

# کاربرد مؤلفه‌های ساختاری GIS در مدیریت داده‌های مکانی، زمانی و توصیفی شبکه‌ی‌های آبراهه‌ای و ایستگاه‌های آب‌سنجی کشور

سید محمود رضا طباطبایی<sup>۱\*</sup> و عبدالنبی عبده کلاه‌چی<sup>۲</sup>

\* نویسنده مسئول: عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری تهران taba1345@hotmail.com

۲- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری تهران

تاریخ پذیرش: ۸۹/۶/۱۶

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۲/۱۵

## چکیده

مؤلفه‌های ساختاری GIS که به اشیاء ArcObjects معروف هستند، ساختارهایی متشکل از توابع، روش‌ها و خصوصیات متفاوت بوده که به شکل کپسوله شده (اجتماعی از اجزای یاد شده) در محیط‌های نرم‌افزاری مورد استفاده قرار گرفته و امروزه نقش مهمی را در تولید نرم‌افزارهای سامانه اطلاعات جغرافیایی به عهده دارند. علیرغم اهمیت و نقش ویژه این اشیاء در پیاده سازی مفاهیم و الگوریتم‌های مورد نیاز در نرم‌افزارهای GIS، متأسفانه در کشور استفاده از آن‌ها کمتر مورد توجه قرار گرفته و این در حالی است که امکانات تعبیه شده در نرم‌افزارهای سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی محدود است و از سوی دیگر دامنه‌ی کاربردهای این فن آوری در علوم منابع طبیعی، کشاورزی، محیط زیست و غیره روز به روز بیشتر می‌گردد. در این تحقیق، با به کارگیری اشیاء یاد شده، نرم‌افزاری مشتمل بر ۱۲۲۹۳ خط برعنوانه در قالب ۲۷۵ تابع طراحی و نوشته شده است که امکان مدیریت داده‌های مکانی، توصیفی و سری‌های زمانی شبکه‌ی‌های آبراهه‌ای و ایستگاه‌های آب‌سنجی کشور را (در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰) به لحاظ ذخیره‌سازی، ویرایش، پرسش و پاسخ، نمایش و تهیه‌ی اطلاعات خروجی فراهم می‌نماید. از ویژگی‌های منحصر به فرد نرم‌افزار که نمونه‌ی آن در سایر نرم‌افزارهای GIS فعلی موجود نمی‌باشد، اجرای جست و جوی‌های مکانی چندگانه بر روی پایگاه مکانی بدون نیاز به بارگذاری و نمایش لایه‌ها در صفحه‌ی نمایش است. از دیگر مزایای آن، تولید لایه‌های مجازی حاصل از پرسش‌های مکانی بوده که این لایه‌ها بدون داشتن منشأ فیزیکی بر روی دیسک سخت قابل نمایش و استفاده کاربر می‌باشند. هم چنین امکان دسترسی مستقیم به داده‌های ایستگاه‌های آب‌سنجی (در قالب فایل‌های اکسل) از درون نرم‌افزار فراهم آمده است.

واژه‌های کلیدی: آبراهه، ایستگاه، پایگاه، رودخانه، ArcObjects، Programming GIS Geodatabase.

## مقدمه

امکانات فراوان در سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی و پیدایش بانک‌های اطلاعاتی مکانی استاندارد در قالب‌های شخصی<sup>۱</sup> یا تجاری<sup>۲</sup> و هم چنین با طراحی و تولید برعنوانه‌هایی در محیط GIS می‌توان کمبودهای فعلی را تا حدود زیادی جبران نمود. تحقیق حاضر، نمونه‌ی‌ای کوچک از این کوشش می‌باشد که

یکی از مسائل و مشکلات موجود در مدیریت داده‌های مکانی و توصیفی حوزه‌ی‌های آبخیز کشور به طور اعم و داده‌های مکانی شبکه‌ی‌های آبراهه‌ای به همراه اطلاعات وابسته به آن به طور اخص، عدم استفاده از پایگاه‌های اطلاعات مکانی استاندارد جهت ذخیره‌سازی و بازیابی داده‌های حوزه‌ی‌های آبخیز می‌باشد. در حال حاضر، با توجه به وجود

1- Personal Geodatabase

2- Enterprise or Commercial Geodatabase

مکانی حوزه ی آبخیز کل<sup>۱</sup> بوده و برای سایر حوزه های آبخیز می بایست مجدداً به روز گردد. MacDonald (۲۰۰۱) در تشریح پایگاه داده Geodatabase، به نقش شی گرای این پایگاه در نگه داری موجودیت های (اشیاء) نظیر داده های برداری، رستری، جدول ها و هم چنین به بررسی و تشریح خصوصیات، رفتار، روابط مکانی بین اشیاء موجود در آن می پردازد. هم چنین او بیان می کند که Geodatabase ساختاری به مراتب کامل تر از ساختار Coverage برای نگه داری داده های مکانی است. Zeiler (۲۰۰۱) به تشریح اشیاء ESRI ArcObjects پرداخته و آن ها را به عنوان سکوی توسعه برعنوانه های کاربردی ArcGIS نظیر ArcMap، ArcCatalog، ArcScene و غیره معرفی می کند.

طباطبایی و همکاران (۱۳۸۷) در تحقیقی که بر روی داده های رقومی شبکه ی آبراهه ای حوزه ی های آبخیز (مقیاس ۱:۲۵۰۰۰) انجام دادند با به کارگیری اشیاء ArcObjects در محیط نرم افزار ArcGIS مدلی را طراحی نمودند که به کمک آن می توان خطاهای مربوط به ناپیوستگی و جهت های رقومی ناصحیح آبراهه ها را اصلاح نمود.

Douglas (۲۰۰۳) به نقش مهم استفاده از اشیاء ArcObjects در به اشتراک گذاشتن امکانات و توانایی های موجود در GIS با مدل های در حال توسعه ی منابع آب نظیر GMS (سیستم شبیه سازی آب زیرزمینی)، SMS (سیستم شبیه سازی آب سطحی) و WMS (سیستم شبیه سازی حوزه ی آبخیز) اشاره کرده و لزوم استفاده از آن ها را تأکید می نماید. ایشان یکپارچه سازی GIS با مدل های منابع آب را سبب افزایش کارکرد این مدل ها می داند.

سعی بر آن بوده تا ظرف نگه داری داده های مکانی و نرم افزار تخصصی آن همگی در بستر اصلی خود که همان GIS است، طراحی و ساخته شوند؛ به نحوی که دسترسی به داده های شبکه ی های آبراهه ای به شکلی منطقی و سریع امکان پذیر باشد. این الگو در آینده می تواند در مدیریت جامع داده های مکانی و توصیفی حوزه ی های آبخیز کشور در مقیاسی وسیع تر طراحی و پیاده سازی شود. در رابطه با سوابق کارهای انجام شده در زمینه ی برداشت های میدانی از رودخانه های کشور و تلاش هایی که به منظور ساخت پایگاه های اطلاعاتی صورت گرفته، حسینی و همکاران (۱۳۸۴) در طرح تحقیقاتی بررسی و شناخت ویژگی های رودخانه و مسیل های کشور، اطلاعات متنوعی مشتمل بر موقعیت، نوع شبکه ی آبراهه ها، ارتفاع، طول، شیب طولی، نوع سازند زمین شناسی و غیره را در ۱۰ استان کشور استخراج و سپس در چندین بانک اطلاعاتی (Access) ذخیره سازی نمودند. کرمی خانیکی (۱۳۸۲) بانک اطلاعات ساحلی ایران را در محیط نرم افزار Access تهیه نمود. در این بانک کلیه ی خصوصیات توصیفی مناطق ساحلی کشور از قبیل خصوصیات هیدرویدئوگرافیک، زمین شناسی، اقلیمی، خاک شناسی و کاربری اراضی ساحلی جمع آوری و در بانکی تحت عنوان "بانک اطلاعات ساحلی ایران" سازمان دهی شده است. حسینی چگینی (۱۳۸۳) نرم افزار جست و جوی داده های حوزه ی های آبخیز را تحت عنوان WISE طراحی و ارائه نمود. در این نرم افزار از بانک اطلاعات توصیفی Access جهت نگه داری اطلاعات توصیفی و از کنترل موقتی MapObject جهت نمایش اطلاعات مکانی در محیط VB استفاده شده است. این بانک صرفاً دارای اطلاعات توصیفی و

داده‌های مکانی و توصیفی واحدهای اکولوژیکی می‌باشد. به کمک این مدل امکان جست و جو، بازیابی و تجزیه و تحلیل سریع داده‌ها میسر می‌باشد. در مجموع، هدف اصلی در تحقیق حاضر، مدیریت اطلاعات مکانی، توصیفی و داده‌های سری‌های زمانی آبراهه‌ها، رودخانه‌ها و ایستگاه‌های آب‌سنجی کل کشور از طریق طراحی و ساخت یک نرم‌افزار تخصصی GIS می‌باشد. این امر از طریق ایجاد یک سیستم یکپارچه از بانک اطلاعات مکانی (GeoDataBase) و نرم‌افزار GIS تخصصی مرتبط با آن، با به کارگیری مؤلفه‌های ساختاری GIS (اشیاء ArcObjects) بر مبنای تکنولوژی COM<sup>۳</sup> انجام شده است. لازم به ذکر است که آن چه که این تحقیق را از تحقیق‌های مشابه در ایران (در راستای ذخیره‌سازی و جست و جوی داده‌های مکانی موجود) متمایز می‌نماید ساختار متفاوت نرم‌افزار پیشنهادی، سادگی و کم هزینه بودن و تأکید آن بر ساختارهای GIS می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

#### مشخصات منطقه ی مورد مطالعه

با طراحی انجام شده در ساختار نرم‌افزار، امکان ذخیره‌سازی داده‌های رقومی آبراهه‌ای و ایستگاه‌های آب‌سنجی اعم از مکانی، توصیفی و سری‌های زمانی برای کلیه ی حوزه ی‌های آبخیز کشور (در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰) فراهم شده است؛ لذا گستره ی مکانی تحقیق تمامی حوزه ی‌های آبخیز کشور را شامل می‌شود.

James و همکاران (۲۰۰۴) نرم‌افزار AgSimGIS را به عنوان بستر مکانی مدل اصلاح شده کیفیت آب تحت عنوان USDA- ARSRZWQM توسعه دادند. این نرم‌افزار که بر پایه ArcObjects و استفاده از Visual C++ طراحی شده است علاوه بر آنکه رابط گرافیک مناسبی در کار با مدل کیفیت آب را در اختیار کاربر قرار می‌دهد، از آن برای ذخیره‌سازی، شبیه‌سازی و نمایش اطلاعات مکانی استفاده می‌نماید. طباطبایی و همکاران (۱۳۸۸) در تحقیقی که بر روی کاربرد مؤلفه‌های ساختاری GIS (ArcObjects) انجام دادند توانستند با بهره‌گیری از این اشیاء و با به کارگیری یک بانک اطلاعاتی (Geodatabase) نرم‌افزار تخصصی طراحی نمایند که قادر است کلیه ی داده‌های مکانی، توصیفی و سری‌های زمانی شبکه ی‌های آبراهه‌ای، رودخانه‌ای و هم چنین ایستگاه‌های آب‌سنجی کشور (در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰) را ذخیره‌سازی و مدیریت نماید. Xevi (۲۰۰۷) با به کارگیری اشیاء ArcObjects در محیط GIS توانست مدلی را به عنوان SWAGMAN<sup>۱</sup> توسعه دهد که هدف از ساخت آن ارزیابی تغییرات سالیانه تولیدات زراعی (غلات) در ارتباط با داده‌های اقلیمی، سیستم آبیاری، خصوصیات خاک، منابع آب زیرزمینی و اعمال مدیریت‌های مختلف است. این مدل در آنالیز ریسک نیز استفاده می‌شود. در راستای استفاده از اشیاء ArcObjects در تولید پایگاه داده های مکانی، Liang و همکاران (۲۰۰۹) مدلی تحت عنوان EDMIS<sup>۲</sup> را در محیط نرم‌افزار ArcGIS توسعه دادند که هدف از آن مدیریت

### 3- Component Object Model

تکنولوژی به کار گرفته شده در ساخت نرم افزارهای GIS که اساس آن بر مبنای استفاده از اجزاء ساختمانی (ArcObjects) می‌باشد.

- 1- Soil Water and Groundwater Management
- 2- Environmental Data Management Information System

تعداد ۱۲۲۹۳ خط برعنوانه در قالب ۲۷۵ تابع طراحی و کد نویسی شده است. در پیاده سازی نرم افزار پایگاه اطلاعاتی همان طور که قبلاً اشاره شد از اشیایی تحت عنوان ArcObjects و بانک اطلاعاتی Geodatabase استفاده شده است که در ذیل به تشریح آن می پردازیم:

در پیاده سازی نرم افزار پایگاه اطلاعاتی، از اشیایی تحت عنوان ArcObjects و یک بانک اطلاعاتی تحت عنوان Geodatabase استفاده شده است که به دلیل اهمیت در قسمت بحث به آن پرداخته می شود.

### زبان برعنوانه نویسی به کار رفته در نرم افزار

طراحی و کد نویسی نرم افزار با استفاده از تکنولوژی COM و به کار گیری اشیاء ArcObjects در محیط برعنوانه نویسی Visual Basic انجام گرفته است. شکل (۱) قسمتی از کدهای نوشته شده در این زبان را نشان می دهد. لازم به ذکر است که به منظور پیاده سازی نرم افزار،

```
Private Sub Form_Load()
On error Go To err1
Dim pMap As IMap
Dim pEnumLayer As IEnumLayer
Dim pLayer As ILayer
Dim pId As New UID
Set pMap = Form3.MapControl1.ActiveView.FocusMap
} " pId = "{E156D7E5-22AF-11D3-9F99-00C04F6BC78E
Set pEnumLayer = pMap.Layers(pId, True) pEnumLayer.Reset
Set pLayer = pEnumLayer.Next
```

شکل (۱) قسمتی از کدهای نوشته شده در نرم افزار با استفاده از اشیاء ArcObjects

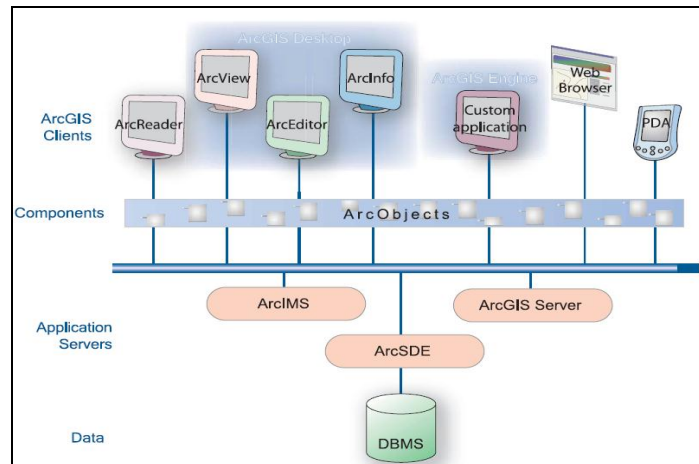
### نتایج و بحث

#### اجزاء ساختمانی نرم افزار

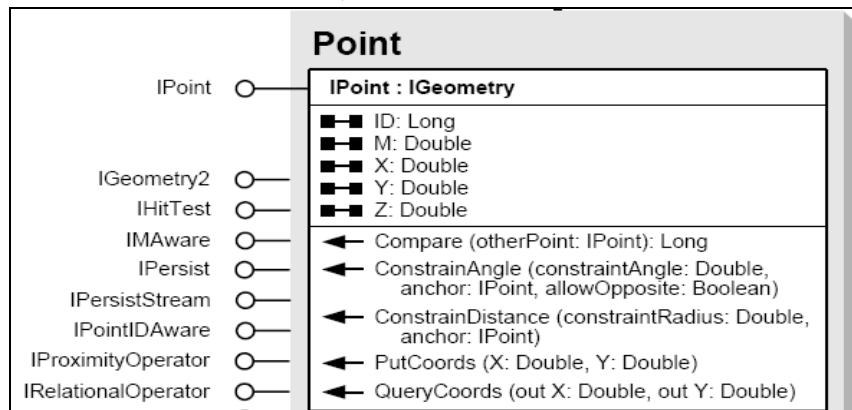
#### الف- اشیاء ArcObjects

اجزای یاد شده) در محیط های نرم افزاری مورد استفاه قرار می گیرند. هر شیئی دارای توابع، روش ها و خصوصیات خاص خود بوده و می تواند وظایف مختلفی را در یک برعنوانه به عهده داشته باشد. شکل (۳) قسمتی از ساختار یک شیء نقطه ای به همراه توابع، روش ها و خصوصیات آن را نشان می دهد. به طور کلی به منظور ساخت نرم افزارهای مستقل GIS که بر پایه ی ArcObjects استوار هستند از نرم افزاری به عنوان ArcGIS Engine استفاده می شود.

این اشیاء ساختار اصلی نرم افزار ArcGIS و سایر نرم افزارهای مرتبط با آن (که از تکنولوژی COM پیروی می نمایند) را تشکیل می دهد. شکل (۲)، نرم افزارهای مختلف GIS را که همگی از اشیاء ArcObjects ساخته شده اند نشان می دهد. به طور خلاصه، اشیاء ArcObjects، ساختارهایی متشکل از توابع، روش ها و خصوصیات متفاوت بوده که به صورت کپسوله شده (اجتماعی از



شکل (۲) اجزای ساختمانی تشکیل دهنده نرم افزارهای مختلف GIS



شکل (۳) قسمتی از ساختار یک شی نقطه‌ای (Point)

پایگاه داده در دو شکل شخصی و تجاری عرضه می‌شود که با توجه به نوع داده‌های طرح تحقیقاتی و میزان ظرفیت به کار رفته در ذخیره‌سازی آن‌ها از نوع شخصی آن استفاده شده است. ساختار Geodatabase دارای مزایای زیادی بوده که از جمله مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

۱- امکان ذخیره‌سازی داده‌های مکانی برداری، رستری و جدول‌های توصیفی در آن.

۲- میزان مصرف کم حافظه‌ی رایانه در ذخیره‌سازی داده‌ها در مقایسه با ذخیره‌سازی در قالب Coverage، Shape و دیگر قالب‌های ذخیره‌سازی داده‌های مکانی.

نرم‌افزار ArcGIS Engine، اشیاء ArcObjects را در مجموعه‌هایی بسیارگسترده، متنوع و طبقه‌بندی شده از فایل‌هایی با عنوان توابع کتابخانه‌ای<sup>۱</sup> بر روی سیستم کاربر نصب می‌نماید. دسترسی به اشیاء ArcObjects از میان توابع کتابخانه‌ای انجام می‌گیرد.

ب- پایگاه اطلاعاتی

به منظور ذخیره‌سازی و سازمان دهی لایه‌های اطلاعاتی از یک نوع پایگاه اطلاعاتی که Geodatabase عنوانیده می‌شود و دارای قالب \*.mdb\* می‌باشد استفاده شده است. این مدل

1- Dynamic Link Library (DLL & OLB)

### طراحی و پیاده سازی نرم افزار

به طور کلی در طراحی نرم افزار سعی شده است تا رابطهای کاربر گرافیکی<sup>۱</sup> مناسبی طراحی شود، به نحوی که این رابطها امکان دسترسی سریع و آسان نرم افزار با کاربر را فراهم می نمایند. شکل (۴) رابط اصلی گرافیکی نرم افزار را نشان می دهد.

### مدیریت پایگاه اطلاعاتی نرم افزار

در نرم افزار پایگاه اطلاعاتی امکانات مختلفی تعبیه شده است که به کمک آنها می توان لایه های مکانی، اطلاعات توصیفی لایه ها و سری های زمانی را به شکلی ساده مدیریت نمود. در ذیل، به طور اختصار نحوه ی مدیریت اطلاعات تشریح می گردد.

### ۱- نمایش و لیست گیری از داده های موجود در پایگاه اطلاعاتی نرم افزار:

به منظور آگاهی یافتن از داده های موجود در بانک اطلاعاتی نرم افزار می توان با استفاده از امکانات تعبیه شده در نرم افزار لیست لایه های مکانی و یا داده های آب سنجی هر ایستگاه آب سنجی موجود در پایگاه را مشاهده نمود. شکل های (۵) و (۶) به ترتیب رابطهای گرافیکی نرم افزار جهت لیست گیری از لایه های مکانی و نتایج حاصل از آنها را نشان می دهد.

علاوه بر دسترسی به لایه های مکانی، نرم افزار دارای امکاناتی است که کاربر را قادر می سازد تا به داده های آب سنجی (سری های زمانی در قالب فایل های نرم افزار Excel) ایستگاه های اندازه گیری آب به طور مستقیم دسترسی یابد. در شکل های (۷) و (۸) انتخاب یک ایستگاه اندازه گیری آب در محیط نرم افزار، کاربر را مستقماً به داده های سری زمانی آن ایستگاه متصل می نماید.

### ۲- اضافه و حذف نمودن داده های موجود در پایگاه اطلاعاتی نرم افزار:

به منظور اضافه یا حذف نمودن لایه های مکانی و داده ها

۳- قابلیت ایجاد توپولوژی در میان اجزاء مکانی لایه ها و یا در بین لایه ها.

۴- قابلیت ایجاد شبکه ی هندسی و انجام تحلیل های شبکه ی ای.

۵- پشتیبانی بیشتر در نمایش فونت های جدول ها و امکان افزایش طول سرستون ها (از نظر تعداد حروف) در مقایسه با جدول های معمولی.

۶- امکان سازمان دهی لایه های مختلف اطلاعاتی (با توجه به محدوده ی مختصاتی، نوع کاربری، مقیاس و غیره) در ظرف های مکانی تحت عنوان Feature Dataset که می توانند در داخل Geodatabase ایجاد شوند.

داده های مورد استفاده در نرم افزار پایگاه اطلاعاتی در قالب سه نوع داده ی مکانی، توصیفی و سری های زمانی طبقه بندی و سازماندهی شده اند. در ذیل چگونگی این سازمان دهی به اختصار بیان شده است.

- داده های مکانی: این داده ها شامل داده های رقومی برداری شبکه آبراهه ای و رودخانه ای کشور (در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰) و ایستگاه های هیدرومتری و کیفیت سنجی در قالب Shape (\* .shp) می باشند.

- داده های توصیفی: داده های توصیفی می تواند طیف وسیعی از اطلاعات در رابطه با رودخانه ها، آبراهه ها، ایستگاه های هیدرومتری و کیفیت سنجی را شامل گردد. اطلاعات توصیفی پس از استخراج به صورت جدول های خصوصیات لایه های مکانی در پایگاه اطلاعاتی ذخیره می شوند.

- سری های زمانی: ایستگاه های هیدرومتری و کیفیت سنجی علاوه بر اطلاعات توصیفی، دارای اطلاعات اندازه گیری در رابطه با زمان نیز می باشند (نظیر دبی، گل آلودگی و غیره). این اطلاعات در قالب فایل های صفحه ی گسترده ی نرم افزار Excel بوده و توسط نرم افزار مدیریت می شوند.

الف- جست و جوی مکانی در واحدهای کاری<sup>۳</sup>. در این روش، محدوده‌ی یا محدوده‌ی‌های مکانی جست و جو، زیر حوزه‌ی‌های کد گذاری شده در لایه‌های سه گانه یا حوزه‌ی‌های درجه‌ی ۱، ۲ و یا واحد‌های مطالعاتی تماب<sup>۴</sup> می‌باشند. به عبارت دیگر، کاربر با مشخص نمودن زیرحوزه‌ی یا زیرحوزه‌ی‌های مورد نظر می‌تواند به آسانی دریابد که اساساً در محدوده‌ی مشخص شده، شبکه‌ی رودخانه یا آبراهه و یا ایستگاه‌های اندازه‌گیری آب وجود دارد و یا خیر و در صورت موجود بودن می‌تواند به سرعت به آن‌ها دسترسی یابد. شکل (۱۱) ابزار جست و جوی مکانی با استفاده از محدوده‌ی زیرحوزه‌ی‌های آبخیز را نشان می‌دهد.

ب- جست و جوی مکانی در محدوده‌ی‌ی جغرافیایی یک مربع یا مستطیل<sup>۵</sup>. این ابزار نوع دیگری از ابزار پرسش مکانی است. این ابزار به کاربر اجازه می‌دهد تا با مشخص نمودن یک محدوده‌ی‌ی جغرافیایی مربع یا مستطیل شکل، کلیه‌ی‌ی داده‌های رقومی موجود در پایگاه اطلاعاتی را در محدوده‌ی مورد نظر جست و جو نماید. در شکل (۱۲) نحوه‌ی‌ی تعریف محدوده‌ی‌ی جغرافیایی نشان داده شده است.

ج- جست و جوی مکانی در محدوده‌ی‌ی یک شکل گرافیکی<sup>۶</sup>. این ابزار به کاربر اجازه می‌دهد تا با ترسیم یک محدوده‌ی‌ی گرافیکی

بر روی صفحه‌ی نمایش<sup>۷</sup>، تمامی داده‌های رقومی موجود در پایگاه اطلاعاتی را در محدوده‌ی‌ی شکل ترسیم شده جست و جو نماید. در این حالت چنان چه آبراهه، رودخانه و یا ایستگاه آب‌سنجی در محدوده‌ی‌ی مورد نظر یافت گردد می‌تواند در نرم‌افزار بارگذاری شود. با کمک این ابزار کاربر به سهولت و بدون هیچگونه محدودیتی می‌تواند به سادگی در هر

آب‌سنجی از پایگاه اطلاعاتی می‌توان مطابق شکل‌های (۹) و (۱۰) در قسمت به روز رسانی پایگاه اطلاعاتی نرم‌افزار اقدام نمود.

### ۳- جست و جو در پایگاه اطلاعاتی نرم‌افزار

یکی از ابزارهای مهم طراحی شده در نرم‌افزار، ابزار پرسش مکانی<sup>۱</sup> است. با استفاده از این ابزار، امکان جست و جوی مکانی بر روی داده‌هایی نظیر شبکه آبراهه و رودخانه‌های کشور، ایستگاه‌های اندازه‌گیری آب موجود در پایگاه نرم‌افزار فراهم شده است. با توجه به اهمیت پرسش‌های مکانی در دسترسی سریع کاربران به داده‌های مورد نیاز، ذکر دو نکته ضروری بنظر می‌رسد: اول آنکه جست و جوی مکانی نرم‌افزار، بر روی پایگاه اطلاعاتی آن که در دیسک سخت رایانه قرار گرفته است انجام می‌گردد. این بدان معناست که در هنگام جست و جوی مکانی، نیازی به بارنمودن<sup>۲</sup> لایه‌های اطلاعات مکانی مربوط به شبکه‌ی رودخانه‌ای و ایستگاه‌های اندازه‌گیری آب کشور به نرم‌افزار نیست و برعنوانه به صورت هوشمند به پایگاه اطلاعاتی متصل و سپس عملیات جست و جوی مکانی را بر روی آن انجام می‌دهد. این نکته از آن جهت حائز اهمیت است که در سایر نرم‌افزارهای مرتبط، به منظور انجام هر نوع پرسشی، باید لایه‌های اطلاعاتی در محیط نرم‌افزار حضور داشته باشند.

نکته‌ی دوم که در طراحی ابزار پرسش مکانی نرم‌افزار به آن توجه شده است، محدوده‌ی‌ی مکانی قابل تعریفی است که کاربر در آن محدوده‌ی‌ی به جست و جوی داده‌های مورد نیاز خود می‌پردازد. با توجه به طراحی‌های انجام شده در این زمینه،<sup>۳</sup> نوع محدوده‌ی‌ی مکانی در نرم‌افزار در نظر گرفته شده است که بر اساس آن روش‌های پرسش مکانی نیز به ۳ دسته‌ی زیر طبقه‌بندی شده‌اند:

3- Spatial Query Based On Basin Code

۴- شرکت تحقیقات منابع آب

5- Spatial Query Based On Geographic Coordinates

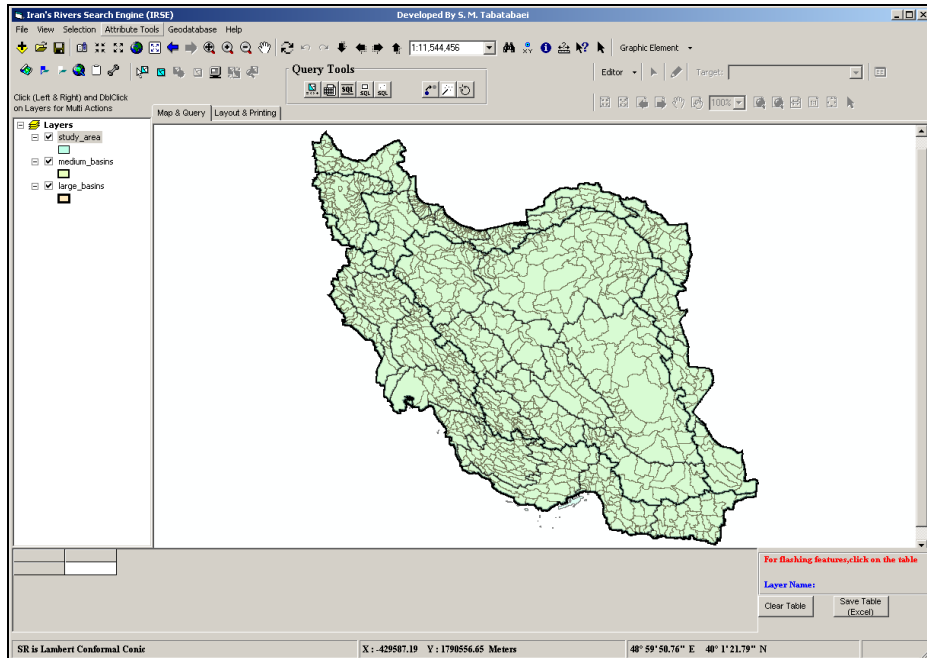
6- Spatial Query Based On Graphical Polygon

7- Map Display

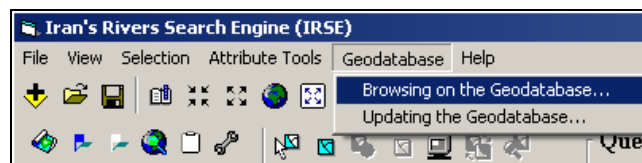
1-Spatial Query

2- Load

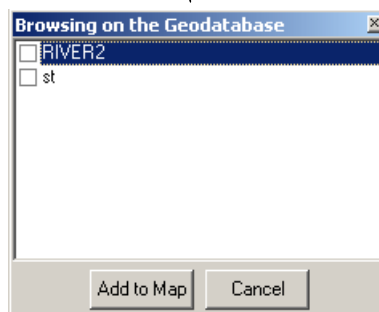
محدوده ی جغرافیایی و با هر نوع شکلی (منظم یا عنوانظم) به داده های موجود در پایگاه دسترسی یابد.



شکل (۴) نمای اصلی نرم افزار

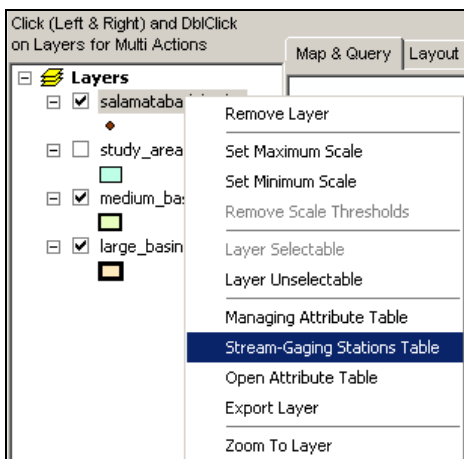


شکل (۵) رابط گرافیکی تعیین شده در نرم افزار جهت لیست گیری از لایه های مکانی

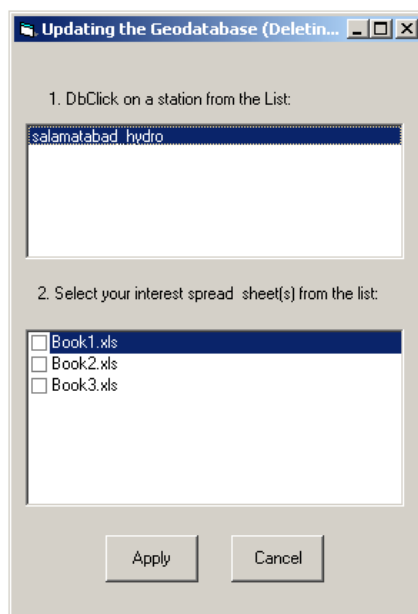


شکل (۶) نمایش لیست لایه های مکانی موجود در پایگاه نرم افزار

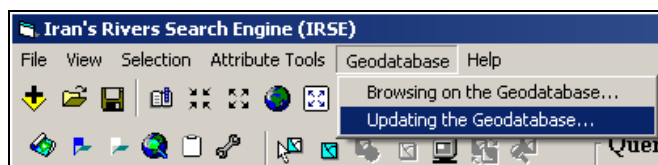




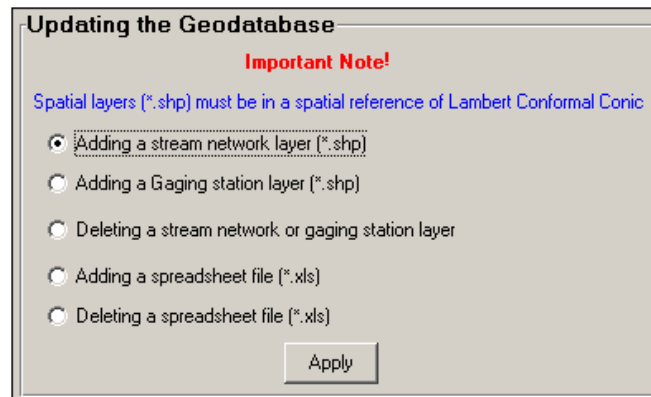
شکل (۷) دسترسی به داده‌های سری زمانی یک ایستگاه آب‌سنجی



شکل (۸) نمایش لیست داده‌های سری زمانی ایستگاه آب‌سنجی



شکل (۹) به روز رسانی داده‌های موجود در پایگاه نرم‌افزار



شکل (۱۰) رابط گرافیکی به روز رسانی پایگاه اطلاعاتی نرم افزار

ArcObjects، دروازه ی ورود به امکانات وسیع موجود در GIS می باشد.

### نتایج

۱- استفاده ی همزمان از ساختارهای Geodatabase (تجاری یا شخصی) به عنوان پایگاه داده های مکانی-توصیفی شبکه ی های آبراهه های و ایستگاه های آب سنجی کشور و هم چنین استفاده از تکنولوژی COM با به کارگیری اشیاء ArcObjects در قالب یک نرم افزار تخصصی GIS (جهت ذخیره سازی، مدیریت و بازیابی داده ها)، می تواند الگوی مناسبی در مدیریت داده های شبکه ی آبراهه های کشور باشد. علاوه بر آن، از این الگو می توان در مدیریت سایر داده های حوزه ی های آبخیز در مقیاس گسترده تر بهره برد.

۲- کلیه ی نتایج (داده های مکانی) حاصل از پرسش های مکانی که توسط نرم افزار بر روی پایگاه اطلاعاتی انجام می گیرد جنبه مجازی داشته و به عبارتی هیچگونه منشأ فیزیکی بر روی دیسک سخت رایانه کاربر ندارد. این موضوع، یکی از ویژگی های ارزشمند نرم افزار بوده که در سایر نرم افزارهای سامانه های اطلاعات جغرافیایی مشابه آن وجود ندارد. با استفاده از این شیوه، کاربران می توانند بارها داده های پایگاه را جست و جو نموده که نتایج این جست و جوها به صورت لایه های مکانی مجازی بر روی صفحه ی نمایش ظاهر می گردد. در این حالت چنانچه کاربر بخواهد نتایج جست و جو را به صورت فیزیکی در سیستم خود ذخیره نماید ابزار مناسب آن نیز در نرم افزار تعبیه شده است.

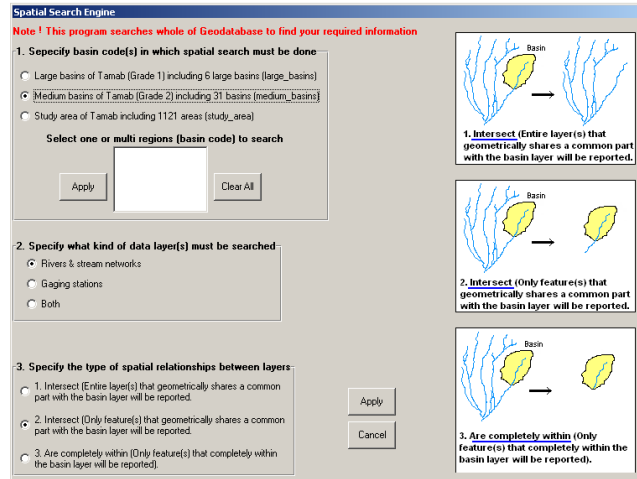
به دلیل اهمیت جست و جو و بازیابی داده های مکانی موجود در پایگاه اطلاعاتی، و به منظور آگاهی از نحوه ی بازیابی داده ها، در ذیل به ذکر یک مثال می پردازیم. در این مثال، از روش جست و جوی مکانی در محدوده ی یک شکل گرافیکی استفاده می شود.

همان طور که در شکل (۱۳) نشان داده شده است، کاربر با استفاده از ابزار تخصصی موجود در نرم افزار، محدوده ی گرافیکی مورد نظر را بر روی صفحه ی نمایش نقشه ترسیم می کند و پس از آن، نرم افزار این محدوده ی مکانی را در کلیه ی لایه های اطلاعاتی موجود در بانک اطلاعاتی خود جست و جو نموده و در صورت موجود بودن اطلاعات، آن را در اختیار کاربر قرار می دهد. لازم به ذکر است که نتایج حاصله از پرسش های مکانی نرم افزار جنبه مجازی داشته (هیچگونه منشأ فیزیکی بر روی دیسک سخت رایانه نداشته) و چنانچه کاربر تمایل به ذخیره دائمی نتایج بدست آمده باشد می تواند با کمک ابزار دیگر تعبیه شده در نرم افزار آن ها را به صورت فیزیکی ذخیره کند.

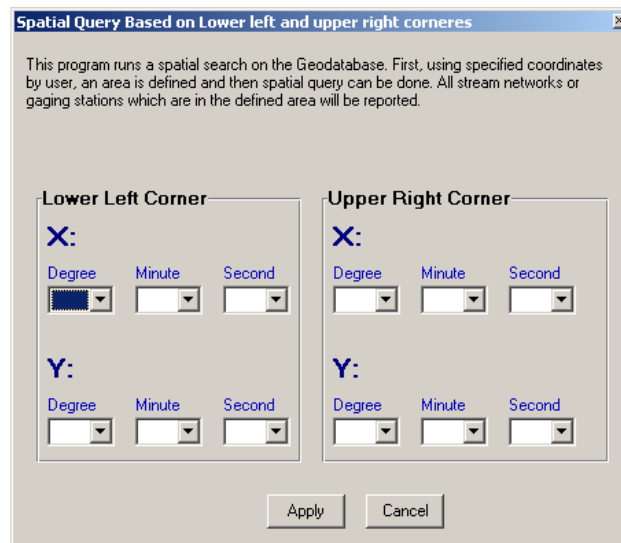
در تحقیق انجام شده، در مجموع، تأکید اصلی بر استفاده از امکانات موجود در GIS به جای استفاده از سایر نرم افزارهای غیر تخصصی به منظور ذخیره و بازیابی داده های مکانی و توصیفی است. در این طرح، بر خلاف بسیاری از طرح های انجام شده، به جای استفاده از کنترل های موقتی MapObject از مؤلفه های ساختاری GIS (ArcObjects) که شکل دائمی داشته و دارای امکانات بیشتری می باشند استفاده شده است. در واقع اشیاء

دسترسی به آمار و اطلاعات هر ایستگاه به آسانی از درون نرم افزار و بدون خروج از آن به سادگی امکان پذیر است.

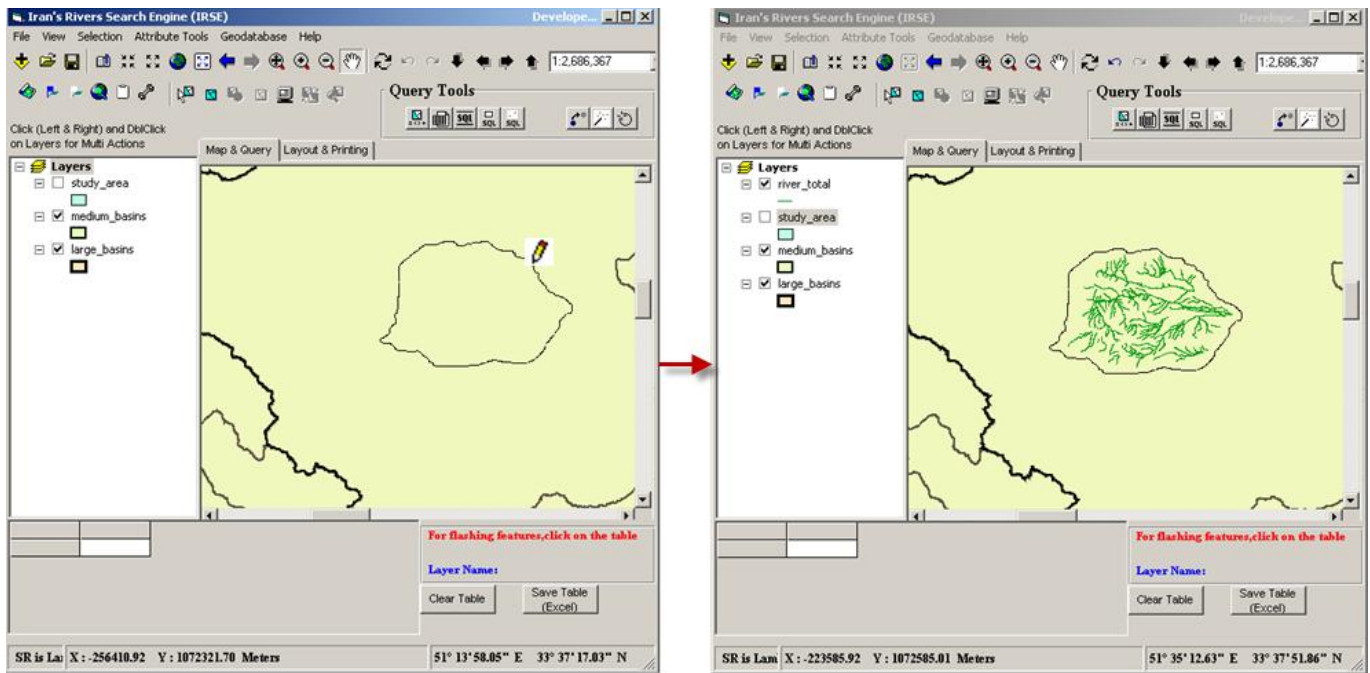
۳- مدیریت داده های سری های زمانی ایستگاه های آب سنجی (که در قالب فایل های Excel می باشند) در نرم افزار طراحی شده به شکل مطلوبی انجام می گردد؛ به نحوی که



شکل (۱۱) پنجره جست و جوی مکانی بر اساس محدوده ی زیرحوزه ی ها



شکل (۱۲) پنجره ی تعریف محدوده ی جغرافیایی



شکل (۱۳) نتایج جست و جوی مکانی (بر اساس ترسیم یک شکل گرافیکی بر روی صفحه ی نمایش) نرم افزار

### نتیجه گیری

کلام آخر آنکه در طراحی و ساخت پایگاه داده های مکانی باید هم به زیر ساخت های نرم افزاری موضوع توجه کافی داشت و هم به نحوه ی سامان دهی، ذخیره سازی و از همه مهمتر بازیابی داده ها توجه نمود. در تحقیق انجام شده ی حاضر، سعی بر آن بوده است تا هر دوی زمینه ها مورد نظر باشد.

### تشکر و قدردانی

از مسئولان محترم پژوهشکده ی حفاظت خاک و آبخیزداری کشور بخاطر مساعدت و فراهم نمودن امکانات لازم و مورد نیاز این پژوهش تشکر و قدردانی می گردد.

با توجه به تنوع زمینه های کاربردی سامانه های اطلاعات جغرافیایی در علوم مختلف منابع طبیعی، محیط زیست، منابع آب، هیدرولوژی و غیره از یک سو و افزایش تقاضای نرم افزارهای تخصصی GIS از سوی دیگر، دامنه ی گسترش توسعه ی سامانه های اطلاعات جغرافیایی روز به روز بیشتر می گردد. نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان می دهد که استفاده از تکنولوژی COM و متعاقب آن استفاده از اشیاء ArcObjects (به عنوان واحد های ساختمانی و مؤلفه های ساختاری در طراحی و ساخت نرم افزارهای GIS) کارایی بسیار بالایی در توسعه سامانه های اطلاعات جغرافیایی داشته و می تواند ابزار بسیار مناسبی در ساخت نرم افزارهای GIS محسوب شوند. از آنجا که توابع و خصوصیات به کار رفته در این اشیاء به طور دائم در حال به روز شدن می باشند (از سوی شرکت سازنده) لذا استفاده از آن ها امکانات بیشتر و جدیدتری را در اختیار کاربران قرار می دهد.

## منابع

- ۱- حسینی، الف. و همکاران، ۱۳۸۴، بررسی و شناخت ویژگی‌های رودخانه‌ها و مسیل‌های کشور، گزارش طرح تحقیقاتی مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری کشور.
- ۲- حسینی چگینی، الف. ۱۳۸۳، طراحی و ایجاد سیستم رایانه‌ای جست و جوی داده‌های حوزه‌های آبخیز کشور، گزارش طرح تحقیقاتی مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری کشور.
- ۳- طباطبایی، م. و همکاران ۱۳۸۷، ترمیم شبکه‌های آبراهه‌های راقومی گسسته با توسعه‌ی یک مدل شیء گرا در محیط GIS. مجله‌ی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، سال دوم، شماره‌ی چهارم.
- ۴- طباطبایی، م. و همکاران. ۱۳۸۸، طراحی و توسعه‌ی یک نرم‌افزار GIS به منظور ذخیره‌سازی و بازیابی داده‌های مکانی و توصیفی رودخانه‌های کشور، گزارش طرح تحقیقاتی مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری کشور.
- ۵- کرمی‌خانیک، ع. (۱۳۸۲)، طبقه‌بندی سواحل و تهیه‌ی بانک اطلاعات ساحلی، گزارش طرح تحقیقاتی مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری کشور.
6. Douglas, J. (2003). Embedding GIS Technology in a Watershed Modeling Application with ArcObjects , Research Associate Department of Civil and Environmental Engineering, Brigham Young University, (Available at <http://www.re-data.com/tristar/flood.pl?script=http://gis.esri.com/library/userconf/proc02/pap0543/p0543.htm>)
7. James et al .(2004). Integrated GIS and Agricultural System Modeling, (Available at [http://www.ars.usda.gov/research/publications/publications.htm?SEQ\\_NO\\_115=130379](http://www.ars.usda.gov/research/publications/publications.htm?SEQ_NO_115=130379))
8. Liang, z., Yue, Z., et al.(2009). ArcObjects-Based Eco-environmental Data Management Information System for Three Gorges Project. 2009 International Conference on Information Technology and Computer Science, vol. 2, pp. 263-266,
9. MacDonald, A. (2001). Building a Geodatabase. Redlands CA. ESRI Press
10. Xevi, E., and Khan, S. (2007). Integrating GIS and modelling soil water and crop production. MODSIM '07, December 10-13, Christchurch, New Zealand.
11. Zeiler, M. (2001). Exploring ArcObjects Vol. 1- Applications and Cartography. Environmental Systems Research Institute, Inc. (ESRI), New York, USA

