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"*