

معیارهای انتخاب یک نرم افزار GIS^۱ مناسب

مهندس محمدجواد دادراست

کارشناس ارشد برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست

مقدمه

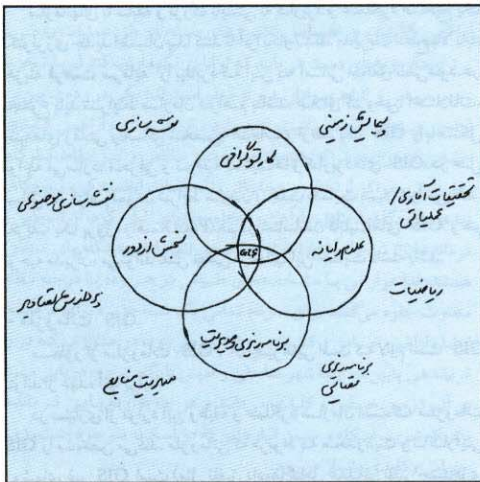
نیاز به پشتیبانی قدرتمند و پیشرفته پردازش اطلاعات (که از منابع مختلف تهیه شده اند) در برنامه ریزی ها (بدلیل حجم فزاینده داده ها و رشد روش های اتوماتیک جمع آوری داده ها نظیر فن آوری سنجش از دور)، کاربر سامانه های (Systems) کارآ و قدرتمند پردازش اطلاعات را اجتناب ناپذیر می سازد، GIS یا سامانه اطلاعات جغرافیایی با ویژگی خاص تلفیق داده های مکانی و غیر مکانی در میان مدیران و برنامه ریزان، بعنوان یک سامانه از جایگاه خاصی برخوردار گردیده است.

GIS بعنوان بخشی از نظام پشتیبان تصمیم گیری (DSS)^۲، مدیران و برنامه ریزان را جهت مدیریت تلفیقی منابع (Integrated Resources Management)، در تصمیم گیری یاری می کند.

از دهه ۱۹۷۰، رشد سریع فن آوری رایانه، پیشرفت سریع GIS های اتوماتیک را سبب گردید و نرم افزارهای GIS متعدد، با قابلیت های مختلف و فراوانی به بازار عرضه گردید.

بدلیل بلوغ فن آوری GIS، نرم افزارهای بیشتر و بیشتری از GIS با توانمندیها و قابلیت های بسیار متنوع به بازار عرضه گردیده و خواهد گردید که ابزارهای مطلوبی برای کار با داده های مکانی و غیر مکانی فراهم می سازد.

تنوع نرم افزارهای GIS از یکسو^۳ و طبیعت پیچیده و بین رشته ای سامانه های اطلاعات جغرافیایی از سوی دیگر (نگاره (۱)) انتخاب یک نرم افزار GIS مناسب که بتواند به بهترین شکل، پاسخگوی نیازهای کنونی و آتی یک سازمان باشد را پیچیده و مشکل می سازد. در این مقاله تلاش گردیده، مفاهیم و معیارهای لازم جهت چنین انتخابی معرفی گردد.



نگاره (۱): GIS و رشته های مرتبط

فاکتورهای مؤثر در انتخاب GIS

با توجه به تنوع زیاد سیستم های GIS که قابلیت های بسیار متنوعی هم در محیط اصلی و هم در محیط تخصصی خود ارائه می کنند، هنگام انتخاب یک GIS حتماً باید در نظر داشت که اصول طراحی سیستم پنحوی باشد که بتواند نیازهای کاربر را رفع کند.

در گزینش یک نرم افزار GIS برای یک سازمان باید موارد زیر را در نظر داشت:

بعنوان مثال سازمان آب افریقای جنوبی^۴ در سال ۱۹۸۷ با گزینش GIS مواجه بود، وظیفه مدیریت منابع آب بخش اصلی بود که GIS باید از عهده آن برمی آمد، افزایش نیاز به آب بدلیل فشار توسعه صنعتی و رشد جمعیت موجب تغییر ملزومات GIS خواهد شد و بنابراین آنچه باید خریداری می شد، "مجموعه ای از ابزارهای GIS بود که باید می توانست در قالب یک GIS منطبق با نیازهای کاربران، مورد استفاده قرار گیرد".

GIS و تکنولوژیهای مرتبط

باید توجه داشت که بین GIS و تکنولوژیهای نظیر CAD و کار توگرافی کامپیوتری تفاوت های اساسی وجود دارد. نرم افزارهای طراحی مثل CAD فقط قادر به انجام "پردازش داده های مکانی" هستند حال آنکه انجام "عملیات مکانی روی داده ها" تنها از عهده GIS برمی آید. GIS یک پایگاه داده ها را نگهداری می کند نه مجموعه ای از نقشه ها را و قادر است داده های مکانی^۵ و غیر مکانی^۶ (توصیفی) موجود در پایگاه اطلاعاتی را به هم متصل سازد.

امور مالی و کارکنان

GIS برای کاربردهای پیچیده و بزرگ مقیاس، ارزان قیمت نمی باشد. علاوه بر هزینه اولیه سخت افزار و نرم افزار که تنها ۱/۵ کل هزینه های لازم جهت ایجاد یک GIS را شامل می شود، هزینه توسعه سیستم را حتماً بایستی مورد توجه باشد.

هزینه های ایستگاه کاری گرافیکی و هزینه به روز کردن کامپیوتر میزبان مرکزی، هزینه های توسعه سیستم را تشکیل می دهند. هزینه های توسعه نرم افزار نیز بایستی مدنظر باشد.

کارکنان کار آزموده برای کاربرد موفق GIS ضروری است و در کشورهای جهان سوم ممکن است نیاز به آموزش پرسنل برای تکنولوژی جدید باشد، علیرغم هزینه های بالا و نیاز به تخصص، GIS بعنوان یک تکنولوژی مناسب برای کشورهای در حال توسعه باید مورد توجه قرار گیرد.

ملزوماتی که بین رشته ای بودن ایجاد می کند

GIS یک تکنولوژی تلفیقی است که تخصص ها و رشته های مختلفی را دخیل می کند. مثلاً در زمینه مدیریت منابع آب رشته های مهندسی عمران، نقشه برداری، سنجش از دور، هیدرولوژی، ژئوهیدرولوژی، شیمی و نیز CAD دخالت دارند. داده هایی که باید GIS د ذخیره و دست کاری کند متنوع و شامل داده های توپوگرافی، کاداستر، سری های زمانی، داده های توصیفی و داده های راستر (نظیر سنجش از دور) می باشد. پس GIS باید بتواند بطور گسترده ای پاسخگوی نیازهای متنوع باشد.

مطرح کردن ملزومات چندین رشته بدلیل انعطاف و تغییر پذیری بالای GIS امکان پذیر است. البته استفاده از چندین بسته بسیار تخصصی گسترش یافته و تلفیق شده در محیط یک GIS (مدولها یا گسترشها)^۷ به جای

- تناسب و کارآیی روشهای فعلی کار با داده ها (Data Manipulation) را باید با روشهای پیشرفته GIS مورد مقایسه قرار داد و ارزیابی کرد تا قابلیت ها و برتری های GIS دیده شود.
- باید تعیین شود برای رفع نیازهای کاربر در سطحی که کار می کند، کدام یک از مفاهیم اساسی GIS مورد نیاز است.
- ممکن است تعریف یک پروژه راهنمای (Pilot) مناسب، لازم باشد.
- اندازه پیکره اولیه و مسیر بالقوه پیشرفت باید تعیین گردد. (اینکه وضعیت شروع چیست و تاکی می تواند باشد)
- گروه های مختلف درون سازمان اعم از مدیریت رده بالا، کارکنان فنی و کاربران بایستی با انتخاب GIS موافق باشند.
- در مرحله انتخاب معیارهای گزینش، نیازهای عملیاتی سازمان باید تعریف شده، باشند.
- فاکتورهای مؤثر در چنین انتخابی به قرار زیر است:

سازمان

سازمانهای با سابقه و بزرگ بایستی به کاربرد و عملکرد صحیح یک تکنولوژی جدید اطمینان پیدا کنند تا آنرا بکار بندند. مدیریت سطح بالا باید "هزینه فرصت سرمایه" را بپذیرد که این به آسانی محقق نمی شود. در مجموع باید شرایط سازمان فراهم باشد. علائق گروهی، اختلافات، جنبه های رقابتی و مسائل شخصی، انتخاب و ارتقاء یک GIS را با مشکل مواجه می سازد. معرفی و توجیه قابلیت ها و کاربردهای GIS در حل مسائل، در فراهم نمودن شرایط سازمان و جلب حمایت بسیار کار آ می باشد. تعریف یک پروژه راهنما (Pilot) هم در شناساندن قابلیت های GIS و هم توجیه مدیران، می تواند نقش مهمی در جلب این حمایت داشته باشد.

ملزومات GIS

منظور از ملزومات GIS، آن چیزهایی است که لازم است GIS بتواند از عهده آنها بر آید.

در بسیاری از موارد این وظیفه و عملکرد سازمان است که ملزومات GIS را مشخص می کند. ملزوماتی که مربوط به محدودیت و ناکارایی روشهای غیر GIS است (مثل تلفیق داده ها شامل عملیاتی نظیر جستجوی مکانی، رویهم اندازی نقشه ها، ایجاد مناطق حاشیه ای یا Buffer) به آسانی قابل تشخیص است.

دیدگاه خاصی برای درک ملزومات GIS لازم است، این دیدگاه باید دو جنبه اساسی را شامل باشد:

- ۱- درک صحیحی از داده ها و مسئولیت های سازمان
 - ۲- درک صحیحی از قابلیت ها و تواناییهای تکنولوژی GIS
- بر اساس این دیدگاه نیازهای سازمان از یکسو و قابلیت های GIS از سوی دیگر مشخص می کند که آیا GIS انتخابی از عهده آنچه سازمان انتظار دارد برمی آید یا نه؟

استفاده از یک بسته که تلاش کند همه چیز برای همه رشته‌ها باشد، نگرش دیگری است که مناسب‌تر بنظر می‌رسد.

– مقیاس بکارگیری

بسته به حجم اطلاعاتی که در ارتباط با وسعت منطقه تحت مدیریت و افقهای برنامه‌ریزی تعیین می‌گردد، نیازها متفاوت می‌باشد. توانایی پایگاه داده برای دستکاری حجم بزرگی از داده‌ها با زمانهای دستیابی قابل قبول بسیار مهم است.

در یک سیستم بزرگ بایستی خارج شدن سخت‌افزار و نرم‌افزار از رده مورد توجه باشد. نرم‌افزاری که قبلاً به چندین ساختار کامپیوتری متصل می‌شده به احتمال زیاد، دیرتر از سخت‌افزار از رده خارج می‌شود.

– مشخص کردن ویژگیهای موردنیاز

تعیین مناسبترین GIS که بتواند نیازهای سازمان را رفع کند و پائین‌ترین پیشنهاد باشد، مستلزم تعیین نیازهای واقعی سازمان و نوشتن آنهاست، بویژه باید به رفع محدودیت‌های سیستم‌های CAD^۱ و نقشه‌کشی در تحلیل و مدل‌سازی داده‌های زمین مرجع توجه شود.

متخصصینی مثل نقشه‌بردارها و کارشناسان سنجش از دور که باید GIS را بکار گیرند، با بحث و تبادل‌نظر می‌توانند پیش‌نویس مشخصات لازم را تهیه کنند تا برای عرضه کنندگان فرستاده شود. مثلاً کاری که DWA انجام داد این بود که با توجه به دامنه وسیع نرم‌افزارهای GIS که در حال توسعه می‌باشند، نیازهایش را به ۴ دسته تقسیم کرد: اساسی (حیاتی) – بسیار لازم، لازم و اختیاری تا به این ترتیب، ملزوماتی بیش از نیاز، توسط پیشنهاد دهندگان ارائه نگردد و رسیدن به توافق آسانتر گردد.

در لیست کردن نیازها با مشکل ترجمه نیازهای سطح بالای کاربر به مشخصات GIS روبرو می‌شویم که ۲ راه حل بنظر می‌رسد.

۱ – لیست کردن جزئیات تمام کاربردهای ممکن: که البته احتمال لحاظ نکردن بعضی ملزومات و ملزومات ناشناخته آینده وجود دارد، و بنابراین راه‌حل دیگری که بنظر می‌رسد عبارت است از:

۲ – استفاده از یک شیوه عمومی گزینه‌ای: برای این منظور از مدل مفهومی پدیده (Entity)، استفاده می‌شود. این مدل تمام موضوعات جغرافیایی را در Feature یا پدیده موضوعی، خلاصه می‌کند. هر Feature مجموعه‌ای از Attribute های (ویژگیهای موضوعی) مکانی، غیر مکانی و طبقه‌بندی را شامل می‌گردد. سه نوع اساسی پدیده موضوعی (Feature) نقطه، خط و سطح می‌باشد. یک Feature مرکب، از دو یا چند Feature تشکیل می‌گردد. بعنوان مثال شبکه آبراهه‌ها در یک حوزه آبخیز می‌تواند در یک Feature خطی که شامل چند Feature مثل آبراهه‌های اصلی، فرعی، دائمی و فصلی است و ویژگیهایی نظیر عمق در هر نقطه، کیفیت آب، میزان آلودگی و مشخصات جغرافیایی نقاط مختلف مسیر (که بعنوان attribute های آن می‌باشد)، خلاصه شود. هر پدیده‌ای که شما تصور کنید با نقطه، خط و سطح قابل نمایش است.

مثلاً جاده‌ها و رودها با خطوط، اراضی کشاورزی و محدوده‌های جنگل با سطوح و بالاخره روستاها، ایستگاههای آب‌سنجی، سد‌ها با نقاط اگر تمام عملیات GIS با این مدل بتواند به دیتاها (داده‌ها) دسترسی پیدا کند، ویژگی بسیار ساده و ظریفی پیدا می‌کند.

در برنامه‌ریزیهای زیست‌محیطی که نیاز به تحلیل سناریوهای آینده است، باید مطمئن شد که GIS قادر است مفاهیم و مدل‌هایی از آنچه که ما هنوز از آن بی‌خبریم را بکار گیرد. اگر مدل مفهومی پدیده‌ها یا مدل Feature بتواند آنچه که لازم به شناخت و دسترسی به پدیده‌هاست را شامل گردد، GIS قادر به انجام چنین کاری خواهد بود.

GIS مبنایی برای اجرای مدل‌های علمی است که در سایر سیستم‌ها وجود دارند و باید قادر باشد داده‌ها را بنحوی ایجاد کند که بتوانند در این مدل‌ها پیاده‌سازی شوند و نتایج را برای تحلیل و ارائه بعدی ذخیره کنند. اغلب GIS ها امروزه از مدل Feature استفاده می‌کنند.

□ تعدادی از جنبه‌های ضروری GIS

○ پایگاه داده (Data Base)

یک GIS بایستی براساس یک پایگاه داده قدرتمند طراحی شده باشد تا ذخیره و دسترسی مؤثر به داده‌های مکانی و غیر مکانی بصورت تلفیق شده را فراهم نماید. در اندازه پایگاه داده نباید محدودیتی وجود داشته باشد و پایگاه داده بایستی یکپارچه یا بدون درز (Seamless) باشد مدل Feature باید توانا باشد و محدودیتی در توسعه جغرافیایی یک Feature وجود نداشته باشد.

○ **توپولوژی (Topology):** ذخیره روابط توپولوژیکی بین ویژگیهای موضوعی (Attributes) پدیده‌های مختلف از قبیل تقاطع و انشعاب لازم است.

○ **پرس وجو در بانک اطلاعاتی (Database Query):** پرس وجو براساس کلیدهای (Keies)^۱ توپولوژیکی، مکانی، حرفی، و عددی لازم است.

○ **پرس وجو براساس Key توپولوژیکی** مثل این سؤال: در مجاورت و یا همسایگی دریاچه یک سد (Feature سطح) تا شعاع ۵۰۰ متری کدام روستاها (Feature نقطه) واقع شده‌اند؟

پرس وجو براساس Key مکانی مثل این سؤال: آبراهه‌هایی که در محدوده طول عرض جغرافیایی خاصی قرار دارند کدامند؟

پرس وجو براساس Key حرفی مثل این سؤال: در کدام یک از روستاها (Feature نقطه) اقتصاد غالب باغیانی است؟

پرس وجو براساس Key عددی مثل این سؤال: چاههایی (Feature نقطه) که سختی آب آنها از حد خاصی بیشتر یا مساوی با عدد خاصی است کدامند؟

نتیجه تمام پرس وجوهای فوق در نقشه قابل نمایش است و البته امکان **پرس وجوهای ترکیبی** نیز وجود دارد مثل این سؤال: تمام روستاهای با جمعیت بیش از ۲۰۰۰ نفر و بعد خانوار ۵ نفر و اقتصاد غالب زراعت که

تهیه ابزار خروجی با کیفیت بالا بسته به نیازهای سازمان می‌تواند ضروری تا اختیاری باشد.

□ آزمایش BENCHMARK^{۱۱}:

در یک زمینه پیچیده و غیر مشخص نظیر GIS، توضیحاتی که توسط عرضه کنندگان در مورد ملزومات ارائه می‌گردد، محدودیت‌های زیادی دارد و از وضوح کافی برخوردار نمی‌باشد تا بتوان بر مبنای آن یک قضاوت قاطع داشت، بنابراین طراحی یک سری آزمونهای Benchmark برای بررسی مشخصات اساسی و لازم سیستم‌های پیشنهادی توسط عرضه کنندگان ضروری است.

پیش‌بینی استفاده از داده‌های توپوگرافی، DTM و داده‌های حاصل از شناسش از دور در طراحی Benchmark می‌تواند درجه اعتبار و اطمینان عملیات اصلی و توانایی سیستم در بکارگیری حجم زیادی از داده‌ها را مشخص کند. البته باید در نظر داشت تأمین داده‌ها برای عرضه کنندگان به منظور انجام آزمایش Benchmark کار ساده‌ای نیست و باید تمامی مفاهیم با اهمیت GIS، نظیر مدل Feature و روابط توپولوژیکی میان attribute‌ها را شامل شود، بدلیل اختلاف زیاد فرمتهای در دسترس برای چنین داده‌هایی، ممکن است داده‌ها برای دربرداشتن تمام این مفاهیم از تناسب کافی برخوردار نباشند. در صورت وجود و تدوین یک استاندارد ملی تبادل (Exchange) اطلاعات زمین مرجع، بهتر است در تهیه داده‌ها این فرمت‌ها رعایت گردد.

□ بحث و نتیجه‌گیری

انتخاب یک نرم‌افزار GIS مناسب، کار ساده‌ای نیست و از آنچه بنظر می‌رسد دشوارتر است. هزینه‌های بالا، ماهیت بین رشته‌ای و تنوع نرم‌افزارهای تجاری GIS، تغییر ملزومات و خواسته‌های موردانتظار سازمانها از یک GIS در آینده، انتخاب را پیچیده‌تر و مشکل‌تر می‌سازد. این انتخاب مستلزم بیش از حد تخصصی است که هم قابلیت‌های GIS و هم نیازهای سازمان در حال حاضر و آینده را شامل شود.

انتخاب نرم‌افزار با قابلیت‌های بیش از حد نیاز و قیمت بالاتر اتلاف سرمایه است، همانگونه که ناکافی بودن قابلیت‌های مورد نیاز نرم‌افزار GIS نیز موجب ناکامی استقرار و ارتقاء GIS خواهد گردید و صرف هزینه‌های زیاد جهت جایگزینی سیستم مناسب را سبب می‌شود.

□ توصیه‌ها

- افزایش تخصص در GIS قبل از وارد شدن به بازار یک نگرش خردمندانه است و شایسته صرف وقت و نیرو می‌باشد.
- مطالعات راهنما (Pilot) در آموزش مفاهیم GIS و تصحیح ملزومات و نیز در توجیه منافع GIS برای مدیران سطح بالا بسیار ارزشمند است.
- با صرف زمان برای پژوهش در زمینه تکنولوژی GIS و ارتقاء سطح کاربران مستعد، GIS نه بعنوان یک تکلیف ناخواسته که بعنوان یک

فاصله آنها از جاده اصلی فلان کمتر از ۵ کیلومتر است کدامند؟

○ تحلیل (Analysis): رویهم‌اندازی و تلفیق، یک ابزار اساسی تحلیل است که باید پشتیبانی شود.

○ هندسه نمایش (Projection): بسته به موقعیت جغرافیایی، GIS باید توانایی نمایش داده‌های مختلف در پروژکسیون‌های مختلف و معمول منطقه را داشته باشد.

○ ایمنی (Security): با امنیت پایگاه داده، باید توجه داشت دانش GIS شامل یک پایگاه داده مرکزی است که بطور مداوم در دسترس بسیاری از کاربرانی که حق استفاده خواندنی (Read-access) از آنرا دارند، می‌باشد. بایستی برای کاربران مختلف، بتوان رتبه‌های مختلف حق استفاده از پایگاه داده تعریف کرد و بخشی از داده‌های حساس فقط توسط کاربران خاص قابل استفاده باشد تا امنیت اطلاعات تضمین گردد.

○ رابطه کاربر (User Interface): توانایی سازگاری (Customization) رابط، ایجاد منوها، فرامین و... لازم است.

○ زبان ماکرو (Macro Language): وجود یک زبان ماکروی سطح بالا لازم است. ابزارهای اصلی که زیاد مورد استفاده قرار می‌گیرند، باید آرشیو و بایگانی شوند تا بتوانند سریعتر و راحتتر، بکار گرفته شوند.

○ پشتیبانی عرضه کننده (Vendor Support): خدمات پشتیبانی موضوع بسیار مهمی است. ما به خدمات مشاوره تخصصی جهت Set up کردن GIS و نیز پاسخگویی عرضه کننده در قبال تغییر ملزومات نیاز داریم.

○ داده‌های راستری یا شبکه‌ای (Raster data): اینکه GIS مدل راستر را نیز علیرغم و کنوری بودن پشتیبانی کندها اهمیت است. توانایی ورود (Import) داده‌های راستری (مثل تصاویر طبقه‌بندی شده حاصل از تصاویر ماهواره‌ای) ضروری است.

○ سیستم باز (Open System): بایستی ابزاری جهت تلفیق نرم‌افزارهای مرتبط با GIS موجود باشد که این مستلزم طراحی مدولار و باز برای دسترسی به ساختارهای داده GIS و زیرسیستم‌های آن بطور مستقیم است.

○ مدل‌های رقومی زمین (Digital Elevation - Digital Terrain Models): برای کار با DTM‌ها ضروری است تسهیلاتی با GIS تلفیق شده باشد.

○ پایگاه‌های داده خارجی (External Database): توانایی تلفیق داده‌های زمین مرجع، نگهداری پایگاههای داده سایر شرکتها در دیگر کامپیوترها با GIS ضروری است.

○ سخت‌افزار (Hard Ware): بدلیل دامنه وسیع نیازمندیها، یک نوع کامپیوتر کافی نمی‌باشد. پایگاه داده بزرگ مرکزی باید بوسیله یک ریزکامپیوتر (Micro Computer) میزبان قدرتمند تقویت شود.

بهتر است یک ایستگاه کاری گرافیکی (صرف این منظور) برای اجرای عملیاتی که به پردازش زیاد و قابلیت‌های گرافیکی نیاز دارد، اختصاص داده شود.



جدول (۱): تعدادی از نرم افزارهای مهم GIS

نام نرم افزار	تولید کننده یا عرضه کننده؛ کشور	ساختار داده ها	سکوی های کاری
ARC/INFO	Environmental Systems Research, Inc; USA	وکتور	کامپیوترهای شخصی، ایستگاههای کاری NT, UNIX, DOS بر روی
PAMAP	PAMAP GRAPHICS; CANADA	تلفیقی از راستر - وکتور	کامپیوترهای شخصی پنتیوم ۴۸۶، ایستگاههای کاری UNIX و سیستم های VAX
SPANS (Spatial Analysis Software Suite)	TYDAC TECHNOLOGIES, Inc; CANADA	وکتور - راستر	کامپیوترهای شخصی، ایستگاههای کاری بر روی NT-MS Windows, DOS و سکوی کاری UNIX
GENAMAP	GYNASYS, Inc; UAS	وکتور - راستر	دامنه وسیعی از سکوی های کاری کامپیوتر شخصی و ایستگاه عادی
TNT mips (map and Image Processing system)	MICROIMAGES, CO, USA	وکتور - راستر	کامپیوترهای شخصی Apple Macintosh و دامنه وسیعی از ایستگاههای عادی
INTERGRAPH MEG	MGEINTERGRAPH, CROP; USA	وکتور - راستر	کامپیوترهای شخصی (ویندوز NT) و سکوی های عادی UNIX و Macintosh
ISROGIS	Pegasus Software Consultant; India	وکتور	کامپیوترهای شخصی بر روی MS windows و UNIX و دامنه وسیعی از ایستگاههای عادی
SYSTEM9	UNISYSCANADA, Inc; CANADA	وکتور	روی HP-UX, IBM AIX و solans1 و solans2
MAPGRAPHIX	Comgraphix, Inc, USA	راستر	سکوی کاری Macintosh
IDRISI	Clark University, USA	راستر	کامپیوترهای شخصی بر روی DOS و MS windows
GRASS (Geographic Resources Analysis Support System)	US Army Corps of Engineers; UAS	راستر - وکتور	سکوی کاری UNIX
MAP Info	Map Info Corporation; USA	وکتور	کامپیوترهای شخصی، ایستگاههای کاری و بر روی MS windows, NT, SUN, HP و Macintosh
WINGIS	ProGIS W.H.M Corporation; UAS	وکتور	کامپیوترهای شخصی بر روی MS windows و MS windows/NT
SMALLWORLD	Smallworld Systems, CO, UK	وکتور - راستر	ایستگاههای کاری بر روی UNIX و windows NT
CARIS (Computer Aided Resources Information System)	Universal Systems, CO, CANADA	وکتور	کامپیوترهای شخصی و ایستگاههای کاری بر روی VMS, UNIX, windows
ILWIS (Integrated land and water Information System)	ITC, Inc; Netherland	راستر	کامپیوترهای شخصی بر روی MS windows



7- Oliver J.J. 1990. Selecting A GIS for National water Management Authority photogrammetric Eng. and Remote Sensing, vol. 54, No. 11, pp, 1471 - 1475.

8 - Mc Meel J.F, Thomas Ian, Macdel jevry, 1990. Evaluation of pc - Based Geographic Information System - In.Heit Micheal and shortreid Art - 1991 - GIS Application in Natural Resources . GIS World , Inc , USA.

9 - Honea Robert. B, Hake Kerry. A, and Durfee Richard Incorporating GIS, Into Decision support systems wher have we Come from and where Do We Need To Go? In Heit Micheal and shortreid Art. 1991.GIS

Application in Natural Resources . GIS World , Inc.USA.

10 - Foster I.D.L, Gurnell A.M. and wobb B.W. 1995 . Sedment and water quality in river datchments (chapter 2 , The Role of GIS in Hydrology) . John Wiley and Sons. pp.32-48.

11 - GIS group , Environment and Natorial resource service , FAO Research , Extension and training Division, 1999. GIS in Sustainable Development , (URL: WWW - Fao. org / sd / eirect / GIS / eigisooo - htm).

پاورقی:

1) Geographic Information Systems 2) Decisiom Support System

۳) مشخصات کلی و اساسی تعدادی از نرم افزارهای پیشگام GIS در جدول آمده است.

4) Department of Water Affair (DWA) 5) Spatial Data

6) Non Spatial Data 7) Modules

8) Coputer Aided Designe-Drafting

۹) توپولوژی مدلی است برای نمایش روابط ریاضی بین پدیده‌ها، مثلاً اینکه در همسایگی یک پدیده چه پدیده‌های دیگری قرار دارند و موقعیت پدیده‌ها نسبت به هم چگونه است و از این قبیل.

۱۰) Key(Keies)= کد منحصری فردی که هر Feature براساس آن شناسایی می‌شود و اتصال هر پدیده در یک سری از داده‌ها به جدول یا سری داده‌های دیگری، براساس آن صورت می‌گیرد.

۱۱) DEM,DTM هر تبیین رقومی از تغییرات پیوسته مربوط به پستی و بلندی در فضا به مدل رقومی از قنّاع مشهور است که واژه مدل رقومی زمین نیز زیاد بکار می‌رود. DEM جهت مدل‌سازی تغییر بی‌دری بمنظور هر توصیف Zبرروی سطح دوبعدی بکار می‌رود. Z می‌تواند ارتفاع، میزان بارندگی و یا رطوبت، میزان یک ماده معدنی در خاک و... باشد.

۱۲) آزمونی که برای مقایسه بین نرم افزارهای کامپیوتری پیشنهاد شده است.

۱۳) در تدوین جدول و لیست فوق، علاوه برآنچه در فهرست منابع آمده، از دروسهای اینترنتی زیر نیز استفاده گردیده است:

-http:// newark. cms. udel. edu/~ vintonl / gis - gip / GIS - GIP - list. html

- http://www.akgis. de/gis/ software/ gpl. html

- جستجو در سایتهای عرضه کنندگان نرم افزارهای GIS، نظیر WWW.ESRI. com,WWW.clarklabs. org ,WWW.caris. com و...

راه حل مناسب برای رفع نیازها پذیرفته می‌شود.

- مشخصات مورد نیاز بایستی به جای جزئیات روی مفاهیم عمومی و زیربنایی متمرکز شود. نرم افزارهای تجاری GIS مجموعه‌ای از ابزارها هستند، بنابراین مشخصات باید تضمین کنند ابزارهایی که GIS را می‌سازد به حد کافی با ملزومات کاربر تطبیق دارد.

- مدارک پیشنهاد دهندگان بایستی بنحوی باشد که ارزیابی را تسهیل نماید.

- آزمون Benchmark بایستی روی نیازهای اساسی متمرکز باشد تا برای تمیز بین پیشنهاد دهندگان بتواند مفید و مورد استفاده واقع شود.

لیستی از سایر نرم افزارهای GIS^{۱۳}

LASER-SCAN	Info Cad
MOSS	GEO-EAS
SICAD	REGIS
CISGIS	ALLYMAP
MAPSOFT	COGSMAP
OZGIS	OSUMAP
SKMAP	PMAP
VISICN	DELTAMAP
MACGIS&MACII	MACMAP
CITY VIEW	EPPL7
I/RASC	SAGE GIS
ARGUS	CIV
ATLASGIS و ...	COGSMAP

منابع

۱- آرتوف، استن، ۱۳۷۵، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (ترجمه مدیریت سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی سازمان نقشه برداری کشور)، چاپخانه سازمان نقشه برداری کشور، ۳۳۰ ص.

۲- بارو، پی، ای، ۱۳۷۶: سیستم اطلاعات جغرافیایی (ترجمه حسن طاهرکیا)، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت)، تهران، ۳۶۷ ص.

۳- نایرجی، برندا، والاس، ویلیام، جانسون، گری، ای، ۱۳۷۸، GIS واکنش فعال ابزاری در خدمت نظام‌های پشتیبان تصمیم‌گیری در تعیین مدیریت منابع (ترجمه محمدجواد دادراست)، نشریه علمی آموزشی شهرنگار، شماره ۱۱، ۲۷-۲۴.

4 - Demers M-N 1997 . Fundamentral of Geographic Information systems. John wiley And sons, New York.

5 - ESRI , 1993 . Understanding GIS The Arc/Info Method (For Work Station). Redland, CA, USA.

6 - Regional space Applications programme (RESAP) , Economic and Social Commission for Asia and pacific , United Nations, 1996. Manual on GIG for Planners and Decision Makers. Bangkok , Thailand , ST/ESCAP/1615.