سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی
و
برنامه‌ریزی روستایی

دکتر رستم صابری‌فر
(عضو هیأت علمی دانشگاه پیام نور)

مقدمه

بررسی جنبه‌های گوناگون برنامه‌ریزی روستایی وتصمیم‌گیری در رابطه با آن، نیازمند داشتن اطلاعاتی در مورد زمینه‌های تاریخی، وضعیت کنونی و پیش‌بینی شرایط آتی محیطهای روستایی است . در این نوشته سه چشم‌انداز از تکنولوژی، مورد بررسی قرار گرفته است . یکی از مهمترین چالش‌هایی که در برنامه‌ریزی روستایی با آن مواجه می‌باشیم، آن است که دسترسی، ارزیابی، ترکیب و پردازش طیف وسیعی از اطلاعات بصری، بسیارمشکل بوده و درک و تجزیه و تحلیل آنها توانفرسا می‌باشد. با افزایش کاربرد فن‌آوری رقومی در برنامه‌ریزی روستایی، تقاضا برای تجزیه و تحلیل، ذخیره و نمایش پایگاههای محیطی پیچیده، افزایش یافت و باعث ایجاد قابلیت اعتماد بیشتر بر کامپیوتر شد. به هر جهت، اتخاذ تصمیم درمورد کاربرد یک سیستم استراتژیک در زمینه‌های مربوط به پردازش یا بهره‌گیری از نرم‌افزار خاص برای کسب اطلاعات، ضرورتی بسیارحیاتی می‌باشد. چراکه برای کاربردهای ویژه طیفی وسیع از ابزارهای کامپیوتری جهت پاسخگویی به سؤالات خاص، موردنیاز می‌باشد. هدف چنین سیستم‌های پشتیبانی کننده‌ای، فراهم آوردن زمینه لازم برای برنامه‌ریزی از یک طرف و ارائه آگاهی‌های کافی برای مدیریت مؤثر و کاربرد تمام منابع قابل دسترس از طرف دیگر می‌باشد.

۱ - سیستم اطلاعات

اولین عنصری که سیستم ما با آن سروکار دارد، **کاربرد تکنولوژی شبکه‌ای** می‌باشد که به طور ویژه به مفهوم زمینه‌های اطلاعاتی است که تحت عنوان شبکه جهانی(WWW) شناخته می‌شود. این شبکه به مفهوم ارتباط اطلاعات چند رسانه‌ای ذخیره شده در کامپیوترهای موجود در سراسر جهان است . یک سیستم اطلاعات مبتنی بر تکنولوژی WWW می‌تواند برای جایگزینی و دسترسی به داده‌ها، مورد استفاده قرار گیرد. از زمان معرفی WWW و ظهور تکنولوژی مشتری/کاربرد، رشد عظیمی در استفاده از اینترنت برای دریافت و انتشار اطلاعات، حادث شده است . تا آخر سال ۱۹۹۵ اینترنت مرکب از ۵۰ هزار شبکه بود که بیش از ۶ میلیون کامپیوتر میزبان از آن بهره‌مند می‌شدند. با چنین سطحی از کاربرد و جنبه‌های تجاری در حال افزایش شبکه جهانی، قابلیتهای آتی این فن‌آوری به صورت فرامرزی جلوه‌گر می‌شود. منافع این تکنولوژی را برای برنامه‌ریزی روستایی می‌توان درسه گروه دسته‌بندی نمود:

الف) ترکیب قابلیت‌ها برای جستجوی داده‌ها و دسترسی و تهیه اطلاعات به طور همزمان
ب) توانایی دریافت داده‌ها
ج) چاپ همزمان نتایج .

تمام این عوامل بایستی با هم ترکیب شود تا برنامه‌ریز را قادر سازد تصمیم‌گیری سریع و به هنگامی انجام دهد. چون تأخیر در زمینه دریافت اطلاعات و سه بخش فوق‌الذکر امکان پاسخ‌دهی را کاهش می‌دهد.

دومین عنصر، **سیستم اطلاعات جغرافیایی** (GIS) است که مبتنی بر مفهوم کارتوگرافی رقومی است. براساس تعریف، نقشه: نمایش بخشی از سطح زمین با مقیاس مشخص بر یک سطح صاف به صورت انتخابی از عوارض می‌باشد (والنزولا،۱۹۹۱) برای آن که نقشه‌ای مفید و سودمند باشد، باید بتواند اطلاعات را روشن و به صورت غیرمبهم ارائه نماید. GIS سیستم اطلاعاتی است که با داده‌های موجود براساس مختصات جغرافیایی (که تحت عنوان مرجع فضایی شناخته می‌شود) سروکار دارد.

در این منظر GIS می‌تواند به صورت یک محصول نقشه‌ای سطح بالا قلمداد شود. اصطلاح سیستم اطلاعات جغرافیایی در سالهای اخیر به صورت مترادف با تکنولوژی سریع درحال ظهور برای پردازش داده‌های فضایی به کار می‌رود. GIS **می‌تواند به عنوان یک مجموعه قدرتمند از ابزارهای کامپیوتری برای جمع‌آوری، ذخیره، بازیابی، انتقال و نمایش داده‌های فضایی از دنیای واقعی به منظورهای خاص، تعریف شود** (بوروف، ۱۹۸۶). در واقع GIS شامل یک سیستم پایگاه داده برای نگهداری اطلاعات با یکدیگر به همراه مجموعه‌ای هماهنگ از عملگرها جهت کار با داده‌ها می‌باشد. GIS به سرعت به ابزاری استاندارد برای مدیریت منابع روستایی و تولید محصولات با کیفیت بالا مانند نقشه‌ها بدل می‌شود. GIS برنامه‌ریز روستایی را با ابزار قابلیت ترکیب طیف وسیعی از داده‌ها به روشی که قبل امکان نداشت، مجهز می‌کند. نیروی تحلیلی عرضه شده به وسیله پردازش فضایی، به همراه قابلیت‌های پیش‌بینی کننده GIS امکان می‌دهد برنامه‌ریز به بررسی مجموعه‌ای از سناریوهای ممکن، قبل از اجرای یک تصمیم اقدام نماید.

آخرین عنصری که در سیستم کلی خود با آن سروکار داریم، **تهیه شاخص‌های محیطی و نقشه‌های موضوعی مربوط به وضعیت سطح زمین می‌باشد.** در گذشته، این داده‌ها همیشه از طریق مطالعات میدانی سنتی تهیه می‌شد. ولی طی ۲۵ سال گذشته چنین جزئیاتی به طور فزاینده به وسیله سیستم‌های پیچیده رقومی مبتنی بر سنجش از دور تهیه شده است. در اصل **اصطلاح سنجش ازدور برای توصیف روش اخذ اطلاعات از یک هدف موردنظر بدون تماس فیزیکی با آن مورد استفاده قرار می‌گیرد.** در اغلب حالات، حامل این اطلاعات انرژی الکترومغناطیسی است که به وسیله تعدادی سنجنده که بر یک هواپیما یا سکوی فضایی قرار دارد، جمع‌آوری شده است. در مورد برنامه‌ریزی روستایی، سنجش ازدور، تکنولوژی مهم و تکمیلی را برای GIS به وسیله تهیه داده‌های به هنگام درمورد وضعیت سطح زمین ارائه می‌کند. برنامه‌ریزان روستایی ممکن است از قابلیت ارائه شده به وسیله این تکنولوژی‌های کلیدی آگاه نباشند. بخشهای فرعی شایستگی هر یک از این اجزاء را برای برنامه روستایی آشکار می‌سازد و روشن می‌کند که چطور می‌توانند این موارد ادغام شوند تا یک سیستم اطلاعات را شکل دهند.

۲ - راهنماییهای ساده‌ای برای بهره‌مندی از سیستم اطلاعات شبکه‌ای

سازمانها و افراد، به طور فزاینده به این آگاهی می‌رسند که کامپیوترها، بخشی از یک شبکه کاملاً متصل به هم بوده و خواهند بود(تایم،۱۹۹۴). این آگاهی باعث شده است تا به سوی ایجاد اطلاعات و خدمات قابل دسترس برای سایر کاربران متصل به شبکه حرکت نمایند. توانایی جستجوی کل جهان، برای اخذ اطلاعات روشن و پایگاههای داده مختلف، مسیرها و انتخابهای فراوانی را در اختیار برنامه‌ریز روستایی قرار می‌دهد. توسط یک کامپیوتر رومیزی متصل به شبکه، امکان بررسی مطالعات موجود، جستجو و اخذ مجموعه‌های داده روشن و کاربرد قابلیت انتشار الکترونیکی شبکه و تشریح سریع نتایج فراهم می‌گردد.

۲-۱- شبکه‌ای با وسعت جهانی

نکته کلیدی در مبحث دسترسی به منابع شبکه‌ای، قابلیت اتصال کاربران به کامپیوترهای سراسر جهان می‌باشد. **یک سرور، نرم‌افزاری است که تقاضاها(یا سؤالات یا درخواستها) را دریافت کرده و جوابی را به صورت خودکار ارسال می‌دارد.** تقاضاهایی که به وسیله سرور دریافت می‌شود، ممکن است از یک کاربر در همان کامپیوتر به عنوان سرور نرم‌افزار، منشاء گرفته باشد یا از یک کاربر در یک کامپیوتر از آن طرف جهان ارسال شده باشد. برنامه‌های نرم‌افزاری که منابعی را از سرور تقاضا می‌کنند، برنامه‌های مشتری نامیده می‌شوند. مشتریان، تقاضاها را برای یک سرور با استفاده از یک چارچوب استاندارد شده که پروتکل نامیده می‌شود، می‌فرستند. سرور با عرضه اطلاعات، پاسخ‌های لازم را در اختیار آنها قرار می‌دهد. این پاسخها، همیشه به شکل فایلهای محتوی داده‌ها از انواع مختلف تهیه می‌شود. نرم‌افزارهای مشتری در طی زمان در حال توسعه می‌باشند و از این طریق روشهای بهتر و مناسبتری از ارتباط با سرورها، مهیا می‌گردد. برای کامپیوترهای مختلف نسخه‌های متفاوتی از یک مشتری ویژه تهیه می‌شود. بنابراین نسخه‌های متفاوت مشتری ممکن است برای کاربرد در کامپیوترهای شخصی، پل مکینتاش یا یونیکس تهیه و آماده شود. نسخه‌ای در شبکه جهانی وجود دارد که شامل مجموعه‌ای از برنامه‌هاست که می‌تواند اطلاعات گوناگون دارای پروتکل را معین کند(مثل FTP,Telnet.WAIS,Gopher). معمولاً در اینترنت این نوع داده‌ها با فرمت خاص، چنین پروتکل‌هایی رابطه کار می‌برند(این فرمت‌ها شامل اسکی، گیف، جی پگ وام پگ، پست اسکریپت وغیره می‌باشند.) با این وجود، واحد سازگارکننده ارتباط کاربر را با تمام داده‌ها فراهم می‌سازد. علاوه برآن، این برنامه‌ها، پروتکل ارتباطی جدیدی (پروتکل انتقال متون سطح بالا یا HTTP) را تهیه نموده‌اند. فرمتهای جدیدی برای داده‌ها(شیوه فروش متون سطح بالا یا HTML) آماده شده است که در آن حرکت به سوی متون و ابزارهای رسانه‌ای سطح بالا، به راحتی امکان‌پذیر شده است. متون سطح بالا، اصطلاحی است که ارتباط یک کامپیوتر را با متون ارزشمند فراهم کرده و امکان ارجاع و بهره‌برداری از آن را در اختیار قرار می‌دهد. در

شرایطی که فایلها از نوع گرافیکی هستند، کاربر می‌تواند از طریق تعقیب مراجع و با استفاده از ضربه زدن و حرکت با موس به عبارت معین شده و ممکن دسترسی پیدا نماید. این عمل سند را به شکل قابل استفاده و محاوره‌ای تبدیل می‌کند. رسانه سطح بالا، پسوندی برای انواع داده‌های گرافیکی و شنیداری است که می‌توان آنرا انتخاب و یا مورد ملاحظه قرار داد. هر سند در صفحه اطلاعات WWW دارای یک شناسه واحد است که صادرکننده مجوز منبع جهانی (URL) نامیده می‌شود. در این شناسه‌ها مکان(دایرکتوری و محل استقرار) سند و پروتکلی که بایستی برای انتقال مورد استفاده قرار گیرد، مشخص شده است. یکی از جالب‌ترین مکانهای عرضه اطلاعات در WWW هدایتگر Netscape است. این مرکز ابزار اکتساب موازئیکی NCSA را در اختیار دارد. این ابزار به صورت یک وسیله ارتباطی محاوره‌ای شناخته شده است که امکان دستیابی به تمام انواع اطلاعات را فراهم می‌سازد.(مانند متن، گرافیک و صدا و ویدئو)

در این مورد، سؤالاتی که از کاربر می‌شود، عبارت است از چه اطلاعاتی قابل دسترسی به شبکه وجود دارد؟ کجا می‌توان آنها را پیدا کرد؟ و چگونه می‌توان آنها را مورد استفاده قرار داد؟ به موازات ظهور شبکه‌ها و ازدیاد اطلاعات مربوطه از هر نوع جریانی از توسعه ابزارها به راه افتاده است که سعی دارد پاسخی را برای این سؤالات ارائه نماید. معمولاً تنها تعداد اندکی از این ابزارها پذیرفته‌اند که به طور واقعی به استانداردهای عینی تبدیل شوند که همین امر، هدف را تأمین می‌کند.

تولیدکنندگان اطلاعات نیازمند سازماندهی و پردازش اطلاعات خود به شکل سازگار با این ابزارها هستند و مصرف کنندگان اطلاعات نیازمند آن هستند تا این ابزارها را برای یافتن اطلاعات روشن به کارگیرند. این مفاهیم جدید، ابزارهای کشف منابع یا ابزارهای بازیابی اطلاعات شبکه (NIR) نامیده می‌شوند. این ابزارها سه نوع مدیریت اطلاعات را عرضه می‌کنند که عبارتند از: **تحقیق، ارجاع وبازاریابی**.

ارجاع را می‌توان به صورت روشی توصیف کرد که از طریق آن یک کاربر، فضای اطلاعاتی را بدون استفاده از ابزارهای خودکار مورد بهره‌برداری قرار می‌دهد. در این وضعیت کاربر از طریق یک فضای از گره‌های اطلاعاتی به وسیله عبور از یک گره به گره دیگر، هدایت می‌شود. هرگره می‌تواند محتوی اطلاعات بوده و یا اشاره کننده به سایرنشانگرهایی باشد که راهنمایی را از طریق فضای کاری فراهم می‌کند. از طریق ارجاع، حجم عظیمی از داده‌ها را می‌توان به صورت نظری مورد استفاده قرار داد.

از طرف دیگر جستجو را می‌توان به عنوان یک روند خودکار درنظر گرفت. از طریق این روند کاربر اطلاعاتی را در مورد منابع مورد جستجو به دست می‌آورد و سیستم انطباق مناسب را برای منابع مختلف فراهم می‌کند. در بسیاری از موارد، کشف اطلاعات مؤثر از طریق ترکیبی از این روشها انجام می‌شود. اغلب اوقات، بیشتر روش چندمرحله‌ای و گزینه‌های مختلف جستجو و ارجاع است که بهترین نتایج را در زمینه بازیافت اطلاعات به همراه دارد. در این حالت معمولاً با استفاده از پروتکل ارتباطی از قبل تعریف شده، مثل (FTP)، اطلاعات به صورت فیزیکی از یک سرور به مشتری خواستار آن منتقل می‌شود یا بازیابی می‌گردد. در WWW روش معمول بازیابی از طریق ارجاع است. در این حالت، اطلاعات از طریق ارتباطات متوالی در صفحات HTMI امکان پذیر می‌گردد. در نتیجه، موفقیت کسب اطلاعات روشنش، بستگی به ترتیب مؤثر اتصالات دارد. به هرجهت، این روش کسب اطلاعات وقتی تعداد منابع ممکن بسیارزیاد است، چندان مناسب به نظرنمی‌رسد(همانطور که در حال حاضر در مورد WWW مشاهده می‌شود). در صورتی که محدودیت‌های زمانی برای بازیابی اطلاعات نیز وجود داشته باشد، این روش کارایی چندانی ندارد. خوشبختانه برای این کاربر معمولی، سازمانهای زیادی وجود دارند که ابزارهای تحقیق یا بروشورهای اطلاعات سازماندهی شده را براساس موضوع، ساختار یا با توجه به خدمات عرضه شده یا طبق سفارش به سؤال در رابطه با موضوعات خاص در اختیار قرار می‌دهند.

GIS - ۳

به همان روشی که نقشه‌های کاغذی اطلاعات گرافیکی را از طریق نمایش عوارض به وسیله نقاط، خطوط و سطوح یا پلیگونها نمایش می‌دهند، یک GIS نیز همین روش را برای ذخیره داده‌ها، مورد استفاده قرار می‌دهد. نقاط، مکانهای مجزایی از عوارض هستند که با توجه به مقیاس نقشه، آن قدر کوچکند که قابل نمایش به صورت خط یا سطح نمی‌باشند. یک عارضه خطی، مجموعه‌ای از مختصات متوالی است که در صورت اتصال، یک عارضه خطی را نمایش می‌دهد. مانند یک خط هم‌ارزش یا خطوط میزان که نیازمند عرض نمی‌باشند. یک پلیگون، عارضه بسته‌ای است که یک ناحیه متجانس(مانند یک کشور) را نشان می‌دهد GIS توان کاربرد فرمتهای شبکه‌ای یا دسته‌ای را برای نمایش اطلاعات دارد. در این مورد ارزش هر سلول در شبکه، نمایشگر یک عارضه(مانند ارتفاع از یک مدل رقومی زمینی، گونه خاصی از پوشش زمین حاصل از ماهواره یا سنجنده‌های در حال گردش) است.

یکی از عمده‌ترین مزیت‌های GIS نسبت به نقشه‌های معمول، داشتن توانایی ترکیب و پردازش موضوعات مختلف(مانند ارتفاع، نواحی شهری، رودخانه‌ها و موقعیت چاهها و...) است. عملیات فضایی پیچیده خاصی که انجام آنها بسیارسخت بوده و زمانبر یا غیرقابل انجام می‌باشد، به سادگی از طریق یک GIS اجرا می‌شود. یک عملکرد خاص در این زمینه ممکن است مربوط به استقرار یک خانه در داخل محدودیت‌های برنامه‌ریزی معین در یک دامنه روبه جنوب که بیش از ۲۰۰ متر از یک مسیر عمده ارتباطی فاصله ندارد باشد. چنانچه این کار از طریق کاربرد نقشه‌های دستی انجام شود، ساعتها وقت صرف خواهد شد. در حالی که سیستم GIS می‌تواند نواحی مناسبی در کمتر از چنددقیقه معرفی نماید. در این حالت GIS برای کمک به برنامه‌ریزان مورداستفاده قرار می‌گیرد تا گزینه‌ها به شیوه‌ای مشخص شود که منابع به خوبی مورد بهره‌برداری قرار گرفته و نتایج این عملکرد روی محیط مشخص گردد. دو دلیل برای انجام این نوع عملکردها وجود دارد اول: ساختار داده‌ها در GIS به صورت توپولوژیکی به هم ارتباط دارند. توپولوژی یک خصیصه ریاضی است که امکان تعریف روشن روابط

فضایی را فراهم می‌سازد. در عمل توپولوژی انواع مختلف ارتباطات را به عنوان فهرستهایی از عوارض مشخص بیان می‌کند. برای مثال یک ناحیه به وسیله خطوط مرکب که مرز آن ناحیه را مشخص می‌کنند تعریف می‌شود. در هر بخش، مرز، اتصالات مجاور خود را شناسایی کرده و پلیگون تشکیل شده را معین می‌کند. توپولوژی امکان می‌دهد داده‌ها به صورت مؤثر ذخیره شوند و در عین حال امکان پردازش سریع را نیز فراهم می‌کند.

دوم: امکان اتصال اطلاعات به این داده‌ها از طریق خصیصه‌ها وجود دارد. داده‌هابا اطلاعات مربوط به دنیای واقعی(مانند نوع راه، نام رودخانه‌ها و میزان بارش) قابل کدگذاری هستند. با استفاده از ابزارهای GIS نه تنها امکان مدیریت اطلاعات بر پایه موقعیت داده‌ها فراهم می‌شود، بلکه این کار از طریق اطلاعات خصیصه‌ای نیز امکان‌پذیر است . یک عملکرد خاص ممکن است مربوط به انتخاب تمام نقاط نمونه‌ای باشد که دارای باران ثبت شده‌ای بیش از ۱۰ میلیمتر هستند.

هر GIS شامل سه عنصر اساسی است : مدیریت داده‌ها، مدل سازی و بصری سازی یا نمایش نتایج، در اولین جزء سیستم پایگاه داده‌های خصیصه‌ای مورداستفاده قرار می‌گیرد. این سیستم‌ها معمولاً ارتباط کاملی با طبیعت دارند. امابه طور فزاینده‌ای به سوی مدلهای داده‌های موضوع‌گرا حرکت می‌کنند. وقتی اطلاعات به GIS وارد می‌شود، امکان انجام تحلیل قدرتمند وجود دارد. در این حالت قابلیت کاربرد روشهایی چون جبر نقشه‌ای، آنالیزمجاورت، ارزیابیهای پیش‌بینی کننده، طبقه‌بندی مجدد و تولید سطوحی برای تجزیه و تحلیل حجمی و سطحی به وجود می‌آید. تاملینسون(۱۹۹۷) پیشنهاد کرده است که بایستی قابلیت تحلیلی در انتهای بسته نرم‌افزاری قرار داشته باشد تا امکان ادغام روشهای جدیدی که تغییرات را برحسب نیازهای کاربر منعکس می‌کند، فراهم گردد. ممکن است برای کاربران مبتدی GIS ، وجود عملکردهایی برای بررسی ارتباط بین مجموعه داده‌های گوناگون از طریق عملیات ساده‌ای چون همپوشی، حریم‌بندی، طبقه‌بندی مجدد وتجزیه وتحلیل کریدور، کفایت نماید. ولی کاربر حرفه‌ای احتمالاً بیشتر با بررسی واریانس داده‌ها سروکار خواهد داشت و بنابراین نیازمند کارکردهای پیچیده‌تری می‌باشد.(جورنل، ۱۹۶۶)

در هر مطالعه یکی از عناصر اساسی، نمایش نتایج نهایی است . داده‌ها بایستی با مجموعه داده‌های کارتوگرافیکی حمایتی(مانند جاده‌ها، رودخانه‌ها، مرزهای سیاسی) ترکیب شوند تا مجموعه‌ای از فایلهای گرافیکی را برای مشاهده در صفحه یا به منظور تولید محصولات نقشه‌ای کپی سخت مهیا نماید. در این صورت معمولاً مجموعه‌هایی از جداول یا گرافها موردنیاز هستند. GIS امکاناتی را در اختیار کاربر می‌گذارد تا چنین اطلاعاتی را ایجاد نماید. تمام انواع نقشه‌ها شامل مجموعه‌های گوناگونی از علائم قراردادی و رنگها هستندکه می‌توان آنها را تولید نمود. در اینجا تمرکزاصلی روی همیاری بین GIS و GIS است وبه همین دلیل این موضوع بیشترموردبحث قرارخواهدگرفت . برای بحث بیشترمربوط به زمینه تاریخی ومبانی GIS نگاه کنیدبه بروف(۱۹۸۶) وهانیدومونسی(۱۹۸۹) استاواستین(۱۹۹۰) بل واردوالنزوئلا(۱۹۹۱) یامتر(۱۹۹۳).

۴ - سیستم‌های سنجش ازدور

۴-۱- مبانی

اغلب سنجنده‌هایی که برای تهیه اطلاعات برای برنامه‌ریزی روستایی مورداستفاده قرار می‌گیرند تشعشعات مرئی و مادون قرمز نزدیک(EMR) را به ثبت می‌رسانند که از خورشید ساتع شده و به وسیله خصایص سطح زمین منعکس می‌شود و به سنجنده می‌رسد(برد، ۱۹۹۱) . برخی سنجنده‌ها تشعشعات الکترومغناطیس مادون قرمز متوسط را نیز اندازه‌گیری می‌کنند که ممکن است از عوارض بسیارگرم زمینی(مثل آتش و آتشفشان‌ها) منعکس شده باشند. برخی از این سنجنده‌ها نیز انعکاس نور خورشید از سطوح بسیار روشن(برای مثال برق نشانی از سطح آب) را به ثبت می‌رسانند. اغلب سنجنده‌ها نیز حداقل براساس اندازه‌گیری یکی از طول موجهای مادون قرمز دور این اندازه‌گیریها در ارتباط با تشعشعات الکترومغناطیسی ساتع شده به وسیله سطح زمین، طراحی شده‌اند و یا ممکن است برای استنباط خواص گرمایی هدف، مورداستفاده قرار گیرند.(وگت،۱۹۹۶)

دومین گروه از سنجنده‌های مهم تهیه کننده داده‌ها برای برنامه‌ریزان روستایی آنهایی هستندکه تحت عنوان سنجنده‌های سنجش ازدور فعال ذکر می‌شوند. این سیستم‌ها امواج الکترومغناطیسی ارسالی خود را گردآوری و سنجش می‌کنند.شناخته شده‌ترین سیستم‌های این گروه، سیستم‌های راداری هستند که در محدوده امواج میکروویو طیف الکترومغناطیسی قرار دارند. جدول(۱) دامنه‌ای از طول موجهای گوناگون الکترومغناطیس مورداستفاده در سنجش ازدور را نشان می‌دهد.

جدول(۱): دامنه طیف الکترومغناطیس بکار رفته در سنجش ازدور

نام	دامنه‌طول‌موج	سنجنده‌ها (برای اطلاعات بیشتربه متن مراجعه کنید)
مرئی	۰/۷-۰/۴میکرومتر	معمولاتمام ماهواره‌های منابع زمینی غیرفعال
مادون قرمز نزدیک	۱/۳-۰/۷میکرومتر	معمولاتمام‌ماهواره‌های منابع زمینی غیرفعال
مادون‌قرمزکوتاه	۲/۵-۱/۵میکرومتر	Tmلندست، JERS-opsمتئوست، سنجنده‌های ایربورن
مادون‌قرمزمتوسط	۵-۳میکرومتر	TMلندست و ماهواره با توان تفکیک بسیار بالای نوآ
مادون قرمزحرارتی	۱۴-۸میکرومتر	لندست و ماهواره باتوان‌تفکیک‌بسیار بالا
میکروویو	۲۰-۱سانتیمتر	سیستم‌های راداری، رادارست، ای.آی.اس، جی.ای.آر.اس و سی ست.

۴-۲- تاریخچه مختصر

عکسهای گرفته شده از زمین درانثای مأموریت فضایی ماهواره‌های

سرنشین‌دار مرکوری، جمنی و آپولوی آمریکا، سازمان ملی هوا وفضای (ناسا) این کشور رابرآن داشت تا ماهواره‌های بدون سرنشین را برای کنترل منابع زمینی توسعه دهد. اولین مورد از این ماهواره‌ها، ماهواره تکنولوژی منابع زمینی ERTS-1 بود که در ۱۹۷۲ به فضاپرتاب شد. این ماهواره دو سنجنده را حمل می‌کرد: یک سیستم سنجنده چندطیفی چهاربانده(MSS) و سه دوربین تلویزیونی. ERTS-1 اولین سری از چنین ماهواره‌هایی بود که در ۱۹۷۵ به لندست یک تغییر نام داد. لندست یک عملاً تا ژانویه ۱۹۷۸ فعال بود. لندست دو وسه که به ترتیب در۱۹۷۵ و ۱۹۷۸ به فضاپرتاب شدند، به ماهواره اول پیوستند. برنامه MSS لندست بیش از ۳۲ میلیارد کیلومتر تصویر از سطح زمین در اختیار ما قرار داد که از نظر زمانی منحصربفرد بودند. با این وجود این تصاویر از سطوح مشاهی گرفته شده بودند. تصاویر MSS مساحتی درحد ۱۸۵×۱۸۵ کیلومتر را تحت پوشش دارند و توان تفکیک آنها حدود ۷۹ متر است . همچون سایر تصاویر ماهواره‌ای رقومی، تصاویری که از MSS به دست می‌آید، از عناصری تشکیل شده‌اند که پیکسل نامیده می‌شوند. ابعاد پیکسل در بیشترین حد، توان تفکیک سنجنده را تعیین می‌کند. سنجنده‌های با توان تفکیک مناسب قادرند پدیده‌های کوچک سطح زمین را نشان دهند.

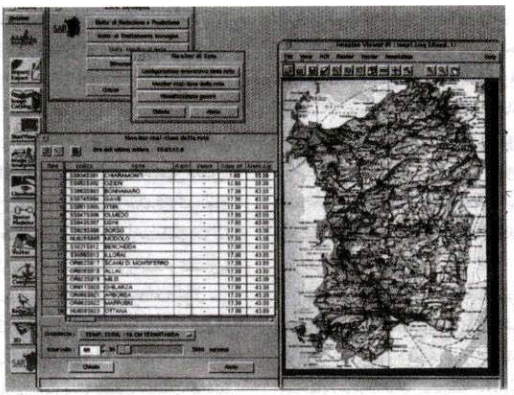
سنجنده‌های با توان تفکیک نامناسبتر، تنها قادر به تصویر عوارض بزرگتر هستند، اگر چه این امر به عوامل دیگری نیز بستگی دارد. فورشو و دیگران(۱۹۸۳) موضوعاتی ورای تفکیک فضایی سنجنده‌ها بررسی کردند. سنجنده‌های لندست‌های اول تا سوم داده‌ها را در چهار باندطیفی سبز،قرمز و دو نوع از اندازه گیریهای مادون قرمز فراهم کرده‌اند. لندست سه نیز یک باندمادون قرمز حرارتی داشت . لندست چهار در ۱۹۸۲ به فضا پرتاب شد و این برنامه، مرحله دوم خود را آغاز کرد. لندست چهار(و متعاقب آن لندست پنج که در سال ۱۹۸۴ پرتاب شد) یک MSS اصلاح شده و ابزارجدیدی به نام رسام موضوعی را حمل می‌کرد که توان تفکیک فضایی را تا حد ۳۰ متر بهبود بخشید و هفت باند طیفی، طول موجهای آبی، سبز، قرمز و مادون قرمز نزدیک و دو باند مادون قرمز متوسط و حرارتی را سنجش می‌کرد. متأسفانه وقتی آخرین ماهواره از این گروه(یعنی لندست ۶) در سال ۱۹۹۳ به فضاپرتاب شد موفق نگردید در مدار قرار بگیرد. به همین دلیل بیش از ۱۰ سال پس از پرتاب هنوز هم از داده‌های لندست پنج استفاده می‌کنیم . به هر جهت، لندست ۷در ۱۹۹۸ به فضا پرتاب شد. این ماهواره توان تفکیک زمینی درحد ۱۵ متر ارائه می‌کند. اطلاعات مربوط به تمامی ماهواره‌های لندست و نمونه تصاویر آنها را می‌توان دریافت نمود.

فرانسه در سال ۱۹۸۶ اولین ماهواره تحت عنوان SPOT(سیستم مشاهدات زمینی) را به فضاپرتاب نمود. این کار با دو ماهواره بعدی دنبال شد. حمل ابزارهایی با توان تفکیک بصری بالا(HHRV) توسط این ماهواره‌ها باعث دسترسی مداوم یک داده‌ای به داده‌های با توان تفکیک بسیار بالا گردید.ماهواره اسپات داده‌هایی با توان تفکیک فضایی بالا (در پانکروماتیک ۱۰ متر و در چندطیفی طول موجهای سبز، قرمز و مادون قرمز ۲۰ متر) ارائه کرده و وسعت پوشش هر تصویر ۶۰×۶۰کیلومتر است . علاوه بر توان تفکیک فضایی بالای عرضه شده توسط ماهواره‌ها، اسپات ارائه کننده یک پیشرفت قابل ملاحظه در فن سنجش ازدور است که تنها در این ماهواره‌ها دیده می‌شود و آن ارائه تصاویر استریوسکوپی برای اولین باراست . بنابراین، این تصاویر به برنامه‌ریزان روستایی امکان کاربرد روشهای فتوگرامتری را می‌دهد که قبلاً فقط در عکسهای هوایی قابل استفاده بود.

آخرین ماهواره در این مجموعه اسپات ۴ بود که برای پرتاب در سال ۱۹۹۷ برنامه‌ریزی شده بود و در مجموعه سنجنده‌های با توان تفکیک فضایی پایین قرار داشت و پوشش سبز نامیده می‌شد. این ابزار اختصاصاً برای کنترل روزانه پارامترهای سطح زمین به صورت جهانی طراحی شده بود و متوسط تفکیک فضایی آن یک کیلومتر بود.

برنامه‌ریزان روستایی نه تنها نیازمند دسترسی به اطلاعات مربوط به محیط سرزمینی هستند، بلکه به شرایط جوی نیز نیاز دارند(فوت، ۱۹۹۴) . مباحث هواشناسی نیازمند داده‌هایی با تواتر بسیارزیاد با فاصله‌های زمانی کوتاه می‌باشد. در ماهواره‌برای تهیه چنین اطلاعاتی دوگزینه وجود دارد.

اول، چنانچه ماهواره در یک مسیر زمین مدار قرار داده شده باشد و در ارتفاع ۳۵۸۰۰ کیلومتری بالای خط استوا باشد، دارای مشاهده‌ای ثابت از زمین می‌باشد و می‌تواند تصاویری با فواصل زمانی منظم ارسال نماید. ولی چنانچه ماهواره‌ای زمین مدار نباشد، تنها قادر به مشاهده کل زمین است . در این صورت معمولاً توان تفکیک آن در مناطق قطبی ضعیف است .



دوم، ماهواره‌هایی که سنجنده‌هایی با میدان دید(ناحیه مشاهده شده به وسیله سنجنده) وسیع و با عرض ۱۰۰۰ کیلومتری را حمل می‌کنند، ولی میدان دید وسیع فقط می‌تواند از طریق کاستن توان تفکیک فضایی به دست آید.

ماهواره‌های هواشناسی دارای تاریخچه‌ای طولانی هستند. اولین ماهواره تجربی از این نوع در ۱۹۶۰ به فضا پرتاب شد. در حال حاضر اروپا، روسیه، امریکا، ژاپن، هندوچین همه به سیستم ماهواره‌های هواشناسی جهانی موجود، کمک می‌کنند.

اولین ماهواره هواشناسی بامدار قطبی از ۱۹۶۰ تا ژولای ۱۹۶۶ فعالیت داشت . سومین نسل از این ماهواره‌ها(نوای ۶ تا نوای ۱۴) هنوز نیز مورد استفاده هستند. کارکرد این مجموعه برای آینده نیز تضمین شده است .

ماهواره‌های لندست و اسپات دارای الگوی مداری مشترک و شبیه هم هستند. ابزاری که این ماهواره‌ها حمل می‌کنند نیز مشابه (تشعشع سنج پیشرفته با توان تفکیک بسیار بالا یا(AVHRR) می‌باشند. این ابزارها، اندازه‌گیری طیفی را در طول موجهای قرمز و مادون قرمز نزدیک عرضه می‌کنند. (AVHRR) اگر چه برای کاربردهای هواشناسی طراحی شده است، داده‌های این ماهواره به صورت وسیع توسط دانشمندان غیرهواشناس نیز مورداستفاده قرار گرفته است . مقاله‌های تهیه شده توسط دوسوزا و دیگران(۱۹۹۶) بسیاری از کاربردهای زمینی(AVHRR) را مورد بررسی قرار داده است . این موارد دامنه وسیعی را دربرگرفته و از پیش‌بینی محصول کشاورزی، تهیه نقشه پوشش زمین با مقیاس قاره‌ای و تعیین مکان آتش سوزیهای خودبه خود از طریق تعریق گیاهی تا کنترل فشارآب متفاوت است .

دومین گروه از سنجنده‌هاکه برنامه‌ریزان روستایی بایستی درنظر داشته باشند، سیستم‌های فعال مبتنی بر رادار است . اولین مورد در این زمینه رادارهای با روزنه ترکیبی(SAR) می‌باشد. سار اولین ماهواره غیرنظامی را حمل می‌کردکه سی ست نام داشت. این ماهواره در ۱۹۷۸ به فضا پرتاب شد. هدف از طراحی این ماهواره عمدتاً کنترل و نمایش وضعیت اقیانوس شناسی جهانی بود. این ماهواره هنوز هم تنها ماهواره‌ای است که تصاویری از کل زمین تهیه می‌کند. متأسفانه مأموریت عملیاتی این ماهواره فقط ۱۰۶ روز طول کشید. با این همه کیفیت و کاربرد این داده‌ها، آژانس‌های فضایی جهان را برآن داشت تا به توسعه سیستم‌های راداری غیرنظامی ادامه دهند. بنابراین در ۱۹۹۱ (ERS-1) به وسیله آژانس فضایی اروپایی(ESA) به فضا پرتاب شد.

در سال ۱۹۹۲ ژاپن (JERS-1) راکه حامل یک (SAR) و سنجنده اپتیکی بود، به فضا فرستاد. توان تفکیک این ماهواره حدود ۲۰ متر در هفت طول موج و شبیه سنجنده‌های (HRV) اسپات بود. (به همین دلیل) داده‌های استریوسکوپی در کانال پانکروماتیک ارائه می‌کرد.اندازه‌گیریهای ارائه شده توسط (ERS-1) مربوط به حالت دریا، بادهای سطحی دریا، چرخه‌های اقیانوسی وسطوح یخی ودریایی، همین طور تمام تصاویر مربوط به هوای اقیانوس، یخ و درجه سطحی زمین و دریا بود. همچون سی ست، این تصاویر، دارای کاربردهای سرزمینی زیادی از جمله روشهای قدرتمند تداخل سنجی،(SAR) می‌باشد. (ERS-2) درسال ۱۹۹۵ به فضا پرتاب شد و باعث استمرار عرضه تصاویر راداری با کیفیت مناسب گردید. شاید توان بالقوه داده‌های (SAR) توسط این واقعیت که اولین ریسک مشاهده تجاری سطح زمین است، توجیه شود. براساس همین تکنولوژی، رادارست در سال ۱۹۹۵ به فضا پرتاب شد. سار اطلاعات زمانی و فضایی متفاوتی در پاسخ به تقاضای مشتریان عرضه می‌کند.

بالاخره برنامه‌ریزان روستایی بایستی آگاهی داشته باشندکه تصاویر ماهواره‌ای رقومی حاصل از ماهواره‌های (RESURS) روسیه نیز به صورت روزافزونی قابل دسترسی می‌باشند. جالب‌ترین آنها آرشیوهای تاریخی داده‌های با توان فضایی بسیاربالا (۲متر) و داده‌های جدید مهم حاصل از سنجنده‌های (MUSUSK) است که توان تفکیکی در حدود ۱۷۰ متر دارند. این تصاویر دارای وسعت پوششی حدود ۶۰۰ کیلومتر هستند.نگاه کنید به لگ (۱۹۹۰)و(URL).

۴-۳- موارد استفاده در برنامه‌ریزی روستایی

از توضیحات فوق مشخص می‌شود که اغلب سنجنده‌های ماهواره‌ای داده‌ها را در بیش از یک طول موج جمع‌آوری می‌کنند و بنابراین چنین سنجنده‌هایی تحت عنوان سیستم‌های چندطیفی عنوان می‌شدند. خصیصه چندطیفی بودن تصاویر حاصل از سنجش ازدور بسیارمهم است. زیرا روشی است که از آن طریق خصیصه‌های سطح زمین به صورت متعامد با(ERM) ظاهر شده و براساس منطقه طول موج، تفاوتهایی را نشان می‌دهند. در ساده‌ترین وضعیت اشعه رسیده از خورشید به سطح زمین سه حالت را از خود نشان می‌دهد. یا پس از برخورد جذب می‌شود یا از طریق هدف منتقل می‌شود یا از شئی موردنظر منعکس می‌گردد. میزان نسبی انرژی منتقل شده یا انعکاسی توسط شیء موردنظر بستگی به ماهیت شیء و طول موج (EMR) دارد. بنابراین تصاویر چندطیفی را می‌توان برای تشخیص تفاوت خصایص گوناگون سطح زمین(مانند جوامع گیاهی، انواع خاک و کیفیت آب) مورداستفاده قرار داد. اندازه‌گیریهای چندطیفی مربوط به پوشش گیاهی اغلب به صورت پارامتر واحدی درآمده و تحت عنوان شاخص پوشش گیاهی شناخته می‌شود. معمولاً این شاخص توسط اختلاف انعکاس ناشی از پوشش گیاهی در تصاویر ترکیبی حاصل از تشعشع فعال تهیه می‌شود. بنابراین به صورت غیرمستقیم با محصول اصلی ارتباط بسیار تنگاتنگی دارد. وسیع‌ترین کاربرد شاخص به زمانی برمی‌گردد که شاخص استاندارد شده تفاوت پوشش گیاهی (NDVI) تهیه شده باشد. در این حالت (NDVI) به صورت تفاضل انعکاسی مادون قرمز نزدیک و انعکاس نورقرمز تقسیم بر مجموع دوطول موج تعریف می‌گردد. تفاوتهای بسیاری در این زمینه وجود دارد(پی ولوتن شراگر،۱۹۸۴) . به همین دلیل شاخص‌های جدیدی تهیه شد(پینتی وورسترپت، ۱۹۹۲) بحث‌های تفصیلی برتر مربوط به خصایص انعکاسی خاک، گیاه و آب را می‌توان در کار بلوارد(۱۹۹۱) یافت .

برنامه‌ریز روستایی هنگام تفسیر تصاویر(SAR) حاصل از(ERS-1) رادارست و(ERS-1) بایستی آگاه باشد که فاکتورهای انعکاسی (EMR) در طول موجهای نوری و میکروویو کاملاً متفاوت هستند. برای مثال در طول موجهای مادون قرمز نزدیک (EMR) با موضوعات میکرومتری چون سلولهای دیواره‌ای مانع، سلولهای غیرجانداری و فضای بین یاخته‌ای هوا

سروکار دارد در حالی که طول موجهای میکروویو عمدتاً مربوط به برگها، ریشه‌ها و شاخه‌ها می‌باشند. به هرجهت، اندرکنش‌های طول موج نسبت به اهداف سطح زمین با توجه به دقت طول موج میکروویو به‌کار رفته و ماهیت هدف نیز متفاوت است(دراینجاNB معادل اندازه‌گیری‌های میکروویو است که معمولاً برحسب فرکانس و نه برحسب طول موج بیان می‌شود) . معمولاً ناهمواری سطح، تغییرات ساختاری در مقیاس سانتیمتری و دسیمتری و خواص الکتریکی هدف(به خصوص پیچیدگی ثابت عایقی که عمدتاً به وسیله رطوبت موجود در هدف کنترل می‌شود) علائم را تحت تأثیر قرار می‌دهند. سطوح ناهموار، سطح برخورد سنجنده و افزایش رطوبت موجود در هدف، همگی باعث افزایش ضریب پخش برگشتی رادار می‌شوند. پیچیدگی ماهیت انرژی (SAR) بدان معناست که متخصصین، نرم‌افزارها و روشهای تحلیل کمی پیچیده‌ای نیاز دارند تا در تفسیر آنها مورداستفاده قرار گیرند. با این وجود رادار مزیت‌های زیادی را در اختیار برنامه‌ریز روستایی قرار می‌دهد. طول موجهای مورداستفاده آنهایی هستند که سنجنده قادر است آنهارا از خلال ابرها دریافت نماید. معمولاً این گونه تصاویر تحت تأثیر شرایط آب و هوایی و اتمسفری قرار نمی‌گیرند و به همان شکلی که ماهواره تشعشعات حاصل از خورشید را دریافت می‌کند، تصویربرداری را می‌توان به صورت شبانه روزی انجام داد. این روند بدان معناست که عرضه تصاویر و در نتیجه اطلاعات برای محدوده وسیع‌تری از سیستم‌های نوری موجود تضمین شود.

علاوه برآن،تکنیک‌های توسعه یافته اخیر تداخل سنجی رادار به برنامه‌ریز روستایی اجازه می‌دهد تا مدلهای رقومی ارتفاعی (DEM) دقیقی از تصاویر رادار تهیه نمایند. این تکنیک‌ها اندازه‌گیری دقیق درحد سانتیمتر را نیز ممکن می‌سازند. اصل مورداستفاده همانند روش به‌کار رفته در جفت عکس هوایی است . یک انتروگرام از تجزیه و تحلیل دو تصویر راداری از یک هدف مشابه که از موقعیت‌های مختلف با اندکی اختلاف به دست آمده است، حاصل می‌شود. کاربردهای غیرساخت (DEM) شامل آتشفشان شناسی(برای کشف و پیش بینی لرزه‌های قبل از زلزله) حرکت گدازه‌ها، حرکت گسل، یخچال شناسی، کشف حرکت و فرونشینی زمین می‌باشد. یکی از اولین کاربردهای گزارش شده ترسیم زلزله لندرز در ۲۸ ژوئن ۱۹۹۲، درلس آنجلس بود. کاربرد تکنیک تغییر شکلها در سطح ۱۰ سانتیمتر نیز اخیراً کشف شده است .(ماسونت ودیگران، ۱۹۹۴)

تجزیه و تحلیل زلزله با استفاده از داده‌های اسپات حاصل از زلزله کوب ژاپن در ۱۷ ژانویه ۱۹۹۵ انجام شد. تصاویر گرفته شده بعد از زلزله در بیستم ژانویه برای برنامه‌ریزی اقدامات امدادی به وسیله ترکیب رنگهای اضافی به صورت تقسیم نقشه‌های شدت زلزله برحسب مقیاس مرکالی (که با توجه به اثرات تخریب هر زلزله بر عوارض سطحی اندازه‌گیری می‌شود) با اطلاعات زیرساختی مثل جاده‌ها به صورت هم‌پوشی به نقشه خسارات زلزله در یک (GIS) وارد گشت . قابلیت‌های استریوسکوپی سنجنده‌های اسپات داده‌های سطحی دیگری را برای تولید(DEM) فراهم می‌نماید(دانمن ودیگران، ۷۸)

ماهواره‌ها اطلاعات رابه صورت تکراری در اختیار برنامه‌ریزان روستایی قرار می‌دهند. بسته به الگوی مداری ماهواره، سنجنده‌های موجود در آن تصاویر تکراری از نقاط مشابه یا تمام نقاط سطح زمین ارائه خواهند کرد. این مقادیر می‌تواند از ۳۰ دقیقه یک تصویر(به صورت نواری از سطح زمین نه کل سیاره) تا پوشش کامل جهان، یک یا دوبار در هر روز متفاوت باشد. این وضعیت برای روندهای گوناگونی که به صورت پویا مدنظر قرار می‌گیرند، حیاتی است . فرسایش خاک، تغییرات حاصل شده در میزان محصول به عنوان مشخصه فصل رشد، توسعه به عنوان کارکرد آبیاری یا وضعیت کاربرد کود نیترات، تأثیرات وقوع سیل یا اثر خشکسالی، خطرات آتش سوزی خود به خود و حتی تغییر کاربری و پوشش زمین در طی سالها، همگی مثالهایی از این موارد می‌باشند. ماهواره‌ها قابلیت تهیه تصویر از شرایط قبل، حین و بعد از وقوع یک حادثه را فراهم کرده‌اند. از زمانی که اولین ماهواره اختصاص یافته به کنترل منابع زمینی(ERS-1) در سال ۱۹۷۲ به فضا پرتاب شد، برنامه‌ریزان روستایی به مدت ۲۵ سال به آمارهای دائمی در این زمینه دسترسی داشته‌اند. خصیصه چندزمانی ماهواره‌های سنجش ازدور امتیاز کلیدی در زمینه تهیه اطلاعات تکراری قابل دسترس برای نقشه‌های موضوعی یا توپوگرافی معمول به حساب می‌آیند.

بالاخره ماهواره‌ها اطلاعات سنجش ازدور را در مقیاس‌های فضایی زیادی در اختیار برنامه‌ریزان روستایی قرار می‌دهند. این ویژگی در مورد پهنه‌ای که به وسیله یک تصویر پوشیده شده و کوچکترین جزئی که می‌تواند در آن تصویر دیده شود، صدق می‌کند. مساحت هر تصویر بستگی به خصایص هندسی سنجنده و مدار مربوط به آن دارد. بنابراین ماهواره‌های زمین مدار مثل متئوست که در هر مشاهده نصف کره زمین را در برمی‌گیرند و سنجنده‌های قطب مدار مثل لندست میدان که دیدی در حد یک تصویر دارند، از نظر میدان دید متفاوت هستند. این وسعت برای سنجنده‌های (TM) و(MSS) ۱۸۵ کیلومتر بوده در(HRV) اسپات ۶۰ کیلومتر و در(AVHRR) نوآ، ۲۵۰۰ کیلومتر می‌باشد. میدان دید، حداکثر عرض ابعاد یک قطعه از هر تصویر را تعیین می‌کند. طول ابعاد نقطه ثابت نیست . این موارد به وسیله روند حرکت به جلوی ماهواره با توان تفکیک بالا(مانند تصاویر اسپات و لندست) معمولاً مربعی شکل می‌باشد. در نتیجه یک شبکه تصویری، سطح زمین را پوشش می‌دهد و می‌توانند با استفاده از ساخت قطعات زمینی در امتداد تقسیمات تصویر، تفکیک شود. این شبکه‌ها بعدها برای جای دهی تصاویر ماهواره مورد استفاده قرار می‌گیرند. سنجنده‌های ماهواره از نظر تفکیک فضایی بسیار متفاوتند. حدود یک دهه است که داده‌های پانکروماتیک اسپات با توان تفکیک ۱۰ متر قابل دسترس می‌باشند. سیستم‌های غیرنظامی با توان تفکیک ۱ تا ۳ متر در سال ۲۰۰۰ قابل دسترس شده است (برای مثال ماهواره پیشرفته مشاهده‌گر زمین که در سال ۲۰۰۲ به وسیله ژاپن به فضاپرتاب خواهدشد، داده‌هایی با توان تفکیک ۲/۵ متر و باند(L) رادار با روزنه ترکیبی نیز چنین خواهد بود) به موازات این موارد، سیستم‌های (AVHRR) تصاویر روزانه‌ای با توان تفکیک ۱ متر در ۱۵ سال

آینده ارائه می‌کنند. بنابراین برنامه‌ریز روستایی قادر به اخذ مجموعه‌ای از مشاهدات همزمان از منطقه مورد علاقه خود با مقیاس‌های چندگانه می‌باشد.

ماهیت چندطیفی، تکراری بودن از نظر زمانی و چندمقیاسی بودن تصاویر ماهواره‌ای، امکان دید تکراری و همزمان ناحیه مورد علاقه را برای برنامه‌ریز روستایی فراهم می‌سازد. با استفاده از این ابزار ثبات و عدم تغییر، تغییر دائمی به همراه دسترسی به اطلاعات چندطیفی قابل انتقال به‌اندازه‌گیری‌های جغرافیایی و دید سه‌بعدی زمین ممکن می‌شود. این داده‌ها می‌تواند برای تولید نقشه‌های موضوعی (که نشان دهنده عواملی چون کاربری زمین، پوشش زمین، انواع خاک، منابع آب است) و نقشه‌های توپوگرافیک (که نشانگر شبکه‌های زهکشی و پستی و بلندی می‌باشد) را فراهم کرده و چشم‌انداز پویایی (که تغییرات مربوط به موقعیت پوشش گیاهی، کاربری زمینی، الگوهای فرسایش خاک و... را نشان می‌دهد) را در یک یا چندسال دراختیار قرار دهد. این نقشه‌ها را می‌توان به صورت مستقیم در (GIS) به کاربرد یا در واقع ممکن است (GIS) را مورد استفاده قرار داد تا از طریق داده‌های حاصل از سنجش ازدور آنها را ایجاد نمود.(ویلکینسون، ۱۹۹۶)

به هرجهت دامنه وسیعی از منابع، داده‌ها، الگوریتم‌ها، سیستم پردازش، کارمندان آموزش دیده، متخصص سخت‌افزار و نرم‌افزاری مناسب می‌تواند باعث شود که برنامه‌ریز روستایی بتواند عدم حتمیت موجود را در سنجش از دور از بین ببرد. حرکتهای جدیدی در اروپا و ایالات متحده آمریکا شروع شده است که هدف آنها ارائه مشاهدات زمینی سودمند با توجه به نیازهای افراد درخواست کننده و متقاضی این اطلاعات می‌باشد. در اروپا یک نقطه تماس می‌تواند مرکز خدمات مشاوره‌ای باشد که توسط مرکز مشاهده زمین ارائه می‌شود. برای دسترسی به این مرکز از آدرس اینترنتی (URL http://ewse.ceo.org/) استفاده کنید یا با مرکز مشاهده زمین (GEO)، کمیسیون اروپایی، مؤسسه کاربری فضا، (Varese 21020, JRC-ISPRA) ایتالیا تماس برقرار نمایید.

۵ - جریان اطلاعات و داده‌ها در برنامه‌ریزی کاربری زمین

به منظور نشان دادن این که یک سیستم حامی تصمیم‌گیری واحد(هماهنگ) که مبتنی بر تکنولوژی اطلاعات سه‌گانه بحث شده قبلی است و می‌تواند به مشکلات خاص کاربردهای برنامه‌ریزی پاسخ گوید، مطالعه موردی را عرضه می‌کنیم. این مطالعه چگونگی کاربرد مجموعه‌ای از نرم‌افزارها را برای برنامه‌ریزی و ارزیابی خطرات آتش در نواحی مدیترانه‌ای نشان می‌دهد. این بخش اهداف کلی چنین سیستم اطلاعاتی را تشریح می‌کند. تأکید اصلی روی تولید و محدودیت‌های مجموعه داده‌های مناسب و پردازش موردنیاز است. اگر چه بحث زیر مبتنی بر یک مطالعه موردی خاص نیست. مثالها عمدتاً از مجموعه‌هایی از پروژه‌ها که در آن نویسندگان ذیل مدخل بوده‌اند، انتخاب شده است. در این صورت با استفاده از یک سناریوی مشخص، عناصر بسیار زیادتری نسبت به یک مطالعه واقعی موردی تشریح می‌شود. بدین منظور (WWW) در استقرار مجموعه داده‌ها موردبحث قرار گرفته و پاسخ مشخص در متن تشریح می‌شود .نقش (WWW) در ترویج داده‌های فضایی و مکانیزمهایی که به وسیله آن کاربران قادرند با GIS از طریق (WWW) تماس بگیرند، در بخش ۶ بحث شده است. در نتیجه این بخش بیشتر روی ترکیب و هماهنگی داده‌های سنجش ازدور و (GIS) تأکید دارد.

۵-۱- مقدمه‌ای بر مطالعه موردی

نقش تأثیر آتش بر موضوعات محیطی هدف تحقیقات و بحث و بررسیهای بسیاری بوده است (کروتزن و گلدامر، ۱۹۹۳ و شوویک، ۱۹۹۵). در مقیاس جهانی آتش به عنوان یکی از عوامل اصلی تبدیل چشم‌اندازهای طبیعی به مناطق کشاورزی که تأثیرات بالقوه شدیدی روی شیمی اتمسفر جهانی برجای می‌گذارد، مورداستفاده قرار گرفته است. در یک سطح منطقه‌ای آتش می‌تواند تأثیری تنظیمی روی کارکرد اکوسیستم از طریق کنترل ترکیب پوشش گیاهی، تنوع زیستی و فرسایش خاک داشته باشد. از نقطه‌نظر انسانی آتش وقتی به عنوان یک تهدید محلی به حساب می‌آید که نابودی املاک و انسانها را درپی داشته باشد. میزان خطر آتش سوزیها تا حدی به اقلیم بستگی دارد. در منطقه مدیترانه که درجه حرارت تابستان بالا بوده و میزان بارش اندک می‌باشد، فشار زیادی بر کنترل زمین و شرایط هواشناسی و تهیه ابزارهای مؤثر کنترل و اطفای حریق برای تحت اداره درآوردن تأثیرات آتش بر محیط در این مناطق از اهمیت بسیارزیادی برخوردار است. در این زمینه بایستی سیستم اطلاعات هماهنگ به کاربر در زمینه‌های زیرکمک نماید:

- نواحی را که بیشترین خطر را از نظر آتش سوزی دارند، مشخص نماید.(برای انجام عملیات پیشگیرانه)
- مدل مدیریتی برای مبارزه تهیه نماید.(اقدامات کنترلی و کشفی)
- طرح و برنامه‌هایی برای موقعیت‌های پس از آتش سوزی دراختیار قرار دهد.(برای حذف آثار و نتایج آتش سوزی)

از آنجا که یک (GIS) می‌تواند مجموعه وسیعی از پایگاههای داده ناهمگن و چندلایه را جابه جا کرده و به جستجو پایگاههای موجود و برای مکان و خواص گروه وسیعی از موضوعات فضایی به صورت محاوره‌ای بپردازد، این مجموعه به طورمشخص سیستمی برای مدیریت و نمایش اطلاعات است که برای ارزیابی خطر آتش و مدیریت آن موردنیاز می‌باشد. در تمام موارد بالا، تلفیق سنجش از دور و (GIS) سودمند است. به خصوص در ارزیابی جائی که ماهواره‌ها و سنجنده‌های هوایی می‌توانند برای نمایش یک نقشه خصایص سطحی که احتمال اشتعال را کنترل می‌کند، مورداستفاده قرار گیرد. چنین سیستمی این امکان را در اختیار برنامه‌ریزان قرار می‌دهد که تصمیمات راهبردی را در مورد چگونگی مدیریت محیط اتخاذ نمایند، تا خطر آتش سوزی کاهش پیدا کند. به علاوه نتایج دیگری در زمینه اتخاذ تصمیمات تاکتیکی برای مقابله و کنترل آتش از طریق موارد زیر، در اختیار قرار می‌دهد:

۱ - ابزاری قدرتمند برای کنارهم قرار دادن داده‌های جداگانه
۲ - انجام پردازش و مدل سازی داده‌ها

۳- تولیدمحصولاتی باجهت گیری کارتوگرافیکی.

۵-۲- مدیریت اتش درمحیط روستایی

نقشه‌های مربوط به خطر آتش سوزی، اطلاعات پایه‌ای مربوط به مدیریت آتش را از طریق تشریح توزیع فضایی خطرممکن، ارائه می‌کند. چنین نقشه‌هایی در مقیاسهای مختلف تهیه می‌شوند. در یک دیدگاه وسیع چنین نقشه‌هایی برای کمی‌سازی تأثیرات کلی آتش سوزی بر چشم‌انداز(جهت روشن نمودن این که چرا نواحی معینی بیشتر دچار آتش‌سوزی می‌شوند) مورد استفاده قرار می‌گیرند. درحالی که برای سطح منطقه‌ای، نقشه‌های خطر می‌تواند برای اجرای یک سیستم هشدار در سطح محلی مورداستفاده قرار گیرد تا مدیریت تخصیص منابع برای کنترل وقایع آتش‌سوزی خاص به کار رود و یا جهت تشخیص دلایل ممکن (مانند نزدیکی به راهها) استفاده شود. تخمین خطر آتش در ارتباط با محاسبه افتراق رفتار آتش در یک اکوسیستم معین و تأثیرات آتش‌سوزی بر آن اکوسیستم می‌باشد. برای اخذ این پارامترها، برنامه‌ریز باید به مجموعه داده‌هایی که نوع و شرایط پوشش گیاهی، آب، وسعت، میزان وقوع آتش و فعالیت انسانی را تشریح می‌کند و به مدل مناسبی که شاخص دقیق و مستدلی از خطر فراهم می‌کند، دسترسی داشته باشند.(چوویکو، ۱۹۹۵) جدول (۲) پارامترهای گوناگون مورد استفاده در مدلهای خطر آتش را نشان داده، نقشه سنجش ازدور تهیه چنین جزئیاتی رامعین می‌کند. از جدول فوق روشن می‌شود که سنجش ازدور اطلاعات بسیارمتنوعی راکه در مدل آتش‌سوزی موردنیاز است، در اختیار کاربر قرار می‌دهد. نوع پوشش گیاهی و سوخت قابل دسترس مرتبط با آن با جزئیات توسط هفت سنجنده ترسیم می‌شود. شرایطی که در آن سوخت و فشارآب می‌تواند بوسیله شاخص‌های گیاهی مختلف و از طریق کاربرد تصاویرگرمایی ارزیابی شود.(دسوزا،۱۹۹۶)

تحقیقات جاری نشان می‌دهد که رطوبت خاک می‌تواند به وسیله کاربرد سیستم‌های راداری تعیین شود و شرایط هواشناسی قبلی، در اثنای آتش و بعد از آن براساس یک مبنای معمول، کنترل می‌گردد. با ترکیب همه عناصر فوق در یک (GIS) برنامه‌ریز قادر است اجزاء تحلیلی ضروری برای توسعه و اجرا راکه برای اتخاذ تصمیم لازم است، تهیه نماید. اطلاعات اضافی مثل نواحی شهری، الگوهای جمعیتی، مکان چاههای آتش نشانی شهرها و فعالیتهای انسانی می‌توانند در این مجموعه قرار گیرند و با اطلاعات حاصل از سنجش ازدور ترکیب شده و به وسیله مدل خاصی مورد استفاده قرار گیرند. به هر جهت، هر تحلیلی مبتنی بر(GIS) فقط به اندازه کیفیت مدل اجرا شده مفید و مؤثر می‌باشد. به همین دلیل این نوع تحلیل‌ها همیشه میزانی از عدم قطعیت در دقت و قابلیت اعتماد را به همراه دارند که وابسته به نوع مدلی است که سازمانها به کار می‌برند.(واسکانسلوس،۱۹۹۵) در این مورد و هر مدل دیگر، درنظر گرفتن تمامی گزینه‌های دنیای واقعی غیرممکن است.

به هر جهت بایستی یادآوری شود که اغلب اطلاعات اخذ شده از تصویر سنجش ازدور، استنباطی بوده و درجه‌ای از پیش‌بینی را در ذهن

جدول (۲): مجموعه داده‌های کلیدی موردنیاز برای ارزیابی خطر آتش و نقش سنجش ازدور در تهیه این اطلاعات.

عارضه	عنصر	منبع
پستی وبلند	ارتفاع /بلندی /یا شیب / گرادیان و منظر	عکس هوایی، جفت استریوسکوپی، تداخل‌سنجی
زیرساخت	جاده‌ها، خط آهن، پیاده‌روها	HRV پانکروماتیک، اسپات، عکس هوایی، RESURS
منابع هیدرولوژیکی	رودخانه(شبکه زهکشی،میزان جریان)، دریاچه‌ها و سدها (وسعت/ حجم،کیفیت آب)، رطوبت خاک،لایه‌های آبدار	سیستم‌های‌راداری، HRVچندطیفی اسپات، TM لندست
شرایط پوشش گیاهی	شرایط و نوع بیومس(محتوای رطوبتی، سن و سال)، تعریق و تعرق، لایه‌های آبدار، سوخت دهی	HRV چندطیفی اسپات، TM لندست، AVHRR
کاربری زمین	—	عکسهای هوایی رنگی
تاریخ قبلی آتش	رشد مجدد الگوی سوخت	HRV چندطیفی اسپات، TM لندست، AVHRR
هواشناسی	دیدهمزمان معمول(شدت‌بادوجهت آن، بارش، درجه حرارت)، موقعیت گذشته، پیش‌بینی	AVHRR، متئوست
وقوع (رویداد	نظارت مکانی آتش‌سوزی)	ATSR, AVHRR

ایجاد می‌کند که در هنگام استفاده از این داده‌ها در مدلهای واقعی بایستی بدان دقت نمود. مقایسه و تعیین دقت یک برآورد بیومس حاصل از تصویر دورسنجی در مقابل مقادیر واقعی ناشی از بازدید زمین، کاری بسیار سودمند خواهد بود. حتی اگر حجم قابل ملاحظه‌ای از کار به کشف ساختار پوشش گیاهی خشکی(به خصوص درختان جنگلی واقع در اشکوب زیرین) و پوشش گیاهی موجود در پهنه‌های آبی اختصاص یابد، به نظر می‌رسد توافق اندکی روی کیفیت نتایج و بنابراین کیفیت هر نقشه سوخت، وجود دارد.توجه کاربر بایستی به موضوعات مربوط به پیش پردازشهای قبل از کاربرد تصویر(مثل تصحیحات رادیومتری، اتمسفری و ژئومتری) جلب شود. چراکه نتایج این اقدامات می‌تواند روی محتوای اطلاعات مجموعه داده‌های سنجش ازدور تأثیر بگذارد. این موضوعات خارج از قلمرو بحث این نوشته بوده، ولی اطلاعات جامع و مفصل آن را می‌توان درکاررییرسون(۱۹۹۶) یافت.

۵-۳- عدم قطعیت در پردازش فضایی داده‌های ارائه شده برای برنامه‌ریزی روستایی

یکی از معمول‌ترین مشکلات مربوط به پروژه‌های مبتنی بر(GIS) فقدان توجه به محدودیت‌ها و خطاهای وابسته به مجموعه داده‌های به کار رفته می‌باشد. کاربر نبایستی هرگز فرض کند که یک مجموعه داده چه از مآخذ خانگی اخذ شده باشد، چه از یک شرکت معتبر خریداری شده باشد،

کاملاً صحیح می‌باشد. متأسفانه توجه کافی به صحت داده‌های رقومی نمی‌شود. مطالب زیر برخی از مشکلات مربوط به انتقال داده‌ها را در یک (GIS) بیان می‌دارد. در نوشته‌های قبلی، امتیازات و نواقص داده‌های شبکه‌ای و برداری به خوبی بررسی شده است.(کندی و میرز،۱۹۷۷) با این وجود این موضوعات در برنامه‌های جاری(GIS) چندان اهمیت ندارند. به هر جهت، کاربر بایستی آگاه باشد که ادغام تدریجی اطلاعات مبتنی بر مدلهای داده متفاوت، همچون جلوه‌های گوناگون واقعیت، متفاوت خواهند بود. ارزیابی نقشه پوشش زمین اخذشده از داده‌های چندطیفی (HRV)اسپات(با پیکسل‌های ۲۰ متری) در مقابل نقشه‌برداری زمینی گام به گام که به صورت برداری رقومی شده است و حتی جاده‌های خاکی و خطوط باریکی از درختان حاشیه این گونه راهها را نشان می‌دهد، تفاوتهای اساسی را ارائه می‌کنند. از مثالهای دیگر مربوط به این گونه ماهیت‌های متباین اطلاعاتی می‌توان به جزئیات ارائه شده به وسیله یک (DEM) (درون یابی حسابی ارتفاع برای یک ناحیه معین) و یک نقشه با خطوط میزان(خطوط نسبتاً دقیق بین ارتفاعات) اشاره نمود. در کاربرد این گونه داده‌ها بایستی ملاحظات مربوط به گوناگونی منابع اخذ اطلاعات را مدنظر قرار داد. مقیاس و توان تفکیک نیز از جمله خصایصی است که می‌تواند در ایجاد خطا نقش داشته باشد. به عنوان یک قاعده کلی به دلیل رقومی بودن داده‌های موجود در(GIS)، مقیاس، پارامتری بدون محدودیت تلقی می‌شود. دلیل فنی برای این کار چرا خطوط ساحلی اروپا نمی‌تواند از یک منبع با مقیاس ۱/۱۰۰۰۰۰۰۰ رقومی شود و مجدداً در یک مقیاس بزرگتر نمایش داده شده یا ترسیم شود، وجود ندارد. به هر جهت، مطمئناً در صورتی که مجموعه داده‌های دقیق‌تری با این محصول مقیاس بزرگ ترکیب شود، مشکلات افزایش می‌یابد. ترکیب یک مجموعه داده از نواحی یک شهر ساحلی که ازنقشه‌ای به مقیاس ۱/۵۰۰۰۰ بایک خط ساحلی که از نقشه‌ای با مقیاس مشابه ولی با دقت کمتر به دست آمده است، احتمالاً باعث می‌شود که جایگذاری شهر در دریا انجام شده و یا در نقاط خیلی داخلی‌تر در خشکی پیش رفته باشد، انجام گردد. یک عامل تکمیلی برای جلوگیری از چنین اشتباهی جنرالیزه کردن محصول مقیاس کوچکتر خواهد بود. نمونه گیری مجدد مجموعه داده‌های شبکه‌ای نیزمی‌تواندبه‌مشکلات‌مشابهی‌منجرشود.

یکی از معمولی‌ترین اقدامات انجام شده توسط کاربران داده‌های فضایی، استفاده از اطلاعات خام(مانند تصویرسازی، رقومی کردن و نقشه‌برداری) برای تهیه نقشه مناسب در یک سیستم تصویری مناسب می‌باشد. این روند تحت عنوان زمین مرجع کردن یا کدگذاری زمینی، شناخته می‌شود. روشهای مربوط به ارتباط هندسی، داده‌ها را به سایر قالب‌ها بدون تغییرات اساسی در محتوا، منتقل می‌کند. (استارواستس، ۱۹۹۰) وقتی که کاربر مجبور است به دلیلی داده‌ها را دست به دست کند، انتخاب سیستم تصویری نقشه، یکی از عوامل مهم به حساب می‌آید. طول و عرض جغرافیایی یک سیستم مرجع معمول، برای کدگذاری مجدد مختصات بین المللی تلقی می‌شود. به هرجهت کاربرد چنین سیستم زاویه‌ای امکان محاسبه طول ومساحت رانمی‌دهد.

این بخش به طور کامل نشان می‌دهد که چطور داده‌های حاصل از سنجش ازدور می‌تواند به وسیله ابزارهای مختلف پردازش و تجزیه و تحلیل شود تا شاخص‌های موضوعی را در ارتباط با رویه زمین، فراهم نماید. همچون سایر داده‌های رقومی، این محصولات نیز دارای درجه‌ای از عدم اطمینان هستند. با توجه به شاخص‌های متفاوتی که ارائه شده است، عمده‌ترین فرض، درجه ارتباط خطی بین انعکاس و خواص سطحی می‌باشد. به هرجهت، این وضعیت همیشه معمول نیست. برای مثال جائی که پوشش گیاهی پراکنده است(شاخص)(NDVI) غیرقابل اطمینان می‌شود. یکی دیگر از روشهای عمده پردازش داده‌های سنجش ازدور کاربرد طبقه‌بندیهای چند متغیره گوناگون معمول می‌باشد.(ویلکنسون، ۱۹۹۶) سیستم پردازش تصویر برای تجهیز کاربر به تسهیلاتی جهت ارزیابی ساختار آماری داده‌ها و بررسی هماهنگی اطلاعات استفاده شده برای طبقه‌بندی پایه، چندان قدرتمند به حساب نمی‌آیند. امروزه کسی تصاویر حاصل از سنجش ازدور را به صورت ۱۰۰ درصد طبقه‌بندی نمی‌کند. این عدم اطمینان از این عوامل نشأت می‌شود: اثر پیکسل‌های مرزی، گروههای ناشناخته که از لیست طبقات هدف خارج شده‌اند، همین طور تغییرات فیزیولوژیکی در پوشش‌های تعیین شده زمین که به طوردقیق از طریق نواحی آموزشی(مانند استرس، شکل، شرایط رطوبت خاک و...) نشانه گذاری نخواهد شد. کاربران نبایستی فراموش کنند که این نوع تفاوتها به وسیله ماهیت اتصال خودکار نقاط در بسیاری از داده‌های سنجش ازدور برحسب نوع پروژه ایجاد می‌شوند. تغییرات فنولوژیکی پوشش گیاهی، امکان طبقه‌بندیهای متفاوتی را از نظر صحت و نتایج موردانتظار فراهم می‌کنند. به عنوان مثال ماهیت برگ‌ریزی درختان کاج سیاه، امکان جدایی راحت آنهارا از سایر مخروطیان در تصاویر زمستان نسبت به فصل تابستان در اختیار قرار می‌دهند. در هر سیستم اطلاعاتی بایستی تسهیلاتی برای کشف و تصحیح خطاهای موجود در داده‌ها فراهم گردد. این بخش مرور و جامع خطاهای مربوط به جابه جایی داده‌های فضایی به حساب نمی‌آید.به عنوان مثال هیچ توصیفی در مورد مشکلات ایجادشده در زمینه ورود داده‌ها(در مورد صفحه کلیدو میزهای رقومی‌کننده) کدگذاری یا ساخت توپولوژی ارائه نمی‌شود.

برخی از سیستم‌های (GIS) ابزاری را برای اجرای پردازش زنجیره‌ای مربوط به مجموعه داده‌های خاص فراهم می‌کنند، به طوری که امکان تعیین دقت آنها، وجود دارد. به هر جهت چنین عملکردی فقط در صورت لزوم در حداقل ممکن ارائه می‌شود.بسیاری‌ازسازندگان(GIS)هنوزبایستی‌راه‌بسیاری را طی کنند تا به جای روش آزمایش و خطای کنونی کاربران، تسهیلاتی را در اختیار قرار دهند تا آنها به صورت دقیق و حساب شده عمل نمایند.

۶ - ارزیابی اطلاعات ترسیمی اینترنت و داده‌های (GIS)

بخشهای قبلی مثالهایی از چگونگی کاربرد داده‌های سنجش ازدور و(GIS) را فراهم کرده است. گام بعدی مهم در هر سیستم برنامه‌ریزی روستایی، ترویج اطلاعات برای کاربران بالقوه می‌باشد. خروجیهای ممکن ازیک (GIS) مبتنی بر سیستم اطلاعات، طیف وسیعی از محصولات

جدولی تاآمارهای مربوط به عناصر گرافیکی ترمثل نقشه‌های موضوعی پیش‌بینی را پوشش می‌دهد. همانطورکه در بخشهای قبلی بحث شد، مدل(HYPERTEXT) بوسیله(WWW) از طریق فراهم نمودن مکانیزمهای متفاوت برای دسترسی به فرمولهای داده وسیع، حمایت می‌شود. علاوه برآن تعدادی از محصولات نرم‌افزاری وجوددارد‌که امکان‌ترجمه متن و فرمت پردازش کلمات مشترک را به (HTML)(مانند(HTML Assistant) که می‌توانند در این آدرس (ftp://ftp.cs.dal.ca/htmlasst/htmlafag.html.) پیداشود می‌دهد. به هر جهت امکان انتقال داده‌های مبتنی بر نقشه از طریق (WWW) به طور مستقیم از(GIS)های گوناگون موجود در بازار به میزان اندکی وجود دارد. بخش زیربرخی از راه حلهای موجودکه ممکن است برای برنامه‌ریزان روستایی جالب باشد را تشریح می‌کند.

۶-۱- تصاویر لحظه‌ای گرافیکی

بعضی اوقات برای یک کاربر دانستن این که سرورهای خاصی در(WWW) داده‌های فضایی رابه شکل گرافیکی منتشر می‌کنند مفید است. این داده‌ها نیازمند پردازشهای بیشتر و کاربرد ابزارهای اضافی جهت دیدن نمی‌باشند. این تصاویر لحظه‌ای از نقشه‌های از پیش تهیه شده و تصاویری که درقالب‌هایی مثل (GIF) و(TIFF) ارائه می‌شوند تهیه شده وتوسط بسیاری از مشتریان (WWW) به شکل تصاویر پایدار در صفحات(HTML) مشاهده می‌شوند. جالبترین مورد در اینجا فرمت(TIFF) زمینی می‌باشد که به کوشش مشترک گروه وسیعی از فروشندگان (GIS) و داده‌ها ارائه شده است. امتیاز تولید تصاویر لحظه‌ای گرافیکی آن است که این داده‌ها برای گروه وسیعی آماده شده و از نظر کاربرد بسیار راحت می‌باشد. هر کاربری که بتواند داده‌های (GIS) رابه یک فرمت گرافیکی وسیع تبدیل نماید و آشنایی مقدماتی با(HTML) داشته باشد، قادر است فضاهایی را ایجاد نمایدکه این نوع اطلاعات را درخود ذخیره کند. مضرات این نوع داده‌هاآن است که از فرمت (GeoTIFF) مجزا است. این درحالی است که داده‌های موجود در قالب گرافیکی از نظر کاربردهای بیشتر محدودیت دارد. علاوه برآن محدودیت توان تفکیک این داده‌ها با چنین فرمت هایی اغلب مشکلاتی رابه وجود می‌آورد.

سرورهای معینی که این اطلاعات مفید را دراختیار قرار می‌دهند، ازنظر زمانی آنها را به هنگام کرده، کاربرد آنها را برای گروه وسیعی از جمله برنامه‌ریزان روستایی امکان پذیر ساخته‌اند. بسیاری از سرورها اطلاعات مربوط به شرایط آب وهوایی (WWW) رابه صورت منظم به شکل نقشه‌های ثابت درزمینه پارامترهای معمول آب وهوا به روشهای گوناگون و با مقیاسهای مختلف تهیه ومنتشرمی‌کنند. اغلب این نقشه‌ها در اسناد(HTML) وجود داشته واطلاعات متنی اضافه را دراختیار قرار داده واشاره گرهایی به محتوای گرافیکی نقشه به حساب می‌آیند.

۶-۲- داده‌های موجود در فرمت اصلی (GIS)

از طریق عملیات ارجاع(WWW) کاربر می‌تواند به داده‌های (GIS) خاصی دست پیدا کند که در فرمت اصلی منتشر شده‌اند. بازیابی چنین داده‌هایی به کاربران مطلع امکان می‌دهد تا آنها را به طور واقعی با استفاده از ابزارهای مناسب و ادغام آنها با سایر داده‌هابه کار گیرند. مثال مشخص این مورد تهیه فایلهای خروجی اکسپورت (ARC/INFO) سیستم(GIS) یا فایلهای شکلی (ArcView) می‌باشند. فایلهای خروجی، احتمال دسترسی سریع به خروجیها را تضمین می‌کند. اغلب ارجاعات (WWW) می‌تواند به شکلی پیکره‌بندی شود که بازیابی یک فایل داده با یک پسوند توافقی به صورت خودکار انجام شده وبه صورت صحیح مورد بهره‌برداری قرار گیرد. در نتیجه از این طریق دستیابی و مدیریت داده‌ها فراهم می‌شود.

۶-۳- راهنماهای پایگاه داده‌های فضایی

داشتن ابزارهای مناسب جهت دسترسی به این فضای اطلاعاتی وسازمان(WWW) عنصر کلیدی دریافتن داده‌های روشن وبه هنگام در زمینه‌های گوناگون به حساب می‌آید. این اطلاعات معمولاً از طریق فهرستها، راهنماها و شاخص‌ها، تعیین می‌شوند. شخصی که در پایین‌ترین سطح قرار دارد، می‌تواند فهرست مجموعه داده‌های فضایی به کار رفته را دراختیار داشته باشد. هر مجموعه از این نوع داده، به وسیله یک خط واحد از متن توصیف شده، با نشانگرهایی برای تشریح وسیعتر داده‌ها همراه می‌شود و داده‌های(افزایش یافته از نظر ارزش) مثل تصاویر(یعنی مشاهدات گرافیکی) و نقشه‌های اولیه(سریهای زمانی) را اخذ می‌کند. امکان تعیین موقعیت سایر داده‌های مربوطه، کاربردها و پایگاههای داده وجود دارد. چنین فهرستهایی (دریک حالت کارآمد، در صورتی که سازمان مناسبی از داده‌ها وجود داشته باشد) قابل ارجاع و جستجو است(البته در صورتی که ماشین تحقیق مناسب یا مکانیزم شاخص‌گذاری دراختیار باشد) مثالی ازیک پروژه مبهم که تاحدی با حل مسائلی از این نوع سروکار دارد، کتابخانه رقومی آلکساندر یا با آدرس() می‌باشد.

۶-۴- تولید کنندگان نقشه

ادغام(GIS)و(WWW) می‌تواند به عنوان یک جزء محاسباتی (GIS) تفسیر شودکه در آن یک (GIS) به طورفعال بخشی از مکانیزم تقاضا- پاسخ مشتری/سرور به حساب می‌آید. این وضعیت در صورتی که کاربر یک کامپیوتر متصل به (WWW) داشته باشد که دارای امکاناتی برای تهیه کارکردهای (GIS) با مجموعه داده‌های محلی یا سنجش ازدور است، امکان‌پذیر می‌باشد. دلایل بسیاری وجود دارد که چرا ادغام (GIS) بامحیط (WWW) ارزشمند است. این دلایل عبارتنداز:

- قدرت محاسباتی (GIS) به سرور امکان می‌دهد، بتواند نیازهای یک کاربر را برآورده کند بدون این که نیازمند خرید نرم‌افزارهای گران قیمت و سخت‌افزارهای مربوطه باشد.
- محیط(WWW) یک محیط چندرسانه‌ای است و به سادگی امکان ادغام انواع مختلفی از اطلاعات را فراهم می‌کند و یکی از ضروری‌ترین خصایص آن امکان ارتباط اسناد به روشهای گوناگون می‌باشد.
- ارزان بودن(تقریباً) تمام ابزارهای مستقل استاندارداتصال کاربر در ارتباط بامحیطهایی مثل(WWW)(broswer)و(Netscape)رایگان‌است.همچنین کار با سیستم‌های یونیکس و ویندو زوسکوهای (Mac) بدون هزینه است.

- توسعه یک (GIS) که با(WWW) ادغام شده است،این توانایی بالقوه را دارد تا امکانات مشارکت افراد بسیاری را در داده‌ها و کاربرد آنها فراهم نماید.

به طور معمول می‌توان از ابتدا انتظار داشت که با توجه به منابع اندک و رقابت مربوط به آن و همچنین تعادل اندک سرورها، و نیز حجم زیاد داده‌هایی که باید منتقل شود، زمان پاسخگویی طولانی است. معمولاً قابلیت موجود در سرورهای (HTTP) و (HTML) آن است که به تهیه کننده امکان می‌دهد تا هر کاربردی را شامل اجزاء (GIS) بامحیط (WWW) به روش سرور/ مشتری مرتبط سازد. درطرف مشتری صفحه(HTML) می‌تواند با فرمها و نقشه‌های تصویری ورودی از طریق کاربر پرشود. داده‌های ورودی از سوی کاربراز طریق سرور به (CGI-BIN) منتقل می‌شود که امکان درخواست برنامه‌های خارجی یا دست نوشته‌ها را فراهم می‌کند. در این صورت، امکان ایجاد یک خروجی فراهم شده و می‌تواند به سوی مشتری برگردد. به طورمشخص نتیجه چنین کاربردی یک سند(HTML)(مانند وجود یک نقشه حاشیه‌نویسی شده) است. برنامه‌ها یا به قول معروف دست‌نوشته‌ها، فرم ورودی است که در زبانهای مختلفی مثل (C,CSH,SH و(C++) مورداستفاده قرار می‌گیرد. در میان برنامه‌های تهیه شده، به خصوص (PERL) به خاطر قدرتش در انتقال ورودی‌ها در حین کار کاربر و شکل‌بندی آن برای خروجی از اهمیت بیشتری برخوردار است.

در مواردی که به جزء محاسباتی (GIS) نیازاست، دست نوشته بایستی راهی را پیدا نماید تا روتین‌های خارجی(GIS) را پیدا کند. برای مثال با کاربرد یک دست نوشته (UNIX) مشخص، می‌توان (ARC) را به کارانداخت و در خط فرمان(ARC) یک (AML) روتین تهیه کننده را معین نمود و اجازه داد تا پارامترهای مطلوب معین شود.

مثالی از یک تولیدکننده نقشه

با کاربرد فرمهای خاص، کاربر می‌تواند مجموعه‌ای از اطلاعات را که در یک نقشه وجوددارد، انتخاب نماید. در انتخاب پارامترها، روش کلید فرعی یک سیستم را به کارمی‌اندازد که به نوبه خود، یک (AML) روتین(ARC/INFO) نامیده می‌شود. این کلید داده‌های مطلوب را ارئه کرده وآنهارابه یک برنامه نقشه، وارد می‌کند. این برنامه به همراه برنامه تبدیل تصویر و نتیجه قراردادن تصویر حاصل در یک سند(HTML) به مشتری برگشت داده می‌شود. در این صورت کاربر تصویر مناسبی را دریافت می‌کند. امتیاز چنین سیستمی آن است که کاربر با سطحی از پیچیدگی کارکردی (GIS) مواجه می‌شود که به وسیله(HTML) و با توجه به توسعه‌های اخیر شبکه (WWW) که هر روز در حال افزایش است، تعیین شده است. مضرات این مورد از نقطه نظر کاربر آن است که به داده‌های اصلی دسترسی ندارد چراکه ارتباط و پردازش سرورها ضعف وتوان بالقوه دسترسی پایین می‌باشد بنابراین ارتباط واقعی با داده‌ها برقرار نمی‌شود(به عنوان مثال، کار مستقیم با یک سیستم (GIS) که امکان زوم سریع، یافت خصیصه‌هاو...فراهم‌می‌نماید،نسبت‌به کارباشبکه‌بسیارسریعترانجام‌می‌شود).

با پیشرفت‌های اخیر (java) امکان حل بالقوه تمامی مشکلات فوق‌الذکر وجود دارد. به طورخلاصه یک (java,applet) بخشی از یک کد است که به یک صفحه (HTML) وارد می‌شود و برنامه‌ای را اجرامی‌کند که می‌تواند در طرف مشتری اجرا شده و توسط یک کاربر گرافیکی به صورت مستقیم به خود صفحه(HTML) وارد گردد. پیچیدگی برنامه(java) واردشده نامحدود و نظری است، شخص می‌تواند تصور کند که تمام محاسبات (GIS) در طرف مشتری و نه در طرف سرور انجام می‌شود. این وضعیت بیانگر آن است که قدرت محاسباتی براساس تعداد مشتریانی که می‌خواهند نقشه‌ها را سریعاً تهیه کنند، افزایش می‌یابد

۶-۵- زمان واقعی اخذ نقشه

بسیاری از مشکلات مربوط به تولید نقشه به وسیله سرورها از این واقعیت منشاء می‌گیرد که برنامه‌ها چنان ساخته نشده‌اند که به شیوه مشتری/ سرور عمل کنند. به عبارت دیگر به طور واقعی برای اجرای سریع طراحی نشده‌اند. یکی از پیشروان تهیه کننده(ESRI,GIS) است. این مرکز مشخص ساخته است ،برای برآوردن تقاضاهای بحرانی، مبحث محاسباتی (GIS) بایستی به قسمت‌پارادایم مشتری / سرور انتقال یابد. علاوه برآن، طراحی درقسمت سرور بایستی چنان باشد که دسترسی نقشه به پایگاههای داده فضایی وسیع وجود داشته باشد و از این طریق اخذ، نمایش، جستجو و بازیابی سریع امکان‌پذیر گردد. این امر نیازمند آن است که سرور قدرتمندی در رابطه بادادههای فضایی وجود داشته باشد. یک نمونه از این مورد(ORACLE) مبتنی بر ماشین داده‌هایی فضایی(SDE) حاصل از(ESRI) است که جستجوی فضایی را انجام داده و با پاسخ‌هایی در کمتر از یک ثانیه میلیونها خصیصه را جابه جاکرده و صدها کاربر را پاسخگوست. در سمت مشتری، مجموعه‌ای از محصولات نرم‌افزاری برای پاسخگویی به تقاضاها مورداستفاده قرار می‌گیرد.

۷ - نتایج و توسعه‌های آینده در فن آوری اطلاعات

اثرات و پیامدها در برنامه‌ریزی کاربری زمین: به طورخلاصه یک سیستم اطلاعات منافع بسیارزیادی برای برنامه‌ریز روستایی در اختیار قرارمی‌دهد.(WWW) یکی از ابزارهایی است که به طور هوشمند، منابع اطلاعاتی وداده‌ای را با یکدیگر مرتبط می‌سازد. به طور بالقوه این ابزار در جستجو و بازیابی اطلاعات و دسترسی دوستانه کاربر به محصولات نهایی می‌باشد. (GIS) می‌تواند به عنوان محیطی هماهنگ برای مجموعه داده‌های فضایی مختلف مدنظر قرار گرفته و برای تهیه عناصر تحلیلی و پیش‌بینی، نیازمند مدیریت محیط است. سنجش ازدور تهیه‌کننده منحصربفرد اساسی و معمول مجموعه وسیعی از اطلاعات در مورد وضعیت محیط می‌باشد.

سه سیستم اطلاعاتی که در این نوشته بحث شد، همگی به سرعت درحال توسعه می‌باشند. این خطر همیشه وجود دارد که تکنولوژی که به وسیله این نوشته توصیف شده است، به سرعت زیادی قدیمی شده و از رده خارج گردد. کاربران داده‌های سنجش ازدور، دردهه بعدی تصاویری باتوان تفکیک بسیاربالایی را در اختیار خواهندداشت. علاوه برآن دسترسی به اطلاعات طیفی بالا و داده‌های بهبود یافته امکان‌پذیر می‌گردد. درحالی که کاربران اینترنت و(WWW) بدون شک از منابع بسیارزیاد و بدون محدودیت امکانات ارتباطی ارزان قیمت بهره‌برداری می‌کنند کارکردهای

جدیدی توسعه یافته است که به عنوان نتیجه جدیدی در مبحث سرور/ مشتری چون (java) به حساب می‌آیند، که اطلاعات بیشتری راعرضه می‌کنند. این درحالی است که این امکانات بدون شک تقاضای کاربران را برحسب نیازمندیهای محاسباتی وتوسعه الگوریتم‌های جدید،دائماًافزایش می‌دهند. برنامه‌ریز روستایی بایستی این واقعیت را بپذیرد که این موارد نیز به سرعت به پیش می‌روند. کاربران جدید بایستی تشویق شوند تا امتیازات ممکن وبی‌سابقه‌ای که این تکنولوژی فراهم می‌کند را استفاده نمایند.

به هرجهت، همان طورکه این نوشته نشان داد، چندین درس می‌توان ازاین تجربیات گرفت . به خصوص کاربر بایستی به طوردائم ازخطاهای بالقوه و واقعی وموضوعات مربوط به اعتبار، آگاهی داشته باشد. سهولتی که توسط آن، مجموعه داده‌های جدید و موجود می‌تواند ظهور پیداکند، به سطح بالاتری ادغام شده یا پردازش شود، اغلب عدم حتمیت‌های تجمعی که همراه هرگام در زنجیره پردازش به وجودمی‌آید را پنهان می‌سازد. برای غلبه براین مشکلات، کاربران مجموعه داده‌های فضایی وسیستم‌های پردازشی چون (GIS) نیاز دارند تا درک کامل آماری از داده‌ها و روشهایی که قصد دارند به کاربرند، بدست آورند. تمام مجموعه داده‌های جدید بایستی از نظر کمیت و کیفیت به میزانی اعتبار داشته باشند که بتوانند سایر کاربران رابه ادغام در خود مطمئن نمایند. درصورتی که داده‌ها در ورای محدوده‌ای که برای آن ایجاد شده‌اند به کارگرفته شوند کاربرد نادرست مقیاس در نقشه‌های رقومی را باعث شده و می‌تواند منجر به خطاهای کاذب شود. کاربر بایستی خطاهاومحدودیت‌های مربوط به تمام داده‌های رقومی را بداند. در موارد مشابه، قابلیت سنجنده بایستی به صورت مسئولانه درنظر گرفته شود. برای مثال هیچ کوششی برای کاربرد اطلاعات خطی معنادار اخذ شده از(AVHRR) یا اطلاعات مربوط به ترکیبات معدنی حاصل ازداده‌های (HRV) اسپات انجام نشده است . خواص فیزیکی شرایط سطحی مورد سؤال و توان تفکیک رادیومتری و خصایص سنجنده بایستی هماهنگ و تطبیق شوند. در عین حال، افزایش توان تفکیک فضایی تصویر همیشه برای افرادی که سعی دارند طبقه‌بندیهای پوشش زمین را به صورت خودکار براساس پیکسل مرزی انجام دهند سودمند نبوده و یک منبع عمده خطا به حساب می‌آید که ناهماهنگی را به شدت افزایش می‌دهد. به هر جهت لازم به ذکر است که تعداد فروشندگان تجاری با توجه به هر گروه از ماهواره‌های کوچک، افزایش یافته‌اند. این ماهواره‌ها فقط با تعداد اندکی از سنجنده‌ها کار می‌کنند. ولی ماهواره‌های بسیاری نیز بدون سنجنده در مدار قرارگرفته‌اند. این بدان معناست که این سیستم‌ها قادرند پوشش زمانی بسیاروسیعی را فراهم نمایند. بسیاری نیز توان تفکیک فضایی بالایی را ارائه می‌کنند. سکوهای فضایی وجود دارند که تصاویری با توان تفکیک یک متر عرضه می‌کنند. اولی عمدتاً ماهواره‌های مشاهده نظامی هستند که به زودی برای برنامه‌ریزی روستایی قابل دسترس خواهند بودو منجر به افزایش دسترسی به داده‌های ماهواره‌ای قابل توجهی در زمینه کارتوگرافی مبتنی برماهواره و داده‌هایی برای(GIS) می‌باشند.

به منظور انتقال راحت اطلاعات و داده‌ها بین کاربران، مطالعات جالبی در سالهای اخیر به انجام رسیده است که در آن به بهره‌برداری آزاد تکنولوژی بین محصولات (GIS) وکاربران توجه شده است . به طورخاص سازمان چتر اروپایی برای اطلاعات جغرافیایی (EUROGI) و(GISDATA) برنامه بنیاد علم وعلوم اجتماعی اروپا را ایجاد کرده است . استانداردکردن ساختار داده‌ها، ترمینولوژی و عملکردی کردن ارتباط بین فروشندگان چندگانه (GIS) می‌تواند تنها خبرهای مناسب برای کاربر باشد. همانطور که بیان شد، ادغام وهماهنگی تکنولوژی (GIS) با مجموعه داده‌های سنجش ازدور، روش مناسبی برای تولید نقشه‌های مربوط به خطر آتش، تبلیغات یا تکثیر و بازیابی اطلاعات به حساب می‌آید. (GIS) برای کمک به طبقه‌بندی داده‌های حاصل از سنجش ازدور سودمند می‌باشد. به هر جهت یک محدودیت عمده درپیشرفت (GIS) برای بسیاری از کاربردهای محیطی، توسعه اندک قابلیت تحلیلی و مدلسازی آن است . این موارد شامل ابزاهایی برای درک موضوعات کیفی و آماری مجموعه داده‌ها(مانند صحت داده‌ها، واریانس، مجموع داده‌ها، اعتبار طرحهای نمونه گیری، خطای ممکن در موقعیت، مناسب و اعتبار روش پردازش) می‌باشد. اهمیت آماری- زمینی موجود در سیستم‌های تجاری(GIS) بیش ازحد نمی‌تواند مورد تأکید قرارگیرد.

بالاخره توسعه‌های مبتنی بر تکنولوژی شبکه‌ها، به خصوص شبکه جهانی به طور واقعی روشی انقلابی را ایجاد کرده‌اند که از آن طریق مردم می‌توانند به کار بپردازند. انتشار و بهنگام سازی اطلاعات می‌تواند اکنون در دو سطح مشخص و زمان واقعی موردتوجه قرارگیرد. این موارد کاربردهای عظیمی برای نمونه‌های جالب درمبادله تحقیقات فراهم کرده و ارتباط علوم خاص را به خوبی برقرار می‌کند. به صورت عملکردی، طیف وسیعی از خدمات در شبکه عرضه می‌شودکه به طور مداوم درحال افزایش می‌باشد. کتابهای درسی در این مجموعه ممکن است که به طور مناسب یک عرضه چندرسانه‌ای به حساب آمده که فقط به شکل رقومی در کل شبکه یا در یک (CD-ROM) قابل دسترس هستند. برای استقرار این کاربردها تعدادی از تغییرات اساسی در تکنولوژی بایستی انجام شود. این موارد شامل هزینه‌های پایین‌تر برای ارتباطات راه دور، بهبود زیرساختها در شبکه کشورها(قبل از این در برخی از نواحی ایجاد شده است) و تجارت الکترونیکی می‌باشند.

منابع

RHIND , D. and MOUNSEY , H., 1989 , Understanding GIS. London : Taylor & Francis.

RYERSOn, R. (ed), 1996, Manual of Remote Sensing (Third Edition) . Falls Church, Virginia: American Society of Photogrammetry.

STAR, J., and ESTES, J., 1990, Geographic Information Systems: An introduction. Prentic Hall, New Jersey, pp 303.

TIME, 1994, Time Magazine International , 30, July 25th

DOWNMAN, I., GUGAN, D.J., MULLER, J-P. and PEACEGOOD, G., 1987, The use of SPOT data for mapping and DEM production , in SPOT-1 Image utilisation, assessment and results edited by CNES. (Cepadeus Editions: Toulouse). 1213-1220.

D'SOUZA , G., BELWARD , A.S. and MAILINGREAU , J-P. (eds.), 1996, Advances in the use of AVHRR data for land Allications . Dordrecht: Kluwer Academic. 479p.

FOOT, J.S., 1994, Hazard warning in Meteorology : the importance of remote sensing, in Proceedings of the meeting on Natural Hazard Assessment and Mitigation: The unique role of remote sensing, held at the Royal Society , London, on 8th -9th March 1994. London: Royal Society. 13-16.

FORSHAW, M.R.B., HASKELL, A., MILLER, P.F., STANLEY, D.J., and TOWNSHEND, J.R.G., 1983, Spetial resolution of remotely sensed imagery, A review paper.

dGEOTIFF,

http:/WWW-mipl.jpl.nasa.gov/cartlab/geotiff/geotiff.html.

JOURNAL, A.G., 1996, Modelling uncertainty and spatial sependence: Stochastic imaging. International Journal of GIS, 10,517-522.

KENNEDY, M and NEYERS, 1977, Spatial Information Systems : Introduction. Louisville, Kentuck: Urban Studies Centre.

LEGG, C., 1990, Digital satellite imagery from the Soviet Union. In proceedings of the 16th Annual Conference of Remote Sensing Society , Swansea , 19th-21st.

September 1990 . RSS: Nottingham. 65-74.

MASSONETT, D., ROSSI, M., CARMONA, C., ADRAGNA,F., PELTZER, G., FEIGL, K. and RABAUTE, T., 1994, The displacement field of the Landers earthquake mapped by radar interferometry, Nature, 364, 138-142.

MATHER, P.M. (ed.) , 1993, Geographic Information Handling: research and applications. Chichester: J.Wiley & Sons. pp 343.

PERRY, C.R., and LAUTENSCHLIGER. L.F., 1984, Functional equicalence of spectral vegetation indices, Remote sensing of environment, 14, 169-182.

PINTY, B. and VERSTRAETE, M., 1992, GEMI: A non - linear Index to monitor global vegetation from satellites, Vegetatio, 101, 15-20.

1994, 44-50.

VALENZULA, C., 1991, Basic principles of Geographic Information Systems. In Renote Sensing and Geographic Information Systems for Resource Managemant in Developing Countries , edited by A. Belward and C. Valenzuela. Dordecht: Kluwer Academic. 279-295.

VASCONCELOS, M.J., 1995, Intergration of remote sensing and geographic information system for fire risk management. In Renote Sensing and GIS Allications to Forest Fire University of Alcala de Heenares , Spain, September 1995. ERSEL. 129-147.

VOGT, J., 1996, Land surface temperature rretrieval from NOAA AVHRR data, in Advances in the use of AVHRR data for land applications edited by G. D'Souza , A.S. Belward and C.R. Valenzuels , Dordrecht: Kluwer Academic. 1-30.

BELWARD,A.S., 1991, Spectral characteristics of vegetation , soil and water, in Remote Sensing and Geographical Information Systems for Resource Management in Developing Countries, edited by A.S. Belward and C.R. Valenzuela. Dordrecht: Kluwer Academic. 31-54.

BELWARD, A.S. and VALENZUELA, C.R.. 1991, Remote Sensing and Geographical Information Systems for Resource Management in Developing Countries, edited by A. S. Belward and C.R. Valenzuels . Dordrecht: Kluwer Academic.

BURROUGH. P., 1986, Principles of Geographic Information SYstem for land resource assessment. Clarenden Press: Oxford, 194pp.

WILKINSON, G.G. 1996, A review of current issues in the integration of GIS and remote sensing data, International Journal of Geographical Information Systems, 10,85-101.

CHURCHIL, P.N., 1996, The CEO Programme, Special Publication SPI 96.28, European Commission : Space Applications Institute, JRC-Ispra,21020 (Varese) Italy.

CHUVIECO, E. (ed.), 1995, Remote Sensing and Gis Applications of Alcala de Heenares Spain, September 1995. ERSEL.

CRUTZEN , P. and GOLDAMMER , J. (eds.), 1993, The ecological , atmospheric, and climatic importance of the vegetation fires. Report of the Dahlem Workshop on Fire in the Environment. John Wiley & Sons.