کاربرد مولفه زمان در سامانه های اطلاعات جغرافیایی برای ارزیابی و پایش سیر قهقرایی عرصه های منابع طبیعی

افشین پرتوی و عبدالرسول تلوری
به ترتیب مربی پژوهشی و دانشیار مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری کشور

مقدمه

سیر قهقرایی اراضی را می توان با در نظر گرفتن عواملی که نشان دهنده هدر رفت بالقوه و یا بالفعل حاصلخیزی اراضی باشد، مورد بررسی قرار داد. منظور از اراضی تمامی منابعی است که با محصولات کشاورزی نظیر: محصولات دامی، جنگلداری و غیره در ارتباط باشند. در قرن بیستم بررسی و تحقیق در مورد سیر قهقرائی اراضی یکی از موضوعات اصلی محققین بود و با توجه به اهمیت آن، ادامه این روند در قرن بیست ویکم نیز پیش بینی گردیده است[۶]. برآوردهای انجام شده حاکی از آنست که نزدیک به چهار میلیارد هکتار از اراضی و یا ۷۵ درصد از سطح خاکی کره زمین تحت تاثیر عوامل مختلف و به شکلهای گوناگون روند قهقرائی شدن را طی می کنند و بیش از ۱۵ درصد از جمعیت کره زمین متاثر از این پدیده می باشند. پیش بینی می شود[۲]، در صورت عدم بکارگیری روشهای مناسب و موثر در کنترل آن، این وضعیت بدتر نیز شود. Eswaran et al.(2001). برای کنترل این روند، سه مرحله پیشنهاد نموده که شامل: تشخیص و ارزیابی، پایش، و اجرای فن آوریهای مناسب می باشد. با توسعه علوم کامپیوتر و همچنین پیشرفت در زمینه مدیریت بانکهای اطلاعاتی، ظرفیت استخراج اطلاعات از بانکهای اطلاعاتی بطور مستمر افزایش یافته و همچنان ادامه دارد[۵]. طراحی صحیح یک بانک اطلاعاتی در ارتباط باسیر قهقرائی اراضی ما را قادر به ذخیره، بازیابی، مدیریت، پردازش و نمایش اطلاعات مربوط به روند قهقرائی اراضی خواهد ساخت. بنابراین امکان پاسخگوئی به نیازهای اطلاعاتی محدوده وسیعتری از استفاده کنندگان فراهم می شود. روند و شدت قهقرائی شدن در زمان و مکان های مختلف تغییر می کند. از اینرو دسترسی به داده ها و مقادیر مربوط به آن و همچنین چگونگی توزیع مکانی این روند در طول زمان، برای تصمیم گیری جهت انتخاب روشهای مناسب ضروری می باشد.

با توسعه فن آوریها در زمینه سیستمهای اطلاعاتی، روند طراحی و ذخیره داده ها نیز پیشرفت نمود. این روند با طراحی بانکهای اطلاعاتی مکانی که تنها قادر به ذخیره داده های مکانی بودند آغاز گردید. ادامه پیشرفت در طراحی این مدلهاباعث شد تا علاوه بر ذخیره داده های جاری، داده های مربوط به دوره های قبل نیز بطور جداگانه ذخیره گردند. در حال حاضر این روند امکاناتی را فراهم ساخته تا با طراحی مدلهای جدید بتوان علاوه بر حفظ و ایجاد روابط بین داده های جغرافیائی، چگونگی تغییرات آنها در دوره های زمانی مختلف را مورد بررسی و پایش قرار داد[۳]. سامانه های اطلاعاتی قادر به ذخیره داده با حفظ خصوصیات زمانی و مکانی (مدل بانک اطلاعات مکانی-زمانی Spatio-temporal database model) بوده و در پایش محیط زیست، مسائل کشاورزی، مدیریت جنگل، تحقیق و توسعه، تولید نقشه، حمل و نقل و موارد بسیار از آنها استفاده می شود [۳]،[۵] و [۸].

هر تغییر در دنیای واقعی سبب تغییر در یک عارضه یا شی(Object) ، نابود شدن آن و یا تولید عارضه ای جدید می گردد. طراحی مدل بانک اطلاعاتی مکانی-زمانی مورد نظر، بر اساس روش شی گرا(Object oriented) بوده و متکی بر مدل کردن تغییرات عوارض با نسخه دار کردن خصوصیات آن(اضافه کردن خصوصیات تغییر یافته به خصوصیات اصلی با ثبت پارامترهای زمانی موردنیاز و

مقادیر جدید آن در طول زمان) (Attribute versioning است[۹].

Raza (2000) ، تغییرات در عوارض را به دو دسته طبقه بندی نموده: تغییرات اساسی(Essential changes) و تغییرات غیر اساسی(Non-essential change). تغییرات اساسی،تغییراتی هستند که با ایجاد تغییر در خصوصیات اصلی عارضه، سبب بوجود آمدن یک عارضه و یا شی(Object) جدید با مشخصه های تازه می گردند. در صورتیکه تغییرات غیر اساسی با ایجاد تغییر در خصوصیات فرعی و با اهمیت کمتر، تنها باعث بوجود آمدن یک حالت و یا شکلی جدید از عارضه قبلی می شوند. نتایج این تغییرات، به تنهائی و یا بطور توام در ژئومتری، توپولوژی و یا خصوصیات(Attributes) عوارض بروز می کند. هدف از ارائه این مقاله نشان دادن توانائی های کاربرد مولفه زمان در سامانه های اطلاعاتی برای ارزیابی و پایش سیر قهقرائی منابع طبیعی می باشد. که با توجه به خلاصه ای از ویژگیهای این مولفه که به آن اشاره شده، نحوه بهره گیری از آن در پایش و ارزیابی روند سیر قهقرائی منابع طبیعی با ذکر یک مثال فرضی مورد بررسی قرار گرفته است.

روش بررسی

برای بهره گیری از زمان در سامانه های اطلاعات جغرافیائی، نخست باید یک مدل بانک اطلاعات مکانی-زمانی مناسب طراحی و انتخاب گردد. در این بررسی با توجه به شرایط موجود، فقط از یکسری داده فرضی با هدف نشان دادن چگونگی استفاده از مولفه های زمان در ارائه تغییرات(چه اساسی و چه غیر اساسی) در دو دوره زمانی استفاده شده است. زیرا طراحی بانک اطلاعاتی مورد نظر مستلزم داشتن داده های واقعی(از نظر حجم، تنوع و روابط بین آنها) است. که در زمان انجام این بررسی، دسترسی به آن امکان پذیر نبود. ولی با توجه به اهمیت موضوع به مراحل طراحی این مدل به شرح زیر و به اختصار اشاره می شود [۴]:

۱- نیاز سنجی و بررسی نیازهای اطلاعاتی استفاده کنندگان(Requirements collection & analysis)

بهترین منبع برای تعیین نیازهای اطلاعاتی استفاده کنندگان(Users) این مدل نظرات متخصصین در زمینه منابع طبیعی و دلایل قهقرائی شدن، می باشند. بنابراین مصاحبه با این افراد جهت پاسخگوئی به سوالات از پیش طراحی شده که تمامی جنبه های مدل را در بر گیرد، رکن اساسی این مرحله است. این سوالات بطور کلی به چهار دسته طبقه بندی می گردند که عبارتند از:سوالات مربوط به اطلاعات عمومی، اطلاعات مرتبط با مراحل قهقرائی شدن اراضی، شناسائی داده ها و اطلاعات مورد نیاز جهت اندازه گیری و پایش و در نهایت سوالات مشخص کننده قابلیتهای مورد انتظار از مدل که توابع و عملکردهای لازم را برای طراحی و قادر ساختن مدل به انجام موارد زیر مشخص می کند:

- مقایسه نتایج(به عنوان مثال، مقایسه مساحت، طول و عرض یک خندق)
- ارائه اثر تغییرات در میزان و شدت قهقرائی شدن در شرایط مختلف به عنوان مثال: مشخص کردن میزان قهقرائی شدن تحت شرایط مختلف توپوگرافی و یا واحد های گوناگون خاک، مشخص کردن نقش مدیریتهای مختلف بر کاربری ها و غیره
- انجام پایش و مقایسه شدت و میزان قهقرائی شدن تحت کاربری ها، مدیریتها، واحدهای خاک و عملیات حفاظتی مختلف
- پیش بینی شدت و میزان روند قهقرائی شدن در آینده بر اساس عملیات اصلاحی پیشنهاد شده..

سپس با تنظیم پرسشنامه مخصوص که پاسخگوئی به آن تمامی موارد فوق را با جزئیات بیشتر در بر داشته باشد، ساختار و چگونگی ذخیره داده، توابع و روابط مورد نیاز جهت پاسخگوئی به نیازهای اطلاعاتی استفاده کنندگان مشخص می شود. به همین دلیل این مرحله از اهمیت خاصی برخوردار بوده و می بایست نهایت دقت در انجام آن مبذول گردد.

۲- طراحی مدل مفهومی بانک اطلاعاتی (Conceptual schema modelling)

مدل مفهومی با طراحی دو مدل دیگر شکل می گیرد: مدل کلاسهای عوارض ویا شی ها(Feature and objects class model) و مدل کلاسهای زمانی(Temporal class model). مدل اول، کلاسهای عوارض(Objects)، ساختار خصوصیات آنها (Attributes stracture)، عملکرد و ارتباطات بین آنها را توصیف می کند. و دومی به منظور ثبت ونمایش تغییرات در طول زمان طراحی می شود. سپس این دو مدل بوسیله شناساننده های منحصر بفرد هر عارضه(Object ID) که قابل تکرار نیستند به یکدیگر مرتبط(Link) می شوند تا تاریخچه و روند تغییرات هر عارضه بر حسب شناساننده های عوارض(Object ID) قابل بازیابی باشند.

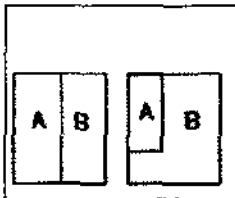
۳- طراحی مدل منطقی بانک اطلاعاتی(Logical schema modeling)

در این مرحله، مدل مفهومی بانک اطلاعاتی با استفاده از محیط UML (Unified markup language) به یک مدل منطقی تبدیل می گردد.

۴- ایجاد بانک اطلاعاتی مکانی(Generation geodatabase)، [۷]:

با استفاده از قابلیت های ArcCatalog، [۹]، یک بانک اطلاعات مکانی عاری از داده طراحی و سپس داده های فرضی مورد نظر به آن اضافه گردیدند. این داده ها[۳] و خصوصیاتشان[۴] حاکی از وجود فرسایش آبی به عنوان عامل اصلی سیر قهقرائی در منطقه مورد مطالعه بوده و شامل نقشه پلی گون میزان فرسایش(هدر رفت خاک) با دو کلاس{A} ۲-۵ و{B}۵-۸ تن در هکتار و در سال با سطوح تقریبا برابر می باشد که وجود یک خندق در آن نیز در زمان T1 فرض شده است. داده های مربوط به اندازه گیری در زمان T2 نشان دهنده افزایش میزان فرسایش در منطقه است به طوری که بیشتر منطقه در کلاس B قرار گرفتند. شکل شماره(۱) شمائی از این تغییرات رانشان می دهد. به این ترتیب، تغییر در خصوصیات این عارضه باعث تغییر در ژئومتری آن و نهایتا بوجود آمدن عوارض جدید

با خصوصیات جدید گردید(تغییرات اساسی). برای ثبت این تغییرات، پنج مولفه زمانی و یک شناساننده(Object ID) به خصوصیات عوارض جدید اضافه شدند که عبارتند از: زمان ایجاد عارضه در دنیای واقعی، زمان ثبت اطلاعات عارضه در مدل، زمان بررسی نسخه جاری عارضه در دنیای واقعی، زمان ثبت اطلاعات نسخه جاری عارضه در بانک اطلاعاتی و شماره یا کد نسخه مربوط به خصوصیت تغییریافته. در ادامه، اثرات سیر قهقرائی برتغییرات خندق در واحدهای A وB مورد مطالعه قرار گرفت.



	زمان T1		زمان T2	
	واحدA	واحد B	واحد A	واحد B
شناسانده عارضه اصلی	ندارد	ندارد	۱	۲
شناسانده جاری	۱	۲	۳	۴
شماره نسخه	۱	۱	۱	۱
نوع تغییر	اساسی	اساسی	ندارد	ندارد
نتیجه	عارضه جدید	عارضه جدید	ندارد	ندارد

شکل(۱) شمائی از تغییرات اساسی در واحدهای میزان فرسایش

(۳): با تو جه به قابلیتهای مورد انتظار این مدل و در صورت استفاده از مدلهای فرسایش می توان با ذخیره و سازماندهی داده های مورد نیاز مدل های فرسایش نظیر: باران، خاک، تیپ و غیره و همچنین تعریف روابط بین آنها، دادهای نشان دهنده میزان فرسایش را بوسله سامانه طراحی شده محاسبه نمود.

(۴): مقدار، مساحت و کلاس هدر رفت خاک و مشخصات خندق شامل مساحت، طول، عرض و عمق در مدل کلاسهای عوارض و زمان اندازه گیری در مدل کلاسهای زمانی طبقه بندی شده و بوسیله شناساننده عوارض(Object ID) به یکدیگر مرتبط می شوند.

در واحدA روند قهقرائی شدن باعث تغییر در عرض خندق و نتیجتا مساحت آن گردیده و باقی خصوصیات بدون تغییر باقی مانده اند(تغییرات غیر اساسی). به عبارت دیگر، نسخه ای جدید از خندق قبلی و با مشخصات تازه بوجود آمده که علاوه برمقادیر جدید، مولفه های زمانی موردنیاز نظیر: شماره نسخه، تاریخ بوجود آمدن نسخه و تاریخ ثبت آن در بانک به آن اضافه و بعنوان نسخه جاری در مدل کلاسهای عوارض ذخیره شدند. بعلاوه، مشخصات نسخه قبلی جهت ثبت تاریخچه تغییرات به مدل کلاسهای زمانی ارسال گردید. در واحد B، شدت بالاتر فرسایش، تغییرات بیشتری را به خندق قبلی تحمیل نمود. بنحوی که سبب گسترش عرضی دو شاخه فرعی آن در این واحد و نهایتا الحاق آنها به یکدیگر و ایجاد یک عارضه جدید بشکل یک شاخه عریض گردید(تغییرات اساسی). برای اعمال تغییرات ایجاد شده بر خندق واقع در واحد B، مانند واحد های هدر رفت خاک عمل شده و عارضه ایجاد شده بعنوان عارضه جاری به همراه مقادیر جدید و شش مولفه زمانی اضافه شده به مدل اضافه گردیدند. و خصوصیات عوارض قبلی(دو شاخه قبلی) جهت ثبت تاریخچه به مدل کلاسهای زمانی اضافه گردید.

به این ترتیب بانک ایجاد شده شامل دو سری اطلاعات مربوط به روند قهقرائی شدن بوده که بر حسب زمان تغییر و با استفاده از شناساننده‌ها(Object ID)، اطلاعات موجود در آن قابل بازیابی و مقایسه می باشد. مقایسه انجام شده (با استفاده از نرم افزار Arcmap8.1) ضمن اندازه گیری میزان فرسایش و ارائه سطوح افزایش یافته خندقهای موجود، نشان می دهد که سیر قهقرائی از غرب منطقه مورد مطالعه به سمت شرق آن رو به افزایش می باشد. در اینجا لازم به ذکر است که، در صورت تکمیل بانک اطلاعاتی با داده های مربوط به عوامل موثر بر آن نظیر: واحد های خاک، بارش، شیب، مدیریتهای اعمال شده و غیره در بانک مورد نظر و با استفاده از Object ID، نقش هر یک از این عوامل قابل شناسائی و بررسی می باشد.

نتایج و بحث

کارائی و قابلیت مولفه های زمانی با استفاده از داده های فرضی که در بر گیرنده تغییرات غیر اساسی و اساسی در منطقه مورد مطالعه بود، در دو دوره مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت. نتایج حاصله حاکی از موفقیت مدل در اندازه گیری مقدار، شدت و همچنین پایش تغییرات(چه در خصوصیات و چه در ژئومتری) برای دوره های تعین شده بود. در هر صورت استفاده از این مدل مستلزم رعایت نکات زیر می باشد:

- در بررسی کارائی و قابلیت مدل از داده های فرضی استفاده شد. که حجم و تنوع آن در مقایسه با داده های مستخرج از دنیای واقعی بسیارپائین است، لذا انجام این بررسی با استفاده از داده های واقعی ضروری می باشد.
- این مثال تنها با استفاده از نرم افزار ArcGIS8.1 انجام پذیرفت. ولی بررسی کفایت این نرم افزار برای راه اندازی مدل با بکاربردن داده های واقعی الزامی است. آیا به نرم افزار یا نرم افزارهای کمکی و یا به محیطهای برنامه نویسی نیاز است؟ در صورت مثبت بودن پاسخ، چه نرم افزار و یا چه محیطی و در کدام بخش از اجرای مدل باید از آنها استفاده شود؟
- در این مثال تغییرات در ژئومتری و خصوصیات عوارض بدون در نظر گرفتن تغییر در توپولوژی آنها بررسی گردید. با توجه به اهمیت بررسی تغییرات ناشی از توپولوژی که تحت تاثیر رفتارهای عوارض و

تاثیرات متقابل آنها بر یکدیگر است، در نظر گرفتن این تغییر به تنهائی ویا بصورت ترکیبی با دیگر تغییرات ضروری می باشد.

با توجه به موارد فوق و کاربرد های بسیار بالائی که این مدل می تواند در مراکز تحقیقاتی و یا سازمانهای اجرائی داشته باشد، انجام تحقیقات لازم و ارائه پیشنهادات و انتقادات سازنده توسط متخصصین امر بسیار ضروری می باشد [۱۰]. کاربرد های قابل انتظار از این مدل عبارتند از[۳]، [۴] و [۸]:

- ذخیره داده ها بصورت یکپارچه(Integrated) و اشتراکی(Shared)، که از تکرار آنها جلوگیری بعمل می آید.
- حفظ Consistancy بین داده ها با برقراری سیستم کنترل مرکزی(Centralized control) جهت اعمال یکنواخت تغییرات(به روز کردن) در کل سامانه.
- بررسی تغییرات اقلیمی، مدیریت اراضی، توسعه شهرها، توالی در گونه های گیاهی، مهاجرت حیوانات و غیره.
- بررسی عوامل موثر بر اختلاط و ناسازگاری تن های رنگ ناشی از بازتاب عوارض در تصاویر ماهواره ای.
- برنامه ریزی برای آینده با توجه طرحهای جاری و اجرا شده
- پیش بینی وقایع و رخدادها

منابع

1- Raza, A. and W. Kainz. 2000. Designing Operators for Object-Oriented S0atiotemporal Data Model. Proceeding of XIX Congress of the Internationa' Society for Photogrametry and Remote Sensing (ISPRS).

2- CIESIN. 2002. Policies for Controlling Land Degradation and Desertification. World Wide Web:http://www.ciesin.org/TG/LU/policy.html

3- Chomiki, J. 2000. Constraint-Based Database Interoperability. World Wide Web: http://www.monmouth.edu/~chomocki/prog2000.html.

4- De By, R. A. 2000. Database Design. GFM lecture note. ITC, Enschede, The Netherlands.

5- De By, R. A. 2000. Principles of Database. GFM lecture note. ITC, Enschede, The Netherlands.

6- Eswaran, H., Lal, R., and Reich, P. F. 2001. Land Degradation: An Overview in B. M. Bridges & et al. Response to Land Degradation (pp. 20-34). Enfeild (NH) USA: Science publishers, Inc.

7- MacDonald, A. 2000. Building Geodatabase-GID by ESRI.

8- Mark, L. 2002. Temporal, Spatial and Active Database. World Wide Web: http://www.cc.gatech.edu/classes/AY2002/cs6421/spring.

9- Minout, M. 2003. A Tool for Transforming Conceptual Schema OF Spatio-Temporal Database with Multiple Representation. World Wide Web: http://www.cs.ulb.ac.be/publications/P-04-03.pdf.

10- Vienneau, A. 2000. Using ArcCatalog- GIS by ESRI.

11- http://www.keele.ac.uk/depts/cs/gis/projects/tripod/stdprop.html. Spatial and Temporal Objects Database. EPSRC's project.