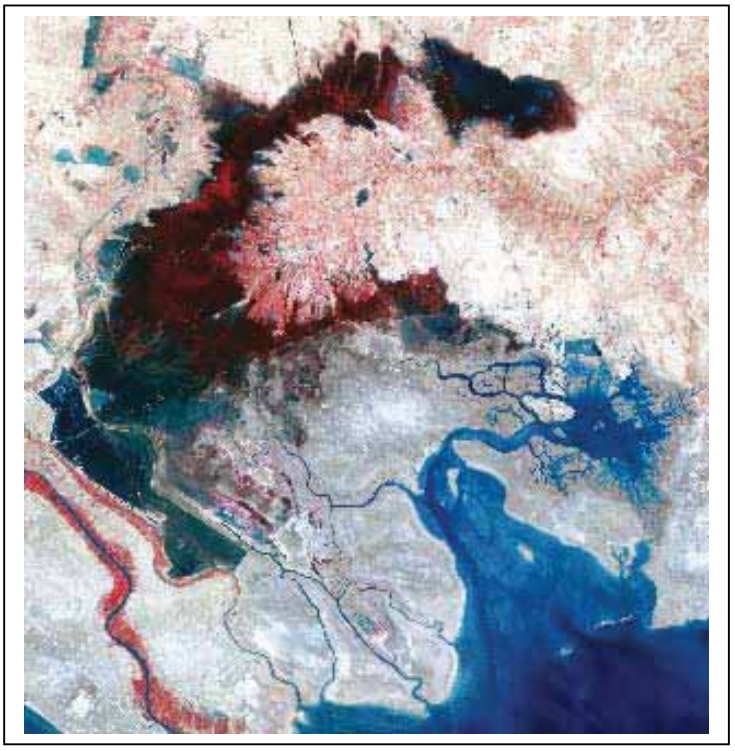
۱- لطفی، احمد و سایر همکاران، پروژه مدیریت زیست محیطی تالاب شادگان، پروژه مشترک بانک جهانی، وزارت جهاد کشاورزی، مؤسسه ITC هلند، FAO، مؤسسه تالاب‌های بین المللی و مهندسین مشاور پندام، شهریور ۱۳۸۱.

2.Qulin TAN, Yun SHAO & et all, Landsat TM optimal bands selection for freshwater lake international importance wetland interpretation and monitoring, IGARSS 2003,Toulouse, France.

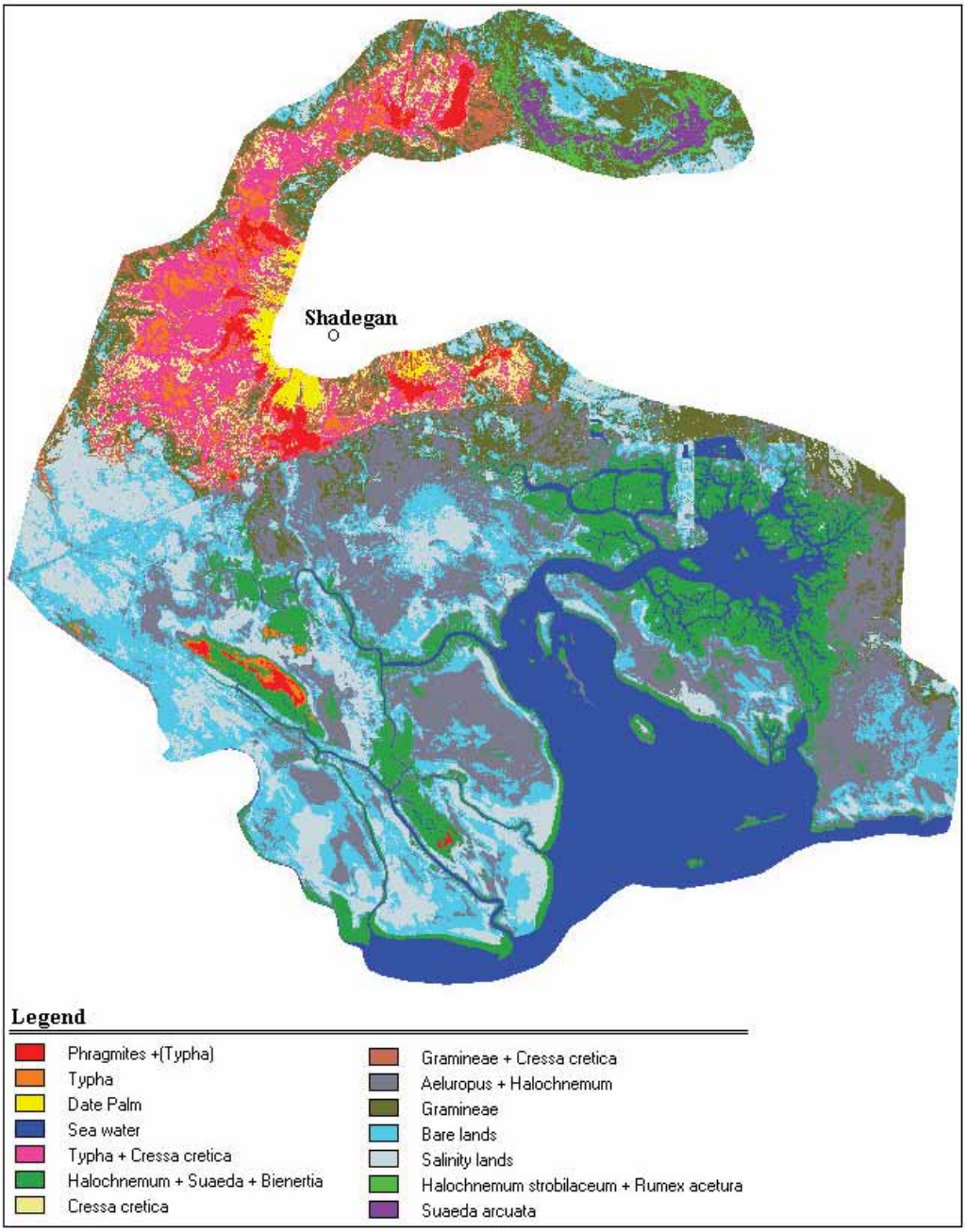
3. Elmar Csaplovics, Environmental monitoring of tropical wetlands in semi-arid Sub-Saharan Africa- What about remote sensing?, IGARSS 2003, Toulouse, France.



شکل شماره ۱: مرز تالاب (مصوب کنوانسیون رامسر) و پراکنش قطعات نمونه زمینی بر روی تصویر می ۲۰۰۰ سنجنده +ETM



شکل شماره ۲: تصویر می۱۹۹۸ سنجنده TM



شکل شماره ۳: نقشه پوشش اراضی تالاب شادگان بر اساس طبقه‌بندی تصاویر+ETM می ۲۰۰۰ سنجنده

کارگاه آموزشی کاربرد RS و GIS در آبیاری و زهکشی
۱۲ آذر ماه ۱۳۸۳

کاربرد GIS در مطالعات مهندسی رودخانه

محمد رستمی[۱]

مقدمه

روند افزایشی خسارات جانی و مالی ناشی از جاری شدن سیلاب طی چند دهه اخیر درجهان، مهندسین آب ودیگر متخصصین مربوطه رابرآن داشته است که بااتکا برابزار مدرن، چاره ای نو جهت کنترل ومدیریت این پدیده طبیعی بیندیشند. ازسوی دیگر برهمگان روشن است که کنترل کامل سیل اگر چه مطلوبست اما امری غیر ممکن می‌باشد وفقط باتمهیداتی می‌توان خسارات ناشی ازجاری شدن آنرا به حداقل رساند. ازاساسی ترین گامها درمدیریت سیلابدشت، کنترل سیلاب، تخمین خسارات سیل وتعیین حق بیمه سیل تعیین دقیق مرزهای سیلابدشت یا همان پهنه بندی سیلاب می‌باشد که دستیابی به این نتایج جز با تحلیل هیدرولیکی امکان پذیر نمی‌باشد. مدلهای ریاضی نقش محوری را در این تحلیل‌ها دارا هستند. با استفاده از این مدلها می‌توان پروفیلهای سطح آب را درطول مسیر رودخانه که هر یک مربوط به شدت جریان خاصی می‌باشد را به سادگی تعیین نمود. اما نقص اکثر این مدلها ناتوانی آنها در مرتبط کردن اطلاعات مربوط به خصوصیات پروفیل سطح آب با موقعیت فیزیکی آنها روی زمین است. معمولاً به منظور مشخص کردن پهنه سیلاب، رقومهای سطح آب را به صورت دستی روی کاغذهای مربوطه ترسیم می‌نمایند. با کامپیوتری کردن عملیات ترسیم پهنه سیلاب می‌توان در وقت و نیروی انسانی به میزان قابل‌توجهی صرفه‌جویی کرد. برای کمک به این روند می‌توان از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) و سنجش از راه دور(RS)که محیط ایده آلی برای این منظور می‌باشند، استفاده نمود. لذا در این تحقیق از مدل هیدرولیکی HEC-RAS جهت محاسبات هیدرولیکی سیلاب و از ArcView GIS بمنظور تجسم و تحلیل داده‌های پهنه‌بندی استفاده شده است.

۱- دانشجوی دکترای عمران– آب، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

آشنایی با سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS)

با افـزایش قابلیّت دسترسـی به اطلاعات دیجیتال و کـارایی تحـلیل‌های کامپـیوتری، نقـش GIS در مدلـسازی هیـدرولوژیـکی و هیـدرولیـکی همچنـان رو به افـزایش اسـت. در نتـیجهٔ استـفاده از ایـن تکـنولوژی دقـت پروژه‌ها نیز بیشـتر خـواهد شد. در حال حاضر بمـنظور نمایـش رقوم سطـح آب بدسـت آمـده از مدلـهای هیدرولوژیکی و هیـدرولیکی در مدلهای سه‌بعدی فعالیـتهای چشمـگیری انجام شده است تا کاربر قادر باشد نمایی از محدودهٔ سـیلابگیر ناشی از یک بارنـدگی خاص را مشاهده کند.

با پیشرفت سریع GIS در دهۀ ۱۹۸۰، استفاده از این ابزار برای نشان دادن جریان آب سطحی رو به افزایش گذاشت. اکثر کارهایی که در ابتدا با این ابزار انجام شده است عبارتند از تحلـیل مدلـهای رقومی‌دیجیتال[1] (DEM) و شبکه‌های مربعی داده‌های رقومی‌برای استفاده در پروژه‌های هیدرولوژیکی. تا اواخر دهۀ هشتاد استفاده از DEM بمنظور نمایـش عوارض زمـین در مـقیاس بزرگ که برای تحـلیل هیدرولیکی مجاری جریان لازم است، مناسب نبود؛ زیرا به کاربر امکان تغییر ضرایب کیفی مکانی[2] را نمی‌داد و به همین دلیل DEM در تعیـین سطح زمـین در نواحی با عوارض پیچیده[3]، ضعیف عمل می‌کرد (Carter,1988).

اما در سالهای اخیر با ظهور کامپیوترهای قوی‌تر، امکان افزایش دقت DEM نیز در اختیار کاربران قرار گرفته‌است و به این ترتیب DEMهایی با دقت بسیار زیاد (تا یک متر) تولید شده‌اند. DEM را می‌توان در قالب دو ساختار اصلی داده در GIS یعنی رستری و برداری تولید کرد. ارزش هر سلول در DEM با ساختار رستری معادل ارتفاع متوسط قطعهٔ کوچکی از زمین خواهدبود. مدل ارتفاعی رقومی‌در حالت برداری دارای ساختار ویژه‌ای است که شبکهٔ نامنظم مثلثی نام دارد. به این ترتیب DEM را می‌توان به یکی از صورتهای زیر دراختیار داشت :

داده‌های رستری (شبکه‌ای-سلولی)

داده‌های برداری (نقطه، خط، پلی گون)

شبکه‌های نامنظم مثلثی[4] (TIN)

GIS با اسـتفاده از داده‌های مکانی بعنوان مبنا[5] پیـوندهایی بین داده‌هـای گسسته برقـرار می‌سـازد. به این ترتیـب می‌توان از DEM بدست آمده در تسهیل مشاهدهٔ عکس‌العمل‌های زمین و آب که بصورت متغیر مکانی هستند، استفاده کرد.

1- Digital Elevation Model
2- Spatial Resolution
3- Complex Relief
4- Triangular Irregular Networks
5- Geo-Referencing

کاربرد GIS در مدلسازی هیدرولیکی

مزیت استفاده از GIS در مدلسازی هیدرولیکی، پتانسیل بالای آن برای بدست آوردن اطلاعات توپوگرافی مربوط به مقاطع با دقت بسیار زیاد از DTM است؛ یکی از کاربردهای این ابزار نمایش رودخانه[1] و حدود پهنهٔ سیل می‌باشد که در بسته‌های نرم‌افزاری هیدرولیکی محاسبه می‌شوند. Beavers در سال ۱۹۹۴ اولین فعالیتها را در زمینهٔ برقراری پیوند بین مدلهای هیدرولیکی و GIS انجام داد. به این ترتیب ابزاری به نام ARC/HEC2 بمنظور کمک به هیدرولوژیستها در تحلیلهای مربوط به پهنه‌بندی سیلاب تهیه گردید. ARC/HEC2 شامل ترکیبی از متن‌های زبان ماکرونویسی برنامهٔ Arc/Info (AML)[2]؛ و برنامه‌های نوشته‌شده در محیط C می‌باشد که برای پیش‌پردازش و پس‌پردازش داده‌های مربوط به عوارض زمین و اطلاعات مربوط به مدل هیدرولیکی HEC-2 از آنها استفاده می‌شود. این برنامه قادر است اطلاعات مربوط به عوارض زمین را از پوششهای روی نقشه استخراج نموده وسپس داده‌هایی را که توسط کاربر به عنوان ورودی سیستم معرفی می‌شود، بر روی آن درج نماید. این ورودی‌ها می‌توانند مقادیر ضریب زبری مانینگ، ثابتهای انقباض و انبساط کانال و... باشد. درنهایت این اطلاعات را به نحوی تغییر می‌دهد که بتوان آنها را بعنوان ورودی برنامهٔ HEC-2 بکار برد.

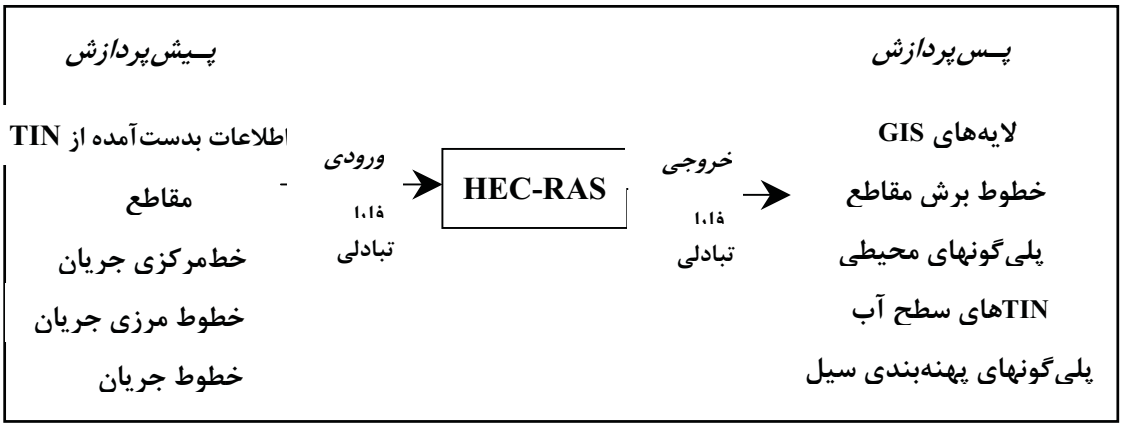
پس از اجرای HEC-2 ، ARC/HEC2 نتایج خروجی را در قالب رقوم سطح آب در هر سطح مقطع نمایش می‌دهد و پهنهٔ سیل ترسیم می‌گردد. برای اجرای ARC/HEC2 باید یک رویه[3] از اطلاعات مربوط به عوارض زمین را در آن وارد نمود. به این ترتیب پروفیلهای دقیق سطح‌مقطع‌های رودخانه توسط آن رسم می‌شود. این رویه‌ها که در قالب شبکه‌های مربعی یا مثلثی هستند، بر اساس اطلاعات خطوط تراز زمین یا اطلاعات پیمایش زمین یا سایر وسایل برداشت عوارض زمین در برنامهٔ Arc/Info ساخته می‌شوند. دقت محاسبات پهنهٔ سیل در HEC-2 به دقت نمایش سطوح بستگی دارد.

در سالهای اخیر، اکثر هیدرولوژیستها برنامهٔ مورد استفادهٔ خود را از HEC-2 به مدل هیدرولیکی HEC-RAS که یک برنامهٔ تحت ویندوز است، تغییر داده‌اند. مدل HEC-RAS با HEC-2 تفاوتهایی از نظر قابلیت وارد کردن و همچنین استخراج داده‌ها برای نرم افزار GIS دارد. نسخهٔ ۳ برنامهٔ HEC-RAS به کاربر امکان وارد کردن و بکارگیری نمایش سه‌بعدی رودخانه و همچنین داده‌های مربوط به سطح مقطع‌ها از فایلهای عمومی[4] را می‌دهد. قابلیت محاسبهٔ جریانات غیرماندگار نیز در این نسخه از برنامه به آن افزوده شده‌است. می‌توان در داده‌های مربوط به عوارض زمین که در GIS ذخیره می‌شود بمنظور مطابقت دادن آن با داده‌های برنامهٔ HEC-RAS تغییراتی ایجاد کرده و آنها را بصورت قابل کاربرد در این نرم‌افزار درآورد.

1- River Stage
2- ArcInfo Macro Language
3- Surface
4- General-Purpose

در سال ۱۹۹۷، Tom Evans که از اصلاح‌کنندگان تحقیقات Beavers در پروژه مربوط به HEC بود، دسته ای از ماکروهای زبان AML که در هر دو مورد پیش‌پردازش و پس‌پردازش برای HEC-RAS قابل استفاده بودند را بررسی نمود. عمل پیش‌پردازش با استفاده از AML، یک فایل تبادلی از داده‌ها می‌سازد که شامل توضیحات هندسهٔ رودخانه می‌باشد. این توضیحات، نتیجهٔ مدل شبکهٔ نامنظم مثلثی (TIN) سطح زمین می‌باشند. در نرم‌افزار HEC-RAS کاربر باید یک سری اطلاعات جانبی مانند ضریب مانینگ؛ n، ثابتهای انقباض و انبساط و توضیحات هندسی سازه‌های هیدرولیکی (مانند پلها، کالورتها و...) در سطح‌مقطع‌ها و ایستگاه‌های ساحلی[1] و طولهای هر بازه از رودخانه (البته در صورتی که در فایل تبادلی ذکرشده موجود نباشد) را وارد نماید.

پس از اجرای برنامه، HEC-RAS می‌تواند داده‌های خروجی را در قالبی مشابه با فایل تبادلی دیجیتال در اختیار کاربر قرار دهد. سپس می‌توان با استفاده از ماکروهای پس‌پردازندهٔ AML یک فایل تبادلی TIN از این سطح آب در اختیار داشت. مراحل این عمل در شکل (۱) نشان داده شده است.



شکل ۱: مراحل پیش پردازش و پس پردازش پهنه بندی سیلاب با استفاده از GIS و HEC-RAS

با استفاده از این نمونه‌ها، کاربران قادر به انتقال توضیحات فیزیکی رودخانه مورد مطالعه به نرم‌افزار GIS بودند (HEC, 1997). همچنین امکان واردکردن موقعیت مقاطع از DTMها در مختصات سه‌بعدی (x,y,z) و بدست‌آوردن مشخصات هندسی کانال و نواحی رودخانه نیز وجود داشت. مطالعات انجام‌شده در این تحقیق تا حدودی مشابه کارهای Beavers که در سال ۱۹۹۴ انجام شده‌است می‌باشد؛ با این تفاوت که کاربران می‌توانستند اطلاعات را بین ArcView GIS و HEC-RAS رد و بدل کنند.

در عمل، کار Evans تقریباً مشابه کاری است که توسط Beavers و Djokic انجام گردید. تنها تفاوت موجود بین کارآنها، درنوع نرم‌افزارهای مورد استفاده بود که در پروژهٔ Evans از مدل HEC-RAS بجای HEC-2 استفاده گردید. کدهایی که به زبان AML نوشته شده بود، امکان آماده‌سازی داده‌های GIS برای واردشدن در HEC-RAS و قالب‌بندی خروجی مدل برای نمایش در GIS را فراهم می‌ساخت.

1- Bank Stations

در سال ۱۹۹۸ مؤسسهٔ تحقیقات سیستمهای زیست محیطی (ESRI) یک ویرایش محدود از ابزارهای[1] فرعی ArcView به نام AVRAS را ارائه نمود. بر خلاف نرم افزارهای GIS قبلی که در محیط Arc/Info بکار برده می‌شد، AVRAS به این منظور طراحی شده بود که از ArcView بعنوان یک محیط پیش‌پردازشی و پس‌پردازشی برای مدلسازی هیدرولیکی در HEC-RAS استفاده می‌کرد. AVRAS در ابتدا با ترجمهٔ کدی به نام Avenue (زبان برنامه‌نویسی در ArcView) که Evans به زبان AML نوشته بود تهیه گردید.

در سال ۱۹۹۹ Azagra از این ابزار در حوضهٔ آبریز رود Waller در Austin استفاده کرد که در آن از TIN استفاده شده بود. در تحقیقی که توسط وی انجام شد اطلاعات توپوگرافیکی از TIN استخراج شده، از نتایج آن بعنوان فایل ورودی HEC-RAS استفاده شده بود. De Camargo نیز در سال ۲۰۰۰ از AVRAS برای مقایسهٔ نتایج پهنهٔ سیل حاصل از مدل با محدودهٔ واقعی آن در شهر Uniao da Vitoria در(Parana (Brazil استفاده کرد. در سال ۱۹۹۹، AVRAS توسط Dodson و شرکا در قالب یک محصول تجارتی تحت عنوان GIS StreamPro عرضه شد.

Kraus در سال ۱۹۹۹ روشی را برای بدست آوردن داده‌های هندسی رود از TIN با استفاده از GIS StreamPro در حوضهٔ آبریزی به مساحت ۳/۴۲ مایل‌مربع ارائه کرد. همچنین در سال ۱۹۹۹ برنامهٔ HEC-GeoRAS بعنوان نسخهٔ تکمیلی GIS StreamPro توسط HEC ارائه شد. Ackerman و همکاران در سال ۱۹۹۹ از HEC-GeoRAS بعنوان برنامهٔ مرتبط‌کنندهٔ ArcInfo و HEC-RAS استفاده کردند. این نگارش خاص GeoRAS از ArcInfo برای بدست آوردن اطلاعات جغرافیایی که در HEC-RAS مورد نیاز است استفاده می‌کند. در این تحقیق از مدل TIN برای DTM استفاده شده بود و کاربر می‌توانست با استفاده از آن اطلاعات پروفیل سطح آب را مشاهده کند.

مطالعه موردی

انجام مطالعه هیدرولیک در تحقیق حاضر که با هدف بررسی حد بستر و حریم یکی از سرشاخه‌های رودخانه جاجرود بنام بوجان تعریف گردیده از جایگاه ویژه ای برخوردار می‌باشد چرا که مطابق قانون توزیع عادلانه آب، بستر انهار طبیعی و کانالهای عمومی‌و رودخانه‌ها و همچنین اراضی ساحلی که در اثر پایین رفتن سطح آب دریاها ودریاچه‌ها ویا خشک شدن مردابها و باتلاقها پدید آمده باشد درصورت عدم احیا قبل از تصویب قانون نحوه احیا اراضی در اختیار حکومت جمهوری اسلامی‌می‌باشد. به همین منظور برای مشخص نمودن بستر واقعی رودخانه‌ها معیارهایی تعیین شده است که برای تحقق این معیارها نیازبه بررسی شرایط جریان در طول مسیر رودخانه می‌باشد که این کار نیز جز با انجام مطالعه هیدرولیک جریان میسر نخواهد شد.

1- Extentions

مطالعات هیدرولیک جریان پیش نیاز انجام کلیه مطالعات مهندسی رودخانه محسوب میگردد. شناخت وضعیت جریان و تحلیل پارامترهای هیدرولیکی رودخانه در شرایط مختلف و بویژه سیلابی در نهایت مبنای آنالیز رفتار رودخانه و تصمیم گیری در خصوص اقدامات مهندسی و تاثیر گذار بر رودخانه می‌باشد. به همین منظور سعی شده است در این مطالعات، بعضی جنبه‌های رفتاری رودخانه جاجرودوسرشاخه‌های آن از دیدگاه هیدرولیک در طول بازه‌های مورد مطالعه با بهره گیری از اطلاعات موجود مورد بررسی قرار گیرد.

مراحل شبیه سازی هیدرولیکی جریان

به منظور تحلیل هیدرولیکی توسط نرم افزار HEC-RAS لازم است مراحل زیرانجام گیرد:

- تهیه پلان ومقاطع عرضی شبکه رودخانه
- تعیین مشخصات سازه‌های متقاطع نظیر پلها
- ارزیابی ضریب زبری مانینگ
- انتخاب مقادیر سیلاب طراحی با توجه به شرایط طرح
- تعیین شرایط مرزی در بالادست و پایین دست رودخانه
- اجرای برنامه
- واسنجی مدل
- پهنه بندی سیلاب

در این تحقیق آن بخش از مراحل که مربوط به کاربرد GIS در مطالعات هیدرولیک مهندسی رودخانه می‌باشد ارائه شده است.

تهیه پلان و مقاطع عرضی شبکه رودخانه

شکل رودخانه و سیلابدشت آن در واقع تعیین کننده ظرفیت عبور جریان از مسیر اصلی و نیز کناره‌های آن است. در واقع نیازمندی اولیه جهت تعیین مسیررودخانه و دشت‌های سیلابی آن، تهیه مقاطع عرضی از رودخانه می‌باشد. بدلیل ارائه نقشه‌های توپوگرافی محدوده رودخانه مورد مطالعه توسط کارفرمای محترم، استخراج پلان ومقاطع عرضی رودخانه مستلزم استفاده از مدلهای GIS می‌باشد که در ادامه شرح مختصری از این مدلها و نحوه استخراج این اطلاعات بیان شده است.

مشخصات نرم افزار پهنه بندی سیلاب

مزیت استفاده از Arc View درمدلسازی هیدرولیکی، پتانسیل بالای آن برای بدست آوردن اطلاعات توپوگرافی مربوط به مقاطع با دقت بسیاربالا از مدل رقومی‌زمین (Digital Terrain Model –DTM) است. یکی ازکاربردهای این نرم افزار تعیین حدود پهنه سیلاب می‌باشد که در بسته‌های نرم افزاری

هیدرولیکی استفاده می‌شود. در سالهای اخیر به دلیل توسعه اهداف مطالعات مهندسی رودخانه(پهنه بندی سیلاب، تعیین بستروحریم و...) ، تهیه نقشه‌های رقومی(توپوگرافی) به جای مقاطع عرضی از محدوده رودخانه‌ها بطور قابل توجهی گسترش یافته تا ضمن تهیه مقاطع عرضی از این نقشه‌ها، بتوان پهنه سیلاب و بستر و حریم رودخانه‌هارا برروی آنها مشخص نمود. به همین منظور در سال ۱۹۹۹ موسسه HEC برنامه ای را تحت عنوان HEC-GeoRAS درمحیط Arc View برای استخراج فایل ورودی موردنیاز مدل هیدرولیکی HEC-RAS تهیه نمود. اطلاعاتی که برنامه HEC-GeoRAS در فایل ورودی ذخیره می‌کند عبارتند از: لایه‌های خط مرکزی جریان ، سواحل رودخانه، مقاطع عرضی و مرزهای رودخانه با سیلابدشت واقع درچپ و راست رودخانه. همچنین از این برنامه می‌توان برای تجزیه وتحلیل نتایج حاصل از محاسبات هیدرولیک جریان توسط HEC-RAS استفاده نمود.

آماده‌سازی مدل رقومی زمین (DEM)

از جمله مشخصات مورد نیاز به منظور ارزیابی خصوصیات هیدرولیک جریان رودخانه، تعیین مقاطع عرضی در طول مسیر رودخانه می‌باشد. این فایل دربردارندۀ خصوصیات جغرافیایی مورد نیاز بمنظور انجام محاسبات در مدل HEC-RAS می‌باشد. اطلاعات جغرافیایی مقاطع از مدل رقومی زمین که در قالب شبکه نامنظم مثلثی (TIN) می‌باشد استخراج می‌شوند. بمنظور تهیۀ TIN منطقۀ مورد مطالعه از نقشه‌های ۱:۵۰۰ استفاده شده است. به این ترتیب که پس از تعریف یک پروژۀ جدید در ArcView، وارد کردن نقشه‌های مذکور(شکل ۲) در آن و فراخوانی ابزارهای لازم ،مدل رقومی زمین درقالب TIN مطابق شکل (۳) تهیه شده است.

تهیۀ فایل ورودی HEC-RAS

- تهیۀ خط مرکزی جریان

اولین گام در تهیه فایل ورودی HEC-RAS مشخص نمودن رودخانه توسط لایۀ خط مرکزی جریان می‌باشد. این لایه بصورت ناحیه به ناحیه از بالادست به پایین‌دست ساخته می‌شود که هر ناحیه دربردارندۀ نام رود خانه و بازه مربوطه است. از این لایه بمنظور تعیین محدودۀ قرارگیری مقاطع، نمایش موقعیت رودخانه در مدل HEC-RAS و تعریف جهت جریان در رودخانه استفاده می‌شود. شکل (۴) لایه خط مرکزی جریان رودخانه بوجان را نشان می‌دهد.

- تهیه لایۀ سواحل رودخانه

جداسازی مجرای جریان اصلی در رودخانه از سواحل آن توسط این لایه انجام می‌شود. موقعیت سواحل هر مقطع محل برخورد این لایه با لایۀ سطح‌مقطع‌ها خواهدبود. شکل (۵) لایه سواحل رودخانه بوجان را نشان می‌دهد.

- تهیهٔ لایه ابعاد مسیر جریان

از این لایه بمنظور تعیین ابعاد مسیر هیدرولیکی جریان در مجرای اصلی جریان و سواحل راست و چپ آن در ناحیهٔ سیلابگیر استفاده می‌شود. در صورت تهیهٔ لایه مسیر جریان در مراحل قبل می‌توان از کپی خط مرکزی جریان برای تعریف مسیر در مجرای اصلی جریان استفاده کرد. لایهٔ مسیر جریان نیز باید در جهت جریان از بالادست به پایین‌دست ایجاد شود. طول سواحل چپ و راست با محاسبه فاصلهٔ بین دو مقطع متوالی در امتداد خطوط مسیر جریان برای مجرای اصلی جریان و سواحل راست و چپ در فایل ورودی HEC-RAS درج می‌شود. شکل (۶) لایه ابعاد مسیر جریان رودخانه بوجان را نشان می دهد.

- ترسیم لایهٔ مقاطع

موقعیت، وضعیت و پهنای مقاطع در این لایه معرفی می‌شود. HEC-GeoRAS با توجه به خطوط ترسیم شده در این لایه، اطلاعات مربوط به نقاط برداشت شده در هر مقطع را از مدل رقومی زمین در فایل HEC-RAS درج می‌کند. برای ترسیم در این لایه باید موارد زیر را مدنظر داشت :

خطوط معرف مقاطع باید از ساحل چپ به سمت ساحل راست رسم شوند.

این خطوط می‌توانند فقط یک نقطهٔ تقاطع با خط مرکزی رودخانه و خطوط نشان‌دهندهٔ مسیر جریان داشته باشند.

- این خطوط باید عمود بر جهت جریان در کانال اصلی رسم شوند.
- خطوطی که در این لایه رسم می‌شوند نباید متقاطع باشند.

شکل (۷) لایه مقاطع رودخانه بوجان را نشان می دهد.

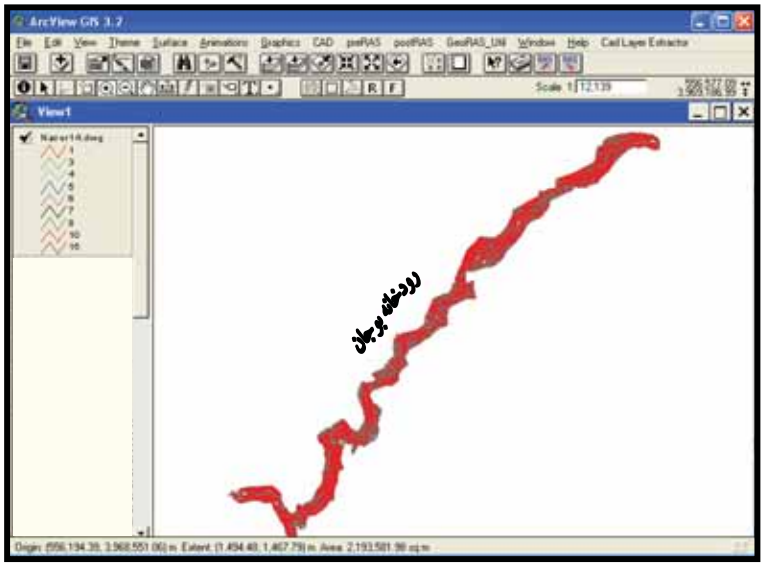
آماده‌سازی فایل ورودی HEC-RAS

پس از تهیهٔ لایه‌های مورد نیاز می‌توان فایل ورودی را که در نتیجه یک تجزیه وتحلیل حاصل شده است به مدل HEC-RAS معرفی نمود. شکل (۸) نتیجه مراحل قبل که شامل پلان و موقعیت مقاطع عرضی رودخانه بوجان می باشد را در مدل HEC-RAS نشان می دهد.

تعیین پهنه سیلاب

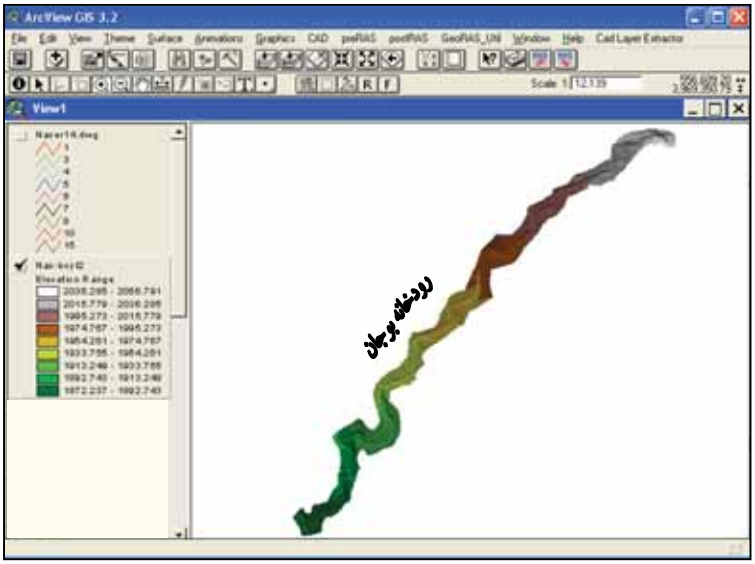
آخرین گام پس از تهیه مدل هیدرولیکی رودخانه درHEC-RAS و اجرای آن، تعیین پهنه سیلاب می‌باشد. در مدل ریاضی HEC-RAS پهنه سیلاب بصورت رقوم سطح آب محاسبه شده ودرمحل مقاطع عرضی نشان داده می‌شود. با استفاده از رقوم سطح آب در هر یک از مقاطع عرضی وماکروهای پس‌پردازنده الحاقیه HEC-GEO-RAS ، یک فایل تبادلی TIN که بتواند سطح آب گرفتگی را نشان دهد، تهیه می‌گردد. از تلفیق TIN سطح آب با TIN زمین، پهنه سیلاب در محیط Arcview GIS نمایش داده می‌شود. شکل (۹) نمایش سه بعدی پهنه بندی سیلاب رودخانه بوجان را نمایش می‌دهد. تصویر نشان داده شده در شکل

(۹) چیزی بیشتر تصویر گستره آبگرفتگی را نشان نمی‌دهد. برای برطرف کردن این مشکل لایه‌های ساختمانها ، سازه‌های طولی و عرضی در طول مسیر رودخانه را می‌توان به این View اضافه نمود ودرنهایت محدوده آبگرفتگی قابل فهم تر و واقعی تری را نمایش داد. اشکال (۱۰) و (۱۱) نمونه ای از نمایش سه بعدی رودخانه بوجان به همراه لایه سازه‌های موجود در داخل و حاشیه آن را نشان می‌دهند.



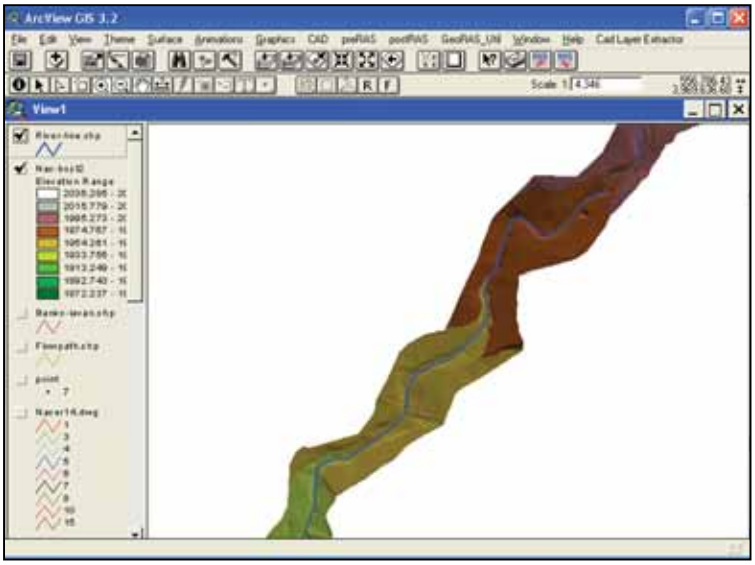
شکل ۲ : مدل رقومی زمین نقشه برداری شده

رودخانه بوجان

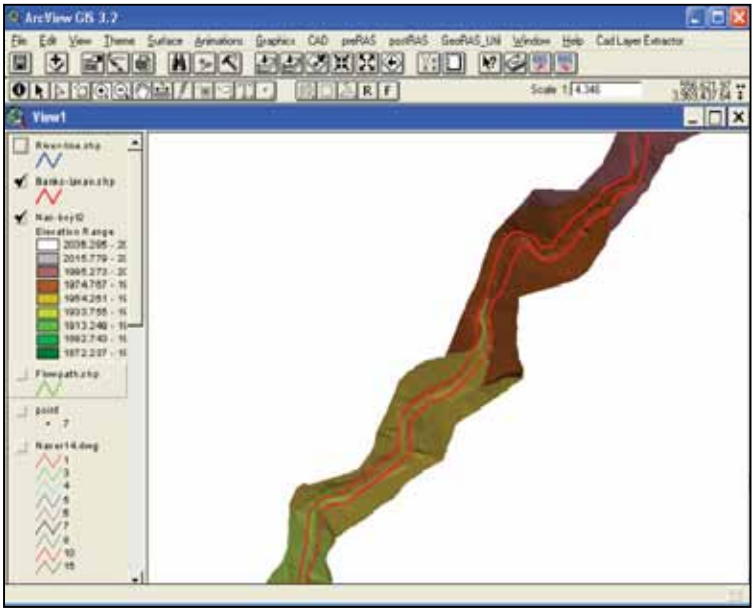


شکل ۳ : مدل رقومی زمین در قالب TIN

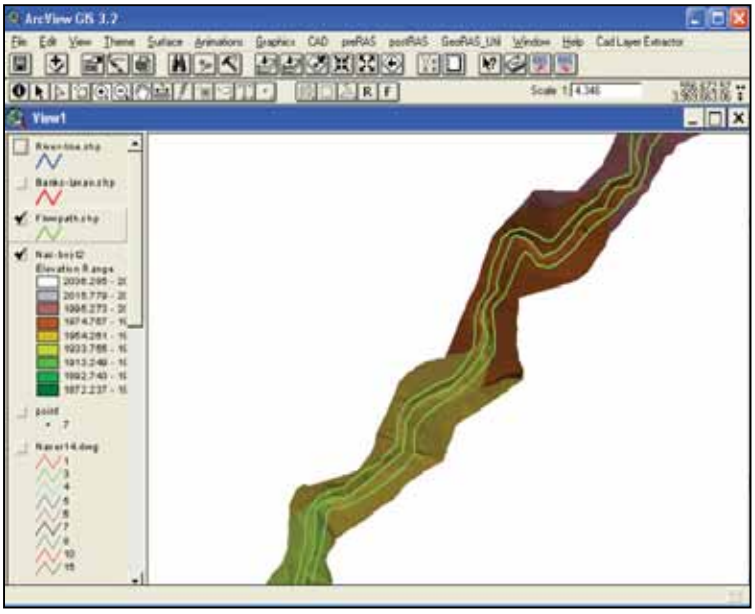
رودخانه بوجان



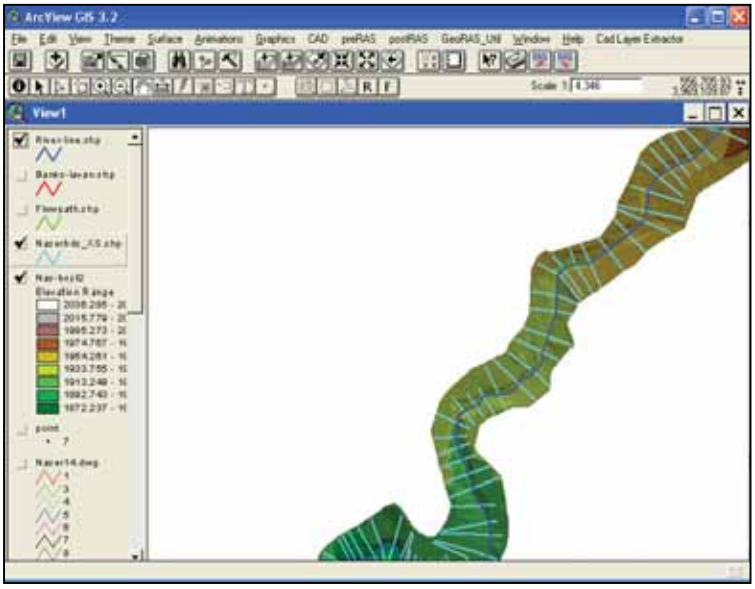
شکل ۴ : تهیه لایه خط مرکزی جریان رودخانه بوجان



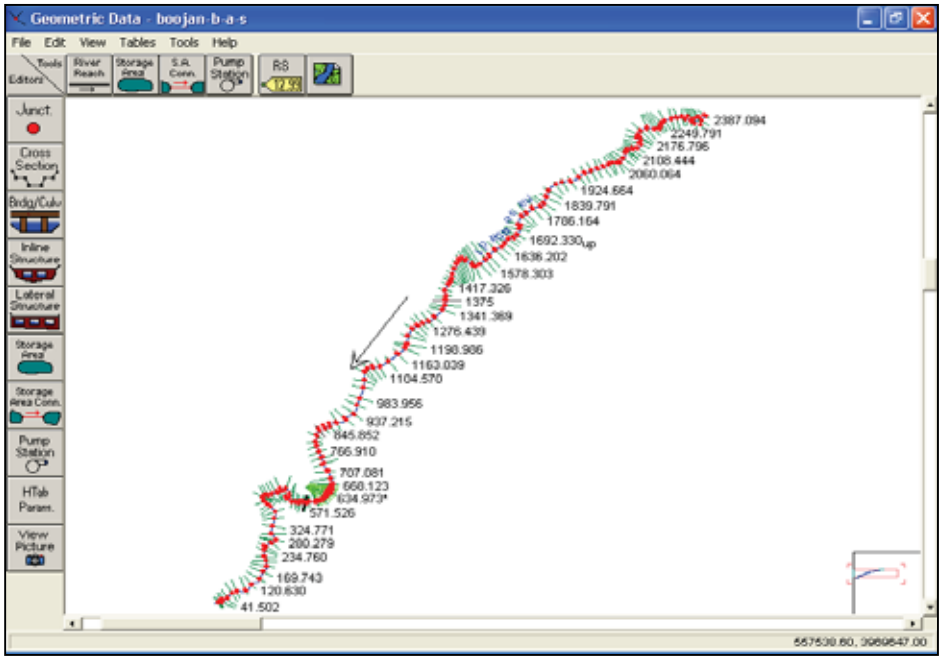
شکل ۵ : تهیه لایه سواحل رودخانه بوجان



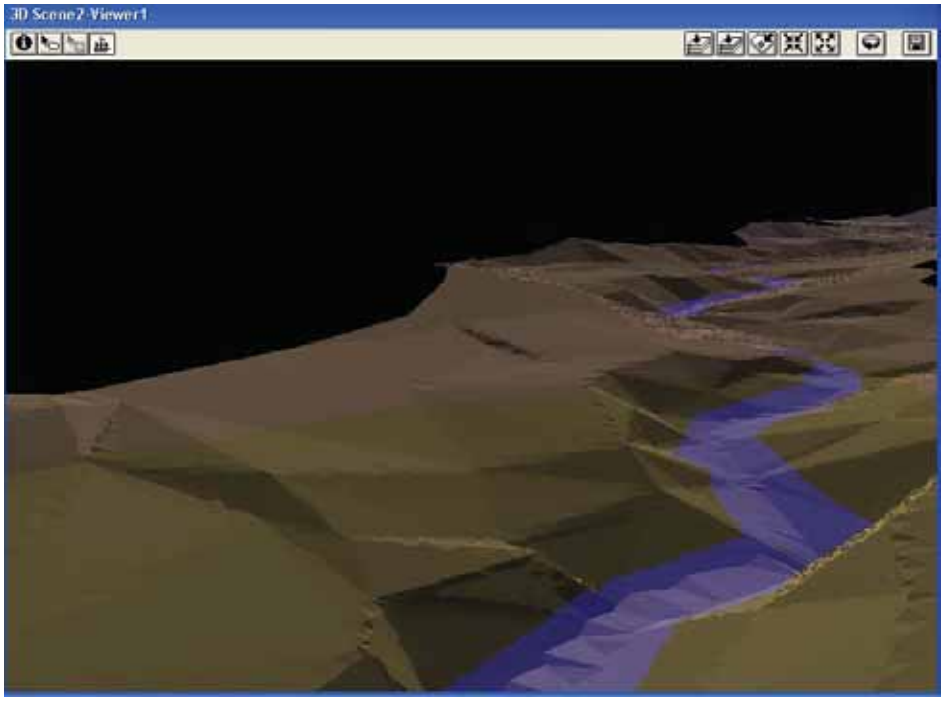
شکل ۶ : تهیه لایه ابعاد مسیر جریان رودخانه بوجان



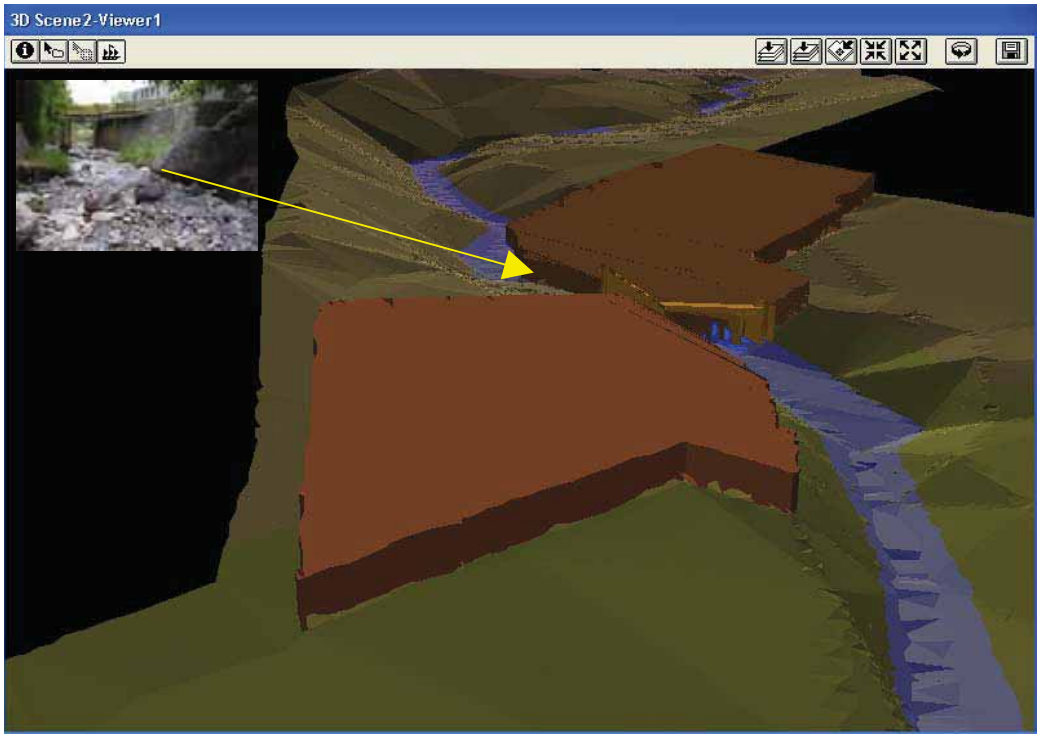
شکل ۷: تهیه لایه مقاطع عرضی رودخانه بوجان



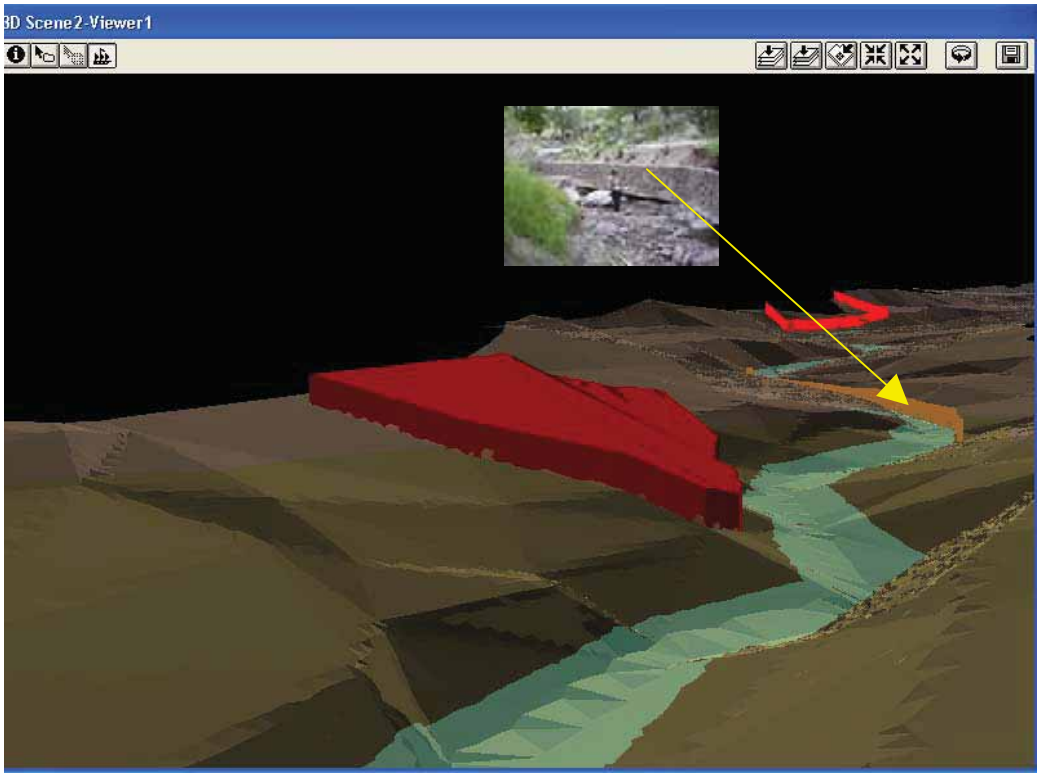
شکل ۸: شمای کلی رودخانه بوجان در مدل هیدرولیکی HEC-RAS



شکل ۹: نمایش سه بعدی پهنه سیلاب در محیط GIS



شکل ۱۰: نمایش سه بعدی پهنه سیلاب در محیط GIS بادرنظرگرفتن لایه سازه‌های عرضی(پل) و ساختمان‌های موجود درحاشیه رودخانه



شکل ۱۱: نمایش سه بعدی پهنه سیلاب در محیط GIS بادرنظرگرفتن لایه سازه‌های طولی(دیواره حفاظتی قوس رودخانه) وساختمان‌های موجود درحاشیه رودخانه

کارگاه آموزشی کاربرد RS و GIS در آبیاری و زهکشی
۱۲ آذر ماه ۱۳۸۳

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[۱]، حمید خیابانی[۲]

چکیده:

در این مقاله، کاربردهای فن آوری سنجش از دور در پروژه طرح جامع مدیریت منابع آب حوضه آبریز کابل مورد بررسی قرار خواهد گرفت. منطقه مطالعاتی، حوضه آبریز کابل در شرق کشور افغانستان است که دارای مساحتی در حدود ۵۳۰۰۰ کیلومتر مربع میباشد. به دلیل جنگها و درگیری‌هایی که در سالهای گذشته در منطقه حاکم بوده است، عمده اطلاعات منطقه از بین رفته و انجام پروژه‌های مطالعاتی را با مشکلات زیادی مواجه ساخته است. در این پروژه، از فن آوری‌های سنجش از دور و GIS به عنوان ابزاری برای پرکردن خلاء اطلاعاتی موجود و جهت ارزیابی سامانه یکپارچه منابع آب حوضه استفاده میشود. فن آوری سنجش از دور در تهیه نقشه‌های کاربری اراضی، تعیین سطوح اراضی کشاورزی، تهیه نقشه‌های سطح برف منطقه و ارزیابی وضعیت بارندگی منطقه مورد استفاده قرار گرفته است. در تهیه نقشه‌های سطح برف از اطلاعات ماهواره‌های NOAA در یک دوره ۲۰ ساله و در گامهای زمانی ۱۰ روزه استفاده شده و بارندگی منطقه نیز با استفاده از اطلاعات ماهواره TRMM ارزیابی شده است. همچنین در تهیه نقشه‌های کاربری اراضی و تعیین سطح اراضی کشاورزی منطقه، تصاویر و اطلاعات ماهواره‌های لندست و CORONA مورد استفاده قرار گرفته است. در ماهواره‌های لندست، از اطلاعات سنجنده‌های MSS و ETM+ در تهیه نقشه‌های کاربری اراضی کشاورزی منطقه در دوره‌های زمانی

۱- کارشناس شرکت مهندسی مشاور طوس آب مشهد (ali.ershady@gmail.com)
۲- کارشناس شرکت مهندسی مشاور طوس آب مشهد (hkhiabani_ir@yahoo.com)

دهه ۱۹۷۰و ۲۰۰۰ استفاده شده و سطوح اراضی کشاورزی منطقه در دهه ۱۹۶۰ با استفاده از تصاویر ماهواره CORONA بدست آمده است. روش تهیه این نقشه‌ها، استفاده از روشهای طبقه‌بندی نظارت شده در نرم افزار ENVI میباشد، ولی در تهیه اطلاعات و پردازش آنها از نرم افزارهای متعددی استفاده شده است.

نقشه‌های کاربری اراضی حاصله با استفاده از ابزارهای سیستمهای اطلاعات جغرافیایی مورد ویرایش و تصحیح قرار گرفته و با جمع بندی این اطلاعات با دیگر اطلاعات موجود منطقه، سطح زیرکشت اراضی کشاورزی منطقه محاسبه شده و در مدل منابع آب منطقه وارد شده است.

در این مقاله، اطلاعات مورد استفاده، روشها و تکنیک‌های نرم افزاری و متدولوژی انجام کار در سیستم تلفیقی RS – GIS معرفی خواهد شد.

۱- مقدمه

فن آوریهای نوین از جمله سیستمهای اطلاعات جغرافیایی (GIS) و سنجش از دور (RS) در سالهای اخیر پیشرفت‌های زیادی داشته است. با توسعه همزمان سامانه‌های نرم افزاری و سخت افزاری، کاربردهای سنجش از دور و GIS در علوم و صنایع مختلف افزایش قابل ملاحظه ای پیدا کرده است، بطوریکه مراحل انجام پروژه‌های مطالعاتی، علی الخصوص در زمینه مهندسی آب و منابع طبیعی از نظر زمانی کوتاهتر شده و در مجموع کیفیت و دقت مطالعات نیز افزایش پیدا کرده است. مزایای تصاویر ماهواره ای را می‌توان تکرار، رزولوشن مناسب،دامنه گسترده طول موج و امکان مشاهده دقیقتر پدیده‌ها برشمرد. همچنین توسعه نرم افزارهای کاربردی که محیطی انعطاف پذیر و ساده برای پردازش اطلاعات ماهواره‌ای فراهم می‌آورند، سازمانها و شرکت‌های مختلف را به استفاده از این تکنولوژی‌ها راغب نموده است.

پژوهش حاضر، حاصل یافته‌ها و دستآوردهایی است که از پروژه طرح جامع مدیریت منابع آب حوضه آبریز کابل حاصل شده است. این پروژه در قالب تفاهم نامه ای بین دولتهای ایران و افغانستان و در قالب کمکهای ایران به افغانستان، به شرکت مهندسی مشاور طوس آب واگذار شده و اهداف اصلی آن ارزیابی وضعیت موجود منابع و مصارف آب در حوضه آبریز کابل و تهیه برنامه مدیریت منابع آب این حوضه با تعریف پروژه‌های جدید یا تغییر روشهای بهره برداری از منابع آب و خاک در این حوضه می‌باشد.

به دلیل جنگهای طولانی در منطقه و از بین رفتن اطلاعات و نیز عدم امنیت کافی جهت انجام بازدیدهای میدانی کامل، سنجش از دور به عنوان ابزاری برای پر کردن خلاءهای اطلاعاتی مطرح بوده و پدیده‌های بارندگی، برف و کاربری اراضی کشاورزی توسط آن بررسی و ارزیابی شده است. در این مقاله، تجربیات و روشهای کاری و نتایج حاصل از این پروژه به اختصار مورد بررسی قرار گرفته است.

منطقه مورد مطالعه، حوضه آبریز رودخانه کابل است که در شمال شرقی کشور افغانستان و در محدوده جغرافیایی طول شرقی′ ۴۳ و° ۶۷ تا ′ ۴۰ و °۷۱ و عرض شمالی′ ۲۹ و° ۳۳ تا ′۰۶ و °۳۶ قرار دارد. در شکل ۱، موقعیت حوضه نسبت به کشور افغانستان و سایر حوضه‌های آن مشاهده می‌شود.

شکل ۱: موقعیت حوضه آبریز کابل نسبت به سایر حوضه‌های آبریز افغانستان

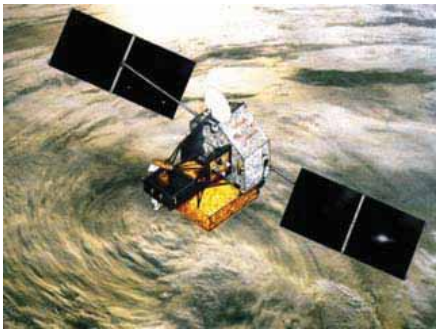
۲- مواد و روشها

در این بخش، داده‌ها و ابزارهای مورد استفاده در سنجش از دور و GIS و نیز روشهای مطالعاتی و نرم افزارهای مورد استفاده به تفکیک کاربرد، معرفی خواهند شد.

۲-۱- ارزیابی بارندگی توسط تصاویر ماهواره ای

تاکنون تلاشهای زیادی برای استخراج و استحصال بارندگی و پارامترهای وابسته به آن از طریق سنجش از دور و سکوهای مختلف اطلاعاتی صورت گرفته است. از جمله می‌توان به اندازه گیری بارندگی توسط رادار و نیز استفاده از روش CCD در استخراج بارش از تصاویر ماهواره‌های NOAA و GEOS اشاره نمود. مزیت بررسی بارندگی با استفاده از روشهای سنجش از دور، شناخت بهتر پدیده بارش و پارامترهای موثر در آن در یک گستره مکانی وسیع است.دراختیار داشتن لایه‌های رستری بارندگی، در شبیه سازی بارش-رواناب حوضه‌های آبریز کاربرد بیشتری دارد. با توجه به کمبود اطلاعات بارندگی در محدوده مورد مطالعه حوضه آبریز کابل، منابع اطلاعاتی مختلف برای تخمین بارش از طریق سنجش از دور بررسی شده و در نهایت ماهواره TRMM برای بدست آوردن اطلاعات بارندگی انتخاب شده است.

۱-۱-۲- معرفی ماهوار ه TRMM



این ماهواره در ۲۸ نوامبر سال ۱۹۹۷ با همکاری سازمان فضایی دو کشور امریکا و ژاپن به فضا پرتاب شد. مدت عمر اولیه طراحی شده برای این ماهواره تقریبا ۳ سال بود، ولی هنوز در مدار بوده و از اطلاعات آن استفاده میشود. هدف از پرتاب این ماهواره اندازه گیری بارندگی در سطح اقیانوس‌ها و دریاها است، چرا که معمولاً احداث ایستگاههای باران سنجی در دریاها دشوار بوده و از طرف دیگر اطلاع از وضعیت و مشخصات تندبادها و هوریکانهایی که هر ساله به سواحل امریکا و ژاپن خسارت‌های زیادی وار د میکنند ضروری می‌باشد. علاوه بر این از اطلاعات این ماهواره میتوان در اندازه گیری بارش در سطح خشکی‌ها و مخصوصاً مناطقی که دارای آمار و اطلاعات ثبت شده مناسبی نمی باشند استفاده نمود.این ماهواره در ارتفاع تقریبی ۳۵۰ کیلومتری زمین قرار داشته و دارای ۵ سنسور اصلی است که هر یک به نوعی پارامترهای وابسته به بارش را اندازه‌گیری می‌کنند.

ماهواره TRMM در هر روز چندین بار از مناطق مختلف کره زمین عبور کرده و اطلاعات لازم را برداشت می‌کند. تکرار برداشت‌ها و عبور این ماهواره برای مناطق مختلف کره زمین متفاوت است و بستگی به عرض جغرافیایی محدوده مورد نظر دارد. به عنوان مثال، محدوده شهر مشهد بطور متوسط ۵ بار در روز توسط این ماهواره اسکن شده و مشخصات بارش آن برداشت می‌شود.

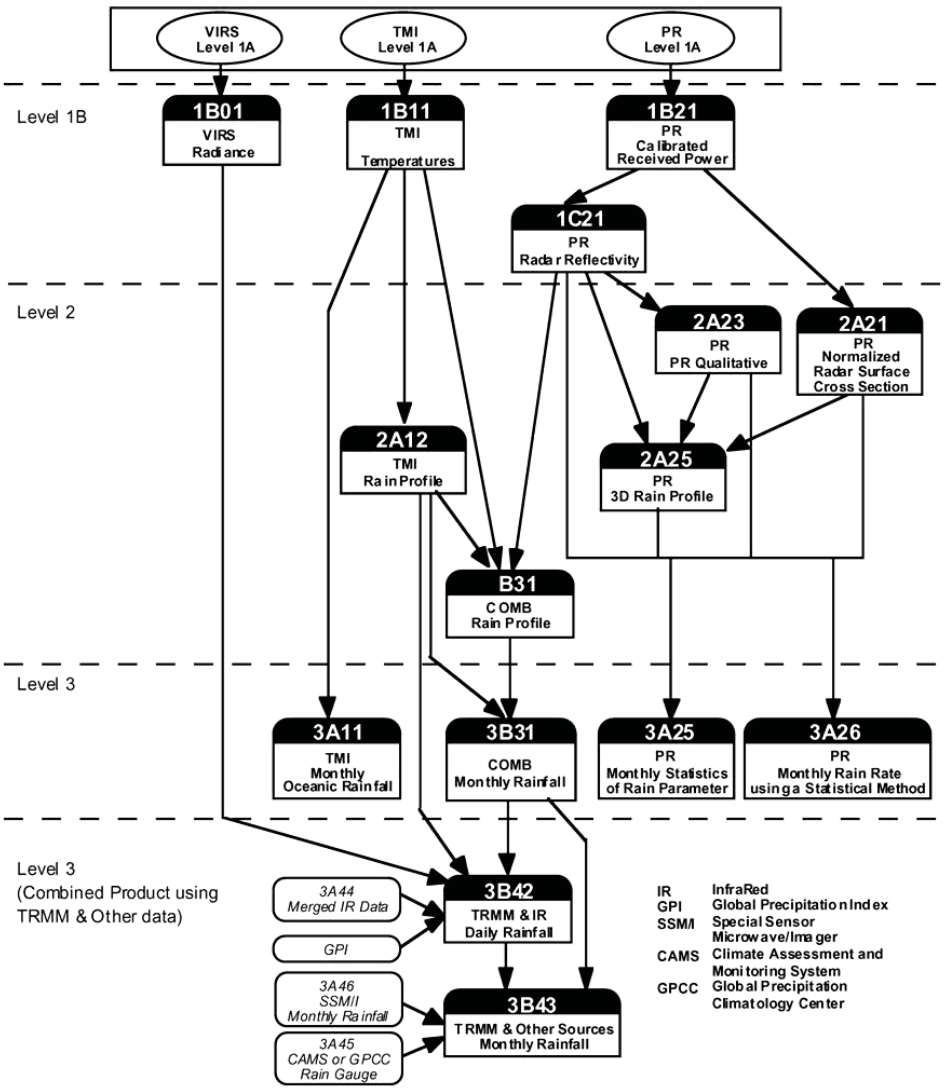
۲-۱-۲- انواع اطلاعات ماهواره TRMM

اطلاعات مختلفی را می‌توان با ترکیب سنسورهای ماهواره TRMM تولید نمود. اطلاعات تولید شده توسط ایستگاههای زمینی واسنجی شده و کنترل‌های لازم بر روی آنها انجام میشود.در جدول ۱، مشخصات سنسورهای اصلی ماهواره TRMM و در شکل ۲ نمودار تولید اطلاعات مختلف ماهواره TRMM مشاهده می‌شود.

جدول ۱: سنسورهای اصلی ماهواره TRMM

نام سنسور	نام کامل	کاربرد
VIRS	Visible and Infrared Scanner	اندازه گیری تابش در طول موجهای مرئی تا مادون قرمز
TMI	TRMM Microwave Imager	اندازه گیری تشعشات مایکروویو برگشتی
PR	Precipitation Radar	اندازه گیری بارش و تهیه پروفیلهای بارش
LIS	Lighting Imaging Sensor	تصحیح تابش برگشتی از سطح ابرها
CERES	Clouds and the Earth’s Radiant Energy System	تصحیح اثرات جو بالای اتمسفر

شکل ۲: نمودار تولید اطلاعات خروجی ماهواره TRMM



در این پروژه، با توجه به اهداف و مقیاس مطالعاتی (طرح جامع)، از اطلاعات 3B42 و 3B43 این ماهواره برای بررسی وضعیت بارندگی استفاده شده است. اطلاعات ماهواره TRMM برای سالهای ۱۹۹۸ به بعد در دسترس هستند.از آنجا که در سالهای اخیر، بجز در ایستگاه فرودگاه کابل، در دیگر ایستگاههای منطقه آماربرداری هواشناسی انجام نمی‌شود، برای واسنجی اطلاعات ماهواره TRMM از آمار و اطلاعات ایستگاههای کشورهای مجاور استفاده شده است.

۳-۱-۲- روش مطالعاتی

مراحل کاری در ارزیابی بارندگی با استفاده از تصاویر و اطلاعات ماهواره TRMM به شرح زیر می‌باشد:

۱- جمع آوری اطلاعات ایستگاههای هواشناسی

ایستگاههای هواشناسی مورد استفاده، در کشورهای پاکستان، تاجیکستان، ایران و افغانستان قرار دارند که اطلاعات روزانه آنها از WMO دریافت شده و در قالب سری‌های زمانی مرتب شده است. قسمتی از آمار و اطلاعات روزانه و ماهانه مورد استفاده برای ایستگاههای هواشناسی ایران نیز از سازمان هواشناسی دریافت شده است.

۲- پردازش اطلاعات هواشناسی

در این مرحله اطلاعات بارندگی جمع آوری شده کنترل، تصحیح و بازسازی شده و در فرمت مناسب بصورت سری‌های زمانی در یک بانک اطلاعاتی جمع بندی شده‌اند.

۳- بررسی انواع مختلف اطلاعات TRMM

همانطور که ذکر شد، انواع مختلفی از اطلاعات از ماهواره TRMM وجود دارند که هر یک در موارد خاصی کاربرد دارند. در این مطالعات، با توجه به مقیاس پروژه و محدودیت زمانی در ارزیابی وضعیت بارندگی، اطلاعات3B42 (روزانه در رزولوشن ۲۵ کیلومتری) و 3B43 (ماهانه در رزولوشن ۱۰۰ کیلومتری) این ماهواره مورد بررسی قرار گرفته است.

۴- پردازش اطلاعات TRMM

در پردازش اطلاعات TRMM، مقدار بارندگی حاصل از هر پیکسل یا پیکسل‌های شاخص اطراف یک ایستگاه هواشناسی بصورت یک سری زمانی استخراج شده است. سپس اطلاعات حاصل از ماهواره و اطلاعات زمینی ثبت شده در ایستگاه با هم مقایسه شده و روابط همبستگی بین این دو سری زمانی بدست آورده شده است.

۵- واسنجی

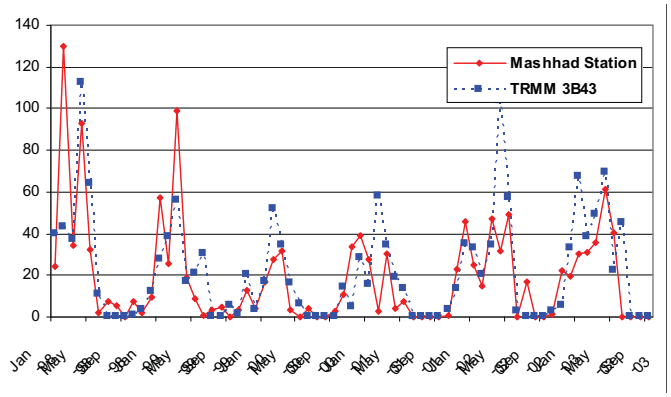
پس از استخراج سری‌های زمانی بارندگی حاصل از ماهواره و ایستگاه زمینی، عملیات واسنجی اطلاعات با مقایسه سری‌های زمانی و استخراج روابط همبستگی انجام گردیده است. نتایج حاصل از این مقایسه‌ها به شرح زیر می‌باشد:

- اطلاعات روزانه ماهواره TRMM با اطلاعات ایستگاه‌های زمینی مطابقت مناسبی نشان نمی‌دهد.
- اطلاعات ماهانه ماهواره TRMM با اطلاعات ایستگاه‌های زمینی مطابقت نسبتاً خوبی دارد.
- اطلاعات حاصل از ماهواره TRMM قادر به تخمین دقیق مقدار بارش نیست ولی میتواند با دقت خوبی توزیع بارش را مشخص نماید.
- با ترکیب اطلاعات ماهواره TRMM با مدلهای منطقه ای بارندگی (از جمله مدلWillmott) می‌توان با دقت نسبتاً خوبی سری زمانی نقشه‌های هم بارش را برای هر ماه بدست آورد. البته با توجه به اینکه دقت اطلاعات مدل Willmott بستگی به کمیت و کیفیت داده‌ها و نیز تعداد و پراکندگی

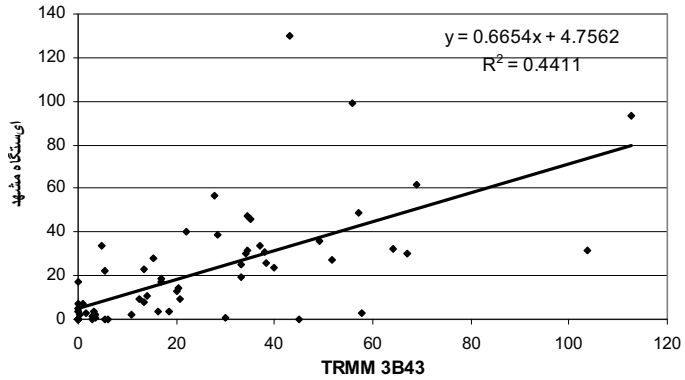
ایستگاهها در منطقه دارد، روش مزبور برای منطقه حوضه آبریز کابل جوابگو نیست، زیرا پراکنش ایستگاهها در حوضه آبریز کابل بسیار کم می‌باشد.

مدل Willmott یک مدل بارش جهانی است که با استفاده از اطلاعات ایستگاههای هواشناسی کل دنیا تهیه شده است. این مدل توسط C.J. Willmott و K. Matsuura تهیه شده و شامل اطلاعات ماهانه بارندگی کل دنیا از سال ۱۹۵۰ تا سال ۱۹۹۹ می باشد. در تهیه این مدل از اطلاعات ۲۰۵۹۹ ایستگاه هواشناسی زمینی استفاده شده است. این اطلاعات در پیکسل‌هایی به ابعاد تقریبی ۵۰ در ۵۰ کیلومتر آماده شده اند و برای بازسازی آمارهای مفقود در ایستگاههای هواشناسی، از اطلاعات ایستگاههای مجاور و ارتباط آنها با مدل ارتفاعی رقومی زمین استفاده شده است.

شکل ۳: مقایسه اطلاعات **3B43** ماهواره **TRMM** و بارندگی در ایستگاه مشهد



شکل ۴: رابطه همبستگی اطلاعات 3B43 ماهواره TRMM و بارندگی در ایستگاه مشهد



۲-۲- استحصال سطح برف از تصاویر ماهواره‌ای

در منطقه مطالعاتی، برف نقش عمده ای در تولید رواناب دارد ویخچالهای بزرگ و دائمی در ارتفاعات شرقی حوضه وجود دارد. به دلیل فقدان هرگونه آمار و اطلاعات برف سنجی یا عدم امکان دسترسی به آن، فن آوری سنجش از دور میتواند ابزار مناسبی در شناخت وضعیت ذوب برف در حوضه مطالعاتی باشد.با توجه به مقیاس پروژه و محدودیت زمانی انجام مطالعات پایه، از اطلاعات Pathfinder برای

تخمین سطح برف استفاده شده است. در این ارتباط در دوره زمانی ۱۹۸۱ تا ۲۰۰۱ لایه‌های رستری سطح برف منطقه در گامهای زمانی ۱۰ روزه تهیه شده است. متاسفانه بدلیل عدم همزمانی اطلاعات موجود آبدهی (۱۹۸۰-۱۹۵۹) با تصاویر ماهواره ای، امکان تخمین رواناب ناشی از ذوب برف میسر نیست، ولی فراوانی وقوع و میزان پوشش برف در حوضه‌ها شاخص مناسبی برای شناخت اولیه وضعیت هیدرولوژی آنها می‌باشد.

۲-۲-۱- معرفی ماهواره‌های NOAA

NOAA به سری ماهواره‌هایی اطلاق میگردد که توسط NASA به فضا پرتاب شده و ماموریت اصلی آنها، تهیه اطلاعات هواشناسی از کره زمین می‌باشد. اکثر این ماهواره‌ها بصورت روزانه از سطح زمین تصویر برداری مینمایند و اطلاعات حاصل از آنها در طول موج‌های مرئی و مادون قرمز میباشد که می‌تواند برای تعیین دمای سطح زمین مورد استفاده قرار گیرد. اطلاعات مربوط به ماهواره‌های NOAA و سنجنده‌های آنها در اکثر کتابهای سنجش از دور ذکر شده است.

۲-۲-۲- انواع اطلاعات ماهواره‌های NOAA

ماهواره‌های هواشناسی NOAA توسط سنجنده‌های مختلفی که بر روی آنها مستقر است به اندازه گیری پارامترهای هواشناسی در طول موج‌های مختلف می پردازند. تصاویر حاصل از این ماهواره‌ها دارای عرض زیادی بوده و در هر تصویر منطقه بزرگی از زمین پوشش داده میشود. در این پروژه، از تصاویر Pathfinder با رزولوشن ۸ کیلومتر و گام زمانی ده روزه استفاده شده است. این تصاویر از سنجنده AVHRR ماهواره‌های NOAA-7,-9,-11 حاصل شده اند. تصاویر مزبور، از کل تصاویر روزانه موجود در هر گام ۱۰ روزه حاصل شده‌اند. باندهای مورد استفاده در این مطالعه، باندهای ۱ و ۲ و ۴ میباشند که باندهای ۱ (0.58-0.68 micrometer) و ۲ (0.73-1.10 micrometer) در طول موج مرئی بوده و باند ۴ (10.3-11.3 micrometer) در باند حرارتی مادون قرمز می‌باشد.

۲-۲-۳- روش مطالعاتی

در این قسمت، روش مطالعاتی استخراج سطح برف ازتصاویر ماهواره ای مختصراً توضیح داده میشود. فرآیند ذکر شده میتواند برای هر نوع مطالعه برف سنجی با استفاده از تصاویر ماهواره‌های مختلف مورد استفاده قرار گیرد:

۱- تهیه اطلاعات ماهواره ای Pathfinder

اطلاعات Pathfinder در دو باند طیفی و یک باند حرارتی برای منطقه مطالعاتی تهیه گردیده است. از آنجا که فایلهای اطلاعاتی این تصاویر به تصحیح نیاز دارند، با اعمال ضرایب مربوط به هر باند، عملیات تصحیح و تبدیل انجام گردیده است. همچنین با توجه به تعداد بسیار زیاد فایلهای اطلاعاتی مربوط به این تصاویر، در کلیه مراحل آماده سازی، پیش پردازش، پردازش و تحلیل خروجی‌ها، عملیات محاسباتی توسط فرآیند Batch Processing و در محیط نرم افزار WinChips انجام گردیده است.

۲- تهیه اطلاعات مرجع

اطلاعات مرجع مورد استفاده برای تعیین آستانه‌های طیفی و کنترل خروجی‌ها، تصاویر ماهواره‌های Landsat و Spot میباشند. این تصاویر بصورت Quicklook از اینترنت دریافت شده است. در تهیه این اطلاعات سعی شده است برای قسمتهای مختلف حوضه، مخصوصاً مناطق برف خیز، تصویر، تهیه شود و نیز از نظر زمانی در ماههای مختلف به تعداد کافی تصویر با کیفیت مطلوب و با پوشش ابر کم بدست آورده شود.

۳- ژئورفرنس

با استفاده از نقاط کنترل زمینی جمع آوری شده از نقشه‌های توپوگرافی، تصاویر ماهواره ای مختصات دار و ...، کلیه تصاویر ماهواره ای Pathfinder و نیز تصاویر مرجع به سیستم مختصاتی UTM تبدیل شده‌اند.

۴- تعیین آستانه‌های طیفی برف

در این مرحله برای هر دهه یا ماه از سال، با توجه به سطح برف در تصاویر مرجع، تصویر Pathfinder همزمان با آن بررسی شده و آستانه‌های طیفی برای هر باند در محدوده برف مشخص شده است. سپس با جمع بندی نتایج، آستانه مربوط به باندهای مختلف در هر ماه تعیین شده است. از این آستانه‌ها در مرحله پردازش تصاویر و استخراج سطح برف استفاده خواهد شد. با توجه به بررسی‌های انجام شده، اطلاعات موجود در باند ۴ تصاویر، برای تعیین سطح برف مناسب تر بوده و باندهای ۱ و ۲، بدلیل واقع بودن در محدوده طیف مرئی و اثرات نامطلوب مناطق همرنگ برف مانند مناطق شور، برای پردازش برف مناسب نمی‌باشند.

۵- پردازش اطلاعات Pathfinder

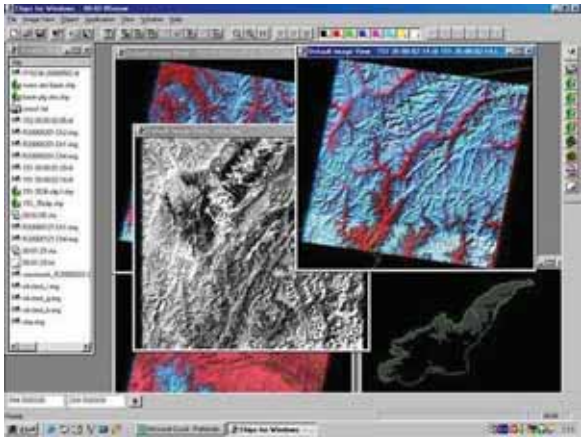
با استفاده از آستانه‌های مشخص شده در مرحله قبل، با انجام عملیات Batch Processing، کلیه تصاویر Pathfinder پردازش شده و برای هر دهه، یک لایه سطح برف بدست آورده شده است. لازم به ذکر است، در بعضی از قسمتهای منطقه که در خط القعر اصلی رودخانه کابل میباشند، مخصوصاً اطراف شهر کابل، شاخص دما، نشان دهنده وجود برف در بعضی از ماهها نبوده و برای این مناطق از یک لایه ماسک استفاده شده است.

۶- کنترل اطلاعات پردازش شده

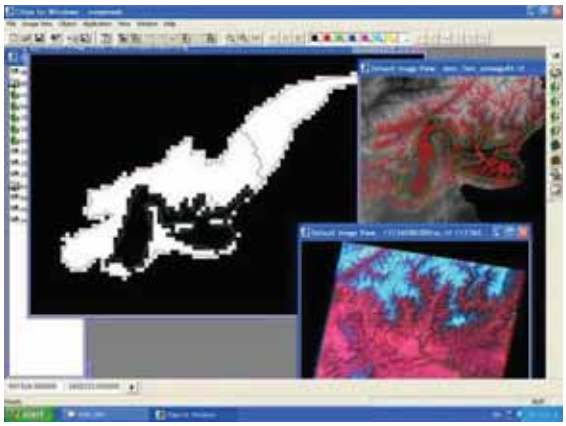
پس از تهیه لایه‌های بدست آمده، صحت نتایج توسط کنترل مجدد سطح برف حاصل از Pathfinder با تصاویر مرجع کنترل و تغییرات لازم در آستانه‌های طیفی اعمال گردیده است.

نتایج حاصل از این مطالعات شامل مقدار سطح برف در لایه‌های رستری برای هر دهه از دوره ۲۰ ساله ۱۹۸۱ تا ۲۰۰۱ میباشد. متاسفانه به دلیل عدم همزمانی اطلاعات اندازه گیری شده هیدرومتری منطقه با دوره اطلاعاتی پوشش سطح برف، امکان تحلیل نتایج و تخمین مقدار ذوب برف در حوضه وجود ندارد.

شکل ۵: روش استخراج آستانه‌های طیفی سطح برف



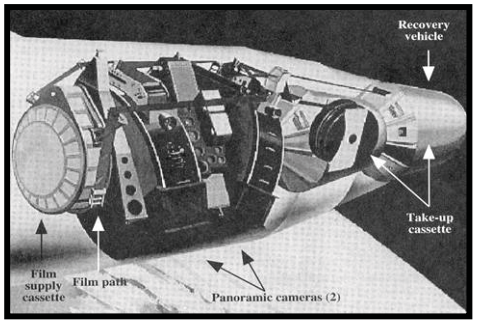
شکل ۶: نمونه ای از سطح برف استخراج شده در حوضه آبریز کابل



۳-۲- استحصال نقشه‌های کاربری اراضی از تصاویر ماهواره‌ای

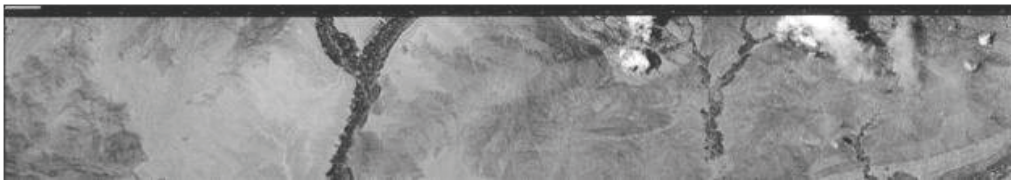
کمبود اطلاعات و عدم امنیت لازم جهت بازدیدهای میدانی در منطقه مطالعاتی، استفاده از فن آوری سنجش از دور در تهیه نقشه‌های کاربری اراضی را الزامی میسازد. از این نقشه‌ها جهت تعیین سطح اراضی کشاورزی منطقه و بررسی تغییرات کاربری اراضی استفاده می‌شود. سطح اراضی کشاورزی در تعیین نیازهای آبی کشاورزی منطقه مورد نیاز بوده و از نتایج نهایی آنها در مدل برنامه ریزی منابع آب حوضه استفاده خواهد شد. از تغییرات کاربری اراضی نیز برای تخمین تخریب اراضی مرتعی و جنگلی و اثرات آنها در فرسایش حوضه استفاده می‌شود.

۱-۳-۲- معرفی ماهواره CORONA

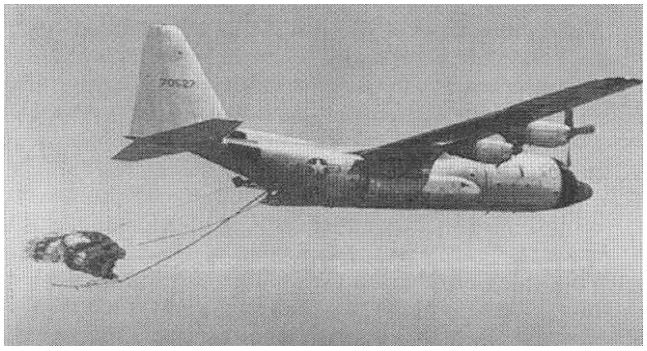


این ماهواره در سال۱۹۵۹ توسط آژانس فضایی ایالات متحده به فضا پرتاب شد. اطلاعات و تصاویر این ماهواره تا سال۱۹۹۶ جنبه محرمانه داشته است و فقط به منظورهای نظامی مورد استفاده قرار می‌گرفته است. سیستم تصویر برداری در این ماهواره مشابه سیستم تصویر برداری عکسهای هوایی بوده و ثبت تصاویر بر روی فیلم‌های عکاسی انجام میگرفته است. پس از پر شدن حلقه فیلم، بصورت اتوماتیک با چتر به فضا پرتاب شده و در نزدیکی سطح زمین توسط هواپیماهایی که به یک سبد در انتهای خود مجهز بوده اند، گرفته می شده است. در شکل ۷، نمونه‌ای از تصاویر این ماهواره و در شکل ۸ ، عملیات گرفتن فیلم مشاهده می‌شود.

شکل ۷: نمونه ای از تصاویر ماهواره ای CORONA در حوضه آبریز کابل



شکل ۸: تصویری از عملیات گرفتن فیلم پرتاب شده از ماهواره توسط هواپیما



۲-۳-۲- معرفی سری ماهواره‌های LANDSAT

ماموریت ماهواره‌های لندست از سال ۱۹۷۲ با پرتاب اولین سری از این ماهواره‌ها آغاز شد. در حال حاضر، از سری لندست، ماهواره لندست ۷ با سنجنده مجهز خود +ETM در مدار بوده و به تصویر برداری از پدیده‌های زمینی مشغول میباشد. تصاویر این سری از ماهواره‌ها معمولاً برای سنجش پدیده‌های طبیعی مورد استفاده می‌باشد. از پرتاب ماهواره لندست ۱ تاکنون، سیستم تصویر برداری سنجنده‌ها و تصاویر حاصل از آنها از نظر طیفی و توان تفکیک مکانی پیشرفت قابل ملاحظه ای داشته است. در این مطالعه از اطلاعات حاصل از سنجنده‌هایMSS و +ETM برای تهیه نقشه‌های کاربری اراضی منطقه استفاده شده است. مشخصات ماهواره‌های لندست و مشخصات سنجنده‌های آنها را میتوان در جداول زیر مشاهده نمود

جدول ۲: مشخصات باندهای ماهواره‌های لندست

Satellite	Spectral Resolution (μm)	Band	Spatial Resolution
Landsat 1-3	MSS		(meters)
	Band 4: 0.50 – 0.60	Green	79
	Band 5: 0.60 – 0.70	Red	79
	Band 6: 0.70 – 0.80	Near IR	79
	Band 7: 0.80 – 1.10	Near IR	79
Landsat 4-5	MSS		
	Band 4: 0.50 – 0.60	Green	82
	Band 5: 0.60 – 0.70	Red	82
	Band 6: 0.70 – 0.80	Near IR	82
	Band 7: 0.80 – 1.10	Near IR	82
	TM		
	Band 1: 0.45 – 0.52	Blue	30
	Band 2: 0.52 – 0.60	Green	30
	Band 3: 0.63 – 0.69	Red	30
	Band 4: 0.76 – 0.90	Near IR	30
	Band 5: 1.55 – 1.75	Mid IR	30
	Band 6: 10.4 – 12.5	Thermal	120
	Band 7: 2.08 – 2.35	Mid IR	30
Landsat 7	ETM+		
	Band 1: 0450 – 0.515	Blue	30
	Band 2: 0.525 – 0.605	Green	30
	Band 3: 0.630 – 0.690	Red	30
	Band 4: 0.760 – 0.900	Near IR	30
	Band 5: 1.550 – 1.750	Mid IR	30
	Band 6: 10.40 – 12.5	Thermal	60
	Band 7: 2.080 – 2.35	Mid IR	30
	Band 8: 0.52 – 0.92	Pan	15

جدول ۳: مشخصات مداری و ابعاد تصاویر ماهواره‌های لندست

Satellite	Sensor	Swath (km)	Scene Size (km)	Altitude (km)	Revisit (days)
L 1-3	MSS	180	180 x 170	917	18
L 4-5	TM	185	170 x 183	705	18
L 7	ETM+	185	170 x 183	705	16

۳-۳-۲- روش مطالعاتی

برنامه تهیه نقشه‌های کاربری اراضی منطقه به شرح زیر میباشد:

- تهیه نقشه اراضی کشاورزی به روش تفسیر چشمی از تصاویر دهه ۱۹۶۰ ماهواره CORONA
- تهیه نقشه کاربری اراضی به روش تفسیر چشمی از تصاویر MSS دهه ۱۹۷۰ ماهواره‌های لندست ۱-۳
- تهیه نقشه کاربری اراضی به روش طبقه بندی نظارت شده از تصاویرETM+ سالهای ۲۰۰۰ ماهواره لندست ۷

در این پروژه، از نقشه کاربری اراضی تهیه شده در سال ۱۹۹۳ توسط FAO، به عنوان مبنا برای تهیه نقشه‌های کاربری اراضی استفاده شده است.

مراحل اصلی در تهیه نقشه‌های کاربری اراضی از تصاویر ماهواره ای به شرح زیر می‌باشد:

۱- آماده سازی تصاویر

در این مرحله، تصاویر از نظر طیفی و رادیومتریک کنترل شده و تصحیحات لازم بر روی آنها انجام می‌شود. سپس ترکیب باندی مناسب تصاویر با توجه به مشخصات طیفی آنها برای تهیه نقشه‌های کاربری اراضی تهیه می‌شود.

۲- ژئورفرنس تصاویر

در این مرحله، کلیه تصاویر به سیستم مختصاتی UTM تبدیل می‌شوند. برای این تبدیل، نقاط مرجع از نقشه‌های توپوگرافی، لایه‌های GIS و تصاویر ماهواره ای مختصات دار و دیگر اطلاعات شاخص جمع آوری شده و سپس توسط نرم افزار مناسب (ERDAS)، عملیات تبدیل مختصات انجام شده است.

۳- طبقه بندی و آنالیز تصاویر

تصاویر ماهواره CORONA ماهیت رقومی نداشته و دارای باندهای طیفی نمی‌باشند. همچنین اطلاعات سنجنده MSS ماهواره‌های لندست، از نظر طیفی کیفیت لازم را برای تفکیک کاربری اراضی‌های مختلف دارا نمی‌باشند. لذا در تهیه نقشه‌های کاربری اراضی از این تصاویر، از روشهای تفسیر چشمی استفاده شده است. از تصاویر ماهواره CORONA، فقط سطوح اراضی کشاورزی بدست آمده است و عملیات تفسیر و استخراج در نرم افزار ERDAS انجام شده است. از تصاویر سنجنده MSS ماهواره‌های لندست نیز فقط مساحت اراضی کشاورزی بدست آمده و در تهیه آنها از نقشه کاربری اراضی تهیه شده توسط FAO در سال۱۹۷۲ استفاده به عمل آمده است.

تصاویر ماهواره ای سنجنده ETM+ ماهواره لندست ۷ با روشهای طبقه بندی نظارت شده و در محیط نرم افزار ENVI پردازش شده است. برای انجام این طبقه بندی لازم است در هر کلاس کاربری اراضی، به تعداد کافی مناطق تعلیمی (Training Areas) وجود داشته باشد. این نواحی مرجع، از نقشه‌های کاربری اراضی سال ۱۹۹۰ تهیه شده توسط FAO بدست آمده است. دلایل انجام این کار، مطلوبیت نتایج حاصله برای استفاده در پروژه‌های طرح جامع و نیز عدم امکان بازدیدهای میدانی بوده است

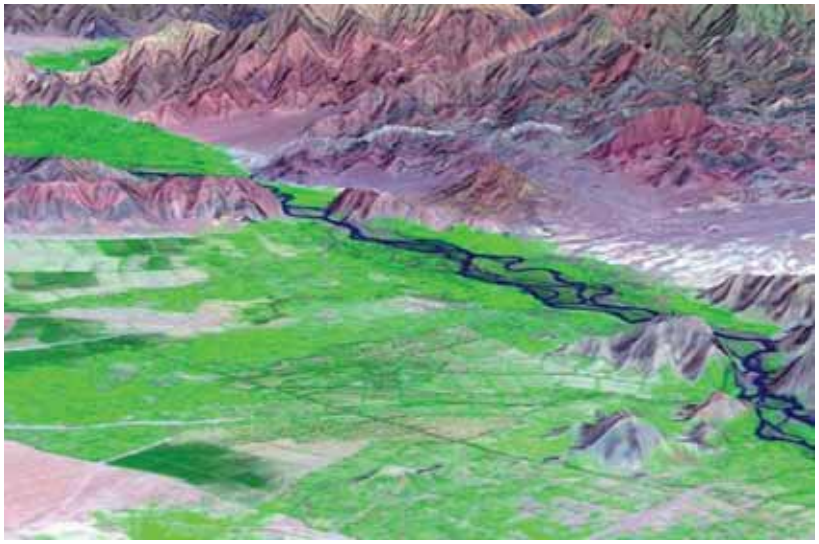
۴- تهیه نقشه نهایی در محیط GIS

نقشه‌های حاصله از مرحله قبل، در محیط نرم افزار Arcview پردازش شده و اصلاحات لازم شامل حذف پلیگون‌های ریز و تهیه موزاییک نقشه‌ها انجام شده است. همچنین نقشه‌های نهایی با توجه به نظرات کارشناسان مسئول در وزارت فلاحت افغانستان تصحیح شده و در نهایت پایگاه اطلاعاتی کاربری اراضی منطقه در محیط GIS تهیه شده است.

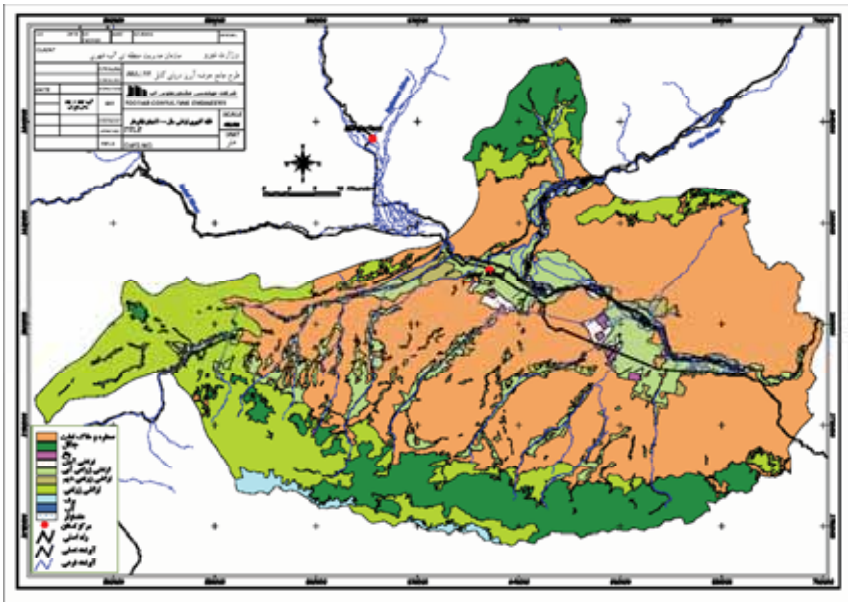
در نهایت نقشه‌ها و اطلاعات حاصله در موارد زیر مورد استفاده قرار گرفته است:

- بررسی و ارزیابی تغییرات کاربری اراضی و بهبود یا تخریب پوشش مرتعی و جنگلی حوضه
- محاسبه نیازهای آبی کشاورزی در مدل منابع آب حوضه (مدل Mike Basin)
- بررسی تاثیر تغییرات کاربری اراضی بر روی فرسایش حوضه

شکل ۹ : نمای سه بعدی از شبکه آبیاری دشت ننگرهار در تصویر ماهواره ای لندست ۷



شکل ۱۰: نقشه کاربری اراضی استان ننگرهار تهیه شده از تصاویر لندست سال ۲۰۰۰



۳- بحث و نتیجه گیری

حوضه آبریز کابل با ۵۳۰۰۰ کیومتر مربع مساحت و رواناب تقریبی ۱۹ میلیارد متر مکعب در سال، یکی از حوضه‌های آبریز مهم منطقه است که نقش مهمی در تامین نیازهای آبی کشورهای افغانستان و پاکستان دارا میباشد. به دلیل وقوع جنگها و درگیری‌های طولانی در منطقه، عمده آمار و اطلاعات موجود از بین رفته و در سالهای پس از ۱۹۸۰ تاکنون، هیچ نوع اطلاعاتی از منابع آب منطقه و زیرساختهای آن در دست نیست. شرکت مهندسی مشاور طوس آب در راستای انجام پروژه طرح جامع مدیریت منابع آب این حوضه، از فن آوری سنجش از دور در بررسی و ارزیابی بارندگی، برف و کاربری اراضی استفاده نموده است. سنجش از دور ابزار مناسبی در برآورد و تخمین اطلاعات مورد نیاز پروژه بوده و مخصوصاً نقشه‌های کاربری اراضی تهیه شده، اطلاعات مناسب و مفیدی در مورد وضعیت گذشته و حال کشاورزی و مراتع و جنگلهای منطقه فراهم آورده است.

متاسفانه بدلیل عدم وجود اطلاعات مرجع در بخشهای بارندگی و برف، نتایج حاصله مستقیماً و بصورت کمی در پروژه مورد استفاده قرار نگرفته است، ولی متدولوژی مورد استفاده، میتواند در پروژه‌های مشابه داخل کشور مورد استفاده قرار گیرد.

جهت استفاده از فن آوریهای ذکر شده در پروژه‌های مشابه، پیشنهادات زیر ارائه می‌گردد.

پیشنهاداتی برای استفاده از اطلاعات TRMM در پروژه‌های مشابه:

۱- با توجه به اینکه اطلاعات لحظه ای ماهواره TRMM در لحظه برداشت اطلاعات از نظر تعیین گستره بارش در منطقه دقت خوبی دارد و رزولوشن تصویر آن در حد مناسبی است، میتوان از این تصاویر برای بررسی و ارزیابی مشخصات رگبارها استفاده نمود.

۲- با توجه به توسعه روشهای تخمین پارامترهای هواشناسی، مخصوصاً بارندگی از اطلاعات ماهواره ای، لازم است متخصصین امر با این روشها آشنایی پیدا کنند. این اطلاعات برای اکثر نقاط کشور که دارای شبکه ایستگاهی مناسبی نبوده و از نظر آمار و اطلاعات کمبود وجود دارد، مفید و راهگشا خواهند بود.

پیشنهاداتی برای استفاده از سنجش از دور در برف سنجی:

۱- اطلاعات Pathfinder به علت رزولوشن بالا (۸ کیلومتر)، نمیتوانند در مطالعه حوضه‌های آبریز کوچک و در مطالعات تفصیلی مورد استفاده قرار گیرند، ولی در طرح‌های جامع در حوضه‌های آبریز بزرگ که سطح پوشش برف در ماههای سرد سال زیاد است، با دقت نسبتاً خوبی اطلاعات مورد نیاز را فراهم می‌آورند.

۲- اطلاعات مربوط به عمق برف در پروژه‌های برف سنجی اهمیت زیادی دارند چرا که سطح برف به تنهایی نمیتواند میزان ذوب برف را نشان دهد.

۳- وجود اطلاعات هیدرومتری در حوضه برای بدست آوردن رابطه مناسب بین آبدهی و سطح برف ضروری است.

۴- در مواردی که لازم است اطلاعات برف در سالهای اخیر بدست آورده شود، میتوان از اطلاعات سنجنده MODIS که میتواند با دقت بیشتری (۲۵۰ متر)، اطلاعات سطح برف را فراهم نماید، استفاده نمود.

پیشنهاداتی برای استفاده از سنجش از دور در مطالعات کاربری اراضی:

۱- اطلاعات ماهواره‌های لندست به دلیل دوره طولانی و تکرار تصاویر میتوانند مرجع خوبی در ارزیابی وضعیت کاربری اراضی و تغییرات آن در طی زمان باشند.

۲- اطلاعات ماهواره CORONA به دلیل فراهم آوری اطلاعات در دوره ۱۹۶۰ تا ۱۹۷۰ میتوانند مکمل خوبی برای اطلاعات لندست در ارزیابی تغییرات کاربری اراضی باشند. به علت رزولوشن بالای این تصاویر می‌توان با دقت مناسبی، پدیده‌هایی مانند انواع فرسایش را نیز از روی این تصاویر تشخیص داد.

۳- در مناطقی مانند حوضه آبریز کابل که دسترسی به منطقه مشکل بوده و امکان پیمایش‌های میدانی وجود ندارد، نقشه‌های کاربری اراضی موجود منطقه میتوانند مرجع خوبی برای تهیه نقشه‌های جدید از تصاویر ماهواره‌ای باشند.

۴- مراجع:

1- TRMM Data Users Handbook, National Space Development of Japan, 2001 Landsat Technical guide, GLCF, University of Maryland

2- George J. Huffman;David T. Bolvin ; TRMM REAL-TIME MULTI-SATELLITE PRECIPITATION ANALYSIS DATA SET DOCUMENTATION ; NASA Goddard Space Flight Center and Science Systems and Applications, Inc. ; 25 September 2003

3- NOAA/NASA Pathfinder AVHRR Land Data Set User's Manual ; NASA ; September 1994

م

Proceedings of the Workshop on the Application of RS and GIS on Irrigation and Drainage

Dec. 2004

Iranian National Committee on Irrigation and Drainage (IRNCID)

۶۳۱/۶۷
ک۱۳۲
۱۳۸۳
ر۵

کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران
نشانی تماس: تهران - خیابان شهید دستگردی(ظفر) - خیابان شهید کارگزار - خیابان شهید شهرساز - پلاک ۲۴
تلفن: ۲۲۵۷۳۴۸ نمابر: ۲۲۷۲۲۸۵ وب سایت: www.irncid.org پست الکترونیک: info@irncid.org