

## کاربرد GIS در توسعه و عمران روستایی

افشین مرزبان غیاث‌آبادی، سید مجتبی فارغ<sup>۱</sup> و محمدجواد شیخ داودی<sup>۲</sup>

۱- اعضای هیأت علمی دانشکده مهندسی زراعی و عمران روستایی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

۲- عضو هیأت علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز

### چکیده

تکنولوژی اطلاعات جغرافیایی با گام‌های سریع و چشم‌گیری در طول دو دهه رشد یافته است و مطمئناً در قرن حاضر نقشی کلیدی در ابعاد مختلف توسعه ایفا خواهد نمود. روستاهای و مناطق کشاورزی کشور به عنوان کانون تولید غذای کافی و سالم نقش به سزاگی در تأمین مواد غذایی جمعیت کشور و تحقق اهداف خودکفایی در تولیدات کشاورزی به عهده دارند. تلاش در جهت توسعه پایدار و عمران روستایی علاوه بر تحقق موارد فوق، فواید قابل توجهی از قبیل افزایش تولید، اشتغالزایی، مدیریت و کنترل مهاجرت به شهرها و پیامدهای نامطلوب آن، کم کردن اثرات منفی روشن‌های تولید بر محیط زیست و تأمین سلامت مناطق روستایی و شهری و ارتقای شاخصهای اقتصادی و زیست محیطی در سطح محلی، منطقه‌ای، ملی و بین‌المللی را به دنبال دارد. برنامه ریزی‌های مبتنی بر ابزارهای بسیار قدرتمند IT (تکنولوژی اطلاعات) و جنبه‌هایی از آن مثل سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) علاوه بر برنامه‌ریزی هدفمند و مؤثر در استفاده و حفاظت از منابع کشاورزی و طبیعی در مناطق روستایی که در بسیاری از موارد با سایر بخش‌های صنعتی و شهری، فصل مشترک و اثرات متقابل فراوان دارند، ضمن فراهم کردن موجبات رویکردهای نوین در برنامه ریزی‌ها و نزدیک کردن فضای اطلاعاتی و تصمیم‌گیری سیاست گذاران و درگیر کردن بخش‌های خصوصی و دولتی در این زمینه، بهینه سازی و صرفه جویی‌های اقتصادی و اکولوژیک بسیار زیادی به دنبال خواهد داشت. این گونه برنامه ریزی‌ها، دولتمردان را در ارائه خدمات اثربخش تر و کاراتر به روستاییان و شهروندان یاری می‌رسانند و طبعاً منجر به افزایش بهره وری در حوزه‌های متعدد می‌گردد. این طرز تفکر به نوبه خود ابعاد نوینی در رابطه با نیاز به تغییر ابزارهای برنامه ریزی و نیز حمایتهای مالی دولت برای سرمایه گذاری در جهت کاربرد هر چه بیشتر این تکنولوژی و تجاری شدن آن از طریق نمود گستردگی در فعالیتهای اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی ایجاد می‌کند. در این مقاله ابتدا به بررسی کاربردهای متعدد GIS در مدیریت و برنامه ریزی جنبه‌های مختلف مناطق کشاورزی و روستایی، در تولید محصولات و حفاظت از منابع مبتنی بر کشاورزی دقیق و نقش حیاتی GIS در کشاورزی دقیق و سایر موارد توسعه روستایی پرداخته می‌شود و ضمن اشاره به فصل مشترک آن با توسعه شهری با توجه به تجربه سایر کشورها در کاربرد سیستمهای GIS در توسعه روستایی، پیشنهاداتی جهت ایجاد سیستمهای پشتیبانی تصمیم‌گیری (DSS) مبتنی بر GIS در مقوله توسعه روستایی ارائه می‌گردد.

تکنولوژی اطلاعات به عنوان یک پدیده تاثیرگذار در تمام جنبه‌های مختلف زندگی افراد در تمام بخش‌های اجتماع پدیدار گشته است. با توجه به سهولت دسترسی به قدرت محاسبتی کامپیوتر و دسترسی راحت به حجم و تنوع زیادی از داده و اطلاعات، ساختار و کارکرد تمام سازمانهای انسانی در این قرن دستخوش تغییرات عمیق خواهند گردید. تکنولوژی اطلاعات جغرافیایی در طول دو دهه اخیر توسعه پیدا کرده است و مطمئناً در قرن حاضر نقشی کلیدی ایفا خواهد نمود. تعاریف متعددی برای سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) وجود دارد. یکی از تعاریف متداول توسط بورو و مک راندل (1998) ارائه شده است که GIS را مجموعه‌ای از ابزارهای توانمند برای جمع آوری، ذخیره سازی، بازیافت، انتقال و نمایش داده‌های مکانی جهان واقعی به منظور تامین اهداف ویژه تعریف می‌نماید. با توجه به مزایای فراوان آن، بسیاری از کشورها از مدت‌ها قبل با سرمایه‌گذاری‌های هنگفت، برنامه‌ریزی‌های توسعه راهبردی خود را در زمینه کاربرد تکنولوژی GIS آغاز کرده‌اند. توسعه عظیم تکنولوژی‌های ارتباطات سیار و اینترنت، سنجش از دور، نرم افزارهای پرقدرت گرافیکی و....، دسترسی به داده‌های جغرافیایی نسبتاً دقیق و با کیفیت و با هزینه‌های معقول، راه را برای رشد هر چه بیشتر استفاده از سیستمهای اطلاعات جغرافیایی هموار و هموارتر می‌سازد. به نظر می‌رسد در کشور ما به عنوان یک کشور در حال توسعه که ظرفیت‌ها و استعدادهای استفاده نشده بسیاری در بخش‌های مختلف وجود دارد گسترش ابزارهای GIS در برنامه‌ریزی‌های مختلف مثل تسریع مطالعات پایه مانند سدسازی، احداث شبکه‌های اصلی و فرعی آبیاری و زهکشی و ساماندهی مدیریت آبیاری، پیش‌بینی اثرات بزرگراه‌ها و خطوط راه‌آهن بر مناطق روستایی، کشاورزی و اکوسیستم، کمک در بازاریابی محصولات کشاورزی از طریق تعیین بهترین محل احداث میوه و تره بار در شهرها، مکان‌یابی مناسب سیلوها و انبارهای کشاورزی و تعیین بهترین محل احداث صنایع روستایی، تعیین بهترین محل احداث خانه‌های روستایی، حفظ تعادل اکولوژیکی هیدرولوژیکی و بررسی ریسک سیلان در مناطق شهری و پیشنهاد روش‌های امکان پذیر مقابله با آن، توریسم و اکوتوریسم روستایی و ... بسیار مفید باشد و می‌توان نسبت به کشورهای توسعه یافته که از اکثر ظرفیت‌هایشان استفاده کرده‌اند با هزینه کمتری به مرزهای توسعه یافته‌گی دست پیدا کرد.

## کشاورزی ایران

مطابق با آمار فائو ایران حدود ۱۶ میلیون هکتار اراضی زراعی دارد. طبق آمار منتشر، بخش کشاورزی تأمین حدود ۹۰٪ مواد غذایی و ۹۰٪ مواد اولیه صنایع تبدیلی را بر عهده دارد. حدود ۳/۵ میلیون نیروی کار در بخش کشاورزی فعالند و از این حیث معاش بیش از ۳۰ درصد جمعیت کشور را تأمین می‌کنند. سهم بخش کشاورزی در GDP حدود ۲۵ درصد می‌باشد. ۸/۵ میلیون هکتار از اراضی کشاورزی ایران آبی می‌باشد و از این نظر بعد از کشورهای چین، هند، آمریکا و پاکستان، در مرتبه پنجم قرار دارد. بیشتر محصولات کشاورزی ایران در اراضی فاریاب تولید می‌گردد. کشور ما از نظر منابع آبی در رده چهلم به بعد جهان قرار دارد. مطابق با آمار فائو حدود ۷۰٪ آب‌های جهان در بخش کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد. آمار فوق نشان می‌دهد بخش قابل توجهی از جمعیت ایران در کشاورزی فعالند که اکثریت آنان در روستاها اسکان دارند. توجه به سابقه کشاورزی در ایران، اهمیت کشاورزی در اقتصاد ملی،

اشغالزایی بخش کشاورزی، سهم کشاورزی در تولید ناخالص ملی و نقش برجسته آن در تامین نیازهای مصرفی جمعیت کشور و کسب پشتونه ارزی غیرنفتی برای کشور، همه از کارکردهای مثبت و حیاتی بخش کشاورزی می باشد. بنابراین تلاش بهره گیری از ابزارهای مدرن برنامه ریزی جهت ارتقای شاخصهای مثبت این بخش بسیار حائز اهمیت می باشد. در ادامه به برخی از کاربردهای پایه ای GIS در این زمینه اشاره می گردد.

### کاربردهای GIS در توسعه و عمران روستایی

همانطور که اشاره شد معرفی کامپیوترها و تجهیزات میکروالکترونیک و خدمات ارتباط از دور، سرعت محاسباتی و تبدیل داده‌ها به اطلاعات و دانش را بسیار افزایش داده است. این مزایا نه فقط برای تحقیقات علمی، بلکه برای انتقال اطلاعات به بخش وسیع‌تری از جامعه برای برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری در سطوح مختلف ملی، منطقه‌ای، ناحیه‌ای و محلی نیز باید مورد استفاده قرار گیرد (کومار و میسرا، ۲۰۰۳). در زیر به بخشی از دلایل اهمیت به کارگیری ابزارهایی از قبیل GIS در برنامه‌ریزی‌ها اشاره می‌گردد:

- سریک بالا و هزینه‌های تصمیمات اشتباه نیاز به داوری دقیق تمام گزینه‌های تصمیم‌گیری از طریق شیوه سازی با استفاده از ابزارهایی مثل GIS دارد.

- پیشرفت علمی در مدل‌سازی اقتصادی و آماری منجر به نیاز ضروری به داده‌های مکانی کافی و بازرگانی مکرر اطلاعات دارد.

- نرم‌افزارهای GIS به عنوان یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری (Decision Support System) شرایطی را فراهم می‌آورد تا گزینه‌های مختلف را به صورت انعطاف‌پذیر و با سرعت کافی و با توجه به تمام جنبه‌های تحلیل سیاست‌گذاری‌ها مورد بررسی و تدقیق قرار گیرد.

- بسیاری از ادارات و سازمان‌های آمار مقدار معنابهی داده فراهم آورده‌اند که می‌توان به صورت مفید وارد سیستم اطلاعات جغرافیایی کرد (به طور مثال طرح سرشماری کشاورزی را تحت لایه‌های مختلف اطلاعات به عنوان یک اطلس اطلاعات مکانی می‌توان ساماندهی کرد و از آن به عنوان ابزاری کمکی و پویا در تحلیل سیاست‌ها و برنامه‌ریزی‌های کشاورزی و روستایی استفاده کرد).

با توجه به موارد ذکر شده، برخی از کاربردهای سیستم اطلاعات جغرافیایی عبارتند از:

- مطالعات پایه کشاورزی مثل مطالعات توان محیط طبیعی ایران در تولید محصولات کشاورزی از طریق مطالعات خاک و طبقه بندی خاکها از نظر قابلیت کشاورزی، مطالعه منابع آب، ناهمواری، شیب و .... که با استفاده از این اطلاعات در لایه‌های مختلف و برآیند آنها می‌توان نقشه‌های استعداد اراضی و مناسبت کاربری اراضی برای محصولات مختلف را با تأکید بر حفظ محیط زیست و جلوگیری از فرسایش و آلودگی منابع خاکی-آبی و کم کردن اثرات منفی آن بر مناطق زیردستی (مناطق شهری و سدها) تهیه کرد.

- تهیه نقشه‌های توزیع اراضی کشاورزی ایران، کاداسترها و مالکیت اراضی کشاورزی، اندازه قطعات و فواصل آنها.

-تهیه DSS‌های مبتنی بر GIS در بررسی تاثیر کیفیت و کمیت منابع طبیعی و نهاده های کشاورزی بر محصولات کشاورزی و محیط زیست.

بررسی عوامل موثر بر تعادل اکولوژیکی و هیدرولوژیکی محیطهای روستایی و ارزیابی تاثیر آن بر ریسک بروز سیلاب در مناطق شهری و آلودگی آب شرب شهری به نهاده های شیمیایی.

و در یک کلام ارائه اطلاعات جغرافیایی اقتصادی و اکولوژیکی کشاورزی ایران که قابلیت ارائه تصویری روشن و واضح از وضع موجود با ویژگی های مثبت به روز رسانی این پایگاه یا پایگاه های اطلاعاتی با هزینه های بسیار کمتر از روش های متداول سنتی با استفاده از GIS.

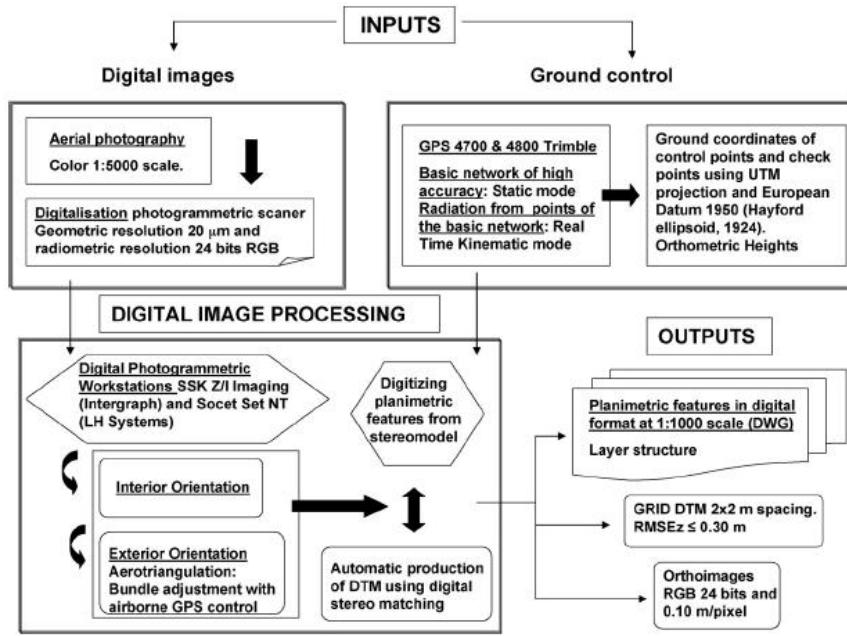
علاوه بر موارد مذکور، GIS، به عنوان یک ابزار پشتیبانی مدیریت را می توان در توسعه زیرساخت ها و شبکه های پشتیبانی روستایی و توسعه مکانیزاسیون کشاورزی و عمران روستایی به کار گرفت. در ادامه به برخی از این کاربرد ها اشاره می گردد.

مکانیزاسیون کشاورزی یکی از مهمترین عوامل تحول در کشاورزی و مناطق روستایی به شمار می آید. اهمیت شبکه های پشتیبانی و زیربنایی کلان مثل ارتباطات، اطلاعات و بازار و شبکه های زیربنایی مهندسی از جمله احیای منابع، توسعه اراضی حاشیه ای، پاک سازی منابع، تسطیح اراضی و محاسبه مقادیر مورد نیاز جابجایی خاک برای این منظور، شبکه های تامین و انتقال آب، شبکه های فنی و خدماتی و پس از فروش، تعیین مناسبترین تراکم و مکان برای انبارها و قطعات یدکی متناسب با تراکم ناوگان مکانیزه محلی یا ناحیه ای، تعمیرگاه های کشاورزی و ایجاد تشکلها و شبکه های خدمات مکانیزاسیون، نقش مهمی در توسعه مکانیزاسیون کشاورزی و توسعه روستایی ایفا می کند. GIS میتواند اثربخشی هر کدام از موارد برشمرده فوق را از طریق فراهم آوردن ابزارهای ضروری جهت کمک و پشتیبانی در تصمیم سازیهای مورد نیاز بهبود بخشد. مکان یابی و طراحی مناسب سیستم های مکانیزه نگذاری دام و طیور و سیستمهای کشتارگاهی دام و طیور و بررسی مسائل زیست محیطی مرتبط با آن نیز از این جمله می باشد.

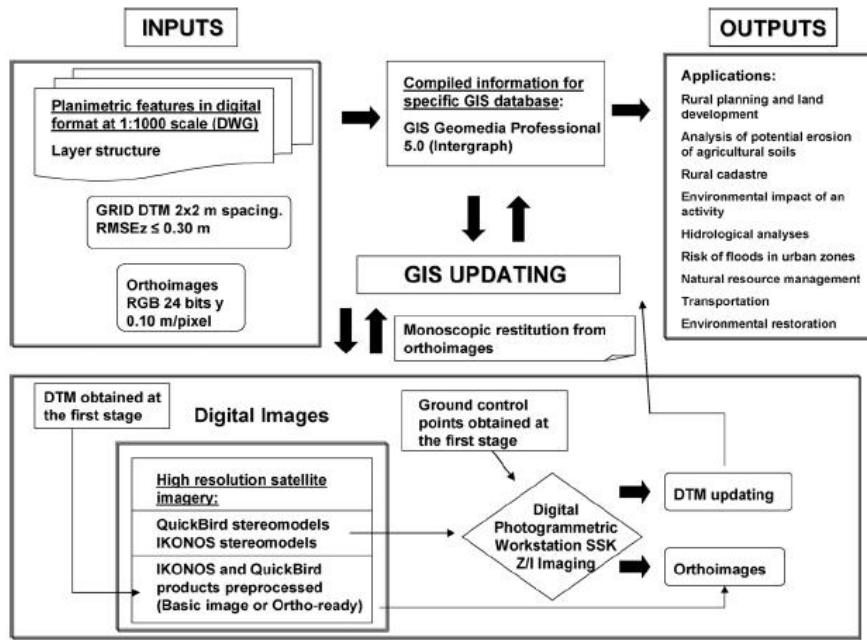
توجه به عمران روستاهای، با فراهم ساختن موجبات رضایتمندی در روستاییان، از مهاجرت بی رویه و کترول نشده روستاییان به شهرها و آثار و پیامدهای نامطلوب اجتماعی آن جلوگیری به عمل می آورد. خدمات روستایی (طراحی و مدیریت شبکه ای آبرسانی، زهکشی و فاضلاب، زیرساختهای روستایی مثل شبکه برق و گاز) بررسی و پایش وضعیت موجود جوامع روستایی، امور فرهنگی و بهداشتی، اجتماعی، آموزشی و ارتباطات و... و تصویر و تجسم وضع موجود و وضع مطلوب و ارزیابی سناریوهای مختلف برای رسیدن به وضع مطلوب از کاربردهای مناسب GIS در این زمینه میباشد.

بنابراین با توجه به موارد ذکر شده، توسعه GIS و پایگاه داده مرتبط با انفورماتیک روستایی از طریق ایجاد منابع اطلاعاتی تلفیقی شامل داده های مکانی و غیر مکانی که بتواند به عنوان واحدی استراتژیک برای ارزیابی بسیاری از تصمیم های مدیریتی استفاده شود بسیار ضروری میباشد. این GIS باید تصمیم گیران و برنامه ریزان را در فرموله کردن سیاست های توسعه روستایی در سطوح منطقه ای و ملی همیاری کند. آگوئیلار و همکاران (۲۰۰۶) یک سیستم مبتنی بر GIS را برای اهداف برنامه ریزی توسعه روستایی ایجاد کردند. شکل ۱، طرحواره فلوچارت پیشنهادی آگوئیلار و

همکاران (۲۰۰۶) برای ایجاد نقشه دیجیتال اولیه را نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود ورودیها عکس‌های هوایی است که با استفاده از اسکنر تبدیل به تصاویر دیجیتال می‌گردد. ورودی دیگر کنترل زمینی می‌باشد که با استفاده از GPS انجام می‌شود. خروجی به دست آمده در این قسمت به عنوان ورودی در بخش دیگر برای ایجاد پایگاه داده GIS و به روز کردن آن استفاده می‌گردد (شکل ۲). خروجی این بخش همانطور که در شکل ۲ مشاهده می‌گردد عبارت



شکل ۱، طرحواره فلوچارت روش پیشنهادی آگوئیلار و همکاران (۲۰۰۶) برای ایجاد نقشه دیجیتال اولیه است از: برنامه ریزی روستایی و توسعه اراضی، تحلیل بالقوه فرسایش خاکهای کشاورزی، کاداستر روستایی، اثرات زیست محیطی یک فعالیت، تحلیل هیدرولوژیکی، ریسک سیلاب در مناطق شهری، مدیریت منابع طبیعی، حمل و نقل و حفظ محیط زیست.



شکل ۲، طرحواره فلوچارت روش پیشنهادی آگوئیلار و همکاران (۲۰۰۶) برای ایجاد پایگاه داده GIS و به روز کردن آن و کشاورزی دقیق GIS

سیستم های مدیریت زراعی مرسوم عمدتاً بر پایه کاربرد یکنواخت نهاده ها در سطح مزرعه استوار است. در این سیستم ها با اعمال مقادیر یکنواخت کود، سم و سایر نهاده ها در سطح مزرعه که نهایتاً دارای نیازهای متفاوت در نقاط مختلف می باشند تنها نیاز واقعی بخش کوچکی از مزرعه تأمین و بقیه نقاط، بیشتر یا کمتر از حد مورد نیاز نهاده دریافت می کنند (لغوی، ۱۳۸۲). کشاورزی دقیق یا مدیریت تغیرات درون مزرعه ای این مشکلات را تا حد زیادی برطرف می کند. اساس کشاورزی دقیق تفکیک مزرعه به قطعاتی جداگانه بر اساس نیاز مدیر بین مدیریتی می باشد. استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در این میان نقشی اساسی بر عهده دارد. تهیه نقشه های تغیرات مکانی فاکتورهایی مثل مواد غذایی خاک، عملکرد، در کلیه ناخالص محصول، توپوگرافی، پراکندگی و شیوع علف های هرز و آفات و متناسب با آن تهیه نقشه های عمل جهت اعمال مناسب نهاده ها جزو استفاده از ابزار قدرتمند GIS امکان پذیر نمی باشد.

در تحقیقی که قزوینی و همکاران (۱۳۸۵) به عمل آوردهند با توسعه نقشه های مرتبط با حاصلخیزی خاک مشخص گردید در روش سراسر پاشی کود ازته در مزرعه ای در شاهین شهر اصفهان تنها ۱۳٪ سطح مزرعه مقدار کود مناسب دریافت می کند و بقیه مزرعه ازت کمتر یا بیشتر از نیاز دریافت می کند که علاوه بر اتلاف نهاده ها و وارد کردن حجم فراوان و غیر ضروری نهاده شیمیایی در قسمت هایی از مزرعه، بخش های زیادی از مزرعه نیز کمتر از مقدار لازم کود و به تبع آن بخشی از استعداد آن به هدر می رود. در این تحقیق مشخص گردید در صورت پخش کود متناسب با نیاز مزرعه در مقایسه با روش سراسر پاشی، می توان حداقل ۵۶ کیلو گرم در هکتار در مصرف اوره صرفه جویی نمود که علاوه بر منافع اقتصادی بسیار، از نظر بهداشتی و زیست محیطی نیز از اهمیت به سزاوی برخوردار

است. عابدی و همکاران (۱۳۸۰) آلودگی آبهای زیر زمینی مناطقی از اطراف شاهین شهر را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که میزان نیترات آبهای زیر زمینی در ۹۰ درصد چاه‌های نمونه برداری شده بیش از مقدار استاندارد (۱۰ میلی گرم در لیتر) می‌باشد. بنابراین به نظر می‌رسد رهیافت کشاورزی دقیق می‌تواند هم از نظر اقتصادی و هم از نظر زیست محیطی نقش مهمی در توسعه پایدار روستایی ایفا کند، عملی شدن کشاورزی دقیق نیاز به چند فناوری دارد که فناوری GIS یکی از بخش‌های عمدۀ آن می‌باشد.

### نتیجه گیری

GIS به عنوان یک ابزار بسیار قابل اتكا برای برنامه ریزی غیرمت مرکز، از مزایای بیشماری جهت برنامه ریزی استفاده اصولی و حفاظت از منابع طبیعی برخوردار می‌باشد. GIS با معرفی دیدگاه نوین برای توسعه روستایی با دیدگاهی خلاقانه در مناطق روستایی با در نظر گرفتن سناریوهای مختلف توسعه که تاکید ویژه‌ای به گزینه‌های خارج از بخش سنتی کشاورزی دارد (مثل کشاورزی دقیق) می‌تواند راه را برای توسعه پایدار هم از نظر اقتصادی و هم از نظر زیست محیطی هموار سازد. با کشاورزی دقیق و استفاده دقیق و کافی از نهاده‌ها، ضمن تولید محصول سالم، اثرات منفی کشت و کار را به حداقل می‌رسد. سالانه در کشور بین ۱-۱/۵ میلیارد تن خاک به علت بهره برداریهای غیر اصولی و غیر علمی از حیز انتفاع خارج می‌شود (مطیعی، ۱۳۸۳)، که علاوه بر اتلاف این سرمایه ارزشمند، تبعات منفی بسیاری به دنبال دارد، مشکلات آب آشامیدنی بیش از ۱/۵ میلیون نفر جمعیت شهر اهواز و استان خوزستان مثالی از این دست می‌باشد. طبق آمار ارائه شده در هر سال حدود ۱۰۰ هزار هکتار اراضی کشاورزی ایران تغییر کاربری می‌دهند که اغلب بدون اخذ مجوزهای لازم می‌باشد. با استفاده از برنامه ریزیهای اصولی و پایش به کمک GIS و سنجش از دور، بسیاری از این قبیل مشکلات قابل حل می‌باشد. به خاطر کمبود اطلاعات در رابطه با کاربری اراضی حاشیه‌ای و ویژگیهای آنها (بافت، حاصلخیزی و...) هنوز برآورد و تخمین مناسبی از استعداد تولید این زمینها حاصل نگردیده است که در بسیاری از موارد هزینه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی کاربری نامناسب بسیار بیشتر از منافع آن می‌باشد. به نظر میرسد علیرغم مشکلات موجود در زمینه دقت داده‌ها و کمبودهای اطلاعاتی، سیتم‌های مدیریتی مبتنی بر GIS به عنوان ابزاری قدرتمند برای برنامه ریزی قابل توسعه است و می‌تواند چارچوبی برای دامنه وسیعی از اهداف برنامه ریزی در سطوح منطقه‌ای و محلی و انتقال دانش و مهارت بین سازمان‌های دولتی و موسسات خصوصی فراهم آورد و به منزله یک رهیافت بسیار پویا و فعال تلقی گردد. GIS به عنوان یک ابزار مدلسازی می‌تواند در بهبود داده‌های ضعیف و انداک و توسعه سیستم‌های پشتیبانی تصمیم‌گیری در برنامه ریزیهای توسعه روستایی و تحلیل هم خوانی و هم پوشانی تنوع منطقه‌ای عوامل طبیعی، اقتصادی، اجتماعی- فرهنگی و توسعه اقتصادی و زیست محیطی روستاهای کشور با استفاده از استانداردسازی یک چارچوب تلفیقی و چندبعدی کمک کند و تصمیم‌سازیهای مدیریتی قابل اعتماد و جامع الاطراف را با هزینه‌های بسیار کمتر از روش‌های متداول امکان پذیر سازد.

### منابع

۱- عابدی، ج و همکاران . ۱۳۸۰ . آلودگی آبهای زیر زمینی اطراف شاهین شهر. سومین کنفرانس هیدرولیک ایران.

- ۲- قزوینی، حمیدرضا، م. الماسی و م.، فتحی. ۱۳۸۵. تأثیر استفاده از نقشه های دیجیتال (قابل استفاده در ماشین های نرخ متغیر) در کشاورزی دقیق بر مصرف بهینه کود در منطقه برووار اصفهان. چهارمین کنگره مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون ایران و دانشگاه تبریز، شهریور ۸۶
- ۳- لغوی، محمد. ۱۳۸۲. راهنمای کشاورزی دقیق برای متخصصین کشاورزی. سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی.
- ۴- مطیعی لنگرودی، س. ح. ۱۳۸۳. جغرافیای اقتصاد کشاورزی ایران. جهاد دانشگاهی مشهد.
- ۵- Aguilar F. J., F. Carvajal, M. A. Aguilar, and F. Aguera .Developing digital cartography in rural planning applications.
- Computers and Electronics in Agriculture ۵۵ (۲۰۰۷) ۸۹–۱۰۶
- ۶- Burrough, P.A., McDonnell, R.A., ۱۹۹۸. Principles of Geographical Information Systems. Oxford University Press, Oxford.
- ۷- Fao Database, available on [www.fao.org](http://www.fao.org).
- ۸- Kumar, L., and Misra, D. ۲۰۰۳. GIS Based application for Rural Development - A Policy Warranted. Map Asia Conference.