

طرح جامع سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق
شرکت توانیر

انتخاب محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق

EIGIS.PLF.001.2

شناسه سند:

1

اصلاحیه:

۱۳۸۲/۸/۲۰

تاریخ آخرین تغییرات:

در این گزارش، محیط نرم‌افزاری و سخت‌افزاری مورد نیاز جهت طراحی و پیاده‌سازی پایگاه اطلاعات جغرافیایی صنعت برق، انتخاب گردیده است.

چکیده:

گزارش شناخت سازمانی و نیازمندیهای کاربران

اسناد مرتبط:



شرکت انفورماتیک و مطالعات توسعه

این سند منحصراً برای استفاده داخلی در طرح جامع سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق تهیه و به صورت محدود تکثیر شده است.

فهرست عناوین

۱	..... مقدمه
۲	..... ۱-۱ هدف
۲	..... ۱-۲ روش کار
۲	..... ۱-۳ درباره این گزارش
۴	..... ۲- قابلیت‌های مورد نیاز
۱۸	..... ۳- بررسی و ارزیابی نرم‌افزاری های GIS موجود
۱۸	..... ۳-۱ بررسی نرم‌افزاری های GIS موجود
۱۸	..... ۳-۱-۱ Intergraph MGE
۲۱	..... ۳-۱-۲ CARIS
۲۳	..... ۳-۱-۳ Tydacs SPANS
۲۵	..... ۳-۱-۴ ArcGIS
۳۴	..... ۳-۱-۵ Smallworld GIS
۴۱	..... ۳-۱-۶ Laser-Scan IGIS
۴۵	..... ۳-۱-۷ CadCorp SIS
۴۹	..... ۳-۲ ارزیابی نرم‌افزاری های بررسی شده و انتخاب نرم‌افزار
۵۶	..... ۴- محیط پیشنهادی
۵۶	..... ۴-۱ معماری شبکه
۶۱	..... ۴-۲ سخت افزار
۶۴	..... ۴-۳ سیستم عامل
۶۴	..... ۴-۴ نرم افزار پایه GIS
۶۵	..... ۴-۵ ابزار توسعه کاربردی

بسمه تعالی

۱- مقدمه

سیستم اطلاعات جغرافیایی را می‌توان به عنوان مجموعه‌ای سازمان‌یافته و متشکل از سخت‌افزار، نرم‌افزار، نیروی متخصص، داده‌های جغرافیایی و مدلها تعریف نمود. داده‌های مورد استفاده در سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی شامل داده‌های مکانی و داده‌های توصیفی می‌باشد، که در GIS این دو نوع داده به یکدیگر مرتبط می‌شوند. نیروی متخصص در واقع کاربر سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌باشد که در زمینه ایجاد و استفاده از GIS و انجام پردازشها و تجزیه و تحلیل‌های مورد نیاز بر روی اطلاعات ذخیره شده در پایگاه داده، فعالیت می‌کند.

منظور از جزء سخت‌افزار در سیستم اطلاعات جغرافیایی، سکوی (Platform) کامپیوتری مورد استفاده به همراه کلیه تجهیزات جانبی می‌باشد که به منظور ورود اطلاعات به کامپیوتر، پردازش اطلاعات و همچنین ارائه خروجی مناسب از اطلاعات، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

جزء نرم‌افزاری GIS، ارتباط بین نیروی متخصص و سخت‌افزار را به منظور ورود و بازیافت اطلاعات، مدلسازی و انجام تجزیه و تحلیل‌ها بر روی داده‌ها برقرار می‌کند. یک نرم‌افزار علاوه بر این که بایستی قادر به انجام تمام آنالیزهای مورد نیاز باشد، باید بتواند با استفاده کننده نیز به راحتی ارتباط برقرار کند. در واقع نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی برای تحقق اهداف و کاربردهای مورد نظر، بر روی کامپیوتر نصب گردیده و مورد استفاده قرار می‌گیرد.

انتخاب محیط نرم افزاری و سخت افزاری مناسب به طوریکه قابلیت مدیریت اطلاعات موجود در سیستم اطلاعات جغرافیایی را دارا باشد و علاوه بر آن برآورده کننده نیازهای تجزیه و تحلیل و بازیابی اطلاعات بر اساس مجموعه توقعات سازمان مدیریت توانیر و شرکتهای برق منطقه‌ای باشد، یکی از مراحل اصلی در طراحی و پیاده سازی سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق است.

۱-۱- هدف

پیشنهاد محیط نرم افزاری و سخت افزاری مناسب جهت طراحی و پیاده سازی سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق هدف اصلی این گزارش می باشد. در این راستا مطابقت نیازمندیها و انتظارات شرکت توانیر و شرکتهای برق منطقه‌ای با نرم افزارهای GIS موجود و سیستمهای مدیریت پایگاه داده مرسوم و انتخاب و پیشنهاد یک محیط مناسب که مشتمل بر معماری شبکه، سخت افزار، نرم افزار پایه GIS، سیستم عامل و ابزار توسعه کاربردی باشد، مورد توجه قرار گرفته است.

۱-۲- روش کار

جهت اجرای این بخش از پروژه و تهیه گزارش، ابتدا قابلیتهای مورد انتظار از سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق بررسی گردید. پس از آن نرم افزارهای GIS موجود و مرسوم از نظر ساختار، قابلیتهای عمومی و ابزار و امکانات توسعه مورد بررسی قرار گرفتند. سپس بر اساس قابلیتهای مورد نیاز و ویژگیهای نرم افزارهای موجود، نرم افزار مناسب جهت بکارگیری در طرح، انتخاب گردید و بر اساس نرم افزار انتخاب شده، محیط مناسب جهت طراحی و پیاده سازی سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق پیشنهاد گردید.

۱-۳- درباره این گزارش

گزارش انتخاب محیط دارای سه فصل به شرح زیر می باشد:

پس از فصل اول که تحت عنوان مقدمه ، هدف از تهیه گزارش، روش کار و فصول مختلف گزارش را ارائه می دهد، سایر فصول به شرح ذیل آورده شده است.

فصل دوم ؛ قابلیتهای مورد نیاز ، در این فصل قابلیتهای مورد نیاز کاربران از نرم افزار GIS صنعت برق ارائه گردیده است.

فصل سوم ؛ بررسی و ارزیابی نرم افزاری های GIS موجود، این فصل شامل بررسی نرم افزارهای موجود و انتخاب نرم افزار مناسب جهت استفاده در سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق می باشد.

فصل چهارم، محیط پیشنهادی؛ در این فصل بر اساس نرم افزار انتخاب شده، نیازها و پارامترهای مختلف دیگر، محیط مناسب جهت پیاده سازی سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق پیشنهاد گردیده است.

۲- قابلیت‌های مورد نیاز

در این فصل، با توجه به نتایج مرحله شناخت، قابلیت‌های مورد نیاز از سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق ارائه می‌گردد. تهیه فهرستی از قابلیت‌های مورد نیاز نرم‌افزار GIS صنعت برق یکی از مهمترین فعالیتها در انتخاب محیط نرم‌افزاری به شمار می‌رود. درگیر شدن با قابلیت‌های مورد نیاز در مراحل انتخاب، طراحی، پیاده‌سازی و توسعه سیستم، سبب می‌گردد که انتخاب نرم‌افزار و ویژه‌سازی آن مطابق با نیازهای کاربران صنعت برق انجام گرفته و خطر تولید سیستمی ناکارآمد، مرتفع گردد.

در حال حاضر نرم‌افزارهای GIS موجود دارای یک سری قابلیت‌های عمومی از قبیل: توانایی ورود، نمایش، پرسش و پاسخ، تجزیه و تحلیل اطلاعات و ... می‌باشند. هدف از این بخش از گزارش، معرفی یکسری قابلیت‌های مورد نیاز برای نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق می‌باشد.

• قابلیت پذیرش و ورود داده‌ها

یکی از قابلیت‌های مورد نیاز نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق، ورود داده‌ها از منابع مختلف و با فرمت‌های داده متفاوت می‌باشد. در این نرم‌افزار بایستی بتوان داده‌های ورودی مورد نظر را به مدلها و ساختارهای پایگاه داده خاص خود نرم‌افزار، تبدیل نمود. انواع داده‌ها مکانی و توصیفی که در سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق به عنوان ورودی نرم‌افزار مد نظر می‌باشند، عبارتند از:

- نقشه‌های رقومی
- تصاویر رقومی (تصاویر ماهواره‌ای و عکسهای هوایی)
- اندازه‌گیریهای زمینی (داده‌های نقشه برداری، داده‌های هواشناسی)
- داده‌های آماری (جمعیت، اقتصاد و ...)

نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق باید قابلیت اخذ انواع داده‌های فوق‌الذکر را در فرمت‌های مختلف داشته باشد و همچنین قابلیت تبادل اطلاعات را با سایر نرم‌افزارهای دیگر دارا باشد.

• نمایش اطلاعات

یکی از قابلیت‌های مورد انتظار سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق، قابلیت نمایش اطلاعات مکانی و توصیفی می‌باشد. نرم‌افزارهای مختلف GIS دارای قابلیت‌های متنوعی در رابطه با نمایش اطلاعات می‌باشند. نمایش اطلاعات برداری و رستری، نمایش اطلاعات دو بعدی (2D)، دوونیم بعدی (2.5D) و سه‌بعدی (3D)، نمایش اطلاعات بصورت‌های مختلف متنی، گرافیکی،

جدولی، نموداری، نقشه ها با مقیاسهای مختلف و... نمونه ای از قابلیت‌های متنوع نرم افزاری های مختلف در رابطه با نمایش اطلاعات می باشد.

نرم افزار منتخب لازم است که علاوه بر قابلیت نمایش داده های برداری، امکان نمایش داده های رستری نظیر تصاویر ماهواره ای و نقشه های اسکن شده را نیز دارا باشد. نمونه ای از نیازهای مطرح در این زمینه عبارتند از:

- نمایش موقعیت نیروگاهها
- نمایش موقعیت خطوط انتقال و فوق توزیع
- نمایش موقعیت کابل‌های زیرزمینی و تجهیزات مربوطه
- نمایش موقعیت دکلها
- نمایش موقعیت پستهای انتقال و فوق توزیع
- نمایش نقشه مربوط به تجهیزات پست انتقال و فوق توزیع
- نمایش موقعیت شبکه مخابرات و فیبر نوری
- نمایش موقعیت مراکز دیسپاچینگ و حوزه کنترل آنها
- نمایش موقعیت محدوده فعالیت شرکت‌های برق منطقه ای و شرکت‌های توزیع
- نمایش موقعیت تقسیمات کشوری به تفکیک دهستان
- نمایش موقعیت مراکز بزرگ مصرف، راه‌های ارتباطی، املاک و ...

از آنجایی که در هنگام مطالعات اولیه در رابطه با احداث یک خط انتقال نیرو در یک منطقه، داشتن اطلاعات اجمالی از قبیل وضعیت توپوگرافی منطقه، راه‌های ارتباطی، رودخانه ها، عوارض مصنوعی و ... از منطقه مورد نظر، مورد نیاز می باشد، ایجاد دید سه بعدی (3D Risvalization) و قابلیت نمایش DTM منطقه از نیازهای فاز صفر مطالعات طراحی و توسعه خطوط انتقال و فوق توزیع نیرو می باشد.

• بازیابی اطلاعات توصیفی منتسب به عوارض مکانی

اطلاعات توصیفی موجود در واحدهای مختلف شرکت توانیر و شرکت‌های برق منطقه‌ای، به صورت پایگاه‌های داده متنوع و در فرمت‌های گوناگون نگهداری می‌شوند. سیستم GIS، اطلاعات توصیفی پراکنده را به اطلاعات مکانی منتسب نموده و اصطلاحاً "مکان مرجع" می‌نماید و در نتیجه ضمن منسجم نمودن اطلاعات فوق، یک استراتژی واحد برای نگهداری کلیه اطلاعات توصیفی پیاده سازی می نماید. در GIS اطلاعات توصیفی منتسب به هر مکان، در واقع توصیف کننده خصوصیات و مشخصات آن مکان می باشند. در این سیستم، کلیه اقلام اطلاعات توصیفی در یک فرمت همگون ذخیره‌سازی می شوند.

سیستم GIS علاوه بر ذخیره سازی بهینه اطلاعات توصیفی، یک مکانیزم و استراتژی بهینه به منظور بازیابی اطلاعات توصیفی نیز در اختیار کاربر قرار می دهد. از اینرو سیستم GIS صنعت برق نیز می بایست قابلیت تعریف و انتساب انواع اقلام توصیفی را به هر یک از عوارض مربوطه، دارا باشد. این قابلیت در نهایت باعث می شود تا کاربر بتواند اطلاعات توصیفی پایه ذخیره شده در سیستم GIS را مطابق با نیاز خود بازخوانی نموده و به انواع مختلف نمایش دهد.

یکی از قابلیت‌های مورد نیاز نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق، انتساب و بازیابی اطلاعات توصیفی متناسب به هر عارضه در یک واسط کاربر مناسب می‌باشد. طراحی واسط کاربر مناسب برای نمایش اقلام توصیفی عوارض و موجودیت‌های غیر مکانی تعیین شده در مدل مفهومی از جمله مواردی است که بایستی در مرحله تهیه و تولید نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق مد نظر قرار گرفته شود.

قابلیت انتساب و بازیابی اطلاعات توصیفی، نیازهای متنوعی را در واحدهای مختلف شرکت توانیر و شرکتهای برق منطقه‌ای مرتفع می‌سازد. به عنوان نمونه با ذخیره سازی و آماده سازی اقلام توصیفی مرتبط با هر خط انتقال و انتساب آنها به خطوط مربوطه، در محیط نرم افزار GIS صنعت برق، می توان با انتخاب هر خط، اطلاعات مربوط به شناسنامه آن را به صورت آنی مشاهده نمود و حتی در صورت تغییر هر یک از اقلام فوق، نسبت به بهنگام رسانی قلم مربوطه، اقدام نمود.

• ویرایش داده ها

نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق، باید دارای ابزاری برای ویرایش و اصلاح داده های مکانی و توصیفی باشد. داده‌های مکانی در دو قالب اصلی برداری و رستری وجود دارند. از جمله ابزار ویرایش برداری می توان به مواردی از قبیل: حذف یک عارضه خاص، تصحیح هندسی یک عارضه، تغییر کلاس یا لایه عارضه، Split کردن، Join کردن، کپی کردن، انتقال عارضه، دوران و ... اشاره کرد.

نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق باید حداقل دارای ابزار ویرایش داده های برداری در حد سیستم های CAD معمولی، به علاوه ابزار ویرایشی خاص GIS باشد. در رابطه با داده های رستری، سیستم های اطلاعات جغرافیایی دارای قابلیت‌های متفاوتی می باشند. به گونه ای که بعضی از نرم افزارهای GIS تنها به نمایش تصاویر رقومی و هم پوشانی آنها با اطلاعات برداری بسنده می کنند و بعضی دیگر ابزاری را به منظور اهدافی از قبیل ترکیب باندهای مختلف، بارزسازی تصویر، ثبت تصویر و دوباره سازی (Resampling) آن، فیلتر کردن، کلاسه بندی (Classification) تصویر و ... در اختیار کاربر قرار می دهند.

ولی این نکته قابل توجه است که به غیر از چند نرم افزار GIS، عموماً سیستم های اطلاعات جغرافیایی موجود به خودی خود دارای توابع پردازش تصویر قوی نمی باشند و در صورت لزوم باید به نرم افزارهای پردازش تصویر متصل (Link) شوند.

با توجه به نیازمندیهای کاربران، وجود ابزاری برای نمایش تصاویر رقومی و هم پوشانی آنها با اطلاعات برداری در نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق لازم می باشد. از دیگر ابزارهای ویرایشی مورد نیاز، ابزار لازم جهت ویرایش اطلاعات توصیفی منتسب به عوارض مکانی می باشد، که می توان به مواردی از قبیل؛ ترکیب دو یا چند جدول اطلاعات توصیفی با یکدیگر و تولید جدول اطلاعاتی جدید، بهنگام نمودن اطلاعات داخل یک فیلد، تعریف فیلدهای اطلاعاتی مختلف (که ممکن است Integer, String, Real باشند)، اشاره نمود.

• حمایت از سیستم های مختصات و تصویر مختلف

با توجه به اینکه داده های مکانی در شرکت توانیر و شرکتهای برق منطقه ای از منابع مختلف و در سیستم های مختصات گوناگون تولید و ذخیره سازی می شوند، نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق باید امکاناتی را فراهم کند تا بتوان داده های مرجع شده به سیستم تصویرها و سیستم مختصاتهای مختلف را خوانده و یا به سیستم مختصاتها و سیستم تصویرهای جدید تبدیل کرد. یکی از سیستمهای متداول سیستم UTM مبتنی بر WGS84 می باشد، که در حال حاضر سازمان نقشه برداری کشور به عنوان سیستم تصویر مبنا جهت تولید نقشه های ۱:۲۵,۰۰۰ از آن استفاده می کند. ایران در چهار Zone ۳۸، ۳۹، ۴۰، ۴۱ این سیستم واقع شده و لذا نمایش کل ایران در سیستم مختصات UTM بصورت یکپارچه، امکان پذیر نیست. بنابراین نیاز به ذخیره سازی داده ها بر مبنای یک سیستم تصویر یکپارچه نظیر لامبرت و امکان قرائت مختصات در سیستم UTM احساس می گردد. برخی از نرم افزارهای GIS علاوه بر تبدیل داده ها از یک سیستم مختصات به سیستم مختصات دیگر، این امکان را نیز فراهم می آورند تا کاربر بتواند مختصات یک نقطه را در سیستم مختصاتهای مختلف، بصورت آنی بر روی صفحه نمایش مشاهده کند.

قابلیت اخیر این امکان را فراهم می آورد تا کاربر بتواند بدون نیاز به به تبدیل کل داده های موجود در پایگاه داده، مختصات یک نقطه را در سیستم مختصات های مختلف، مشاهده نماید. از آنجائیکه سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق، یک سیستم چند مقیاسی (Multiscale) می باشد که در آن اطلاعات مربوط به نقشه های ۱:۲۵۰,۰۰۰ در سیستم تصویر لامبرت و اطلاعات مربوط به نقشه های ۱:۲۵,۰۰۰ و ۱:۲,۰۰۰ در سیستم تصویر UTM نگهداری می شوند، لذا لازم است که نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق قابلیت حمایت از سیستم تصویرهای مختلف را داشته باشد.

• مدیریت اطلاعات

برای ذخیره سازی و سازماندهی داده های جغرافیایی از پایگاه داده استفاده می گردد. سیستم مدیریت پایگاه داده، امکان ورود، ذخیره سازی و بازیابی داده ها و یا به عبارت دیگر مدیریت داده ها را فراهم می سازد.

با پیشرفت GIS، سیستم مدیریت پایگاه داده نیز توسعه پیدا کرده است، بطوریکه امروزه سیستمهای پیشرفته مدیریت پایگاه داده، برای کار با پایگاههای داده بزرگ ایجاد گردیده اند. درحال حاضر پنج مدل پایگاه داده وجود دارد که عبارتند از: مدل فایل تخت (Flat File)، مدل درختی (Hierarchical)، مدل شبکه ای (Network)، مدل رابطه ای (Relational) و مدل شیء گرا (Object-Oriented).

اطلاعات مختلف در قالب ساختارها و مدل های فوق به شکل لایه ها و یا کلاسهای اطلاعاتی ذخیره شده و در تجزیه و تحلیل های مورد نیاز مورد استفاده قرار می گیرند. ساختارهای جدولی، درختی و شبکه ای قدیمی می باشند و به علت معایب و مشکلات استفاده از آنها، درحال حاضر در سیستمهای اطلاعات جغرافیایی بکار برده نمی شوند. ساختارهایی که امروزه در اغلب سیستمهای اطلاعات جغرافیایی مورد استفاده قرار می گیرند، عبارتند از: ساختار رابطه ای و شیء گرا.

با توجه به بررسی های انجام شده در مرحله شناخت، واحدهای مختلف شرکت توانیر و شرکتهای برق منطقه ای نیز از دو پایگاه داده رابطه ای و شیء گرا استفاده می نمایند. در چند سال اخیر ساختار شیء- رابطه ای که تلفیقی از دو ساختار فوق می باشد و ویژگیهای مثبت دو ساختار فوق را دارد، مورد توجه فراوان قرار گرفته است. ساختارهای رابطه ای و شیء گرا هر یک دارای خصوصیات و ویژگیهای خاص خود می باشند. ساختار پایگاه داده سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق می تواند رابطه ای، شیء گرا و یا شیء- رابطه ای باشد. در بررسی تفصیلی نرم افزارها، با توجه به مسائلی مانند پشتیبانی، وجود افراد متخصص، توسعه سیستم و ایجاد برنامه های کاربردی، ساختار مناسب پایگاه داده تعیین می گردد.

لازم به توضیح است که ساختار پایگاه داده یکی از فاکتورهای مهم در انتخاب محیط نرم افزاری می باشد.

• پرسش و پاسخ

کاربران سیستم های اطلاعات جغرافیایی می توانند بعد از ذخیره کردن اطلاعات مورد نیاز خود در GIS، پاسخ پرسشهای متنوع خود را از GIS دریافت کنند. ماهیت این پرسشها ممکن است مکانی، موضوعی، تابعی، زمانی، شرطی، روند تغییرات و آماری باشد. نمونه ای از پرسشهای مطرح در GIS صنعت برق به شرح زیر می باشد :

○ پرسشهای مکانی

در رابطه با پرسش های مکانی، می توان موقعیت وقوع یک پدیده خاص از قبیل: یافتن موقعیت دکلهایی که در فاصله کمتر از ۲۰۰ متری یک رودخانه و یا یک مسیر باشد را تعیین نموده تا بتوان در مرحله بعدی بوسیله تجزیه و تحلیل و تلفیق اطلاعات، بهترین راه دسترسی به آن دکلها و دیگر اطلاعات دکلها را در اسرع وقت، مشخص کرد.

○ پرسشهای موضوعی

در این رابطه می توان با بازیابی اطلاعات موجود در سیستم، اطلاعات موضوعی مربوط به اقلام اطلاعاتی از قبیل نام، نسبت تبدیل، ظرفیت ترانس، ظرفیت راکتور، حداکثر بار در سال و ... هر پست را از سیستم درخواست کرده و گزارشهای مدون و متنوع را به سرعت تهیه کرد.

امکان هرگونه دسته بندی و طبقه بندی عوارض براساس هریک از اطلاعات توصیفی مربوطه و ارائه نتایج بر روی نقشه یکی از مواردی است که بایستی در نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق در نظر گرفته شود.

○ پرسشهای تابعی

با نوشتن توابع مختلف و با استفاده از عملگرهای منطقی (AND, OR, XOR, >, <, NOT, ...) و عملکردهای ریاضی (+, *, -, %, ...)، می توان انواع پرسشهای تابعی را به سیستم معرفی نموده و در تجزیه و تحلیلهای مورد نظر از آنها استفاده نمود.

به عنوان مثال، با نوشتن یک تابع، می توان با استفاده از لایه های اطلاعاتی مربوط به توپوگرافی منطقه، راههای ارتباطی، رودخانه، خطوط لوله نفت و گاز، عوارض مصنوعی، نوع خاک و ... بهترین مسیر برای ایجاد خط انتقال جدید را طراحی کرد.

این توابع همچنین می توانند برای انجام عملیات جمع بندی یک قلم توصیفی، مورد استفاده قرار گیرند. با برآورده شدن این قابلیت این امکان فراهم می شود تا اقلام توصیفی مربوط به عوارض واقع در یک محدوده خاص با یکدیگر جمع شده و یک قلم توصیفی را برای محدوده ای بزرگتر تولید کند. به عنوان مثال طول مسیر خطوط انتقال و فوق توزیع که در محدوده یک شرکت برق منطقه ای واقع باشند و یا تعیین بار یک شهرستان، استان و یا یک شرکت برق منطقه ای از طریق مجموع بار دهستانهایی واقع در محدوده مورد نظر، با استفاده از تعریف توابع مربوطه در محیط GIS، قابل تحقق است.

○ پرسشهای زمانی

با استفاده از اطلاعات ذخیره شده در یک سیستم اطلاعات جغرافیایی، پرسش های زمانی متنوعی را می توان مطرح کرد. به عنوان مثال می توان نیروگاههایی که در چند ماه آینده نیاز به تعمیر اساسی دارند را مشخص کرد و یا تعیین کرد که در یک محدوده زمانی در هر شرکت برق منطقه ای، چند پست و یا دکل و از چه نوعی به بهره برداری رسیده و یا در دست ساخت می باشد.

○ پرسشهای شرطی

با استفاده از امکان انجام پرسش های شرطی در GIS، می توان آنالیزهای مختلف را به منظور نیل به یک هدف خاص انجام داد. به عنوان مثال می توان برای ایجاد یک نیروگاه گازی که بایستی در یک محدوده ارتفاعی خاص طراحی و نصب گردد، بهترین مکان که دارای آن شرایط خاص بوده و در ضمن سایر شرایط لازم را برای ایجاد نیروگاه داشته باشد، را مشخص کرد. به عبارت دیگر می توان بهترین مکان را را که از لحاظ معیارهای فنی و شرایط جغرافیایی دارای شرایط مناسب باشد، برای طراحی و توسعه نیروگاه در نظر گرفت.

○ پرسشهای روند تغییرات

این نوع پرسشها می توانند در بررسی تغییرات یک پدیده در زمانهای مختلف، مورد استفاده قرار گیرند. به عنوان مثال می توان روند تغییرات بار خطوط انتقال و فوق توزیع را در پریودهای مشخص مورد بررسی قرار داده و مسائل مؤثر در تغییر بار را تحلیل کرد و یا میزان مصرف نقاط مصرفی عمده (نقاط جمعیتی، واحدهای صنعتی بزرگ، چاههای کشاورزی و ...) در فواصل زمانی خاص را بررسی نموده و کنترلی بر مصرف آنها اعمال نمود.

○ پرسشهای آماری

نسبت حداکثر بار به ظرفیت هر پست، تعیین نسبت میزان مصرف نقاط مصرفی عمده در سالهای مختلف، تعیین نسبت میزان پستهای انتقال و فوق توزیع موجود در استان به سطح استان جهت تعیین پراکندگی پستهای انتقال و فوق توزیع در استان و ... نمونه ای از پرسشهای آماری می باشند.

آمارهای تهیه شده، به منظور برنامه ریزیهای کوتاه مدت، میان مدت و دراز مدت سازمان مدیریت توانیر و شرکتهای برق منطقه ای می توانند مورد استفاده قرار گیرند.

نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق لازم است که قابلیت پاسخگویی به انواع پرسشها را دارا باشد.

• ساختار توپولوژیک داده ها

توپولوژی به معنای اتصال و روابط مکانی عوارض با یکدیگر می باشد. یکی از قابلیت های GIS، امکان تعریف روابط مکانی میان عوارض مختلف می باشد.

بکارگیری یک ساختار توپولوژیکی در GIS، سیستم را قادر می سازد تا قابلیت انجام بسیاری از تجزیه و تحلیلها و جوابگویی به پرسشها را دارا شود. بعنوان مثال برای تعیین بهترین مسیر جهت انتقال بین دو نقطه، از روابط توپولوژیک بین راه ها، استفاده می شود.

سیستمهای اطلاعات جغرافیایی از نظر توانایی های ایجاد ساختار توپولوژی داده ها، متفاوت هستند. بعضی از نرم افزارهای GIS قادر به ساخت آنی توپولوژی برای داده ها نمی باشند و باید بعد از اتمام عملیات ویرایش داده ها، با اجرای دستور ساخت توپولوژی، ساختار توپولوژیکی داده ها را ایجاد کرد. درحالیکه بعضی از نرم افزارهای GIS، قادرند ساختار توپولوژیکی را همان زمان ویرایش یا ترسیم عوارض ایجاد کنند تا در صورت وجود خطا در همان زمان، کاربر نسبت به تصحیح عارضه اقدام کند. این قابلیت اخیر، حجم عملیات ویرایش اطلاعات و همچنین زمان مورد نیاز برای انجام ویرایش ها را به طور قابل توجهی کاهش می دهد.

با توجه به بررسی و تحلیل نیازمندیهای کاربران، ایجاد ساختار توپولوژیک دادهها یکی از قابلیتهای مورد نیاز نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق می باشد.

• ابزار کارتوگرافی قوی

یکی از نیازهای مطرح در زمینه استفاده از سیستمهای اطلاعات جغرافیایی، بحث نمایش اطلاعات به صورت زیبا، کاربر پسند و قابل درک توسط کاربر، می باشد. به طوریکه کاربر با یک مشاهده اولیه بر روی نقشه، بتواند اطلاعات اساسی مورد نیاز خود را به صورت گرافیکی و با استفاده از نمایش کارتوگرافیک عوارض کسب کند. در سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق، با توجه به چند مقیاسی بودن سیستم و تنوع زیاد اطلاعات، لزوم در اختیار داشتن یک سیستم GIS با ابزار کارتوگرافی قوی، بیشتر نمایان می شود.

ابزار کارتوگرافی در GIS، این امکان را فراهم می نماید تا بتوان سمبولهای نقطه ای گوناگون را به منظور نمایش عوارض نقطه ای تعریف و مورد استفاده قرار داد. همچنین تعریف انواع خطوط مختلف جهت نمایش عوارض خطی (نظیر؛ خطوط انتقال نیرو، کابل، کابل فیبر نوری، معابر، و...) را فراهم می نمایند. با استفاده از ابزار کارتوگرافی نرم افزار GIS، می توان سطوح مختلف را با توجه به اطلاعات توصیفی مناسب به آنها، مثلاً نوع کاربری، به شکلهای مختلف هاشور زده و نمایش داد.

با استفاده از امکانات برنامه نویسی در سیستم های اطلاعات جغرافیایی، همچنین می توان یکسری متد (Method) نمایشی، که با توجه به پارامترهای مختلف متد نمایش عوارض را تعریف می نمایند، را به سیستم معرفی نمود. به عنوان مثال با استفاده از یک متد که با توجه به قلم توصیفی ولتاژ خط، نحوه نمایش آنرا مشخص می کند، به محض تغییر ولتاژ خط، به صورت اتوماتیک نحوه نمایش آن نیز بهنگام می شود.

• تجزیه و تحلیل اطلاعات

دریک سیستم اطلاعات جغرافیایی، لایه ها یا کلاسهای مختلف اطلاعاتی، همراه با اطلاعات توصیفی مرتبط با آنها، ذخیره سازی می گردد و GIS این امکان را فراهم می آورد تا کاربر بتواند هر تعداد از لایه های اطلاعاتی مورد نظر خویش را انتخاب کرده و یکسری تجزیه و تحلیل های مورد نیاز خود را بر روی آنها انجام دهد و در نهایت نتایج تجزیه و تحلیل صورت گرفته را به شکل متن، گراف، دیاگرام و یا نقشه مشاهده کند. در تجزیه و تحلیل های جغرافیایی، اطلاعات توصیفی عوارض مختلف به منظور تصمیم گیری و پاسخ به سئوالات "What if" مورد استفاده قرار می گیرند. با توجه به بررسی و ارزیابی نیازمندیهای کاربران، در نظر گرفتن تجزیه و تحلیل های زیر در نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق ضروری به نظر می رسد.

○ اندازه گیری

در بسیاری از فعالیتهای موجود شرکت توانیر و شرکتهای برق منطقه ای، اطلاعات دقیق در رابطه با مساحت، محیط و طول عوارض و یا فاصله مستقیم و یا غیر مستقیم دو عارضه یا دو نقطه مشخص در داخل سیستم، دارای اهمیت بسزایی می باشد. بنابراین در نظر گرفتن این نیاز در انتخاب نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق ضروری به نظر می رسد.

○ ایجاد بافر (Buffering)

تعیین نقاط هم فاصله مکانی از یک عارضه خاص، نظیر خطوط انتقال و فوق توزیع نیرو، به منظور رعایت حریمها و یا ارزیابی خسارات وارده در اثر توسعه خطوط انتقال، دارای اهمیت زیادی می باشد. ایجاد بافر دارای کاربردهای مختلفی در GIS صنعت برق می باشد که به عنوان مثال می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- تعیین محدوده ای اطراف یک پست و یا خط انتقال و فوق توزیع، که ساخت و ساز مناطق مسکونی، واحدها و مجتمع های صنعتی و ... در آن ممنوع باشد. خطوط انتقال و فوق توزیع دارای حریمهای درجه ۱ و درجه ۲ می باشند که با توجه به تصویر سیم جانبی روی زمین مشخص می گردد.

- تعیین محدوده‌ای اطراف راههای ارتباطی، رودخانه‌ها، خطوط لوله نفت و گاز که خطوط انتقال، دکل‌ها و پستها باید در فاصله معینی از آنها قرار بگیرند.
- تعیین محدوده‌ای در اطراف مناطق دارای خطر ریسک در خصوص لغزش، ریزش و ... جهت طراحی نیروگاهها، پستها و خطوط انتقال و فوق توزیع
- تعیین محدوده‌ای در اطراف تأسیسات شهری در خصوص طراحی و توسعه شبکه انتقال و فوق توزیع در داخل شهرها و همچنین تعمیر و نگهداری خطوط و کابلهای زیر زمینی ضروری به نظر می‌رسد.

○ تجزیه و تحلیل همپوشانی (Overlay Analysis) و تلفیق لایه‌ها

وجود لایه‌های مختلف اطلاعاتی در یک GIS، امکان انجام نوعی از پردازش که همپوشانی نامیده می‌شود را فراهم می‌کند. در این نوع تجزیه و تحلیل که بیشتر بر روی پلیگونهاى واقع در لایه‌های مختلف اطلاعاتی انجام می‌پذیرد، با استفاده از اپراتورهای منطقی (AND، OR، XOR و ...) پلیگونها با یکدیگر ترکیب می‌شوند تا هدف مورد نظر که ممکن است یافتن یک منطقه با خصوصیات خاص باشد، تحقق یابد. به عنوان مثال برای یافتن بهترین مکان برای ایجاد یک پست، می‌توان لایه‌های مختلف اطلاعاتی از قبیل: محدوده نقاط جمعیتی، کاربری اراضی، املاک، شیب منطقه، زمین شناسی و ... را با استفاده از اپراتور منطقی AND، با یکدیگر ترکیب نمود و بهترین مکان را برای ایجاد پست مشخص نمود و سپس بر روی نقشه نمایش داد.

در حال حاضر می‌توان لایه‌ها و یا کلاسهای مختلف اطلاعاتی را از حالت برداری به رستر تبدیل نمود و لایه‌های رستری مربوط به فاکتورهای مختلف را با روشهای متداول مانند بولین، میانگین وزن دار (Index Overlay) و منطق فازی (Fuzzy Logic) ترکیب نمود.

به عنوان مثال در مکان یابی موقعیت پست انتقال و فوق توزیع و یا نیروگاه می‌توان با تبدیل لایه‌های مورد نیاز از حالت برداری به رستر، آنها را با روش مناسب ترکیب نمود و موقعیت بهینه پست انتقال و فوق توزیع و یا نیروگاه را تعیین نمود.

پیاده سازی روشهای تلفیق اطلاعات رستری مانند بولین، همپوشانی شاخص و منطق فازی از جمله مواردی است که بایستی در مرحله تولید نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق در نظر گرفته شوند.

- تجزیه و تحلیل شبکه (Network Analysis)
 - تجزیه و تحلیل بر روی داده های برداری توپولوژیک به راحتی قابل اجرا می باشد. منظور از شبکه در این تجزیه و تحلیل، انواع شبکه راهها، شبکه خطوط انتقال نیرو، شبکه مخابرات و فیبر نوری و ... می باشد.
 - تعیین کوتاهترین مسیر جهت حرکت از یک نقطه به نقطه دیگر، یافتن بهترین مسیر برای دسترسی به دلخواه به منظور اعزام گروههای تعمیر و نگهداری تاسیسات شبکه، دو نمونه از تجزیه و تحلیل شبکه می باشند.
 - تجزیه و تحلیل DTM
 - تولید نقشه شیب، تولید نقشه جهت شیب، بررسی قابلیت دید (intervisibility)، ایجاد سایه روشن (Hill shading) و ... نمونه ای از تجزیه و تحلیل های DTM می باشند که مورد نیاز کاربران سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق می باشد.
 - الگوسازی
 - با توجه به اینکه خیلی از حوادث شبکه انتقال و فوق توزیع نیرو منشاء جغرافیایی دارند، با تجزیه و تحلیل لایه های اطلاعات جغرافیایی از قبیل نزولات جوی، باد، رطوبت هوا، سیل، زمین شناسی و ناهمواریها و حوادث گذشته، می توان محل و زمان وقوع حوادث را پیش بینی نمود. به این ترتیب می توان نتایج بدست آمده از تحلیل حوادث در یک منطقه را بر روی مناطق مشابه دیگر تعمیم داده و از آن به منظور پیشگیری از حوادث آتی استفاده کرد.
 - شبیه سازی و مدلسازی
 - این کاربرد به کاربران سیستم اطلاعات جغرافیایی این امکان را می دهد که احتمال وقوع یک پدیده خاص را مشروط بر وقوع پدیده دیگر، مورد بررسی قرار بدهند. بطور مثال میزان تأثیرگذاری ایجاد و یا توسعه یک نیروگاه و یا پست انتقال و فوق توزیع بر روی پایداری شبکه برق کشور.
 - امکان اخذ خروجی ها و گزارشهای مختلف از سیستم
 - یک محیط مکانیزه با قابلیت تولید گزارشها و جمع بندیهای گوناگون برای تهیه گزارشهای متنوع از وضعیت تجهیزات مربوط به شبکه تولید، انتقال و توزیع برق کشور از قابلیت های مورد نیاز نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق می باشد. در ادامه نمونه هایی از خروجی های مورد نظر نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق ارائه می گردد:
- تهیه نقشه چگالی بار

- پهنه بندی مناطق از نظر پتانسیل زمین لغزش، سیل و زلزله
- نمایش پروژه های در حال اجرا
- برنامه ریزی جهت انجام تعمیرات پستها و خطوط انتقال نیرو
- تهیه گزارشهای کنترل پروژه

• تبادل اطلاعات بین سایر نرم افزارها

یک سیستم اطلاعات جغرافیایی علاوه بر دریافت داده در فرمتهای متنوع و از منابع اطلاعاتی مختلف، باید بتواند اطلاعات موجود در پایگاه داده خود را به فرمتهای مختلف تبدیل کند. به گونه ای که نرم افزارهای GIS دیگر و حتی نرم افزارهای جانبی که برای انجام بعضی آنالیزهای خاص صنعت برق مورد استفاده قرار می گیرند، بتوانند با از دست دادن حداقل اطلاعات، داده ها را دریافت کرده و پردازش کنند. به عبارت دیگر با توجه به این موضوع که اطلاعات مورد نیاز یک سیستم اطلاعات جغرافیایی ممکن است از منابع مختلف اطلاعاتی و از طریق اسکنر (تصاویر رقومی)، دیجیتایزر (رقومی کردن نقشه های کاغذی)، فایل های رقومی (داده های آماری، مختصات GPS عوارض) و ... تامین شود، لازم است که نرم افزار GIS قابلیت دریافت اطلاعات از این تجهیزات جانبی و با فرمتهای متنوع را داشته باشد. از طرف دیگر با توجه به اینکه برای انجام بعضی پردازشهای صنعت برق، نرم افزارهای خاصی وجود دارد، GIS باید بتواند اطلاعات مورد نیاز آن نرم افزار ها را با فرمت قابل قبول توسط آن نرم افزار تولید کند و سپس بعد از انجام پردازش دریافت کند و به فرمت نرم افزاری GIS مورد نظر تبدیل کند، که در این تبادل داده، حداقل اطلاعات ممکن از دست برود.

• قابلیت اتصال به شبکه

با توجه به این موضوع که GIS صنعت برق، دارای کاربرهای مختلفی در شرکت توانیر و شرکتهای برق منطقه ای می باشد، لازم است تا سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق، قابلیت اجرای تحت شبکه را داشته باشد. این قابلیت این امکان را فراهم می آورد تا با ایجاد یک شبکه محلی (LAN) یا شبکه گسترده (WAN) و یا ترکیب آنها و اجرای نرم افزار تحت این شبکه، کاربران مختلف بتوانند با اتصال به شبکه فوق، از نرم افزار و پایگاه داده مرکزی آن که می تواند در خود شرکت توانیر قرار داده شود، استفاده کنند. در فصل چهارم نحوه معماری شبکه سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق تشریح می گردد.

• قابلیت اتصال به شبکه جهانی اینترنت و دسترسی تحت Web

در حال حاضر بیشتر سازمانها به تجارت الکترونیکی و World Wide Web، توجه ویژه ای دارند و این در حالی است که تعداد شرکت های GIS که به ارائه و نمایش اطلاعات از طریق Web علاقه مند هستند، بسیار کم می باشد. لزوم در اختیار داشتن قابلیت های مورد نیاز برای

تولید یک Online GIS، که به کاربران اجازه مشاهده و کاربر روی اطلاعات از طریق یک Desktop browser را می دهد، از نیازهای آتی GIS صنعت برق می باشد.

از اینرو، نرم افزار انتخابی جهت پیاده سازی سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق می بایست امکانات و ابزار توسعه آتی، به منظور مدیریت و پردازش حجم بسیار زیادی از داده های مکانی از طریق شبکه اینترنت را فراهم نماید.

• ابزار و محیط توسعه نرم افزار

نرم افزارهای GIS، دارای یکسری قابلیت های عمومی و پایه بوده و به منظور فراهم آوردن ابزار اولیه مورد نیاز کاربران سیستم های اطلاعات جغرافیایی، ایجاد گردیده اند. از این رو اغلب نرم افزارهای GIS، قابلیت های خاص مورد نیاز کاربران را دارا نیستند. از طرف دیگر، با گذشت زمان نیاز کاربران تغییر خواهد کرد و لازم است که سیستم اطلاعات جغرافیایی توسعه داده شود تا نیازهای جدید کاربران را نیز پاسخگو باشد. با توجه به این مسائل، اخیراً تولیدکنندگان سیستم های اطلاعات جغرافیایی، ابزاری جهت توسعه نرم افزار در نظر گرفته و طراحی کرده اند. در برخی از نرم افزارها، ابزار توسعه تنها به یک زبان ماکرونویسی که امکان استفاده از توابع استاندارد نرم افزار را فراهم می کند، محدود می شود. این ابزار امکان اضافه کردن منو، آیکون و یا ایجاد برخی توابع تجزیه و تحلیل و پرسش و پاسخ خاص را در اختیار کاربر قرار می دهند. به هر حال کاربر محدود به محیط نرم افزاری، توابع کتابخانه ای موجود و زبان ماکرونویسی می باشد. در مقابل این گروه از نرم افزارها، برخی از سیستم های اطلاعات جغرافیایی توابع کتابخانه ای خود را بطور کامل در اختیار کاربر قرار می دهند و با استفاده از API، OCX و ...، امکان ایجاد کاربرد (Application) با استفاده از زبانهای برنامه نویسی سطح بالا و یا سطح متوسط نظیر Visual C++، Visual Basic، Delphi و ... را برای کاربر فراهم می آورند. توسعه نرم افزار و یا ایجاد کاربری در این حالت محدودیتهای حالت اول را ندارد.

در قسمت قبل، تجزیه و تحلیل اطلاعات، آنالیزهایی که می بایست پیاده سازی آنها در مرحله تهیه و توسعه نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق مد نظر قرار داده شود، تشریح گردیده است.

• امکان مستند سازی داده ها و تولید متادیتا (MetaData)

تبادل و مدیریت داده های رقومی ایجاب می کند که داده ها همراه با مشخصات و توضیحات مربوطه باشند، تا این اطلاعات برای تشخیص میزان کاربری داده ها مورد استفاده قرار گیرد. به این مشخصات و توضیحات داده ها که شامل عنوان، روش جمع آوری و تولید، منبع، دقت، تاریخ تولید، آخرین تاریخ بهنگام رسانی، و ... داده ها می باشد، اصطلاحاً متادیتا گفته می شود.

نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق باید دارای امکان مستند سازی داده ها و تولید متادیتا را داشته باشد. متادیتا حفظ کننده اطلاعات در مورد کیفیت داده هاست و زمانی که کیفیت داده ها برای کاربر سؤال باشد، با مراجعه به متادیتا می تواند پاسخهای مورد نظر خود را دریافت دارد.

• امکان مدیریت نسخه های مختلف اطلاعات (Versioning)

یکی از قابلیت های مورد انتظار در نرم افزار منتخب سیستم های اطلاعات جغرافیایی صنعت برق، امکان ذخیره سازی نسخه های مختلف اطلاعات مربوط به وضعیت های مختلف یک پروژه است. این اطلاعات در زمان های مختلف و توسط افراد یا شرکت های مختلف ویرایش و بهنگام می شوند. در حال حاضر اکثر پایگاه داده ها قابلیت مدیریت نسخه های مختلف اطلاعات را دارند و بر راحتی می توان نسخه های مختلف از اطلاعات را تولید و ذخیره سازی نمود و در صورت لزوم آنها را با هم ترکیب و تلفیق نمود.

• امکان پشتیبانی فنی کامل در ایران

نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق باید دارای امکان پشتیبانی فنی کامل در ایران باشد، در این راستا وجود یک نمایندگی رسمی در ایران یک امتیاز برای نرم افزار به حساب می آید.

• امکان فارسی سازی محیط

چون سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق دارای کاربران زیاد و مختلفی خواهد بود، لذا امکان فارسی سازی محیط و وجود یک محیط کاربر پسند یکی از قابلیت های مورد انتظار از نرم افزار منتخب می باشد.

• گزینه های عمومی

از آنجائیکه در حال حاضر سیستم عامل های Windows 98 و Windows 2000 بطور گسترده در ایران مورد استفاده قرار می گیرند، لذا بهتر است که نرم افزار منتخب تحت این سیستم عاملها قابل اجرا باشد.

گسترده گی استفاده از نرم افزار در جهان و بکارگیری نرم افزار در کاربردهای صنعت برق در پروژه های مختلف در جهان از دیگر پارامترهایی می باشند که می توان بعنوان مبنایی در انتخاب نرم افزار پایه مورد توجه قرار داد.

۳- بررسی و ارزیابی نرم‌افزارهای تجاری GIS

در این فصل نرم‌افزارهای تجاری GIS موجود که قابل استفاده در این پروژه می باشند، از نظر قابلیت‌های عمومی و توابع موجودشان بررسی می شوند. با توجه به قابلیت‌های مورد انتظار از نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق و قابلیت‌های عمومی و توابع موجود نرم‌افزارهای تجاری GIS بررسی شده، نرم افزارهایی که جهت استفاده در این پروژه مناسب باشند، انتخاب می گردند. در نهایت با انجام بررسی های تفصیلی نرم افزار مناسب انتخاب می گردد.

۳-۱- بررسی نرم افزارهای GIS موجود

در طی سالهایی که از ایجاد اولین سیستم اطلاعات جغرافیایی می گذرد، این سیستم ها در زمینه‌های مختلف توسعه یافته و پیشرفت کرده‌اند. بعضی از بسته های نرم افزاری معروفی که در ایران مورد استفاده قرار میگیرند عبارتند از: Intergraph MGE، ESRI Arc/Info، CARIS، Tydacs SPANS، SmallWorld، Laser-Scan IGIS و CadCorp SIS. در این قسمت به بررسی نرم افزارهای فوق پرداخته می شود.

۳-۱-۱- Intergraph MGE

Intergraph MGE تا به حال نقش مهمی در فن آوری GIS و تهیه نقشه های رقومی داشته‌است. قبل از عرضه MGE (Modular GIS Environment) که در سال ۱۹۸۹ تولید شد، بیشتر از ۲۰ سال از DMRS (Data Management and Retrieval System) و IGDS (Interactive Graphics Design Software) بطور گسترده برای تهیه نقشه رقومی، تهیه نقشه بصورت خودکار، مدیریت امکانات و تاسیسات (AM/FM) و LIS استفاده می شد.

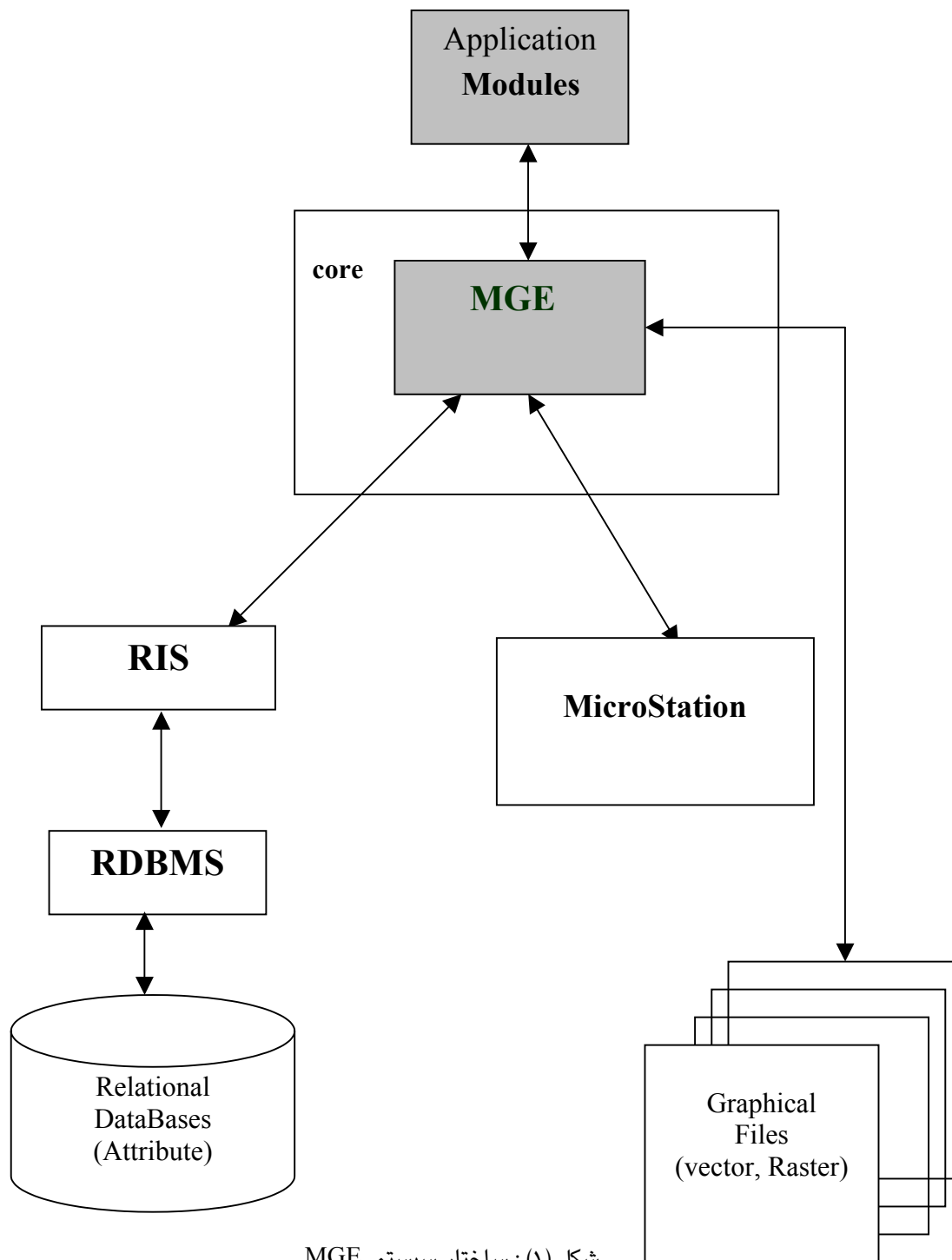
IGDS یک سیستم گرافیکی محاوره ای (interactive) می باشد، که داده های گرافیکی ذخیره شده در فایل گرافیکی با فرمت DGN، که دارای ساختار اسپاگتی می باشد رامی پذیرد. DMRS یک سیستم مدیریت پایگاه داده (DBMS) سلسله مراتبی (hierarchical) می باشد که با داده های توصیفی سرو کار دارد. IGDS و DMRS با هم کار می کنند تا یک سیستم مدیریت اطلاعاتی گرافیک گرا (Graphic-Oriented) را فراهم کنند که قادر به حمایت کردن کاربردهای زیادی در ارتباط با نقشه باشد.

MGE یک خانواده از محصولات می باشد که مدیریت، پردازش و تجزیه و تحلیل GIS را فراهم می کند. ساختار MGE دارای طراحی متفاوتی نسبت به IGDS / DMRS می باشد، تا بتواند ساختار داده کارا برای تجزیه و تحلیل و پرسش و پاسخ های مکانی را داشته باشد. MGE بر روی برنامه Microstation و RIS (Relational Interface System) که به فایل گرافیکی متصل می شود و یک پایگاه داده رابطه ای تشکیل می دهد، ساخته شده است.

Microstation روی سکوهای Unix و PC اجرا می شود و یک سیستم CAD معروف می باشد که برای جمع آوری، ویرایش و خروجی داده های گرافیکی استفاده می شود، در حالیکه RIS از زبان پرسش و پاسخ ساختاریافته (ANSI (SQL)، جهت مدیریت داده های غیر گرافیکی استفاده می کند. بطور خاص، با استفاده از RIS، MGE می تواند به سیستم مدیریت پایگاه داده های رابطه ای (RDBMS) تجاری مثل Oracle، Informix، Ingres و DB2 متصل شود. جدای از این، MGE و Microstation می توانند به فایل های گرافیکی نیز، مستقیماً یا از طریق پایگاه داده های رابطه ای، با استفاده از RIS، دسترسی پیدا کنند. MGE تمام داده های گرافیکی برداری و رستری را بصورت یکسری فایل، نگهداری می کند. ساختار سیستم MGE که روابط بین ماژول های نرم افزار، پایگاه داده رابطه ای و فایل های گرافیکی را بیان می کند، در شکل (۱) نشان داده شده است.

اجزاء گرافیکی در Microstation در فرمت DGN ذخیره می شوند. علاوه بر آن، MGE از فرمت DGN برای عملیات گرافیکی استفاده می کند، مگر اینکه برای کاربردهای جغرافیایی خاص، لازم باشد که فرمت داده دوباره ساخته شود. برای مثال، به منظور اجرای تجزیه و تحلیل های مکانی، داده های مکانی، با استفاده از MGE Analyst Module، بصورت یک فایل توپولوژیکی دوباره سازی می شوند. این ترتیب دارای این مزیت می باشد که، فایل های گرافیکی با تمام بسته های نرم افزاری و سکوهای کامپیوتری (Platform) مختلف سازگار هستند و هنگامی که بخواهیم، استفاده خاصی از آنها انجام دهیم، آنها را تبدیل می کنیم. هر کاربرد ویژه در زمینه GIS و تولید نقشه (Mapping) بصورت یک ماژول طراحی می شود که می تواند به کل سیستم MGE اضافه شود تا نیاز ویژه کاربر را برآورده سازد. توابع ماژول های کاربردی GIS و تولید نقشه که در سیستم MGE استفاده می شوند می توانند بصورت زیر خلاصه شوند:

- Analyst: ایجاد، پرسش و پاسخ، تجزیه و تحلیل و نمایش توپوگرافیکی داده های مکانی ساختار یافته را اجرا می کند.
- Network Analyst: طراحی راه و تجزیه و تحلیل آن و طراحی و تولید شبکه برداری را انجام می دهد.
- Grid Analyst: همپوشی، تعیین بهترین مسیر، تجزیه و تحلیل های آماری، تبدیل بردار به شبکه و بالعکس و تولید نواحی (Zones) همجواری داده های رستری (grid) را اجرا می کند.
- Imager: آشکار سازی و تجزیه و تحلیل تصاویر چند طیفی سنجش از دور که با داده های برداری یکپارچه شده باشند را انجام می دهد.



شکل (۱): ساختار سیستم MGE

- Terrain Modeller: فایل‌های مثلثی و شبکه ای برای استفاده در زمینه شیب، ارتفاع و تجزیه و تحلیل‌های قابلیت دید (intervisibility) را ایجاد می‌کند.
- Map Finisher: سمبل گذاری و ترکیب نقشه‌های عارضه مبنا (Feature - based) برای نمایش روی صفحه نمایش و تهیه نقشه‌های رنگی خروجی را انجام می‌دهد.
- Map Publisher: فایل‌های گرافیکی Microstation را به فایل‌های رستری ترکیب شده روی صفحه نمایش تبدیل می‌کند.
- ETI: داده‌های جمع آوری شده توسط Total Station در نقشه برداری زمینی را به فرمت سازگار با MGE تبدیل می‌کند.

۲-۱-۳-۳ CARIS

تولید کننده نرم افزار CARIS (Computer Asisted Resource Information System)، شرکت Universal System از کشور کانادا می باشد که در سال ۱۹۷۹ تاسیس گردید و در سال ۱۹۸۳ اولین محصول تجاری خود را ارائه داد. در اوتل ۱۹۹۸، CARIS For Windows نسخه ۴/۳ به بازار ارائه شد. این نرم افزار تحت Windows 95,98، Windows NT و UNIX، قابل اجرا می‌باشد. این نرم افزار یک سیستم برداری می باشد و از بسته‌های نرم‌افزاری زیر تشکیل شده است:

- Explorer: جهت رقومی سازی، تصحیح و پلات
 - Cartographer: جهت اضافه نمودن ابزارهای کارتوگرافیکی
 - Topological Mapping: جهت ایجاد توپولوژی
 - Access: جهت پرسش و پاسخ از پایگاه داده‌ها و ابزارهای تحلیلی
 - GIS: جهت ترکیب همه موارد فوق در یک بسته نرم‌افزاری واحد
- CARIS شامل ابزارهای مختلفی می باشد که بصورت برنامه‌های گرافیکی و غیر گرافیکی می‌باشند. هرکدام از این برنامه‌ها با نشانه‌هایی (icon) مشخص می‌شوند که این نشانه‌ها در کنار هم، هرکدام معرف قابلیت‌ها و اعمال این نرم‌افزار به شرح زیر می‌باشند.
- CARIS editor: یک برنامه گرافیکی محاوره‌ای، برای وارد کردن و ویرایش داده‌ها است.
 - CARIS manager: برنامه گرافیکی محاوره‌ای، جهت تجزیه و تحلیل‌های مکانی می‌باشد که می‌تواند به تنهایی و یا در مجاورت سایر برنامه‌های CARIS نظیر Report Writer و Data Base manager برای پرسش و پاسخ عوارض نقشه‌ای و داده‌های توصیفی ذخیره شده در پایگاه داده، بکار رود.

- CARIS Manager Zones: شامل منو و قابلیت‌های اضافی، جهت تجزیه و تحلیل شبکه (Network analysis) و grid می باشد، اما در سایر موارد، شبیه CARIS manager است.
 - CARIS Database manager: یک برنامه محاوره ای است که اجازه می‌دهد تا کاربران اطلاعات موجود در پایگاه اطلاعاتی توصیفی را وارد و مشاهده نمایند و پرسش و پاسخ انجام دهند.
 - Report Writer: گزارشی از نتایج پرسش و پاسخهای پایگاه داده های توصیفی را ایجاد می کند.
 - CARIS Setup: جهت نصب و ایجاد ارتباط بین فایل گرافیکی و پایگاه داده توصیفی عمل می نماید.
 - CARIS Tools: جهت اجرای برنامه های غیر محاوره ای (non-interactive) نظیر: ایجاد فایل CARIS، نمایش اطلاعات کارتوگرافیکی، اضافه نمودن اطلاعات کارتوگرافیکی، تبدیل فایلها به فرمتهای مورد نظرو edge match، مورد استفاده قرار می‌گیرد.
 - CARIS Digital Terrain Model Viewer: جهت مشاهده DTM سه بعدی بصورت محاوره ای است. قابلیت‌های دیگر این برنامه عبارتند از: ایجاد DTM، درونیابی منحنی میزانه‌ها، درونیابی مقادیر Z، ایجاد نقشه های شیب و جهت شیب، محاسبه حجم و مشاهدات سه بعدی، می باشد.
 - SAMI: برنامه گرافیکی محاوره ای جهت وارد کردن داده ها، ویرایش داده های رقومی و تبدیل داده های رستری (اسکن شده) به فرمت برداری است (فقط فایل‌های دو بیتی Tiff را قبول می کند).
- CARIS دارای سه نوع داده اصلی می باشد، که شامل داده های معرف داده ها (Meta data) که اطلاعاتی نظیر سیستم تصویر، بیضوی، مقیاس نقشه، سیستم مختصات و... می باشد و در header فایل CARIS نگهداری می شود. داده های مکانی و داده های توصیفی دو نوع دیگر از داده‌های CARIS هستند.
- CARIS تعدادی از فرمتهای لازم برای تبادل اطلاعات رقومی با دیگر سیستمها را حمایت می‌کند، که از آنجمله می توان از DXF، DGN، DLG، E00 و ... نام برد.
- CARIS قابلیت ثبت (Register) و نمونه برداری مجدد (Resampling) تصاویر رستری را دارا می باشد و می تواند داده‌های رستری را بعنوان زمینه (background) قرار دهد و همچنین امکان برداری نمودن نقشه های Scan شده را دارا می باشد.
- قابلیتهای عمومی نرم افزار CARIS عبارتند از:

- وارد کردن داده ها
- ویرایش داده ها
- تجزیه و تحلیل‌های مکانی
- پرسش و پاسخ از عوارض نقشه و داده های توصیفی
- قابلیت اتصال به انواع میزهای رقومی گر برای انجام عملیات رقومی سازی نقشه
- تجزیه و تحلیل شبکه (Network Analysis)
- تهیه گزارش از نتیجه عملیات و پرسش و پاسخها
- اجرای برنامه های غیر محاوره ای
- تبدیل فرمت
- کشف خطاهای توپولوژیکی و حذف آنها
- نمایش اطلاعات کارتوگرافیکی
- ایجاد DTM (TIN.Regular grid) و مشاهده سه بعدی
- تهیه منحنی میزان، نقشه شیب و جهت شیب
- تبدیل فرمت رستری به فرمت برداری
- انجام عملیات جنرالیزاسیون عوارض
- قابلیت استفاده از فونت فارسی

CARIS دارای یک محیط توسعه به نام Spatial Frame work می باشد که مستقل از خود نرم افزار است و برای توسعه کاربردهای مورد نیاز کاربران، با استفاده از یک مجموعه از کلاسهای شیءگرا در محیط برنامه نویسی ++C، بکارگرفته می شود.

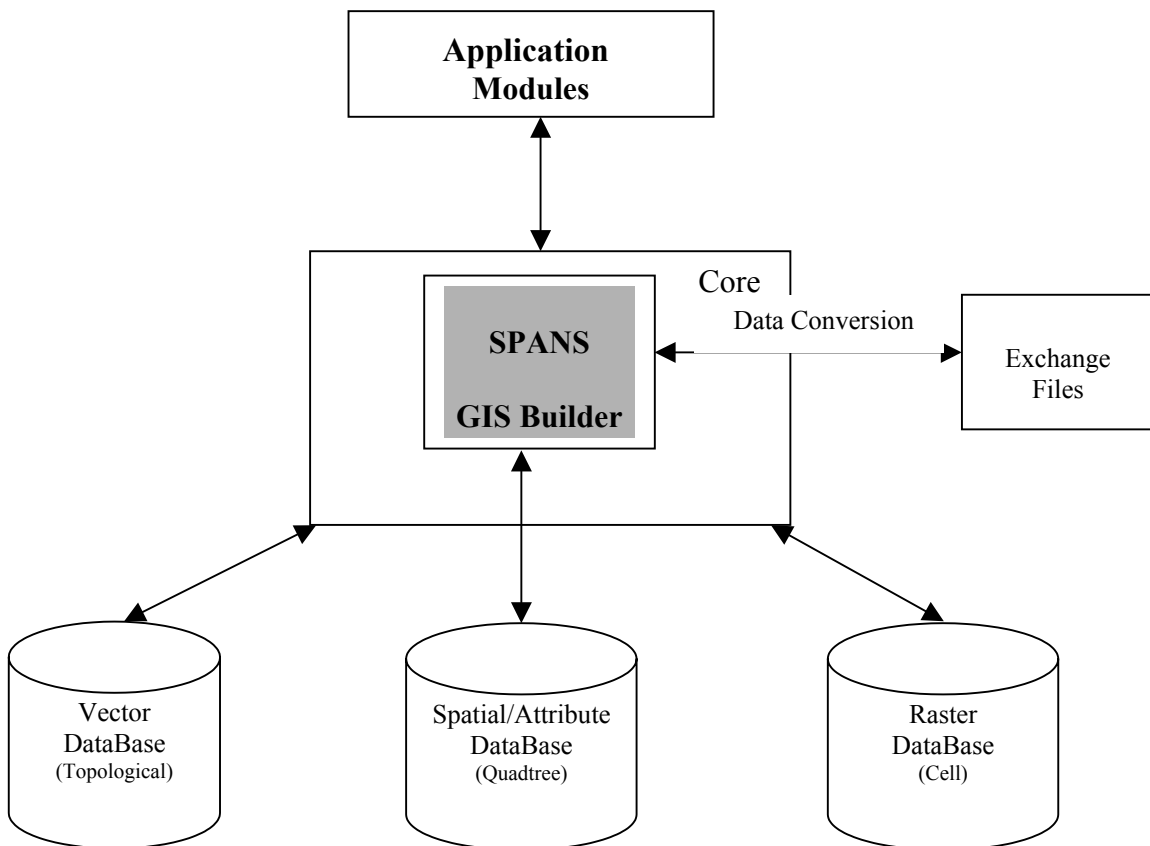
Tydacs SPANS ۳-۱-۳

SPANS (Spatial Analysis System) یک GIS رستری ماژولار می باشد که توسط Interact Tydac Technologies تولید شده است. Spans روی میکرو کامپیوتر ، Graphic Workstation و PC تحت سیستم عاملهای OS/2، Windows، و Unix اجرا می شود. واسطه کاربرهای گرافیکی که در سیستم عاملهای مختلف اجرا شده اند، از یک استاندارد بالفعل یکسان استفاده نمی کنند.

SPANS جهت چهار کار اصلی طراحی شده است:

- ساخت و یکپارچه کردن مجموعه داده های مکانی
- جستجو و ارتباط بین مجموعه داده های مکانی
- پرسش و پاسخ و شناسایی موقعیت های مناسب
- دسترسی به تاثیرات تصمیمات از طریق مدلسازی پیش بینی

SPANS برای یکپارچه کردن داده ها از مدل چهار درختی (quadtree) استفاده می کند تا اینکه بتواند سازماندهی و شاخص گذاری داده های مکانی را انجام دهد. SPANS دارای محدوده وسیعی از تبدیل داده ها (Data Conversion) می باشد که فرمتهای مهم برداری و رستری را به فرمت همگون برای ساختار چهار درختی ترجمه می کند. ساختار quadtree، لایه های داده ای را با قدرت تفکیک های مختلف ایجاد و ذخیره می کند. جدای از این، ساختار quadtree یک روش کارآ برای سازماندهی و شاخص گذاری داده های مکانی؛ جهت ذخیره سازی داده ها، جستجو و بازیابی سریع داده ها، می باشد. از فرمت ساختار یافته quadtree همراه با داده های اولیه برای عملیات تحلیلی و مدلسازی داده ها استفاده می شود. SPANS همچنین می تواند داده ها را هم در فرمت ساختار یافته توپولوژیکی برداری ذخیره کند و هم در فرمت ساختار یافته سلولی (رستری) ذخیره کند. ساختار سیستم SPANS در شکل (۳) نشان داده شده است. ماژول هسته ای سیستم GIS Builder، SPANS GIS می باشد که شامل یک سری کامل از ابزارهای اساسی GIS برای ساخت پایگاه داده، ساخت مدل های تحلیلی و فراهم آوردن امکانات برای دیدن داده ها و ارائه پرسش و پاسخ می باشد. ماژولهای کاربردی اضافی برای توابع تحلیلی در بالای GIS Builder قرار داده شده اند.



شکل (۳): ساختار سیستم SPANS

مهمترین خصوصیات SPANS GIS بصورت زیر می باشد:

- این سیستم برای سازماندهی و اندکس گذاری داده های مکانی و توصیفی از quadtree استفاده می کند.
- ابزارهای تجزیه و تحلیل شبکه و همپوشانی در این نرم افزار فراهم شده اند.
- ابزارهای تجزیه و تحلیل های مجاورتی مثل؛ واضح سازی لبه ها می تواند انجام شوند.
- تجزیه و تحلیل های توپولوژیکی امکان پذیر است.
- با استفاده از شبکه نامنظم مثلثی (TIN) می توان منحنی میزانها را ترسیم کرد، DTM را تشکیل داد و نتایج مدلسازی زمین را مشاهده کرد. بطور مثال می توان یک مدل سه بعدی پرسپکتیو از داده ها را تولید کرد.

بغیر از توابع تحلیلی GIS، Intera Tydac، دوماژول دیگر را نیز گسترش داده است که عبارتند از: SPANS MAP و IMAGE که به ترتیب برای تهیه نقشه رقومی و پردازش تصاویر استفاده می شوند. بسته نرم افزاری دیگری به نام SPANS Explorer به بازار آمده که با داده های برداری و رستری بصورت یکپارچه کار می کند. SPANS Explorer انواع داده های جغرافیایی تولید شده بوسیله، Arc/Info، ERDAS، EASI/PACE و چند فرمت دیگر را می تواند به فرمت ساختار یافته quadtree تبدیل کند. بسته Explorer علاوه بر این که برای اجرای بعضی تجزیه و تحلیل های معمول مثل: تجزیه و تحلیل مجاورتی و map overlay استفاده می شود، می تواند برای نمایش، پرسش و پاسخ، بهنگام کردن و مدیریت داده های مکانی نیز استفاده شود.

۴-۱-۳- ARCGIS

سیستم ArcGIS یک بسته گرافیکی GIS معروف می باشد که توسط شرکت ESRI تولید شده است. سیستم روی محدوده وسیعی از سکوها کامپیوتری اجرا می شود که شامل Main Frame، mini-computer، Graphic workstation و PC می باشد. این سیستم یکپارچه و کامل برای ایجاد، مدیریت، تلفیق و تجزیه و تحلیل داده های جغرافیایی می باشد.

در ARCGIS اشیاء، داده های مکانی و غیر مکانی می باشند و عملگرها، فرمانهای مربوط به پردازشهای زمینی هستند که برای ویرایش، تجزیه و تحلیل و نمایش این اشیاء بکار گرفته می شوند.

Arc GIS یک سیستم Scalable می باشد و هم می تواند بصورت Desktop و هم Distributed اجرا شود. قسمت Desktop استانداردهای مختلفی از جمله موارد زیر را می پذیرد:

- استاندارد متادیتای جغرافیایی (FGDC)
- استانداردهای شبکه (XML)
- استاندارد مدل کردن اشیاء جهان واقعی (VML)

ArcGIS یک سیستم ماژولار است که کاربران مختلف می‌توانند از ماژولهای مختلف این نرم‌افزار (ArcInfo, ArcView, ArcEditor, ArcReader) و ماژول موبایل آن (ArcPad) و ماژول شبکه آن (ArcIMS) برای برآوردن نیازهای خود استفاده نمایند. در میان ماژولهای موجود ArcGIS، ArcInfo، گسترده‌ترین و جامع‌ترین ماژول موجود می‌باشد. این ماژول شامل اکثر قابلیت‌های سایر ماژولها می‌باشد. از آنجایی که اساس نرم‌افزار ArcGIS بر اساس Arc/Info می‌باشد، در ادامه قابلیت‌های ماژول فوق به تفصیل تشریح می‌گردد و ویژگی‌های سایر ماژولها به اختصار ارائه می‌شود.

• Arc/Info

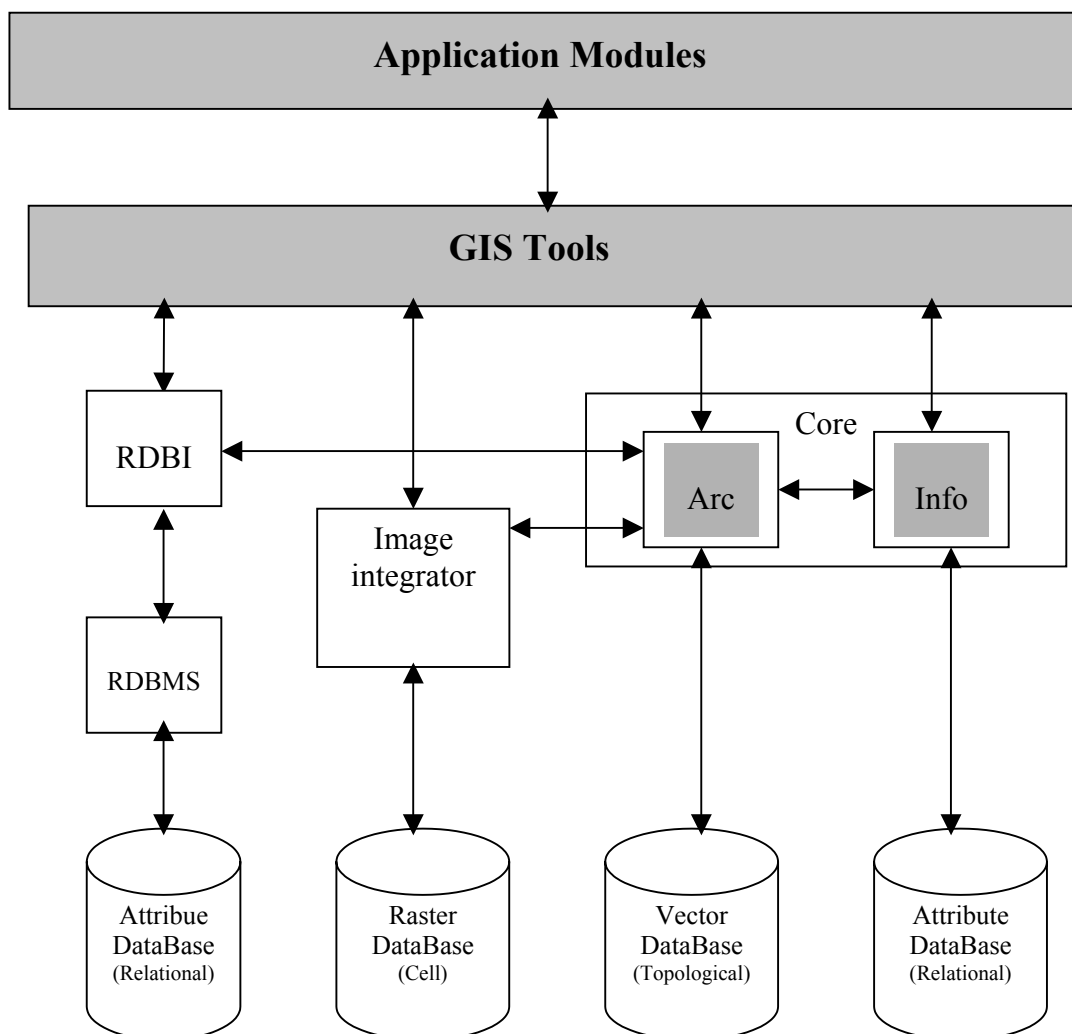
در ابتدا، Arc/Info بعنوان یک GIS برداری توسعه داده شد و از دو نرم افزار مهم تشکیل شده بود:

- Arc: برای مدیریت داده های مکانی برداری
- Info: برای مدیریت داده های توصیفی

جزء Arc داده‌های گرافیکی را در یک ساختار توپولوژیکی ذخیره می کند در حالیکه، جزء Info، داده های توصیفی را در جداول رابطه ای ذخیره می کند. این دو جزء توسط شناسایی‌کننده‌های عوارض به یکدیگر متصل می شوند و همچنین بصورت مجزا به نرم‌افزارهایی که برای کاربردهای مختلف استفاده می شوند، متصل می شوند.

بعد از آن، سیستم توسعه قابل توجهی یافت، نگارشهای بعدی نرم‌افزار، یک RDBI (Relational Data Base Interface) را هم حمایت می کرد تا یک اتصال خارجی را مستقیماً بین RDBMS های تجاری دیگر مثل Oracle, Ingres, Informix و... و قسمت Arc سیستم برقرار کند. ساختار سیستم Arc/Info در شکل (۲) آمده است.

محصولات خانواده Arc/Info بر اساس یک سیستم نرم افزاری ماژولار ساخته شده است. هسته اصلی سیستم موارد ضروری برای عملیات ابتدایی GIS از قبیل، تهیه نقشه، ویرایش، ایجاد پایگاه داده، تبدیل مختصات و استفاده از سیستمهای تصویر، نمایش ساده نقشه، انتقال داده ها و ارتباط برقرار کردن با ماژولهای ویژه کاربردی می‌باشد که در اطراف ماژول هسته ساخته می شوند.



شکل (۲): ساختار سیستم Arc/Info

از آنجایی که Arc/Info قابلیت اجرا را بر روی سکوهایی مختلف کامپیوتری داشت، بر حسب نوع سکوی کامپیوتری، Arc/Info ماژولهای گسترش یافته مختلفی برای کاربردهای ویژه فراهم نمود. مثلاً PC STARTER KIT، ماژول هسته ای برای کامپیوترهای سازگار با IBM PC می باشد. ماژولهای دیگر می توانند با این ماژول هسته ای یکپارچه شوند. این ماژولها شامل: ArcEdit برای تولید، بهنگام سازی و مدیریت محاوره ای، ArcPlot برای عملیات گرافیکی، نمایش و خروجی کارتوگرافیکی، Overlay برای مدلسازی و تجزیه و تحلیل اطلاعات مکانی، Network برای تجزیه و تحلیل شبکه برداری (Network Analysis)، Geocoding و ... می باشد.

یکی از موارد قابل توجه در محصولات ESRI معرفی ArcCAD می باشد که به کاربر اجازه می دهد تا مستقیماً با رقومی کردن نقشه های موجود، روی سیستمهای

Autocad که بطور وسیعی استفاده می شوند، یک پایگاه داده برداری برای Arc/Info بسازد. مفهوم ArcCAD اینست که یک اتصال واضح بین مدل داده های AutoCAD و مدل داده های Arc/Info ایجاد می کند تا قابلیت عملیاتی اضافی برای GIS فراهم کند. با این توسعه، پایگاه های داده های GIS در Arc/Info می توانند به هندسه پایگاه داده های رسام AutoCAD به خوبی متصل شوند. بنابراین داده های جغرافیایی ایجاد شده در AutoCAD شبیه به همان داده هایی است که بوسیله Arc/Info استفاده می شود و لزومی به انتقال داده ها بین دو سیستم، از طریق تبدیل فرمت فایلها به هم وجود ندارد.

از ۱۹۹۰ ایستگاه کاری Arc/Info، ماژول Image Integrator را جهت یکپارچه کردن تصاویر رستری با نقشه های برداری، برای استفاده کنندگان ایجاد کرد. به این ترتیب که تصاویر رستری بتوانند بصورت زمینه (Background) نقشه، جهت ویرایش یا پرسش و پاسخ، نمایش داده شوند. Image Integrator می تواند تبدیل رستر به بردار را نیز انجام دهد.

قابلیتهای عمومی Arc/Info عبارتند از:

- 0 تولید و مدیریت پایگاه داده
- 0 پرسش و پاسخ از پایگاه داده
- 0 ایجاد گزارش و نمایش گرافیکی
- 0 تجزیه و تحلیل و همپوشی نقشه
- 0 تهیه نقشه
- 0 یکپارچه شدن با RDBMS
- 0 مدیریت پایگاه داده شبکه ای
- 0 مدلسازی رقومی زمین (DTM)
- 0 تبدیل شبکه به بردار و ویرایش شبکه ای (Arcscan)
- 0 وارد کردن مستقیم داده های نقشه برداری به پایگاه داده گرافیکی (COGO)
- 0 ایجاد پایگاه داده توپولوژیکی از AutoCAD (Arccad)

• ArcReader

این ماژول برای نمایش و چاپ نقشه ها بکار می رود. بازیابی اطلاعات توصیفی (Identify)، اندازه گیری (Measure)، جستجو (Find) و Hyperlink از قابلیت های این نرم افزار محسوب می شود. هدف Arc reader در واقع دسترسی گسترده در

تمامی قسمت‌های سازمان می‌باشد. با استفاده از ArcReader می‌توان به نقشه های با کیفیت بالا که توسط Desktop ArcGIS ایجاد می‌شوند، دسترسی پیدا کرد.

• Arcview

این ماژول تمامی قابلیت های ArcReader را دارا می‌باشد. Arcview امکان ایجاد، نمایش، دسترسی و ویرایش داده‌های جغرافیایی، پرسش و پاسخ (Query)، تجزیه و تحلیل و تلفیق داده‌ها را فراهم می‌سازد. Arcview دارای یک کاتالوگ برای مدیریت و Browse کردن داده ها می‌باشد و امکان تبدیل سیستم های مختصات و دیتوم ها مختلف به یکدیگر بصورت On The Fly، ایجاد متادیتا، برنامه نویسی با استفاده از VBA (ویژه‌سازی ماژول Arcview)، ابزارهای ویرایشی جدید Static annotation، دسترسی مستقیم به داده‌های اینترنتی و ... را به کاربران می‌دهد.

• ArcEditor

این ماژول شامل تمامی قابلیت های Arcview، به علاوه قابلیت ویرایش عوارض موجود در یک پایگاه داده مکان مرجع (Geodatabase) چندکاربره که شامل موارد زیر است، می‌باشد:

- o توپولوژی
- o مدیریت نگارشی
- o علائم link شده به عوارض
- o Dimensioning
- o استفاده از داده‌های رستری در پایگاه داده مکان مرجع چند کاربره
- o ویرایش چند کاربره

ماژول ArcEditor امکان ایجاد و ویرایش فرمتهای مختلف داده ای برداری مانند Shapefile، Geodatabase شخصی و Geodatabase های چند کاربره را فراهم می‌آورد.

لازم به توضیح است که Geodatabase، یک ذخیره سازی فیزیکی اطلاعات در داخل DBMS است و در مقایسه با مدل Coverage، می‌تواند انواع داده‌های مختلف (برداری، رستری، CAD و ...) را با همدیگر در داخل DBMS ذخیره نماید. Geodatabase امکان دسترسی چند کاربره را از طریق مدیریت سفارشی فراهم می‌آورد و با استفاده از آن تعداد زیادی کاربر می‌توانند بر روی یک پایگاه داده عملیات خواندن و حتی نوشتن را انجام دهند.

• Arc SDE

این ماژول راه ارتباطی (Gateway) بین محصولات ESRI و DBMS را فراهم می‌کند. ArcSDE به کاربر امکان مدیریت اطلاعات جغرافیایی در یکی از ۴ پایگاه داده تجاری (IBM DB2, IBM Informix, Microsoft SQL Server, Oracle) را می‌دهد. با استفاده از ArcSDE کاربران می‌توانند در نرم افزارهای ArcInfo, ArcView, ArcIMS و ... مستقیماً با داده های مکانی که در سیستم مدیریت پایگاه داده (DBMS) مدیریت می‌شوند، دسترسی داشته باشند و پردازشهای مورد نظر را انجام دهند. به عبارت دیگر ArcSDE داده های مکانی را از طریق ArcIMS به ArcDesktop که شامل ArcView, ArcEditor, ArcInfo می‌باشد، ارسال می‌کند.

کاربرد اصلی این ماژول در سیستمهای اطلاعات جغرافیایی گسترده (Distributed GIS) و تحت شبکه (Web GIS) و برای استفاده های چند کاربره می‌باشد. ArcSDE به عنوان یک Server کاربردی، امکان ذخیره سازی و مدیریت داده های مکانی (داده‌های رستر، برداری و نقشه برداری) را در یک DBMS فراهم می‌آورد و داده ها را برای کاربردهای مختلفی فراهم می‌آورد. قابلیت‌های این ماژول عبارتند از:

0 ایجاد زیرساختار لازم برای ویرایش همزمان پایگاه داده مکانی

0 علاوه بر ایجاد داده های هندسی ساده، این ماژول انواع مختلف داده از قبیل تصاویر، شبکه، عوارض با توپولوژی تلفیقی را می‌پذیرد و آنها را با قوانین، رفتار و ویژگیهای شیء مرتبط می‌سازد.

• ArcObject

ESRI دارای محصولی شامل توابع آماده جهت توسعه سیستم و کاربردی نمودن نرم‌افزار، تحت عنوان ArcObject می‌باشد. ArcObject شامل یک مجموعه بزرگ از کاربردهای نمونه می‌باشد که کاربر را قادر می‌سازد تا کاربردهای مورد نیاز خود را به سرعت توسعه دهد. با ArcObject کاربر می‌تواند:

0 کاربردهای جدید را به منظور تهیه نقشه به سیستم اضافه نماید.

0 نقشه دلخواه را تولید کرده و نیازهای خاص خود از یک سیستم GIS را محقق سازد.

0 کاربردهای query ساده که به آسانی می‌تواند به داده ها دسترسی پیدا کند را توسعه دهد.

ویژه‌سازی (Customization) این ماژول از نرم‌افزار ArcGIG به دو شیوه زیر انجام پذیر است:

o از طریق زبان برنامه نویسی VBA که در داخل خود نرم افزار تعبیه شده است.

o از طریق زبانهای برنامه نویسی جانبی مانند Visual Basic, Visual C++, Delphi

• Arc IMS

این ماژول در واقع پایه و اساس ایجاد یک سیستم اطلاعات جغرافیایی گسترده (Distributed GIS) را از طریق اینترنت فراهم می‌سازد. به عبارتی دیگر این ماژول استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی را از طریق اینترنت فراهم می‌سازد و به کاربران امکان تلفیق منابع داده محلی (Local) را با داده های Internet از طریق نمایش، پرسش و پاسخ و آنالیز فراهم می‌سازد. این نرم افزار قابلیت خواندن فایل‌های DHTML و HTML را دارد و همچنین می تواند به صورت توأم با داده های رسترسی و برداری کار نماید.

• Arc PAD

این ماژول در واقع پایه و اساس ایجاد یک سیستم اطلاعات جغرافیایی را از طریق موبایل (Mobilemapping &GIS) فراهم می‌سازد.

• ArcExplorer

یک نرم افزار Viewer ساده می باشد که به صورت مجانی قابل استفاده است. این نرم‌افزار دارای برخی از توابع ساده GIS از جمله نمایش، پرسش و پاسخ و بازیابی داده‌ها مورد استفاده قرار می‌باشد. این محصول می‌تواند به صورت محلی یا به عنوان یک Client جهت استفاده داده های تحت Internet مورد استفاده قرار گیرد.

ArcGIS 8.3 آخرین محصول شرکت ESRI می باشد. این محصول اولین ویرایش کامل، ساده و مجتمع برای ایجاد، مدیریت، جمع آوری و آنالیز داده های جغرافیایی با پایگاه داده شی‌عگرا، از میان مجموعه محصولات ESRI است. در ArcGIS 8.0 و نسخه های بالاتر، ویژگی های زیادی نسبت به نسخه‌های قبلی از جمله موارد زیر اضافه شده است:

- با استفاده از ابزارهای مختلف برای ساختن عوارض، اتوماسیون و ویرایش داده ها راحت تر انجام می گیرد.
- توانایی های preview و مدیریت متادیتا بسیار بهتر شده است.

- Geoprocessing، تغییر و بهنگام سازی داده‌ها، کارتوگرافی، گزارش گیری، ترسیم نمودار و ... از طریق واسط کاربر مناسبتر انجام می شود.
- محصولات مختلف Desktop Arc GIS (Arc Info، Arc Editor، Arcview) همگی Internet Enabled هستند.
- محصولات مختلف Desktop Arc GIS می توانند داده ها را بصورت Seamless برای آنالیز دریافت کنند و آنها را یکپارچه نمایند.
- قابلیت انجام Projection بصورت On The Fly و در حین کار بر روی داده‌های رستر و بردار وجود دارد.
- از طریق تنظیم شفافیت لایه‌ها چه در حالت بردار و چه در حالت رستر، نقشه‌های با کارتوگرافی بهتری می‌توان تولید نمود.

ArcGIS 8.3 شامل نرم افزارهای مختلف ArcSDE، ArcInfo 8.3، ArcEditor 8.3، ArcIMS و Arcview 8.3 می باشد که قابلیت اجرای تحت شبکه یا به صورت منفرد را داراست. این نرم افزار قابلیت نوشتن برنامه کاربردی خاص با زبان Delphi، Visual c++، و Visual Basic را دارا می‌باشد. در ادامه ویژگیهای ماژولهای اصلی این نرم‌افزار به اختصار ارائه می‌شود.

• ArcView 8.3

ArcView 8.3 دارای قابلیت نمایش، پرسش و پاسخ، تجزیه و تحلیل و تلفیق داده ها به علاوه توانایی ایجاد و ویرایش داده های جغرافیایی است و دارای ابزارهای جدید ویرایشی و کارتوگرافی پیشرفته بوده و امکان دسترسی مستقیم به داده های اینترنت را داراست.

ArcGIS 8.3 با ارائه امکان ویرایش چند نفره (Multi User Editing)، تجزیه و تحلیل های پیشرفته، استفاده از داده های تحت web و سرویس های پایگاه داده های مکانی با کارائی بالا، قابلیت ArcView 8.3 را گسترش می دهد.

این نرم افزار دارای سه برنامه کاربردی desktop شامل: ArcMap، ArcCatalog، و ArcToolbox می‌باشد. ArcMap امکان نمایش، پرسش و پاسخ و تجزیه و تحلیل داده ها را فراهم می کند، ArcCatalog امکان مدیریت، ایجاد و سازماندهی داده های جدولی را فراهم می‌آورد و ArcToolbox که دارای ابزار کمتری نسبت به ArcToolbox مربوط به ArcInfo 8.3 می باشد، امکان تبدیل داده ها را فراهم می‌آورد.

لازم به توضیح است که Arcview 8.3 دارای تمامی قابلیت‌های نسخه‌های Arcview 3.x می‌باشد.

• ArcEditor 8.3

ArcEditor 8.3 شامل کلیه قابلیت‌های ArcView 8.3 می‌باشد و علاوه بر آن شامل امکانات جدید و قدرتمند پشتیبانی از ویرایش چند کاربره (Multi User Editing)، ویرایش توپولوژیکی داده‌ها، مدیریت نگارشی داده‌ها (Versioning)، اندازه‌گذاری، داده‌های رستری در پایگاه داده زمینی چند کاربره و کلاس‌های خصوصی عوارض می‌باشد و می‌تواند تمام فرمت‌های برداری که توسط ESRI پشتیبانی می‌شوند را ایجاد و ویرایش نماید.

• Arc/Info 8.3

Arc/Info 8.3 گسترده‌ترین بخش ArcGIS می‌باشد که تمام توابع ArcEditor 8.3 و ArcView 8.3 را داراست. Arc/Info 8.3 نرم‌افزاری برای ایجاد، بهنگام‌سازی، پرسش و پاسخ، تهیه نقشه و تجزیه و تحلیل داده‌های GIS است و شامل ابزارهای کارا و مناسب برای تبدیل داده‌ها، جنرالیزه کردن، Aggregation، Overlays، Buffering، محاسبات آماری، پردازش‌های زمینی، تبدیل سیستم تصویر می‌باشد.

Arc/Info 8.3 در دو نسخه ارائه می‌گردد، یک نسخه جهت استفاده تحت Workstation و نسخه دیگر تحت Desktop طراحی شده است. نسخه workstation این نرم‌افزار شامل، ماژول‌های ArcEdit، Arcplot، ArcInfo، ArcNetwork، ArcCoGo، Arcscan، ArcGrid و ArcTIN می‌باشد. workstation در محیط‌های Windows NT، Windows 2000، و Windows XP، و سکوهاى UNIX، قابل اجراست.

نسخه Desktop آن شامل ماژول‌های ArcMap، ArcCatalog و ArcToolbox می‌باشد. ماژول ArcMap برای تهیه نقشه، ویرایش و آنالیز بکار می‌رود. ArcCatalog نرم‌افزاری برای مدیریت داده‌های مکانی، طراحی، مدیریت پایگاه داده‌ها، ذخیره‌سازی و دیدن Metadata می‌باشد. ArcToolbox بسیاری از تبدیلات داده‌ها، مدیریت شیتهای نقشه، تجزیه و تحلیل‌های متنوع و ... را انجام می‌دهد. با استفاده از این ابزارها می‌توان تبدیل داده‌ها، جنرالیزاسیون، Aggregation، Overlay، Buffer، محاسبات آماری و ... را انجام داد. این نسخه با سیستم عامل‌های Windows NT، Windows 2000، و Windows XP، و Unix اجرا می‌شود.

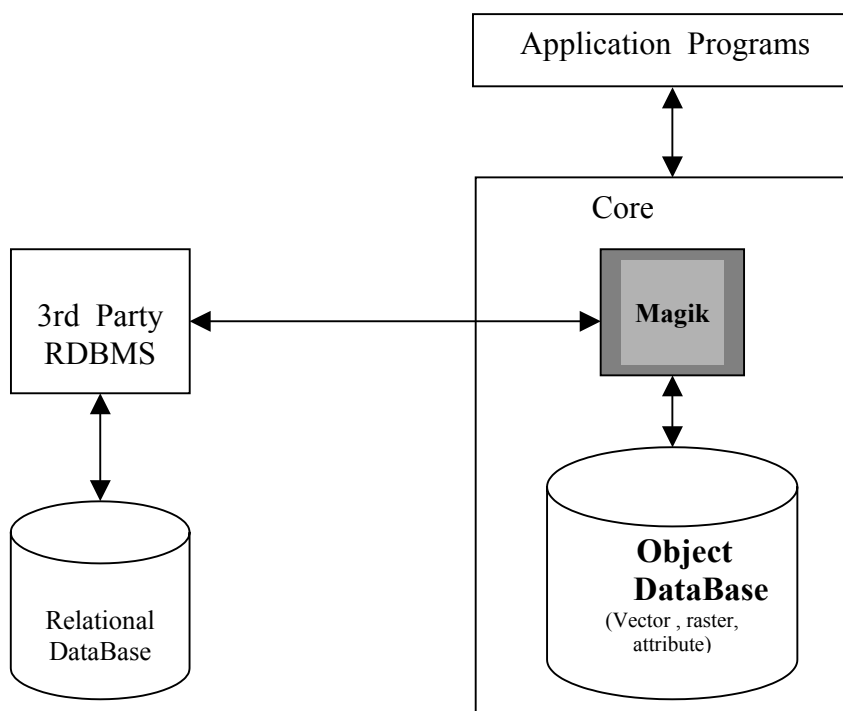
در ادامه فرمتهای مختلفی که توسط ماژولهای ArcEditor 8.3, Arcview 8.3 و ArcInfo 8.3 قابل خواندن هستند، ارائه می‌گردد.

Data formats	Arc view	Arc editor	ArcInfo
Shape files	بله	بله	بله
coverages	خیر	خیر	بله
Personal Geodatabase	بله	بله	بله
Multi user Geodatabase	خیر	بله	بله

Smallworld GIS ۳-۱-۵

Smallworld GIS از یک مدل داده شیء گرا استفاده می‌کند، بطوریکه معانی موجود در دنیای واقعی با درجه بالایی از خلاصه بودن پدیده، در یک شیء تعریف شده توسط کاربر، نگهداری گردیده و در یک محیط شیء گرا اداره می‌شوند. Smallworld GIS ساختار سیستمهای باز را قبول می‌کند و کلیه استانداردهای قابل قبول کامپیوتری را می‌پذیرد.

بنابراین می‌تواند روی سکوهایی کامپیوتری مختلف تحت سیستمهای عامل NT, Unix یا VMS اجرا شود و به داده های ذخیره شده در پایگاه داده های مختلف دسترسی داشته باشد. ساختار این سیستم در شکل (۴) نشان داده شده است.

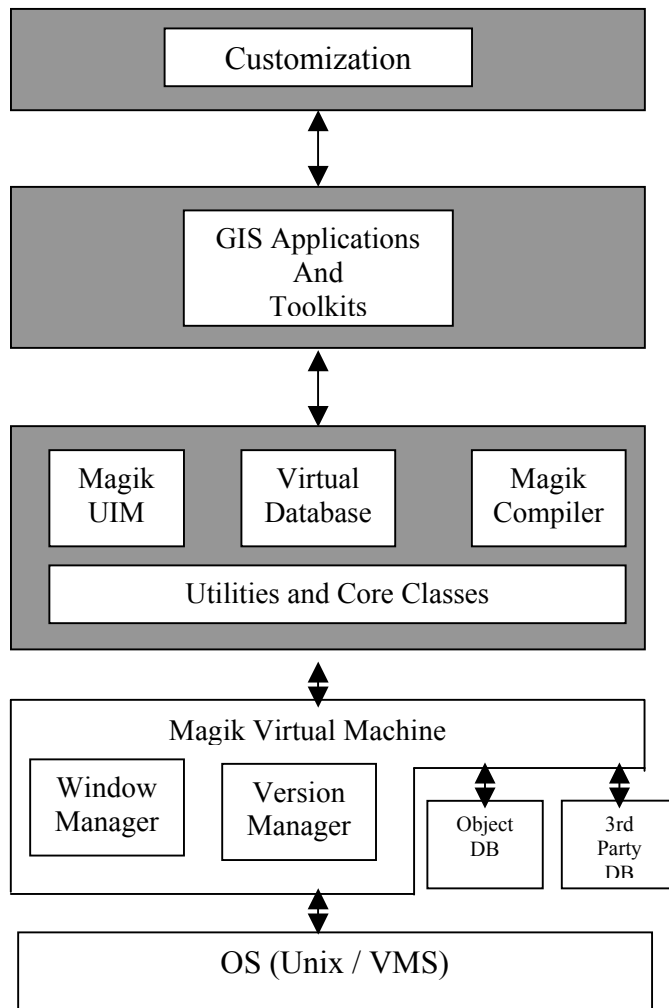


شکل (۴): ساختار سیستم Smallworld GIS

در پایگاه داده Smallworld GIS، یک پایگاه داده شیء گرا در سکوهاى کامپیوترى مختلف اجرا مى‌گردد. در اجرای پایگاه داده فوق با استفاده فناوری پایگاه داده‌ای رابطه‌ای، از ترکیب یک زبان برنامه نویسی محاوره‌ای به نام Smallworld Magik و یک واسطه سطح پائین (Low-Level Interface) شیء گرا بین دنیای رابطه‌ای و شیء گرا، استفاده می‌گردد. در این ارتباط "رکورد" به یک "شیء" و "فیلد" به "داده توصیفی" تصویر می‌شود.

Smallworld GIS یک سیستم برداری است و تنها می تواند داده های برداری و توصیفی را با هم در یک سیستم ذخیره کند و یک اتصال خارجی نیز به پایگاه داده دیگر فراهم می کند.

زبان Magik، یک محیط یکپارچه را فراهم می کند. بطوریکه، برنامه ریزی سیستم، توسعه کاربردی، یکپارچگی سیستم و ویژه‌سازی نرم‌افزار، همگی با همان زبان نوشته شده‌اند. ساختار Magik در شکل (۵) نشان داده شده است.



شکل (۵): ساختار Smallworld Magik

مشخصات اصلی Smallworld GIS به صورت زیر هستند:

- یک پایگاه داده مجازی (Virtual Database)، داده های برداری و توصیفی را باهم یکپارچه می کند.
- هر عارضه جغرافیایی را، بصورت یک شیء قابل مدیریت تعریف می کند که شامل هندسه ساختار یافته توپولوژیکی با کلاسه بندی کننده های مفهومی می باشد.
- ایجاد مدل داده های کاربر بصورت اشیاء را حمایت می کند و به این اشیاء اجازه می دهد که روشهایی (Methods) در داخل خود داشته باشند.
- دارای توابع تجزیه و تحلیل شامل: تجزیه و تحلیل شبکه برداری، تجزیه و تحلیل همجواری، تولید نواحی حائل، همپوشی پلیگونها و... می باشد.
- محیط پرسش و پاسخ منحصر به فرد برای یکسری از پایگاه داده های موجود را فراهم می کند.
- نقشه های پایه یکپارچه (Seamless mapbase) برای مکانیسم های شاخص گذاری مکانی را ارائه می نماید.
- (Version management) برای مدیریت نگارشی داده ها و حفظ نسخ مختلف در حین اعمال تغییرات را دارا می باشد.
- برای توسعه سیستم، کاربردی و اختصاصی کردن آن، از یک زبان برنامه نویسی استفاده می کند.
- محیط شیء گرا، یک کتابخانه وسیع از کلاسهای اشیاء و روشها را فراهم می کند.

Smallworld GIS دارای زبان برنامه نویسی محاوره ای می باشد که یک محیط یکپارچه را برای توسعه سیستم اختصاصی کردن برای کاربر (User customization) فراهم می کند. به منظور اتصال به پایگاه داده های خارجی، توسعه دهندگان نرم افزار، باید ارتباط بین برنامه ها و پایگاه داده های مختلف را بصورت همگن نگهدارند که ساخت و نگهداری نرم افزار را پرهزینه می کند. از طرف دیگر Magik زبانی می باشد که در اجرا دارای ضعف می باشد و دارای فقدان چک کردن زمان Compile در سیستمهای قوی است. Smallworld اعتقاد دارد که از دست دادن اطلاعات بهای با ارزشی است که برای انعطاف پذیری قابل توجهی که در یک سیستم چند شکلی بدست آمده، پرداخته می شود. در ادامه ویژگیهای فنی هسته Smallworld به شرح زیر ارائه می گردد:

- معماری سرویس دهنده به ایستگاه های کاری

این ساختار امکان اتصال کاربران متعدد را به یک پایگاه داده فراهم می آورد. کلیه پردازشها بر روی ایستگاه کاری کاربر انجام می شود و سرویس دهنده Smallworld

فقط وظیفه توزیع داده را به عهده دارد. بنابراین با زیاد شدن تعداد کاربران بازده سیستم ثابت می ماند.

- مدیریت نسخه های متعدد پایگاه داده

هر کاربر می تواند نسخه خاص خود را از پایگاه داده داشته باشد. داده مشترک بین کاربران کپی نمی شود و توسط سرویس دهنده Smallworld بین همه توزیع می گردد. تغییرات اعمال شده در نسخه خاص هر کاربر ایجاد می گردد و ابزار انتقال تغییرات و مقایسه متناقض در سیستم تعبیه شده است.

- حمایت از داده های برداری و رستری

در عین حال که Smallworld محیط بسیار قوی برداری است، توانایی خواندن، نمایش و پردازش داده های رستری را نیز داراست. نقشه های اسکن شده. تصاویر ماهواره ای و عکس های هوایی مکان مرجع مستقیماً در پایگاه داده قابل بارگیری هستند و به سرعت کمبود اطلاعات بصری را در سیستم پر می کنند.

- دنیای داخلی و هندسه متعدد یک شیء جغرافیایی

مثال پیچیده یک شیء جغرافیایی مانند پست برق را در نظر بگیرید. ساختمان یک ایستگاه دارای هندسه چند ضلعی است در عین حال خود از اجزای جزئی تری تشکیل شده است. از نقطه نظر مدل شبکه برق، این شیء دارای نقاط اتصالی به شبکه است این اتصالات دارای هندسه نقطه ای هستند و مبادی ورودی و خروجی ایستگاه می باشند. ایستگاه، خود دارای یک "دنیای داخلی" است. کابل های برق شبکه توسط اتصالات با مدار الکتریکی یا دنیای داخلی ایستگاه مرتبط هستند. در دنیای داخلی اتصالات به یک مدار الکتریکی وصل هستند که خود شامل کابل های برق، مبدل ولتاژ، کلیدهای قطع و وصل و میله های اتصال (Bus Bar) است. هر یک از اجزاء یک شیء جغرافیایی با کلیه خصوصیات هندسی و توصیفی هستند و حتی هر یک می توانند دنیای داخلی دیگری برای خود داشته باشند.

- پایگاه داده توزیع شده (Distributed Database)

مدلهای جغرافیایی بسیار تخصصی می باشند به نحوی که عملاً برای کاربردهای مختلف می بایست پایگاههای داده تخصصی توسط مؤسسات و کاربران دارای آن تخصص و صلاحیت تهیه گردند و مشخصاً اطلاعات تهیه شده در حیطه هر تخصصی می باید توسط مسئولین مربوطه و در محل آنها نگهداری و مدیریت گردد. ولی در یک، GIS کاربر به اطلاعات جامع نیاز دارد که غالباً در تملک دیگران است.

یک Smallworld GIS می‌تواند پایگاه‌های داده توزیع شده را در محل‌های مختلف خوانده و همه را بصورت یکپارچه و جامع در ایستگاه کاری یک کاربر جمع‌آوری و بازیابی نماید.

- استفاده منفصل از پایگاه داده

تکنولوژی ذخیره موقت پایگاه داده بر روی یک سرور یا ایستگاه کاری منفصل از شبکه کاربر را قادر می‌سازد تا بدون اتصال به شبکه به پردازش، ویرایش و یا جمع‌آوری داده در پایگاه داده بپردازد. در فرصت بعدی که تماس با شبکه برقرار می‌گردد محیط ذخیره موقت تغییرات را با پایگاه داده اصلی تبادل خواهند کرد. این تکنولوژی برای کاربران دور افتاده مناسب است که امکان تماس منقطع با شبکه اصلی را (به عنوان مثال توسط یک مودم) در بعضی ساعات شبانه روز دارند. کاربرد آن برای کاربران سیار است که با یک کامپیوتر قابل حمل نیاز به پردازش داده در حال حرکت دارند.

- مدیریت داد و ستد کاربران (Transaction Authorization)

یک سیستم اطلاعات جغرافیایی پیاده‌سازی شده، همواره دارای چندین کاربر می‌باشد. این کاربران دارای نیازهای مختلف از نظر بازیابی، ورود داده جدید یا تغییر داده موجود هستند. نرم افزار Smallworld GIS می‌تواند اجازه کار با چندین کاربر را بطور همزمان بدهد، همچنین سطح دسترسی و عمق دستیابی به پایگاه داده را طبق و بایدهای سیستم کنترل نماید. همچنین کاربر می‌تواند در هر مرحله از کار به آخرین وضعیت پایگاه داده که قبلاً ذخیره شده است، دست یابد (برگردان وضعیت پایگاه داده به قبل)

- پایگاه داده چند مقیاسه (Multi Scale Database)

امکان بهره‌گیری از داده‌های جغرافیایی با مقیاسها و قدرت تفکیک متفاوت در یک پایگاه داده در Smallworld GIS باعث می‌گردد تا کاربر مجموعه پیوسته‌ای از داده‌ها را در مقیاسهای کوچک، متوسط و بزرگ (کشوری، استانی، شهری، محله‌ای و ...) در یک پایگاه داده داشته باشد. داده‌ها در مقیاسهای مختلف بر حسب تناسب بزرگنمایی صفحه نمایش (Zoom)، به صورت خودکار انتخاب می‌گردند.

- پایگاه داده جغرافیایی پیوسته (Seamless Geo DB)

هر شی جغرافیایی به صورت یکپارچه (Entity wise) در پایگاه داده ذخیره می‌شود. به این ترتیب مرزی بین داده جغرافیایی وجود ندارد. در سایر نرم‌افزارهای GIS که

مبتنی بر شیت نقشه (Map Sheets) هستند، در محل اتصال نقشه‌ها، عوارض جغرافیایی به دو قسمت تبدیل می‌شوند و عوارض بزرگتر از یک شیت به تعداد شیء‌های ابعاد خود تقسیم می‌شوند و این خود مشکلات بسیار زیادی در پردازش داده بوجود می‌آورد.

- توانایی مدیریت و پردازش حجم زیاد داده

پایگاه داده GIS مدل دنیای واقعی است و هر چه این مدل به واقعیت اشیاء و پدیده‌های جهان واقعی نزدیکتر باشند، سودمندتر خواهند بود. در جهان واقع حجم اطلاعات بسیار وسیع است و همین امر باعث بزرگی پایگاه داده GIS می‌گردد. از آنجا که Smallworld GIS برای کاربردهای خدمات شهری با حجم اطلاعات بسیار زیاد طراحی شده، قادر به مدیریت پایگاه‌های داده به بزرگی چندین ترابایت می‌باشد.

- پشتیبانی پایگاه داده شیء‌گرا و رابطه‌ای

پایگاه داده Smallworld GIS بر مبنای یک ساختار رابطه‌ای ذخیره می‌گردد ولی در محیط پردازش از داده دارای ساختار شیء‌گرا استفاده می‌نماید. به این ترتیب با بهره‌گیری از هر دو روش، به صورت بسیار مقرون به صرفه و مؤثر رابطه‌ای ذخیره شده و در عین حال در پردازش قابل انعطاف و شیء‌گرا می‌باشد.

- اتصال به سیستم‌های نرم‌افزاری

Smallworld GIS از توانایی زیادی در برقراری ارتباط با نرم‌افزارهای دیگر برخوردار است. محیط این نرم‌افزار طوری طراحی گردیده که کاربر بتواند از برنامه‌های پردازشی خاص خود به راحتی در اتصال با Smallworld استفاده نماید.

- اتصال به سیستم‌های سخت‌افزاری

شبکه کاربردهای خدمات شهری مثل آب، برق، گاز و مخابرات همه دارای شبکه پیچیده و ابزاری هستند که با پیشرفت تکنولوژی نیاز به خودکار سازی (Automation) دارند. اتصال به ابزار خودکار سازی، تجهیزات اندازه‌گیری، سنجنده‌ها و سیستم‌های سخت‌افزاری کنترل و فرمان (مثل SCADA) از ویژگیهای نرم‌افزار Smallworld GIS می‌باشد.

- اتصال به سیستم‌های پایگاه داده

در نرم‌افزار Smallworld GIS اتصال به پایگاه داده Oracle به صورت بدون واسطه امکانپذیر است. پایگاه داده متداول مانند DB2، Informix، SQL Server نیز

هر یک از طریق راه انداز خود قابل خواندن می باشند. به داده‌های ذخیره‌سازی شده در کلیه نرم افزارها و سیستم‌های پایگاه داده که دارای پروتکل ODBC یا DBC می‌باشند، به طور مستقیم می‌توان دسترسی داشت. در این نرم‌افزار داده‌های جغرافیایی از اکثر نرم افزارها و فرمت های متداول که در ادامه لیستی از آنها ارائه می‌گردد، قابل خواندن می‌باشد.

- Autocad DXF/DWG
- ER Mapper ECW
- MapInfo MID/MIF
- ESRI Shape
- Raster GIF/BMP/TIFF/JPG
- MrSID
- Open GIS WMS
- Oracle Spatial/ Work space manager

• مستقل از سیستم عامل (Operating System independent)

داده‌ها و برنامه‌های تحت Smallworld بر روی سه سیستم عامل رایج Linux، Unix، Windows کاملاً یکسان هستند. در یک شبکه هر ترکیبی از سه سیستم عامل فوق برای سرویس دهنده‌ها و ایستگاه های کاری Smallworld به طور همزمان قابل استفاده است.

• برنامه سازی کاربردی

Smallworld GIS دارای زبان برنامه نویسی Magik برای برنامه سازی کاربردی و ویژه سازی است. در عین حال می توان با زبانهای برنامه نویسی Visual Basic، Java، Html و C++ نیز برنامه سازی کاربردی روی محیط Smallworld انجام داد.

• کد برنامه نویسی باز (Open Source)

Smallworld GIS دارای ساختار شیء گرا می‌باشد. علاوه براین دارای زبان برنامه‌نویسی شیء گرای Magic است که برای توسعه برنامه های جدید در محیط Smallworld به کار می رود. قسمت اعظم کد برنامه نویسی سیستم به زبان Magik در اختیار کاربر است که می تواند برای توسعه سیستم و ویژه سازی (Customize) مورد استفاده قرار گیرد.

۳-۱-۶ Laser-Scan IGIS

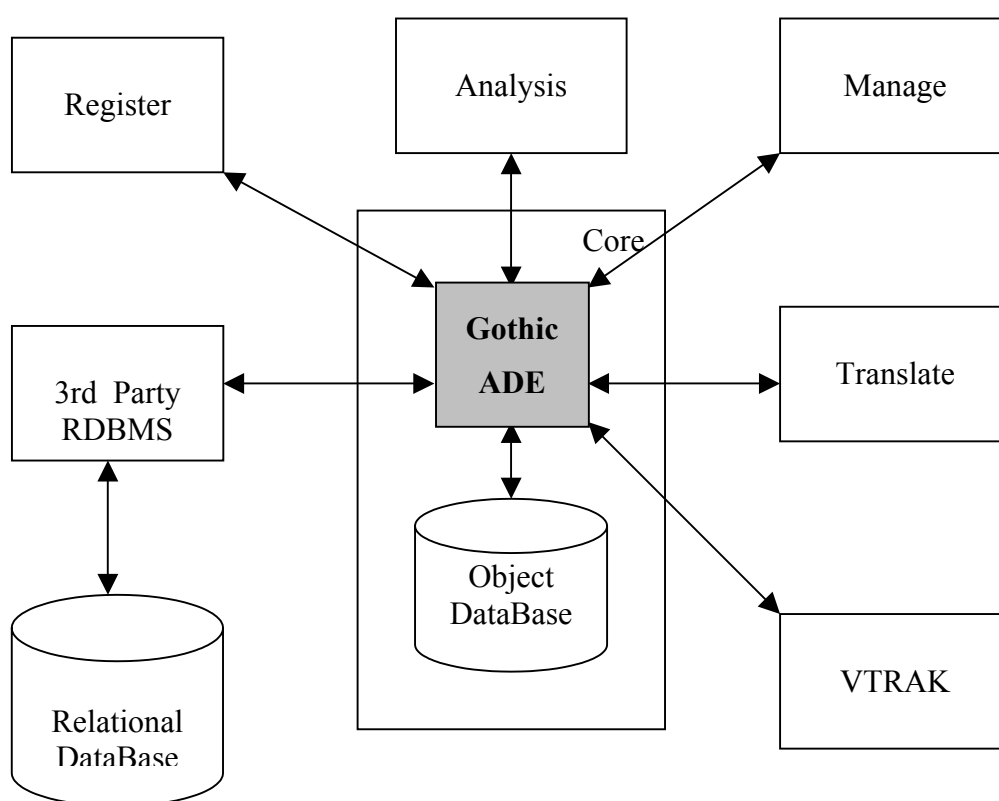
Laser-Scan IGIS در سال ۱۹۶۹ همراه با سیستمهای تهیه نقشه رقومی بوجود آمد، اما بعداً در زمینه تولید سیستمهای اطلاعات جغرافیایی، فعال شد. محصولات Laser-Scan مثل LITES، VTRAK و LAMPS در محدوده وسیعی از کاربردهای تهیه نقشه استفاده شده‌اند. در میان این محصولات، سیستم VTRAK بعنوان یکی از بسته های نرم افزاری پیشرفته که مخصوص جمع آوری داده می باشد، شناخته شده است. VTRAK به دنبال سیستم نرم افزاری و سخت افزاری Fastrak و Lasertrak که بصورت نیمه خودکار خطوط را دنبال می کرد، ساخته شد. به هر حال VTRAK برای بدست آوردن داده برداری بصورت خودکار و محاوره‌ای، از تصاویر Scan شده، بویژه نقشه های موجود، استفاده می نماید. سیستم VTRAK در بسیاری از سازمانهای ملی تهیه نقشه در دنیا برای تولید یک پایگاه داده نقشه رقومی، بطور گسترده‌ای استفاده می شود. همچنین Laser-Scan IGIS سیستمهای Metropolis GIS و Horizon GIS را که برپایه استفاده از سکوهای کامپیوتری VAX/VMS می باشند را توسعه داد.

این سیستمها یک پایگاه داده برداری توسعه یافته Laser-Scan IGIS و قابل نمایش را همراه با یک پایگاه داده رابطه ای مثل Oracle یا Ingres جهت نگهداری داده های توصیفی، استفاده می کردند. سیستم Laser-Scan جهت تامین یک محیط یکپارچه برای کار با داده های مکانی و غیر مکانی، ساختارهای داده ای پیشرفته ای، برای کار با اطلاعات جغرافیایی و یکسری از توابع برای تجزیه و تحلیل داده هارا توسعه داده است. سیستم Laser-Scan IGIS روی یکسری از Unix-based workstation ها، مثل DEC station، DEC Alpha، Sun station، IBM RS 6000 و همچنین سیستم عامل Windows NT اجرا می شود. ساختار سیستم Laser-Scan IGIS در شکل (۶) نشان داده شده است.

سیستم با استفاده از اجزاء کاربردی (Application Components) تامین شده بوسیله محیط Gothic، ساخته شده است. Gothic یک محیط توسعه کاربری (ADE) سیستمهای باز می باشد، که برای ساخت سیستمهای اطلاعاتی که از داده های جغرافیایی استفاده کرده و آنها را پردازش می کنند، طراحی شده است. Gothic ADE بر پایه تکنیکهای مدیریت و برنامه نویسی پایگاه داده شیء گرا می باشد و در ساختار خود، دارای ۵ لایه است. توابع هر کدام از این ۵ لایه در زیر آمده است.

- سیستم عامل، سخت افزار و سیستمهای همراه آنها حمایت می کند.
- واسطه سیستم عامل، بین سیستم عامل و ابزار کاربری ارتباط برقرار می کند تا بتواند روی سکوهای مختلف کامپیوتری اجرا شود.

- ابزار Gothic شامل مدیریت پایگاه داده شیء گرا و تجزیه و تحلیلها، نمایشات، محاوره کاربر و ابزار اجرایی مورد نیاز برای توسعه دهنده GIS می باشد.
- واسطه کاربری برنامه نویسی (API)، یک زبان برنامه نویسی می باشد که مستقل از قابلیت اجرایی سیستم است و قابلیت‌های لازم برای گسترش سیستم را فراهم می کند. زبان برنامه نویسی می تواند به داده ها و ابزار دسترسی داشته باشد.
- برنامه های کاربردی؛ برنامه هایی می باشند که با استفاده از زبان ترجمه شده و ساختار یافته API نوشته شده اند و ما را مطمئن می سازند که کاربری ها می توانند بدون ترجمه دوباره، بین سکوهاى مختلف کامپیوتری منتقل شوند.



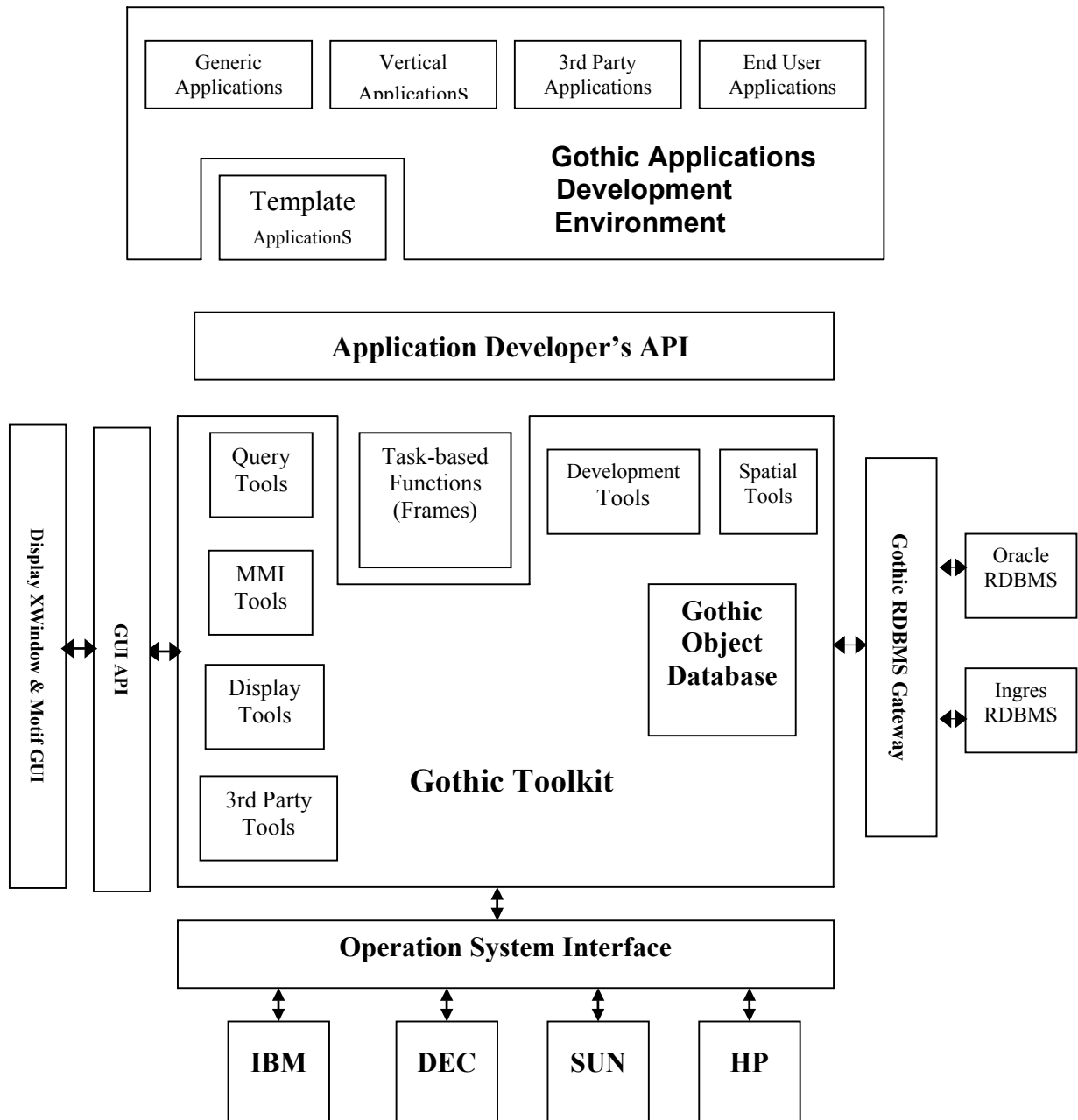
شکل (۶): ساختار سیستم Laser - Scan IGIS

در Gothic ADE یک پایگاه داده شیء گرا برای ذخیره سازی داده های مکانی و غیر مکانی تامین شده است. پایگاه داده شیء گرا به داده های مدل سازی شده اشیاء دنیای واقعی اجازه می دهد تا بصورت مشهود ذخیره شوند. در نتیجه، مجموعه اشیاء می توانند در ساختارهای پیچیده ترکیب شوند، که می تواند شبیه به آنچه باشد که در دنیای واقعی وجود دارد. پایگاه داده شیء گرا Gothic خصوصیات زیر را فراهم می کند:

- انواع مختلف داده می توانند در یک شیء نگهداری شوند که شامل؛ اعداد صحیح واقعی، رشته ها، تاریخها، اجزاء شبکه ای، داده های برداری و غیره می باشند.
 - مراجع (References) بدین منظور استفاده می شوند تا اشیاء را قادر سازند که به یکدیگر اشاره کنند و این امر مکانیزمی جهت دسترسی سریع به اشیاء مربوطه را فراهم می کند.
 - مدیریت نگارشی (Version Management) و قابلیت نگارش چند گانه (Multiple Version) را فقط با داده های تغییر یافته ذخیره شده در نگارش جدید فراهم می کند.
 - تهیه نقشه و تصاویر شبکه ای پیوسته را حمایت می کند.
- Gothic از طریق Gate way امکان دسترسی به یک سیستم مدیریت پایگاه داده رابطه ای، SQL-based مانند Oracle یا Ingres را فراهم می کند. بعلاوه، از یک مدیریت پایگاه داده شیءگرا برای کنترل دسترسی همه کاربران به داده ها استفاده می شود. ساختار ADE که سیستم Laser-Scan IGIS را حمایت می کند در شکل (۷) نشان داده شده است.

سیستم Laser-Scan IGIS دارای ۴ هسته اصلی می باشد، که عبارتند از: ماژولهای Register، Analysis، Translate و Manage. ماژول Translate امکان Import و Export کردن داده های گرافیکی و داده های توصیفی همراه آنرا فراهم می کند. ماژول Register جهت تعریف پارامترهای ترانسفورماسیون بین فضاهای مختلف استفاده می شود تا بتوان تصحیح هندسی (Rubber Sheeting) تصاویر رستری را انجام داد. ماژول Manage امکانات مدیریت پایگاه داده شیءگرا را فراهم می کند که شامل: کنترل دسترسی کاربر به داده ها و backtracking versioning می باشد. ماژول Analysis، کلیه امکانات لازم برای مدیریت قسمتها (Session Management)، نمایش، پرسش و پاسخ تحلیلی و تولید نقشه های کاغذی (Hardcopy) و گزارشات را فراهم می کند.

سیستم IGIS همچنین می تواند با VTRAK یکپارچه شود و داده ها را بصورت خودکار یا نیمه خودکار دریافت کند.



شکل (۷): ساختار Gothic ADE

مشخصات اصلی سیستم Laser-Scan IGIS می تواند بصورت زیر خلاصه شود:

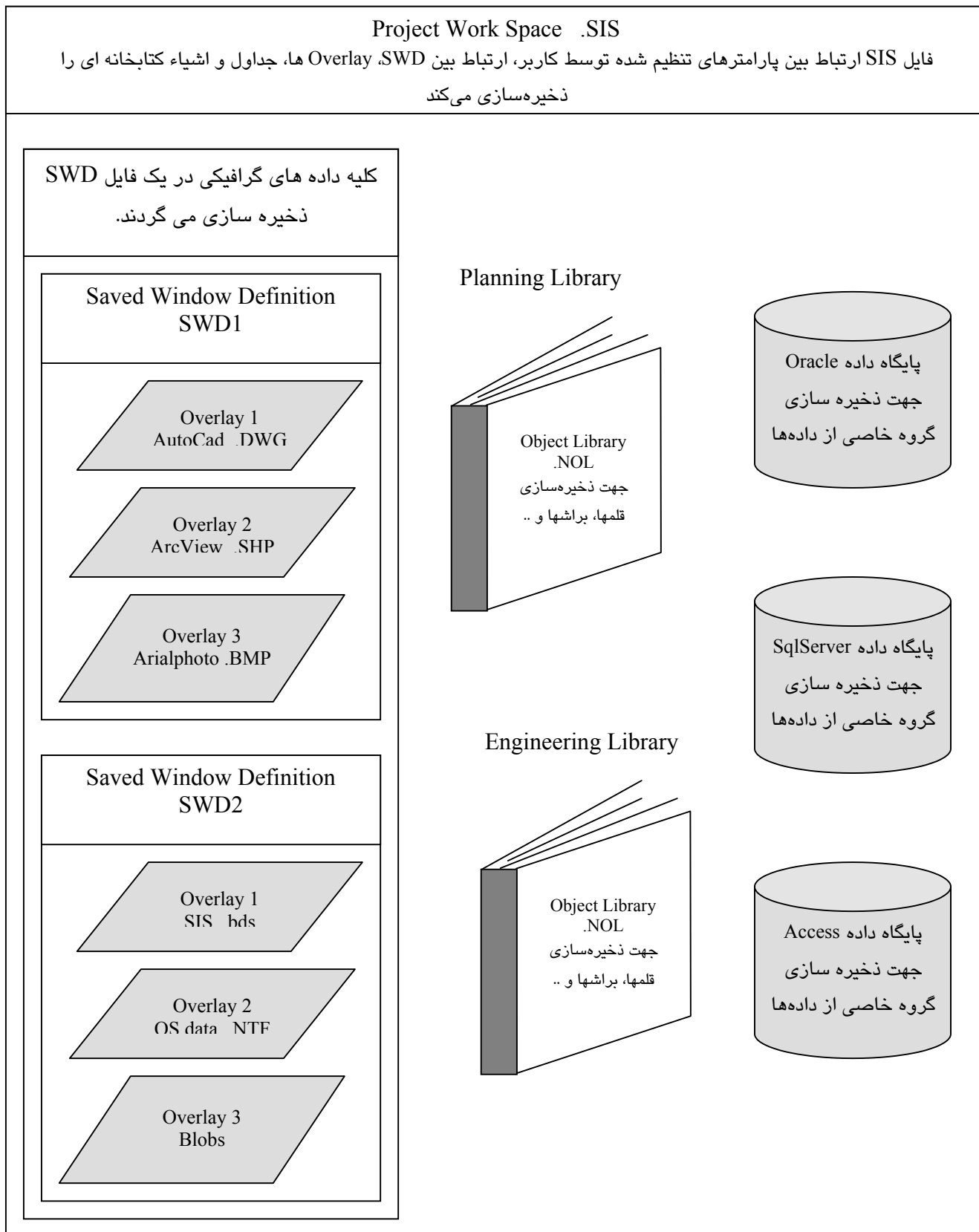
- یکپارچگی نقشه‌های برداری، رستری، داده‌های نقشه‌برداری زمینی، تصاویر ماهواره‌ای و دیگر تصاویر رقومی و داده‌های آماری زمین مرجع و داده‌های توصیفی

- یک پایگاه داده شیء‌گرا نگارشی (Versioned Object Database) با مکانیسم بازیابی (Integral roll-Back Recovery)
- امکانات انتقال برای انواع فرمت‌های برداری و رستری و جمع آوری داده‌ها از منابع و سیستم‌های تصویر مختلف
- کلاسه بندی تصاویر، امکانات فیلتر گذاری و ترکیب باندها همانطور که در سیستم‌های پردازش تصاویر وجود دارد.
- امکانات تجزیه و تحلیل و ایجاد نقشه عکسی
- امکانات خروجی بصورت نقشه های پیوسته با کیفیت کارتوگرافیکی بالا
- توابع تجزیه و تحلیل مثل: ترکیبات شبکه ای، پردازش مدلهای رقومی زمین (DTM)، تولید نقشه شیب و جهت شیب، تولید نقشه قابلیت دید، hill shading و ...

Laser-Scan IGIS جهت توسعه سیستم و ایجاد برنامه های کاربردی، محیطی را در اختیار کاربر قرار می دهد. محیط توسعه Gothic دارای یک پایگاه داده شیء‌گراست و Gothic دارای یک زبان برنامه نویسی خاص خود به نام Lull می باشد که می توان با استفاده از آن نیازهای برنامه نویسی سیستم را تامین کرده و سیستم را توسعه داد. همچنین Laser-Scan دارای یک محیط توسعه تحت عنوان Developer می باشد که امکان برنامه‌نویسی با زبانهای C, C++, Lull در آن وجود دارد. اخیراً Laser-Scan نرم‌افزار Integrator را تولید کرده است که امکان توسعه سیستم و ایجاد کاربری با استفاده از زبانهای برنامه نویسی Visual C++, Visual Basic, Delphi و Java را فراهم می‌آورد.

۳-۱-۷ CadCorp SIS

این نرم افزار توسط شرکت CadCorp طراحی و تولید گردیده است و تحت سیستم عاملهای Windows NT و Windows 95/98/2000 قابل نصب و اجرا می‌باشد. CadCorp SIS، یک GIS برداری می باشد و داده های رستری را در سطح نمایش می‌پذیرد. CadCorp SIS دارای ساختار پایگاه داده رابطه ای - شیء‌گرا (Object-Relational) می باشد که در واقع تلفیقی از ساختارهای پایگاه داده شیء گرا (Object Oriented) و رابطه ای (Relational) است. پایگاه داده ای که نرم افزار به صورت پیش فرض استفاده می کند، پایگاه داده Access است، ولی نرم افزار می تواند با پایگاه‌های داده مختلفی از قبیل Oracle 8i, Oracle, FoxPro, SQL Server, Excel و Paradox بطور مستقیم یا از طریق ODBC ارتباط برقرار کند. شکل (۸) شمایی از ساختار CadCorp SIS را نمایش می‌دهد.



شکل (۸): ساختار CadCorp SIS

نرم افزار CadCorp SIS، دارای چهار ماژول اصلی زیر است:

• CadCorp Map Viewer

این ماژول قابلیت نمایش و چاپ اطلاعات موجود در محدوده وسیعی از فرمتهای نرم افزارهای GIS دیگر را دارد و می توان از آن برای تولید نقشه های موضوعی استفاده کرد.

• Cadcorp Map Manager

این ماژول قابلیت نمایش اطلاعات، اضافه کردن داده و چاپ محدوده وسیعی از داده های رستری و برداری را دارا است. همچنین می توان داده ها را به صورت یک نقشه بدون مرز (Seamless) تعریف کرده و نمایش داد. این ماژول، ابزار ویرایش داده و قابلیت انجام پرسش و پاسخ از پایگاه داده ها را در اختیار کاربر قرار می دهد و امکان تعریف سیستم تصویرهای مختلف با بیضویهای مرجع متنوع را فراهم می نماید.

• CadCorp Map Editor

این ماژول دارای قابلیت مدیریت و چاپ نقشه های رستری و برداری می باشد و امکان تعریف ساختار توپولوژی بر روی داده ها وجود دارد. این ماژول علاوه بر قابلیت های فوق، در برگیرنده کلیه توانایی های Cadcorp Map Manager نیز می باشد.

• Cadcorp Map Modeller

این ماژول دربرگیرنده کلیه قابلیت های نرم افزاری CadCorp SIS می باشد. امکان پذیرش داده های سه بعدی، قابلیت تولید TIN و DTM، برقراری دید سه بعدی، تجزیه و تحلیل شبکه و پیدا کردن مسیر بهینه، قابلیت index dataset و کلیه قابلیت های Cadcorp Map Editor از خصوصیت این ماژول می باشد.

CadCorp یک سیستم GIS باز (Open GIS) می باشد و فرمتهای متنوع برداری و رستری را مستقیماً باز کرده (load) و یا خروجی می دهد.

از جمله فرمت های ورودی و خروجی این نرم افزار می توان موارد زیر را نام برد:

- داده های نرم افزار Arc/ Info با پسوند e00
- داده های Arcview با پسوند shp
- فایل های نرم افزار MicroStation با پسوند dgn
- فایل های نرم افزار AutoCAD با پسوند dwg و dxf
- فایل های نرم افزار Map info با پسوند mif
- فایل های رستری با پسوند bmp, jpeg, tif, tiff
- متا فایل ویندوز با پسوند wmf

- bds که فرمت اختصاصی نرم افزار Cadcorp SIS می باشد
- برخی قابلیت های عمومی نرم افزار Cadcorp SIS، مطابق زیر است:
 - index dataset
 - index dataset یک اشاره گر می باشد که چیزی در خود ذخیره نمی کند و از آن برای تولید پایگاه داده های بدون مرز (Seamless database) استفاده می گردد.
 - تولید TIN و Grid (تبدیل عارضه یا یک منطقه به شبکه های منظم و ایجاد بعد سوم در سلول های شبکه)
 - Drape کردن (انطباق) داده های رستری یا برداری روی داده های سه بعدی (DTM, TIN) در فضای سه بعدی
 - تجزیه و تحلیل شبکه ای (Network Analysis)
 - Resampling (نمونه برداری مجدد) داده های رستری
 - انجام عملیات منطقی به کمک جبر بولی روی عوارض سطحی
 - ایجاد ساختار توپولوژیک
 - تصحیح اعوجاج (rubber sheetig) تصاویر
 - عملیات ایجاد پلی گونهای Thiessen
 - عملیات تجزیه و تحلیل منطقه حائل (Buffering)
 - ارائه سیستم با قابلیت CAD قوی
 - قابلیت های بالا در چاپ نقشه
 - قابلیت نمایش چند مقیاسی عوارض
 - قابلیت پرسش و پاسخ روی اطلاعات توصیفی
 - قابلیت پرسش و پاسخ روی اطلاعات مکانی
 - پردازش های کارتوگرافی
 - ترسیم نمودارها و گرافهای آماری
 - فشرده سازی داده های رستری
 - تبدیل تصاویر رنگی به سیاه و سفید
 - پردازش داده های گرافیکی برای ورود به GIS
 - ایجاد Library مورد نظر کاربر برای کاربرهای مختلف
 - قابلیت تبدیل سیستم تصویرهای مختلف به یکدیگر
 - بازکردن اطلاعات فایلهایی با فرمت های متفاوت در یک لایه
 - ایجاد منحنی میزان روی TIN
 - امکان توسعه برای اضافه کردن فونتهای جدید به نرم افزار

در رابطه با قابلیت توسعه سیستم و ایجاد برنامه های کاربردی CadCorp SIS دارای یک ماژول به نام CadCorp SIS SDK می باشد. ماژول مذکور کلیه توابع CadCorp SIS را در اختیار کاربران قرار داده و امکان توسعه برنامه های کاربردی با استفاده از زبانهای برنامه نویسی Visual C++, Visual Basic, Delphi و ... را فراهم می سازد. برنامه های توسعه داده شده امکان اجرای تحت شبکه را نیز دارا هستند.

CadCorp دارای محصولاتی می باشد که امکان توسعه برنامه های تحت وب (Web) را فراهم می سازند.

۳-۲- ارزیابی نرم افزاری های بررسی شده و انتخاب نرم افزار

از آنجائیکه نرم افزارهای GIS موجود تنها دارای یکسری قابلیت های عمومی مورد نیاز هر سیستم اطلاعات جغرافیایی نظیر ناوبری روی صفحه نمایش، پرسش و پاسخ از پایگاه داده و ... هستند و یا در برخی موارد برای کاربرد خاصی توسعه داده شده اند، لذا لازم است تا آن دسته از نرم افزارهای GIS که امکان استفاده از توابع آن برای توسعه دهندگان سیستم فراهم می باشد، انتخاب گردیده و نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق، بر پایه آن محیط نرم افزاری توسعه داده شود. در این صورت نرم افزار طراحی شده علاوه بر توابع استاندارد GIS، دارای توابع مورد نیاز شرکت توانیر و شرکتهای برق منطقه ای نیز می باشد و محیط آن کاملاً به دلخواه کاربران GIS صنعت برق ویژه سازی خواهد شد.

جهت نیل به این مقصود استفاده از محیط های نرم افزاری که امکان برنامه نویسی با زبانهای پیشرفته نظیر Visual C++, Visual Basic, Delphi, Java و استفاده از توابع کتابخانه ای آماده نرم افزار را برای توسعه دهندگان سیستم فراهم آورند، مورد توجه خواهند بود. مسلماً نرم افزار تولید شده باید قابلیت های مورد انتظار از سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق را برآورده سازد که در این راستا سهولت ایجاد توابع مورد نیاز و ویژه سازی سیستم مد نظر می باشد.

به منظور انتخاب نرم افزار بهینه سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق، نرم افزارهای GIS بررسی شده از نقطه نظر خصوصیات مورد انتظار که در ادامه لیست آنها ارائه می گردد، مورد مقایسه قرار گرفتند.

- پذیرش و ورود داده
- مدل داده مکانی
- نمایش اطلاعات
- بازیابی اطلاعات توصیفی
- ویرایش داده ها

- حمایت از سیستم تصویرهای مختلف
- مدیریت اطلاعات (مدل پایگاه داده)
- اتصال به پایگاه داده رابطه‌ای
- پرسش و پاسخ
- ساختار توپولوژی
- ابزار کارتوگرافی قوی
- اندازه گیری
- آنالیز ایجاد بافر
- آنالیز همپوشانی (رستر و بردار)
- تجزیه و تحلیل شبکه
- نمایش و تجزیه و تحلیل DTM
- امکان اخذ خروجی و گزارشهای مختلف
- تبادل اطلاعات با سایر نرم‌افزارها
- اتصال به شبکه
- اتصال به اینترنت و دسترسی تحت Web
- سیستم عامل
- ابزار و محیط توسعه
- فارسی سازی نرم افزار
- امکانات پشتیبانی در ایران
- میزان شناخته شدگی در ایران
- گستردگی استفاده در جهان
- بکارگیری سیستم در کاربردهای صنعت برق
- کاربرپسند بودن محیط
- هزینه

اهمیت و ضرورت هر یک از خصوصیات فوق که هر یک به نوعی در انتخاب نرم‌افزار پایه سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق موثر می‌باشند، در فصل دوم تشریح گردیده است. از بعد اقتصادی با توجه به اینکه تعداد ایستگاههای کاری زیادی در شرکت توانیر و شرکتهای برق منطقه‌ای قرار است از سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق استفاده کنند، لذا هزینه نرم‌افزار منتخب باید مدنظر قرارگیرد.

به منظور انتخاب نرم‌افزار بهینه سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق، برخی از پارامترهای اصلی که در انتخاب نرم‌افزار پایه دارای نقش اساسی می‌باشند، در جدول (۱) ذکر گردیده‌اند.

به هر یک از پارامترهای مذکور وزنی نسبت داده شده است، که مجموع وزنها عدد ۱۰۰ را نتیجه می‌دهد. به ازای هر یک از پارامترهای در نظر گرفته شده، به هر یک از نرم‌افزارهای GIS بررسی شده، امتیازی داده شده است. حداکثر عدد این امتیاز، برابر وزن در نظر گرفته شده برای آن پارامتر می‌باشد. نرم‌افزارهایی که مجموع امتیازات آنها بالای ۸۰ باشد، بعنوان نرم‌افزارهای منتخب در بررسی اولیه در نظر گرفته شده اند.

SIS	IGIS	SmallWorld	Spans	Caris	ArcGIS	MGE	
۶	۶	۶	۴	۵	۷	۴	قابلیت‌های عمومی GIS (۷)
۴	۵	۴	۳	۳	۴	۳	ساخت توپولوژی (۵)
۵	۷	۷	۷	۴	۸	۷	تجزیه و تحلیل (۸)
۴	۴/۵	۵	۵	۴	۶	۴/۵	نمایش اطلاعات (۶)
۲	۳	۲	۱	۱/۵	۲/۵	۱/۵	تولید محصولات کارتوگرافی (۳)
۳/۵	۵	۵	۳	۳	۵	۳	مدیریت اطلاعات (۵)
۱۰	۱۰	۱۰	۸	۸	۱۰	۸	اتصال به پایگاه داده رابطه‌ای (۱۰)
۴	۵	۴	۳	۴	۴	۴	مدل داده مکانی (۵)
۹	۱۰	۱۰	۸	۵	۱۰	۱۰	ابزار و محیط توسعه (۱۰)
۴	۴	۴	۳	۴	۴	۳	استفاده تحت شبکه (۴)
۲	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۴	۲	گسترده‌گی استفاده در جهان (۴)
۱	۱/۵	۴	۰/۵	۱	۲/۵	۱	بکارگیری سیستم در کاربردهای صنعت برق (۴)
۸	۳	۷	۴	۸	۸	۸	فارسی سازی نرم‌افزار (۹)
۲	۲	۸	۴	۸	۳	۱	امکانات پشتیبانی در ایران (۸)
۵	۳/۵	۳/۵	۳	۲,۵	۴	۲	کاربرپسند بودن محیط (۵)
۱	۱	۱/۵	۱	۱/۵	۳	۱	میزان شناخته شدگی در ایران (۳)
۴	۴	۴	۴	۴	۴	۲	سیستم عامل (۴)
۷۴/۵	۷۶	۸۶/۵	۶۳	۶۸	۸۹	۶۵	جمع

جدول (۱): امتیاز دهی به نرم‌افزارهای تجاری سیستم اطلاعات جغرافیایی

با توجه به توضیحات فوق الذکر دو نرم افزار SmallWorld و ArcGIS ، از آنجائیکه دارای امتیاز مناسب می‌باشند، انتخاب می گردند. لازم است تا با بررسی بیشتر قابلیت سیستم جهت پاسخگویی به انتظارات از سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق مورد ارزیابی قرار گیرد و بر مبنای آن نرم افزار مناسب سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق انتخاب گردد.

در ادامه دلایل عدم انتخاب و استفاده سایر نرم افزارها در طرح سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق ارائه می‌گردد.

- با توجه به نتایج بدست آمده از مراحل امکان سنجی و تدوین چارچوب اطلاعاتی سیستم، قسمت اعظم داده های مکانی سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق، دارای فرمت برداری (Vector) می‌باشند و بالطبع قسمت اعظم تجزیه و تحلیل ها و پردازشهای سیستم بر روی داده‌های برداری انجام خواهد گرفت، لذا نرم افزارهای سیستم اطلاعات جغرافیایی رستری (Raster GIS) که دارای قابلیت‌های محدود در جهت تجزیه و تحلیل داده های برداری می باشند، جهت سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق مناسب نمی‌باشند، بنابراین نرم‌افزارهای رستری مانند SPANS که دارای برخی توابع آماده برای پردازشها و تجزیه و تحلیلهای مورد نیاز داده‌های رستری می‌باشد، بعنوان نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق گزینه مناسبی نمی‌باشد.
 - یکی از قابلیت‌های مورد انتظار از نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق، پیاده‌سازی توابع مورد نیاز و ویژه‌سازی نرم‌افزار می‌باشد. از آنجایی ویژه‌سازی نرم‌افزار CARIS برای پیاده‌سازی نیازمندیها و توقعات کاربران در خصوص استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در شبکه انتقال و فوق توزیع مشکل می‌باشد، این نرم‌افزار بعنوان نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق گزینه مناسبی نمی‌باشد. در این نرم افزار، کاربر محدود به محیط نرم افزاری، توابع کتابخانه ای موجود و زبان ماکرونویسی می شود و استفاده از زبانهای برنامه نویسی به منظور ایجاد کاربرد (Application) مشکل می‌باشد.
- علاوه بر مورد فوق، این نرم‌افزار در خصوص استفاده از امکانات Internet Server کارایی لازم را ندارد و معمولاً در کاربردهای صنعت برق کمتر بکار گرفته شده است.
- از آنجایی که نمایش مدل رقومی زمین (DTM) یکی از نیازمندیهای کاربران صنعت برق محسوب می‌شود و نرم‌افزار CadCorp SIS دارای سرعت پائین جهت خواندن DTM رستری ۱۶ بیتی می‌باشد، لذا این نرم‌افزار علیرغم قابلیت‌ها و امکانات مناسب بعنوان نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق گزینه مناسبی نمی‌باشد. علاوه بر مورد فوق، این نرم‌افزار معمولاً کمتر در کاربردهای صنعت برق بکار گرفته شده است.
 - با گذشت زمان، توسعه سیستم و ارتقای کارایی نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق امری ضروری به نظر می‌رسد، لذا لازم است تا محیط نرم افزاری آن دارای پشتیبانی کامل فنی در ایران باشد. بنابراین نرم‌افزار MGE که محصولات جدید آن دیگر تولید نمی شوند و همچنین دارای پشتیبانی فنی در ایران نیستند جهت استفاده بعنوان نرم افزار پایه مناسب نمی باشند.

- از آنجاییکه سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق بطور گسترده در اکثر واحدهای شرکت توانیر و شرکتهای برق منطقه‌ای استفاده خواهد شد، لذا وجود محیط و واسط کاربر فارسی از ضروریات می‌باشد. لذا بکارگیری سیستمی که فارسی سازی آن مشکل باشد پیشنهاد نمی‌گردد. از آنجایی که فارسی سازی نرم افزار Laser-Scan IGIS به سادگی امکان پذیر نمی‌باشد، لذا این نرم‌افزار جهت استفاده بعنوان نرم افزار پایه مناسب نمی‌باشند. علاوه بر مورد فوق، دلایل زیر جهت عدم انتخاب نرم افزار Laser-Scan IGIS ارائه می‌گردد.

- قابلیت نمایش سه بعدی و دو نیم بعدی اطلاعات، به آن شکلی که دو نرم افزار دیگر دارا هستند، در این نرم افزار وجود ندارد:

با توجه به نتایج مرحله شناخت، DTM پوششی ایران بعنوان یکی از لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق شناخته شده است. لذا امکان نمایش مناسب داده‌های سه بعدی و دو و نیم بعدی یکی از نیازهای اساسی می‌باشد. از آنجاییکه Laser-Scan IGIS از مدل نقطه‌ای جهت نمایش اطلاعات سه بعدی استفاده می‌نماید (که مدل مناسبی جهت نمایش داده‌های دو و نیم بعدی و سه بعدی نیست) لذا این نرم افزار جهت استفاده در سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق مناسب به نظر نمی‌رسد.

- در مقایسه با سایر نرم افزارها دارای قیمت بسیار بالایی می‌باشد:

هزینه تهیه نرم افزار یکی از پارامترهای حائز اهمیت در انتخاب محیط است. لذا بهتر است حتی الامکان از نرم افزارهای گرانقیمت اجتناب شود.

با توجه به موارد فوق و مقایسه وزن پارامترهای بررسی شده در جدول ۱ با انتظارات مورد نظر از سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق، می‌توان گفت که دو نرم افزار SmallWorld و ArcGIS از نظر امکانات و قابلیت‌های مورد انتظار جوابگوی سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق می‌باشند.

از آنجاییکه نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق، بطور گسترده در اکثر معاونتها و دفاتر شرکت توانیر و شرکتهای برق منطقه‌ای استفاده خواهد شد، در ادامه ویژگیهای دو نرم افزار SmallWorld و ArcGIS، از نقطه نظر خصوصیات زیر که در انتخاب نرم‌افزار منتخب بیشتر مدنظر می‌باشد، مقایسه می‌گردند:

- امکانات و محیط توسعه

دو نرم افزار SmallWorld و ArcGIS، از نقطه نظر پذیرش و ورود داده، ویرایش داده‌ها، مدل داده مکانی، ساختار توپولوژی، مدیریت اطلاعات، اتصال به پایگاه داده

رابطه‌ای، پرسش و پاسخ، ابزار کارتوگرافی قوی، تجزیه و تحلیل اطلاعات، امکان اخذ خروجی و گزارشهای مختلف، تبادل اطلاعات با سایر نرم‌افزارها و سیستم عامل دارای خصوصیات تقریباً مشابهی می‌باشند. به عبارت دیگر دو نرم افزار فوق دارای یک سری قابلیت‌های عمومی و پایه به منظور فراهم آوردن ابزار اولیه مورد نیاز کاربران سیستمهای اطلاعات جغرافیایی می‌باشند و برای کاربردی خاص مانند صنعت برق ویژه‌سازی نشده‌اند.

از طرف دیگر، با گذشت زمان نیاز کاربران تغییر خواهد کرد و لازم است که سیستم اطلاعات جغرافیایی توسعه داده شود تا نیازهای جدید کاربران را پاسخگو باشد. با توجه به بررسی های انجام شده، می‌توان گفت که هر یک از دو نرم افزار SmallWorld و ArcGIS، از نقطه نظر وجود امکانات و ابزاری برای توسعه محیط نرم افزاری خود، گزینه های مناسبی به نظر می‌رسند.

- امکان اجرای تحت شبکه نرم‌افزار و تعریف سطوح مختلف دسترسی به پایگاه اطلاعات هر یک از دو نرم افزار SmallWorld و ArcGIS، قابلیت اتصال به شبکه را به منظور ایجاد یک شبکه محلی (LAN) و یا شبکه گسترده (WAN) و یا ترکیب آنها و اجرای نرم افزار تحت شبکه را دارا می‌باشند. همچنین در هر یک از دو نرم افزار فوق می‌توان سطوح مختلف دسترسی به پایگاه اطلاعات را تعریف نمود.

- امکان فارسی سازی محیط و وجود یک محیط کاربر پسند هر یک از دو نرم افزار SmallWorld و ArcGIS، قابلیت فارسی سازی محیط آنها وجود دارد. همچنین هر یک از دو نرم افزار فوق، با طراحی یک واسط کاربر مناسب و ویژه‌سازی (Customization) محیط آنها، کاربر پسند می‌باشند.

- میزان شناخته شدگی در ایران در این خصوص نرم‌افزار ArcGIS، بیشتر از سایر نرم‌افزارها در کشور مورد توجه قرار دارد. قدمت استفاده از محصولات شرکت ESRI و وجود نیروهای متخصص بسیاری در کشور که به محیط نرم‌افزار فوق آشنایی کامل داشته و دارای توانایی‌های لازم جهت توسعه کاربردهای این نرم‌افزار می‌باشند، از جمله ویژگیهای مهم نرم‌افزار ArcGIS محسوب می‌شود.

- بکارگیری سیستم در کاربردهای صنعت برق در این خصوص نرم‌افزار SmallWorld، بیشتر بکار گرفته شده است. بکارگیری روزافزون این نرم‌افزار در کاربردهای خدمات شهری و بخصوص در صنعت برق از جمله ویژگیهای مهم این نرم‌افزار محسوب می‌شود.

- هزینه

هزینه تهیه نرم افزار یکی از پارامترهای حائز اهمیت در انتخاب محیط است. هر یک از دو نرم افزار SmallWorld و ArcGIS، دارای قیمت نسبتا بالایی می باشد ولیکن از آنجایی که تعداد ایستگاههای کاری زیادی قرار است از سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق استفاده کنند، لذا هزینه هر یک از نرم افزارها مورد بررسی تا حد ممکن پایین می آید.

- امکانات پشتیبانی در ایران

از آنجایی که نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق بعد از تهیه بایستی در شرکت توانیر و شرکتهای برق منطقه ای مورد استفاده قرار گیرد، با گذشت زمان، توسعه سیستم و ارتقای کارایی نرم افزار امری ضروری به نظر می رسد. لذا لازم است تا محیط نرم افزاری آن دارای پشتیبانی کامل فنی در ایران باشد. در حال حاضر نرم افزار ArcGIS به علت تحریم ایران از سوی آمریکا، دارای پشتیبانی فنی در ایران نمی باشد.

از آنجایی که در حال حاضر نرم افزار ArcGIS دارای پشتیبانی فنی در ایران نمی باشد لذا نرم افزار ArcGIS علیرغم قابلیتها و امکانات بالا و قابل توجه آن برای این پروژه مناسب به نظر نمی رسد.

با توجه به موارد فوق الذکر نرم افزار SmallWorld بعنوان نرم افزار پایه سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق پیشنهاد می گردد. لازم به توضیح است که با توجه به امتیاز بالای نرم افزار ArcGIS نسبت به سایر نرم افزارها، در صورت رفع مشکل پشتیبانی فنی آن در ایران، می توان از این نرم افزار در طرح سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق، استفاده نمود.

۴- محیط پیشنهادی

در این فصل از گزارش محیط پیشنهادی جهت ایجاد سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق بر اساس محیطهای نرم افزاری منتخب، کاربران GIS صنعت برق و امکانات موجود مشخص می‌گردد. معماری شبکه، سخت افزارهای مورد نیاز، سیستم عاملی که تحت آن سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق اجرا گردد، نرم‌افزار پایه GIS و ابزار توسعه کاربردی مواردی هستند که در این فصل از گزارش پیشنهاد می‌گردند.

۴-۱- معماری شبکه

مهم‌ترین عامل در طراحی و راه‌اندازی یک شبکه کامپیوتری، تعیین معماری آن یعنی نحوه اتصال و ارتباط عناصر شبکه با یکدیگر است. معماری مناسب در یک شبکه، در تعیین میزان دستیابی به اهداف استقرار شبکه یعنی به اشتراک گذاشتن منابع (داده‌ها و ظرفیت پردازشی) و تسهیل و تسریع در دسترسی به این منابع از سوی کاربران، تأثیر بسزایی دارد.

لزوم بکارگیری شبکه برای ایجاد اینترنت شرکت توانیر و شرکتهای برق منطقه‌ای و نیز بهره‌برداری از شبکه جهانی اینترنت، به‌عنوان قدمهای مؤثر صنعت برق بسوی استفاده از فناوری اطلاعات در راستای انجام سریع و دقیق مأموریت‌های خود، امری کاملاً پذیرفته و لازم‌الاجرا می‌باشد.

از آنجائیکه ایجاد شبکه در هر سازمان، به عنوان یک زیرساخت فنی، در حکم سرمایه‌گذاری پایه تلقی می‌شود، لذا معماری شبکه پیشنهادی، بایستی ضمن پاسخگویی به نیازهای کمی و کیفی کاربریهای موجود، روند گسترش سازمان متبوع را نیز در آینده نزدیک پیش‌بینی کرده باشد. چراکه در غیر اینصورت، باعث اتلاف وقت و منابع مالی سازمان خواهد شد.

ذکر این نکته ضروری است که در تبیین معماری شبکه پیشنهادی، کاربری‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی هدف اصلی محسوب می‌گردد. بنابراین چنانچه در حال حاضر، اگر شرکت توانیر و شرکتهای برق منطقه‌ای دارای محیط شبکه‌ای موجود بوده و یا به فکر ایجاد و توسعه شبکه‌ای جدید می‌باشند، جهت بهره‌برداری از سیستم اطلاعات جغرافیایی، لحاظ کردن این معماری شبکه در ساختار نهایی آنها پیشنهاد می‌شود.

نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق، در قالب یک نرم‌افزار خادم - مخدوم (Client-Server) طراحی و پیاده‌سازی خواهد شد. اساس معماری خادم - مخدوم بر تفکیک و تجزیه پردازش و ذخیره داده‌ها بین کامپیوترهای خادم (Server) و مخدوم (Client) در یک شبکه کامپیوتری استوار است. در این الگوی معماری، داده‌ها بر روی یک یا چند خادم مرکزی قرار داده می‌شود و برنامه‌های اجرایی لازم برای دسترسی و دستکاری این داده‌ها بین خادم و مخدومها تقسیم می‌گردد. در این نوع معماری، کامپیوتر خادم درخواست‌های کامپیوترهای

مخدوم را اجرا می‌کند. به‌طور مثال کامپیوتر مخدوم تقاضای انجام عملیات را نموده، کامپیوتر خادم با مراجعه به پایگاه اطلاعاتی داده‌های مورد نیاز را استخراج و به کامپیوتر مخدوم ارسال می‌نماید. استفاده از این سیستم در محیط شبکه محلی (LAN) مستقر در مکانهای زیر، امکان پذیر خواهد بود.

- ساختمان شماره ۴ شرکت توانیر - واقع در تهران - بالاتر از تقاطع میرداماد، خیابان رشید یاسمی

- ساختمان هر یک از ۱۶ شرکت برق منطقه‌ای - واقع در مراکز استانها

در هر یک از این مکانهای فوق، یک شبکه محلی مبتنی بر Windows 2000 Advanced Server راه‌اندازی شده و سیستم در این شبکه مورد استفاده قرار می‌گیرد. نرم‌افزار سیستم در هر یک از محلهای مذکور، بر روی کامپیوترهای خادم و ایستگاههای کاری متصل به شبکه مستقر می‌گردد. در صورت تغییر یا اصلاح نرم‌افزار، نسخه‌های جدید به‌طور همزمان در شرکت توانیر و شرکت‌های برق منطقه‌ای به‌نگام خواهد شد.

پایگاه اطلاعاتی سیستم به‌صورت تکثیر شده (Replication) در شرکت توانیر و شرکت‌های برق منطقه‌ای، بر روی کامپیوتر خادم ذخیره و نگهداری می‌شود. در ساختمان شماره ۴ شرکت توانیر (محل اصلی استقرار و مدیریت سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق) کلیه اطلاعات سیستم بر روی کامپیوتر خادم ذخیره و نگهداری خواهند شد و در شرکت‌های برق منطقه‌ای، تنها اطلاعات مربوط به فعالیتهای مرتبط با حوزه جغرافیایی شرکت مربوطه، بر روی کامپیوتر خادم ذخیره و نگهداری می‌شود. در صورت تغییر در محتوای پایگاه مستقر در هر یک از محل‌های استفاده، این تغییرات مطابق با روشهایی که در ادامه این گزارش در جهت ارتباط بین شبکه محلی شرکت توانیر و شرکت‌های برق منطقه‌ای پیشنهاد می‌شوند، اعمال می‌گردد.

با توجه به موارد پیش گفته، عناصر لازم برای ایجاد شبکه سیستم، به‌صورت زیر قابل جمع‌بندی و ارائه است:

- در هر یک از مکانهای استقرار یاد شده، یک شبکه محلی مبتنی بر سیستم عامل Windows 2000 Advanced Server مستقر می‌شود.

- در هر شبکه محلی، اطلاعات و نرم‌افزار سیستم، بر روی کامپیوتری که به‌عنوان خادم سیستم تعیین می‌گردد، مستقر خواهد شد.

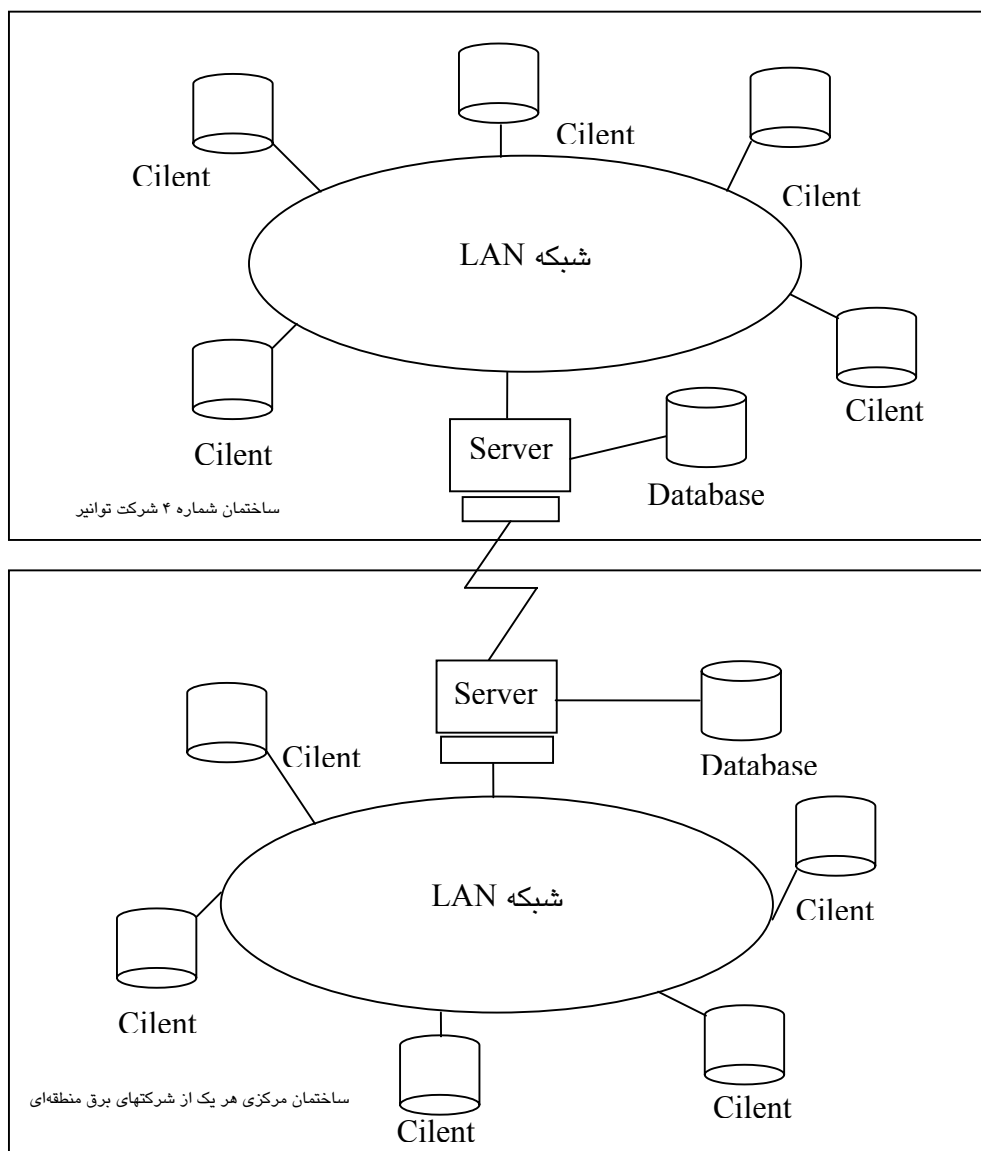
- ایستگاههای متصل به شبکه به سه دسته کلی تقسیم می‌گردند:

الف - ایستگاههای تیپ A: کاربرانی که از این طریق به سیستم دسترسی می‌یابند، علاوه بر امکان ورود، تغییر و انتقال اطلاعات، مدیریت شبکه را برعهده دارد و حق دسترسی سایر کاربران ایستگاههای تیپ B و C را تعریف می‌نمایند.

ب - ایستگاههای تیپ B: کاربرانی که از این طریق به سیستم دسترسی می‌یابند، امکان بازدید اطلاعات، تهیه گزارش، انجام آنالیزهای اطلاعاتی، ورود، تغییر و انتقال اطلاعات را نیز خواهد داشت.

ج - ایستگاههای تیپ C: کاربرانی که از این طریق به سیستم دسترسی می‌یابند، تنها امکان بازدید اطلاعات، تهیه گزارش و انجام آنالیزهای اطلاعاتی را خواهد داشت.

در شکل (۹) شمایی از معماری کلی شبکه، نمایش داده شده است:



شکل (۹): شمایی از معماری کلی شبکه

- ارتباط بین کامپیوترهای خادم مربوط به شرکت‌های برق منطقه‌ای با کامپیوتر خادم شبکه شرکت توانیر، از طریق روشهای زیر امکان پذیر می‌باشد:
 - 0 شرکت توانیر به منظور ایجاد بستر مخابراتی بین شرکت توانیر و شرکت‌های برق منطقه‌ای و تبادل اطلاعات با یکدیگر، ایجاد خطوط اختصاصی (Leased Lines) را در دستور کار قرار دارند. در صورت ایجاد خطوط فوق، در هر یک از شرکت‌های برق منطقه‌ای یک روتر نصب می‌شود و با استفاده از پروتکل‌های با سرعت ۵۱۲k یک شبکه VPN بین شرکت توانیر و شرکت‌های برق منطقه‌ای ایجاد می‌گردد. در صورت ایجاد این خطوط، این روش را می‌توان به عنوان بستر مناسبی برای تبادل اطلاعات بکار گرفت.
 - 0 از آنجایی که شرکت توانیر و شرکت‌های برق منطقه‌ای متصل به شبکه جهانی اینترنت می‌باشند، تبادل اطلاعات بین کامپیوترهای خادم مربوط به شرکت‌های برق منطقه‌ای با کامپیوتر خادم شبکه شرکت توانیر می‌تواند از طریق FTP انجام گیرد.
 - در حال حاضر پهنای باند خط شرکت توانیر ۵۱۲ کیلو بایت است. با توجه به بررسیهای انجام شده، می‌توان گفت که انتقال اطلاعات بین کامپیوترهای خادم مربوط به شرکت‌های برق منطقه‌ای با کامپیوتر خادم شبکه شرکت توانیر در یک پیوند یک هفته‌ای الی یک ماهه انجام می‌گیرد، بنابراین می‌توان از این روش در بهنگام سازی اطلاعات سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق استفاده نمود.
 - لازم به توضیح است که با توجه به محدود بودن پهنای خطوط اینترنتی در حال حاضر، سرعت تبادل داده‌ها کم می‌باشد.
 - 0 شرکت توانیر و شرکت‌های برق منطقه‌ای به منظور تبادل اطلاعات با یکدیگر، ایجاد شبکه فیبرنوری را در دستور کار قرار دارند. ایجاد و پیاده‌سازی شبکه فیبرنوری در سراسر کشور، عملیاتی زمانبر به نظر می‌رسد. در صورت ایجاد این شبکه، می‌توان گفت که مناسب ترین بستر مخابراتی برای تبادل اطلاعات ایجاد و پیاده سازی شده است.
 - در این خصوص، به منظور برقراری اتصال هریک از محلهای اصلی استقرار سیستم به نزدیکترین مرکز مخابراتی، می‌توان از کابل کواکسیال، کابل فیبر نوری، ارتباط رادیویی و یا تکنولوژی لیزری استفاده نمود.
 - 0 خطوط مخابراتی عادی به روش شمارهگیری (Dialup). این روش هنگامی که حجم تبادل اطلاعات کم باشد، روش مناسبی می‌باشد. برقراری همگامی

(Synchronization) بین پایگاههای اطلاعاتی مستقر در کامپیوترهای خادم مربوط به شرکت‌های برق منطقه‌ای و کامپیوتر خادم شبکه شرکت توانیر، به صورت مقطعی (batch) صورت می‌گیرد، و حجم تبادل اطلاعات زیاد می‌باشد، بنابراین استفاده از این روش مناسب به نظر نمی‌رسد.

0 در موارد مقتضی (انتقال حجم وسیعی از اطلاعات و یا عدم امکان ارتباط) می‌توان اطلاعات را از طریق رسانه‌های ذخیره داده مانند CD منتقل نمود.

- از آنجایی که ساختمان معاونتها و دفاتر مختلف شرکت‌های برق منطقه‌ای معمولاً از هم جدا می‌باشند، به منظور ارتباط بین کامپیوترهای مخدوم در هر یک از شرکت‌های برق منطقه‌ای با کامپیوتر خادم مربوطه روشهای زیر وجود دارد:

0 در حال حاضر اکثر شرکت‌های برق منطقه‌ای به منظور تبادل داده‌ها بین ساختمان معاونتها و دفاتر مختلف خود، ایجاد خطوط اختصاصی (Leased Lines) را در محدوده جغرافیایی خویش در دستور کار قرار دارند. در صورت ایجاد این خطوط، این روش را می‌توان به عنوان بستر مناسبی برای تبادل اطلاعات بین کامپیوترهای مخدوم در هر یک از شرکت‌های برق منطقه‌ای با کامپیوتر خادم مربوطه بکار گرفت.

0 در حال حاضر اغلب شرکت‌های برق منطقه‌ای برای ارتباطات مخابراتی خود در حال ایجاد شبکه‌های فیبرنوری هستند که در صورت راه‌اندازی GIS در شرکت‌های برق منطقه‌ای، این شبکه می‌تواند بستر مناسبی برای تبادل اطلاعات بین اطلاعات بین کامپیوترهای مخدوم در هر یک از شرکت‌های برق منطقه‌ای با کامپیوتر خادم مربوطه باشد.

در این خصوص، به منظور برقراری اتصال هر یک از محلهای اصلی استقرار سیستم به نزدیکترین مرکز مخابراتی، می‌توان از کابل کواکسیال، کابل فیبر نوری، ارتباط رادیویی و یا تکنولوژی لیزری استفاده نمود.

0 شرکت توانیر و شرکت‌های برق منطقه‌ای به منظور تبادل اطلاعات با یکدیگر، می‌توانند از روش Wireless (بی سیم) استفاده نمایند. بکارگیری این روش مستلزم بستر سازی مناسب می‌باشد. به عبارت دیگر بایستی با انجام هماهنگی‌های لازم در فرکانسهای موردنظر بین دکل‌های مخابراتی ارتباط برقرار نمود و در صورت لزوم مکانهای مناسب را برای نصب دکل‌های مخابراتی مورد نیاز را تعیین نمود و اقدام به تبادل اطلاعات نمود. در صورت مهیا نمودن بستر فوق، این روش را نیز می‌توان به عنوان بستر مناسبی برای تبادل اطلاعات تعیین نمود.

- o خطوط مخابراتی عادی به روش شماره‌گیری (Dialup). این روش هنگامی که حجم تبادل اطلاعات کم باشد، روش مناسبی می‌باشد. برقراری همگامی (Synchronization) بین کامپیوترهای مخدوم در هر یک از شرکت‌های برق منطقه‌ای با کامپیوتر خادم مربوطه، به صورت تمام وقت صورت می‌گیرد و حجم تبادل اطلاعات متوسط می‌باشد، بنابراین استفاده از این روش مناسب می‌باشد.
- o در موارد مقتضی (انتقال حجم وسیعی از اطلاعات و یا عدم امکان ارتباط) می‌توان اطلاعات را از طریق رسانه‌های ذخیره داده مانند CD منتقل نمود.

لازم به توضیح است که شرکت توانیر و هر یک از شرکت‌های برق منطقه‌ای، با توجه به وسعت محدوده جغرافیایی فعالیت و نحوه توزیع مکانی ساختمان معاونتها و دفاتر آنها و استراتژی آنها در خصوص ایجاد و توسعه شبکه داخلی می‌توانند یکی از روشهای فوق را با توجه به اولویتهای ارائه شده، انتخاب و پیاده‌سازی نمایند.

۲-۴- سخت افزار

کامپیوترها مجموعه‌ای از پردازنده‌ها، حافظه‌های اصلی، حافظه‌های جانبی، درگاه‌های ارتباطی، دستگاه‌های جانبی و ... هستند که مطابق معماری مشخصی در ارتباط با یکدیگر نسبت به دریافت داده‌ها، پردازش و ذخیره‌سازی آنها، نمایش اطلاعات تحت نظارت و هدایت نرم‌افزارهای پایه اقدام می‌نمایند. با توجه به طرح معماری شبکه که در بند ذکر گردید، نیازمندیهای سخت‌افزاری سیستم در دو مرحله استقرار و بهره‌برداری عملیاتی به شرح زیر برآورد می‌گردد (تعداد دقیق تجهیزات سخت‌افزاری از هر نوع، در فاز اجرایی طرح مشخص خواهد شد). مشخصات ذکر شده برای هر پیکربندی، حداقل قابل قبول می‌باشد.

• کامپیوتر شخصی - خادم (پیکربندی تیپ A)

CPU	Dual 2.4 GHZ
RAM	2 GB
HDD	GB SCSI 2*73 GB
VIDEO CARD	128 MB ATI
MONITOR	17"
FDD	1 x 1.44 MB
CD-ROM	52X
CD-WRITER	40X
OTHER	MOUSE, KEYBOARD, LAN CARD 10/100

• کامپیوتر شخصی – مخدوم (پیکربندی تیپ B)

CPU	Pentium IV 2.4 GHz Full Cash
RAM	512 MB – DDR
HDD	80 MB MATRIX
VIDEO CARD	128 MB ATI
MONITOR	19"
FDD	1 x 1.44 MB
CD-ROM	40X
OTHER	MOUSE, KEYBOARD, LAN CARD 10/100

• کامپیوتر شخصی – مخدوم (پیکربندی تیپ C)

CPU	Pentium IV 2.4 GHz Full Cash
RAM	512 MB – DDR
HDD	60 MB MATRIX
VIDEO CARD	128 MB ATI
MONITOR	17"
FDD	1 x 1.44 MB
CD-ROM	40X
OTHER	MOUSE, KEYBOARD, LAN CARD 10/100

• چاپگر (Printer)

چاپگرهای رنگی و سیاه و سفید با خصوصیات زیر مورد نظر می باشند

Technology: Laserjet

Print Quality: 1200*1200 dpi

Memory, Std: 32-160 MB

Media Type: paper, cardboard, transparencies

Media Size: A3 , A4

• رسام (Plotter)

رسامی با خصوصیات زیر مورد نظر می باشد

Print quality: 1200*600 dpi

Print cartridges: 4- black, cyan, magenta, yellow

Media Types: paper

Memory ,Std: 265 MB

Memory ,Max: 256 MB

Connectivity, std: IEEE 1284-compliant

Dimensions: 62*27*51 in

Paper size: A0

• رقومی ساز (Digitizer)

در درجه اول استفاده از نرم افزار های رقومی سازی از روی صفحه مونیتر (On-screen digitizing) نظیر IRAS/C و یا نرم افزارهای رقومی سازی نیمه اتوماتیک و اتوماتیک نظیر EasyTrace، VTRAK، VPHybridCAD و Cadoverlay پیشنهاد می‌گردد. در صورت استفاده از این نوع نرم‌افزارها، خصوصیات زیر پیشنهاد می‌شود:

- قابلیت خواندن و ذخیره‌سازی اکثر فایل‌های رنگی، ترکیب‌های خاکستری و سیاه و سفید در فرمت‌های مختلف مانند TIF، BMP، JPG، GIF، CRL و ...
- قابلیت دوران، بزرگنمایی، تمیز کردن و مکان‌مرجع کردن نقشه‌های رستری
- قابلیت ترسیم و ویرایش عوارض سطحی، خطی، نقطه‌ای و متنی
- قابلیت لایه‌بندی بدون محدودیت با سمبولوژی موردنظر
- امکان تفکیک رنگ (۲۵۶ رنگ در ۲۵۶ فایل متفاوت)
- قابلیت ذخیره‌سازی فایل‌های برداری در انواع محیط‌های CAD

در صورت خرید دستگاه رقومی ساز، خصوصیات زیر پیشنهاد می‌شود:

Active area: 44*60 in

Thickness: 0.8 in

Resolution: 400 line in milimeter

Accuracy: ± 0.010 in

Proximity: 0.5 in

Paper size: A0

• اسکنر (Scanner)

اسکنری با مشخصات زیر مورد نظر می‌باشد

Scan width: 50 in

Interface: Dual Ultrafast SCSI

Scan Accuracy: + 0.15%

Resolution : 2400 dpi

Scan Model: 24 bit color, 256 levels (8-bit)

File formats: Bmp, tif

۳-۴- سیستم عامل

سیستم عامل مجموعه برنامه‌هایی است که جهت تخصیص خدمات منابع سخت‌افزاری به کاربران و کنترل و نظارت بر استفاده از منابع تخصیص داده شده، ایجاد گردیده‌اند. توانایی‌های سیستم‌های عامل براساس نوع معماری کامپیوترها متفاوت است. بعضی از سیستم‌های عامل جهت مدیریت منابع سخت‌افزاری کامپیوترهای بزرگ نوشته شده‌اند و برخی از سیستم‌های عامل برای مدیریت منابع سخت‌افزاری مینی‌کامپیوترها و برخی دیگر برای مدیریت منابع سخت‌افزاری شبکه‌های رایانه‌ای و یا رایانه‌های منفرد بکار گرفته می‌شوند.

با توجه به اینکه در شرکت توانیر و شرکتهای برق منطقه‌ای، شبکه Windows 2000 Advanced Server راه اندازی شده است بطوریکه کامپیوتر Server مجهز به سیستم عامل مذکور است و همچنین با توجه به اینکه نرم‌افزار Smallworld تحت Windows 2000 Advanced Server قابل اجرا می‌باشد، لذا این سیستم عامل جهت سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق پیشنهاد می‌گردد.

سیستم عامل Windows محصول شاخص شرکت Microsoft است و از سوی این شرکت با انواع محصولات نرم‌افزاری دیگر پشتیبانی می‌شود. از نظر تعداد استفاده‌کننده، این سیستم عامل در رده اول سیستم‌عامل‌های محیط PC قرار دارد.

۴-۴- نرم افزار پایه GIS

جهت توسعه کاربرد، طراحی و پیاده سازی سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق از نرم‌افزارهای Smallworld استفاده می‌گردد.

هر سیستم اطلاعاتی برای ثبت و بازیابی اطلاعات، نیاز به یک نرم‌افزار پایگاه داده دارد و سیستم‌های GIS نیز چه به صورت آماده خریداری گردند و چه اینکه مورد طراحی و ساخت قرار گیرند، از این امر مستثنی نیستند. در خصوص انتخاب نرم‌افزار پایگاه داده سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق با توجه به نتایج مرحله شناخت و بررسی‌های انجام شده می‌توان گفت که دو پایگاه داده SQL Server و Oracle از نظر امکانات و قابلیت‌های مورد انتظار جوابگوی سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق می‌باشند و گزینه‌های مناسبی برای نرم‌افزار پایگاه داده سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق می‌باشند.

با توجه به انجام بررسی بیشتر روی دو پایگاه داده Oracle و SQL Server و همچنین ابزار، امکانات و محیط توسعه این پایگاه داده‌ها و مقایسه نتایج بدست آمده با انتظارات مورد نظر از سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق موارد زیر را می‌توان مد نظر قرار داد.

- در نرم‌افزار منتخب سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق، Smallworld GIS، اتصال به پایگاه داده دو نرم‌افزار Oracle و SQL Server امکانپذیر است.
 - مسلماً در مرحله توسعه سیستم و ایجاد برنامه‌های کاربردی نیاز به متخصص ورزیده و با تجربه کافی در زمینه پایگاه داده خواهد بود و شکی نیست که جهت پشتیبانی کامل سیستم یک متخصص داخلی مدنظر می‌باشد. براساس بررسی‌ها و آمار بدست آمده در حال حاضر اکثر متخصصین دارای تجربه بالا در زمینه پایگاه داده SQL Server می‌باشند و متخصص با تجربه در زمینه پایگاه داده Oracle بسیار نادر هستند، لذا استفاده از پایگاه داده SQL Server پیشنهاد می‌گردد.
 - اکثر دفاتر شرکت توانیر و شرکتهای برق منطقه‌ای جهت رفع نیازهای اطلاعاتی خود از این دو نرم‌افزار Oracle و SQL Server استفاده می‌نمایند. با توجه به نتایج مرحله شناخت می‌توان گفت که بیشتر کاربران صنعت برق با توجه به ساده‌تر و کاربر پسند بودن نرم‌افزار SQL Server، از این نرم‌افزار استفاده می‌نمایند.
- بنابراین جهت توسعه کاربرد، طراحی و پیاده‌سازی پایگاه داده سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق از نرم‌افزارهای SQL Server 2000.0 پیشنهاد می‌گردد.
- لازم به توضیح است که پایگاه داده Oracle توانایی ذخیره‌سازی، بازیابی و مدیریت حجم اطلاعات بسیار زیاد (پایگاه‌های داده به بزرگی چندین ترابایت) را دارد و این پایگاه داده دارای امنیت بالا در دسترسی و Crash کردن دارد. با گذشت زمان و افزایش حجم اطلاعات مورد نیاز شرکت توانیر و شرکتهای برق منطقه‌ای و تغییر نیاز کاربران ممکن است که استراتژی شرکت توانیر در استفاده از پایگاه داده SQL Server 2000.0 تغییر کند و استفاده از پایگاه داده Oracle را در دستور کار قرار دهد. در اینصورت می‌توان اطلاعات ذخیره‌سازی شده در سیستم را براحتی به پایگاه داده Oracle منتقل نمود.

۴-۵- ابزار توسعه کاربردی

- برای تهیه و ساخت نرم‌افزارهای کاربردی سیستم از محیط‌های زیر استفاده خواهد شد:
- زبان ماکرو نویسی نرم‌افزار منتخب تحت عنوان Magic
 - Microsoft Visual Basic Ver 6.0
 - Microsoft Visual C++ Ver 6.0
- به منظور طراحی و ساخت پایگاه اطلاعاتی سیستم، از نرم‌افزار زیر استفاده خواهد شد.
- SQL Server 2000.0