استفاده از فناوری X3D برای ایجاد سامانه‌های اطلاعات مکانی سه‌بعدی زمین‌شناسی تحت وب

مهدی شهبازی[1] و علی منصوریان[1]*

[1]دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۱۲/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۰۴/۲۷

چکیده

داده‌های زمین‌شناسی دارای زمینه‌های کاربردی بسیار گسترده اعم از اکتشاف معادن، سنگ‌شناسی، بررسی لایه‌های زیر دریا، بررسی زمین‌ساخت‌ها و گسل‌ها، محیط زیست و... هستند. این داده‌های مکانی دارای ماهیتی سه‌بعدی بوده و بنابراین مدل‌سازی، ارائه و نمایش سه‌بعدی داده‌های زمین‌شناسی، فهم ماهیت آنها و ارتباط لایه‌های مختلف اطلاعاتی با یکدیگر را آسان‌تر و سریع‌تر می‌کند که این مهم، به نوبه خود، دقت و سرعت تصمیم‌گیری‌هایی را که به این داده‌ها وابسته‌اند را بالا می‌برد. سیستم‌های اطلاعات مکانی (GIS) تحت وب، ابزارهای بسیار مناسبی برای مدیریت و به اشتراک‌گذاری داده‌های زمین‌شناسی هستند. اما تاکنون در طراحی و پیاده‌سازی این سیستم‌ها توجه کمی به ماهیت سه بعدی داده‌های زمین‌شناسی شده و بنابراین بیشتر سیستم‌های اطلاعات مکانی زمین‌شناسی تحت وب بر مبنای داده‌های دو بعدی ایجاد شده‌اند. یکی از چالش‌های مهم در ارائه اطلاعات سه‌بعدی زمین‌شناسی در وب، به‌کارگیری فرمتی مناسب برای تبدیل اطلاعات از محیط تولید به محیط وب است. چنین فرمتی باید دارای ویژگی‌هایی باشد که عبارتند از ۱- امکان حمل داده‌های زمین‌شناسی به صورت سه‌بعدی را در محیط وب داشته باشد. ۲- قابلیت نمایش توسط مرورگرهای وب (Web Browser) را داشته باشد. ۳- استاندارد بوده و استاندارد آن برای تولیدکنندگان اطلاعات مشخص باشد، به‌گونه‌ای که امکان تبدیل از هر محیط نرم‌افزاری سه‌بعدی به این فرمت استاندارد وجود داشته باشد. ۴- باید قابلیت حمل اطلاعات توصیفی را داشته باشد. ۵- امکان پرسش و پاسخ و تحلیل روی داده‌ها را فراهم سازد. به این ترتیب با توجه به این‌که تاکنون هیچ نرم‌افزاری که قادر باشد اطلاعات سه‌بعدی زمین‌شناسی را با تمامی ویژگی‌های آن به محیط وب منتقل و نمایش دهد موجود نبوده است، در این نوشتار طراحی یک نرم‌افزار واسط با استفاده از X3D پیشنهاد شده است. X3D به عنوان یک فرمت استاندارد متن مبنا، برای نمایش گرافیک‌های سه‌بعدی، توسط کنسرسیوم بین المللی Web 3D ارائه شده است. اگرچه این فرمت برای اهداف GISای طراحی و استاندارد نشده است، اما در این نوشتار کاربرد آن برای مدل‌سازی انواع عوارض و اطلاعات سه‌بعدی زمین‌شناسی و نمایش آنان در محیط GIS سه بعدی بررسی می‌شود.

کلیدواژه‌ها: زمین‌شناسی، داده‌های سه‌بعدی، سیستم اطلاعات مکانی سه‌بعدی تحت وب، X3D

***نویسنده مسئول:** علی منصوریان

E- mail: mansourian@kntu.ac.ir

۱- مقدمه

در اکتشاف و استخراج نفت در خشکی و دریا، اکتشاف معادن، مطالعات زمین‌لرزه، مخاطرات محیطی، بررسی ارگانیک‌ها و ... داده‌های زمین‌شناسی کاربردی نقش تعیین کننده‌ای دارد. تنوع و اهمیت این کاربردها موجب شده تا از یک سو سامانه‌ای برای مدیریت داده‌های مکانی و توصیفی زمین‌شناسی و از سوی دیگر دسترسی سریع و به‌روز به این داده‌ها دارای اهمیت باشد. در این راستا، سیستم اطلاعات مکانی (GIS) با قابلیت مدیریت داده‌های مکانی و توصیفی و همچنین انجام تحلیل‌های متنوع مکان محور، به عنوان یک فناوری و ابزار مؤثر برای مدیریت و استفاده از داده‌های زمین‌شناسی شناخته شده است.

گستردگی اینترنت و محیط‌های تحت وب و سادگی دسترسی به آن، موجب پیدایش سیستم‌های اطلاعات مکانی تحت وب (WebGIS) شده است. طراحی و ایجاد یک GIS تحت وب زمین‌شناسی می‌تواند به اشتراک‌گذاری، تلفیق و استفاده از داده‌های زمین‌شناسی را برای کاربران این نوع اطلاعات، در هر مکان و زمان، تأمین و تسهیل نماید(Mansorian et al., 2008). به همین لحاظ تاکنون فعالیت‌های متعددی در رابطه با ایجاد GIS تحت وب زمین‌شناسی به صورت دو بعدی انجام شده که از آن جمله می‌توان به Lan et al. (2008); Nappi et al. (2002) ; Nappi et al. (2008) و Indian Geology Servey(2008) اشاره کرد.

بیشتر داده‌های زمین‌شناسی به طور ذاتی ماهیتی سه بعدی دارند. لایه‌های سطحی و زیرسطحی زمین از نظر قرارگیری نه تنها به جهت‌های جغرافیایی وابسته‌اند، بلکه با ارتفاع نیز تغییر می‌کنند. ارتفاع لایه‌ها در مطالعات زمین‌شناسی از طریق نگاشت‌های (لاگ‌های) حفاری به‌دست می‌آید. فهم و درک مفهوم این داده‌های سه‌بعدی از طریق نمایش مدل‌های سه‌بعدی بسیار آسان‌تر از مدل‌های دوبعدی است. برای کاربران علوم زمین، تشخیص ماهیت سه‌بعدی از مدل‌های دو بعدی، اگر غیر ممکن نباشد، بسیار مشکل‌تر از فهم همین مفهوم از مدل سه‌بعدی آن است. افزون بر این، مدل‌های سه‌بعدی زمین‌شناسی توان این را دارند که داده‌های مختلف را بسیار آسان‌تر از روش‌های سنتی با هم ترکیب کنند و اجازه می‌دهد تا ساختار سه‌بعدی به صورت واضح‌تر و جامع‌تر نمایش داده شود (Lemon et al., 2003). این ویژگی‌ها موجب شده است تا داده‌های سه‌بعدی و GISهای سه‌بعدی در کاربردهای زمین‌شناسی از محبوبیت ویژه‌ای برخوردار شوند. بالطبع طراحی و ایجاد GISهای سه‌بعدی زمین‌شناسی تحت وب می‌تواند به اشتراک‌گذاری و استفاده از داده‌های سه‌بعدی زمین‌شناسی را برای کاربران این نوع اطلاعات به شکل قابل ملاحظه‌ای تسهیل نماید. با توجه به تنوع و گستردگی کاربران داده‌های سه‌بعدی زمین‌شناسی، وجود چنین سیستم تحت وبی به عنوان یک نیاز اساسی در دنیای فناوری اطلاعات مکانی مطرح می‌شود.

تا به امروز بیشتر GISهای تحت وب در زمینه مطالعات زمین‌شناسی، به دلیل "نبودن داده‌های سه‌بعدی مناسب"، "محدودیت‌های مرورگرهای وب در نمایش داده‌های سه‌بعدی"، "محدودیت در پهنای باند" و "نبودن استانداردهای مؤثر در ذخیره، نگهداری، تبادل، نمایش و ارائه داده‌های مکانی سه‌بعدی"، به‌صورت دوبعدی طراحی و ایجاد شده‌اند. این موضوع در مورد داده‌های سه‌بعدی زمین‌شناسی که مدل‌سازی آنان نسبت به داده‌های سه‌بعدی توپوگرافی سطحی پیچیده‌تر است، با چالش‌های بیشتری مواجه است. با ظهور اینترنت‌های پرسرعت، محدودیت‌های

پهنای باند، دیگر به‌عنوان یک چالش جدی مطرح نیست. بنابراین در صورت استفاده از یک فرمت مناسب و استاندارد که به اشتراک‌گذاری داده‌های سه‌بعدی زمین‌شناسی را فراهم می‌آورد، یک GIS سه‌بعدی زمین‌شناسی تحت وب به‌دست خواهد آمد.

در این نوشتار، به‌کارگیری فرمت X3D و ایجاد GIS سه‌بعدی تحت وب براساس این فرمت برای مدیریت و به اشتراک‌گذاری داده‌های سه‌بعدی زمین‌شناسی بررسی و پیشنهاد شده است. این نوشتار نشان می‌دهد که اگرچه طراحی اولیه X3D برای مقاصد GISای نبوده است، اما می‌تواند در راستای به اشتراک‌گذاری داده‌های سه‌بعدی زمین‌شناسی در محیط WebGIS مورد استفاده قرار گیرد.

۲- سیستم اطلاعات مکانی سه‌بعدی و زمین‌شناسی

نوع و جهت لایه‌ها، نحوه قرارگیری و پراکندگی آنها در بعد سوم، بیان‌کننده مفاهیم خاصی از زمین‌شناسی است. به طور مثال در مکان‌هایی که امکان وجود نفت باشد، قرارگیری و جهت لایه‌ها و وضعیت گرانی‌سنجی(Gravimetery) با مکان‌هایی که امکان وجود معدن آهن است، تفاوت بسیاری دارد. از این تفاوت‌ها می‌توان به اکتشاف معادن مختلف پرداخت. با بررسی نحوه قرار گرفتن لایه‌ها روی هم می‌توان وجود گسل‌ها، روند شکستگی در لایه‌ها و... را نیز دریافت. به عبارتی، بعد سوم در داده‌های زمین‌شناسی، انعطاف‌پذیری، دقت و درک بهتری را برای کاربران فراهم می‌آورد.

در مقایسه با مدل‌های سه بعدی، ایجاد مدل دو بعدی آسان‌تر است، پردازش کمتری برای تولید و تحلیل آنها مورد نیاز است و بالطبع سرعت انجام پردازش‌ها بسیار بالاست. اما فهم مدل سه‌بعدی داده‌هایی که ماهیت سه‌بعدی دارند نسبت به مدل دو بعدی همان عوارض ساده‌تر است. تجسم واقعیت با استفاده از مدل‌های دوبعدی برای کاربران سخت و زمان‌بر است، به گونه‌ای که ممکن است زمانی که در پردازش و ایجاد مدل دوبعدی صرفه‌جویی شده است، در برابر این زمان ناچیز باشد. افزون بر این، برای آن‌که بتوان واقعیت سه‌بعدی را با استفاده از مدل دوبعدی در ذهن تجسم کنیم نیازمند آن هستیم که تمامی لایه‌های دوبعدی را با هم ترکیب کرده و تصویری از ماهیت سه‌بعدی آنها در ذهن خود تصور کنیم و آشکار است که این تصور تا چه اندازه مشکل و نتیجه آن تا چه حد از واقعیت دور است. بنابراین در صورتی که مدل‌سازی و نمایش پدیده‌های سه‌بعدی، به صورت سه‌بعدی باشد، آنگاه تحلیل، فهم و نتیجه‌گیری از آنها بسیار ساده‌تر و سریع‌تر خواهد شد. همچنین در صورتی که در جایی، نقص و یا نبود اطلاعات وجود داشته باشد، در نمایش سه‌بعدی آشکارا خود را نشان می‌دهد.

سیستم‌های اطلاعات مکانی سه‌بعدی با ارائه قابلیت‌های نمایش، مدل‌سازی و تحلیل‌های سه‌بعدی در زمینه زمین‌شناسی به کاربران این امکان را می‌دهد تا جزئیات لایه‌ها را از زوایای مختلف بررسی کرده و به بررسی جوانب مختلف عوارض و ارتباط لایه‌ها با هم بپردازد تا نتیجه‌گیری صحیح‌تر و نزدیک‌تری به واقعیت داشته باشند.

بیشتر سیستم‌های موجود در زمینه اطلاعات مکانی نمایش و تحلیل‌های سه‌بعدی را پشتیبانی می‌کنند. در نرم افزارهای مختلف، قابلیت مدل‌سازی و نمایش بعد سوم، ممکن است دو و نیم بعدی یا به شیوه سه‌بعدی کامل باشد. در مدل‌های دو و نیم بعدی تنها رویه‌هایی مبتنی بر ارتفاع، مدل‌سازی و ذخیره می‌شوند. در این حالت تنها در ارتفاعاتی که این رویه‌ها گسترده شده‌اند، مدل دارای اطلاعات خواهد بود. به عنوان نمونه‌ای از این رویه‌ها می‌توان به مدل رقومی زمین اشاره نمود. از جمله نرم‌افزارهایی که از این نوع قابلیت برای ارائه بعد سوم استفاده می‌کند می‌توان به Geocad و ArcGIS اشاره نمود. مدل‌سازی به شیوه سه‌بعدی کامل بدین صورت خواهد بود که اطلاعات در بعد سوم محدود به یک سری رویه نخواهد شد، بلکه در تمامی ابعاد مدل اطلاعات گسترده شده و در تمامی محدوده نمایش، مدل دارای اطلاعات خواهد بود. به عبارتی، اشیایی به صورت کاملاً سه‌بعدی وجود خواهند داشت. از جمله نرم‌افزارهایی که از این نوع قابلیت برای ارائه بعد سوم استفاده می‌کند می‌توان به GeoModeller اشاره نمود (شکل ۱).

توانایی‌ها و مزایای نمایش و تحلیل‌های سه‌بعدی موجب شده تا پژوهشگران و کاربران به استفاده از سیستم‌ها و تحلیل‌های سه‌بعدی گرایش پیدا کنند. در زمینه مدل‌سازی و تحلیل‌های سه‌بعدی (بویژه در حوزه زمین‌شناسی) تحقیقات متعددی در جریان است. به عنوان مثال، Tonini et al.(2008) با تلفیق اطلاعات سطحی و اطلاعات زیرسطحی، یک مدل ابتدایی سه‌بعدی برای تشخیص جنس خاک ایجاد کردند. برای این منظور از یک لایه مدل رقومی زمینی و مجموعه‌ای از نیمرخ‌های زیر سطحی برای مدل کردن جنس خاک استفاده شده است. Geiser et al.(2006) با تلفیق لایه‌های DTM، نقشه‌های زمین‌شناسی، نقشه عکس‌های هوایی و یک مدل سه‌بعدی از گسل‌های اصلی، بررسی سه‌بعدی زمین‌ساخت‌ها را انجام دادند. Bistacchi et al.(2008) به بررسی گسل‌ها و چین‌خوردگی‌ها و مدل‌سازی سه‌بعدی آنها با استفاده از مطالعات میدانی و داده‌های سه‌بعدی موجود از مرزها و چین‌خوردگی‌ها و گسل‌ها پرداخته‌اند. Huvaza et al.(2007) با مدل‌سازی سه‌بعدی همزمان داده‌های ژئوفیزیک، ژئوشیمی و زمین‌شناسی، بررسی پتانسیل نفتی و هیدروکربنی و همچنین برآورد ریسک جستجو را اجرا نمودند. Qi1 et al.(2007) در مقاله‌ای با نام مدل‌سازی و نمایش سه‌بعدی احجام زمین‌شناسی بر مبنای داده‌های ژئوفیزیک، به اهمیت مدل‌سازی و نمایش سه‌بعدی اشاره شده و مدل‌سازی و نمایش سه‌بعدی حجم‌های زمین‌شناسی برای تفسیر دقیق و تعیین موقعیت حجم‌ها برای جستجوی معدن و ژرفا کاوی را بررسی نموده‌اند. Chile et al.(2004) نیز از مدل‌های سه‌بعدی برای اکتشاف و استخراج مواد هیدروکربنی استفاده کرده‌اند. Xue et al.(2004) به پتانسیل موجود برای استفاده از مدل‌ها و نمایش سه‌بعدی در سایر صنایع اشاره کرده‌اند. De Veslud et al.(2009) اهمیت مدل‌سازی سه‌بعدی در درک ارتباط لایه‌ها و همبستگی و وابستگی آنها و درک پیچیدگی ساختار لایه را یادآوری کرده و در زمینه مدل‌سازی سه‌بعدی در مجتمع‌سازی و انسجام لایه‌ها و محاسبات دقیق و تفسیر بهتر تحقیق کرده‌اند. از نقطه نظر تجاری نیز توسعه‌دهندگان نرم‌افزار به دنبال ایجاد سامانه‌هایی با قابلیت‌های سه‌بعدی بیشتری هستند.

با توجه به مطالب یاد شده می‌توان چنین نتیجه گرفت که دسترسی سریع به داده‌های سه‌بعدی زمین‌شناسی برای استفاده سریع در مطالعات و فعالیت‌های اجرایی، به نوبه خود از اهمیت بالایی برخوردار است. به همین منظور، طراحی و ایجاد سامانه‌های اطلاعات مکانی سه‌بعدی تحت وب در حوزه زمین‌شناسی یک نیاز اجتناب‌ناپذیر به شمار می‌آید.

۳- ملاحظات سیستم اطلاعات مکانی سه‌بعدی تحت وب برای داده‌های زمین‌شناسی

با توجه به اهمیتی که ارائه داده‌های مکانی زمین‌شناسی دارد، تاکنون فعالیت‌های بسیاری در زمینه ارائه داده‌های مکانی دوبعدی زمین‌شناسی تحت وب صورت گرفته است. از جمله این کارها می‌توان به سیستم اطلاعات مکانی تحت وب برای نگهداری داده‌های لرزه زمین ساخت اشاره کرد(Nappi et al., 2008). در این نوشتار سیستم پیاده‌سازی یک سامانه اطلاعات مکانی تحت وب برای نگهداری داده‌های زمین‌ساخت و اطلاعات مربوط به تغییر شکل‌های جزیی آنها بررسی شده و در نهایت، برتری این گونه سیستم‌ها در تعیین پارامترهای لرزه‌ای (سایزمیک) بررسی شده است. سایت اطلس زمین‌شناسی هند (Indian Geology Servey, 2008) نمونه

عملی دیگری از یک سیستم اطلاعات مکانی زمین‌شناسی تحت وب است که در آن انواع داده‌های زمین‌شناسی مانند داده‌های زمین‌ساختی، لایه‌های جنس خاک، لایه اطلاعات آب‌شناسی، اطلاعات زمین‌شناسی سطح زمین و زیر سطح زمین و... برای سادگی دسترسی و مشاهده از طریق اینترنت ارائه شده است. امکانات این سیستم تنها در حد نمایش داده‌های مکانی و امکانات ساده ناوبری است و امکانات تحلیل در آن گنجانده نشده است. در نمونه دیگری (Nappi et al.,2002)، داده‌های سایزموتیک برای نشان دادن مکان‌های با احتمال بالای رویداد زلزله، از طریق سیستم اطلاعات مکانی تحت وب ارائه شده است. مدیریت اطلاعات شهری زمینه دیگری است که ارائه داده‌های زمین‌شناسی توسط سیستم‌های اطلاعات مکانی تحت وب در آن مورد توجه قرار گرفته است و اهمیت داده‌های زمین‌شناسی در شناسایی مکان‌های در معرض حادثه‌های زمین‌شناسی مانند زلزله را روشن می‌سازد (Lan et al.,2008).

در زمینه ارائه داده‌های زمین‌شناسی به صورت سه‌بعدی با وجود شکل‌گیری یک‌سری از تحقیقات مانند ترکیب داده‌های زمین‌شناسی و مدل سه‌بعدی زمین (Kimura et al.,2008) تاکنون فعالیت چشم‌گیری انجام نشده است. به طور کلی برای ایجاد یک سیستم اطلاعات مکانی سه‌بعدی تحت وب به منظور به اشتراک‌گذاری و استفاده از داده‌های زمین‌شناسی باید مسائل زیر مد نظر قرار گیرد.

۳-۱. مدل‌سازی و ذخیره‌سازی مؤثر داده‌ها

داده‌های زمین‌شناسی داده‌های بسیار پیچیده‌ای هستند. این پیچیدگی با سه‌بعدی شدن آنها دو چندان می‌شود. از این رو، لازم است در مدل‌سازی این داده‌ها (هنگام انتقال نقشه‌های سه‌بعدی از محیط تولید به محیط وب) ملاحظات خاص این پیچیدگی‌ها را در نظر گرفت. مدل‌سازی سه‌بعدی داده‌ها به سه صورت قابل انجام است: وجهی (facial)، حجمی (volumetric) و ترکیبی (Qi1 et al., 2007). مدل‌سازی وجهی برای داده‌های برداری مناسب است و در آن تمامی مرزها با یک وجه نشان داده می‌شود. در مدل‌سازی حجمی اجزا با استفاده از المان‌های حجمی نمایش داده می‌شوند و برای داده‌های رستری مناسب است. حالت ترکیبی روشی است که مزایای هر دو روش را دارد و هم برای رستر و هم برای بردار استفاده می‌شود.

روش مدل‌سازی سه‌بعدی داده‌ها و نحوه ذخیره و بازیابی این مدل اثری مستقیم بر کارایی سیستم اطلاعات مکانی سه‌بعدی تحت وب خواهد داشت. این عمل به دو روش قابل پیاده‌سازی است: اول آن‌که داده‌های سه‌بعدی را ذخیره کرده و در مواقع درخواست کاربر، داده‌های سه‌بعدی توسط سرور به مدل سه‌بعدی تبدیل شده و به کاربر ارائه شود، دوم این‌که مدل سه‌بعدی را ذخیره کرده و در صورت درخواست کاربر، مدل ارائه گردد. در روش اول پردازش بیشتری در سرور انجام می‌شود و در روش دوم فضای بیشتری برای ذخیره‌سازی داده‌های سه‌بعدی لازم است. بنابراین بسته به قابلیت‌های سرور و تعداد کاربران و حجم داده‌ها باید یکی از این دو روش یا ترکیبی از این دو انتخاب شود.

۳-۲. کیفیت شبکه

داده‌ها و مدل‌های سه‌بعدی حجم بالاتری نسبت به داده‌های دوبعدی دارند و انتقال این داده‌ها ترافیک بالایی را به شبکه اعمال می‌کند. بنابراین باید فرمت انتقال داده‌ها را به شکلی انتخاب کرد که رمزگذاری آن به صورتی باشد که حجم کمتری ایجاد کند و قابلیت فشرده‌سازی را نیز داشته باشد. از سوی دیگر شبکه‌ای که این نوع سیستم در آن پیاده‌سازی می‌شود بایستی پهنای باند مناسبی داشته باشد تا جوابگوی این ترافیک باشد.

۳-۳. نمایش سه بعدی تحت وب

نمایشگرهای وب به تنهایی قابلیت ارائه سه‌بعدی عوارض را ندارند، ولی می‌توان با استفاده از انواع Plug-inها و ActiveXها این توانایی را در آنها ایجاد کرد که مدل‌های سه‌بعدی را به نمایش درآورند. یک نمایشگر سه‌بعدی باید بتواند انواع اشیاء سه‌بعدی را با تمامی ویژگی‌های ظاهری و هندسی به نمایش درآورد و امکان حرکت به شیوه‌های مختلف در آن اشیاء را بدهد. البته باید توجه داشت که plug-inها و ActiveXها هر کدام توانایی به نمایش در آوردن فرمت یا فرمت‌های خاصی را دارند. بنابراین فرمت انتقالی ما باید مدل‌سازی سه‌بعدی مناسبی را ارائه کند و افزون بر این دارای ActiveX و Plug-inهای مناسب نیز باشد.

۳-۴. استانداردها و تعامل پذیری

یک WebGIS سه‌بعدی زمین‌شناسی، داده‌های مورد نیاز برای انتشار را بیشتر از تولیدکنندگان مختلف تأمین می‌کند. این تولیدکنندگان ممکن است بخش‌های مختلف یک سازمان (مانند سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور) یا سازمان‌ها و شرکت‌های خصوصی مختلف باشند. با توجه به تنوع "لایه‌های اطلاعاتی زمین‌شناسی"، "روش‌های تولید و جمع‌آوری داده" و "سخت‌افزار و نرم‌افزارهای ذخیره‌سازی و تحلیل داده‌ها"، اطلاعات موجود دارای استانداردها و فرمت‌های متفاوت خواهند بود. بنابراین برای ارائه این اطلاعات از طریق یک سیستمGIS سه‌بعدی تحت وب، لازم است از استانداردهای واحد برای تولید این داده‌ها استفاده شود. افزون بر این، فرمت ارائه داده‌های سه‌بعدی به کاربران بایستی به‌گونه‌ای باز و استاندارد باشد، که امکان تبدیل فرمت‌های متنوع اطلاعاتی به آن به راحتی وجود داشته باشد. این فرمت باید از توانایی مناسب برای مدل‌سازی داده‌های سه‌بعدی زمین‌شناسی که اغلب پیچیده هستند، برخوردار باشد.

۳-۵. پرسش و پاسخ و تحلیل سه بعدی

یکی از مسایل مهم در طراحی و پیاده‌سازی یک سیستم اطلاعات مکانی سه‌بعدی تحت وب، انتخاب یک فرمت مناسب است که افزون بر امکان انتقال داده‌های هندسی و ویژگی‌های نمایش آنها، این امکان را داشته باشد که داده‌های توصیفی را نیز به همراه خود حمل کند تا افزون بر نمایش هندسی اشیاء امکان دسترسی به اطلاعات توصیفی آنها نیز وجود داشته باشد و بتوان پرسش و پاسخ‌هایی را که در مورد داده‌های مکانی لازم است را انجام داد و نتیجه را دید. افزون بر این‌ها، باید فرمت انتقال و نمایش‌گر داده‌ها این امکان را داشته باشد که بتوان با کلیک کردن بر روی شیء رویدادی برای شناسایی شیء ارسال کند و در صورت لزوم برای نمایش نتیجه پرسش و پاسخ انجام شده، بتوان شیء یا اشیایی را که پاسخ این پرسش هستند تغییر رنگ داده و به آنها بزرگنمایی داد. مسئله دیگری که در پیاده‌سازی چنین وب‌سایتی مهم است، امکان انجام تحلیل‌های ساده سه‌بعدی تحت وب است. فرمت انتخابی باید از نظر ساختار نگهداری اطلاعات امکان انجام این گونه تحلیل‌ها را میسر سازد.

X3D -۴

به منظور طراحی و ایجاد یک GIS سه‌بعدی زمین‌شناسی تحت وب انتخاب و به‌کارگیری فرمتی که ملاحظات بالا را پاسخگو باشد، یک نکته کلیدی به شمار می‌آید. X3D با توجه به قابلیت‌های مناسبی که در برآورده ساختن نیازهای بالا دارد، فرمت مناسبی برای نگهداری، انتقال و ذخیره مدل‌های سه‌بعدی زمین‌شناسی پیشنهاد می‌شود. X3D یک فرمت باز (open source) برای تبادل و ارائه مدل‌های سه‌بعدی است که توسط کنسرسیوم بین‌المللی Web3D ارائه شده و در سال ۲۰۰۵ توسط سازمان جهانی استاندارد (ISO)، استاندارد شده است. پیش از X3D فرمت دیگری به نام VRML در سال ۱۹۹۹ توسط W3C ارائه شده بود که به دلیل پهنای باند کم آن زمان و حجم بالایی که این فرمت در ارائه عوارض پیچیده پیدا می‌کرد، نتوانست توفیق چندانی در میان برنامه‌های تحت وب پیدا کند. اما با ظهور X3D و گسترش توانایی‌های آن، همزمان با افزایش روز افزون پهنای باند اینترنت، امید برای نمایش سه‌بعدی در وب پدید آمده است. X3D یک فرمت متنی است که می‌تواند در سه قالب مختلف

XML، Classic VRML و Binary رمزگذاری شود(ISO,2003).

X3D توانایی ارائه انواع هندسه‌ها اعم از هندسه‌های ساده (مانند نقطه، خط، کره، مکعب و مخروط) و هندسه‌های پیچیده و اشکال نامنظم هندسی را دارد و می‌تواند رنگ‌آمیزی، بافت، نورپردازی و... را پشتیبانی کند. همچنین با اسکریپت‌نویسی در X3D، می‌توان قابلیت پاسخگویی به رویدادهای مختلف را ایجاد کرد. یکی از این رویدادها گذشت زمان است. این قابلیت به X3D این امکان را داده تا با گذشت زمان تغییر کند و شکلی متفاوت را از اشیا به نمایش بگذارد که قابلیت مناسبی برای نمایش تغییرات در طی زمان است. از سوی دیگر با اسکریپت‌نویسی می‌توان برخی از پرسش و پاسخ‌ها را انجام داد و یا اطلاعات توصیفی را از مدل سه‌بعدی دریافت کرد.

X3D نمایشگرهای متعددی دارد که می‌توانند به صورت ActiveX و Plug-in به نمایشگر وب متصل شوند و مدل‌های سه‌بعدی به فرمت X3D را در وب نمایش دهند. فرمت X3D فرمتی متنی است و بالطبع حجم بالایی دارد اما با امکانات رمزگذاری می‌توان حجم آن را به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش داد. افزون بر این، با استفاده همزمان رمزگذاری XML و فناوری Ajax می‌توان کارآیی سیستم تحت وب را ارتقای بیشتری بخشید. روش دیگری که برای مقابله با حجم X3D می‌توان عنوان کرد، استفاده از رمزگذاری Binary و فشرده‌سازی آن در مبدأ و نافشرده‌سازی آن در مقصد است.

X3D به دلیل استاندارد بودن و همچنین متنی بودن آن، در کنار رمزگذاری XML، تعامل‌پذیری بالایی را با نرم‌افزارها، سخت‌افزارها و سیستم عامل‌های متفاوت دارد و می‌تواند مدل سه‌بعدی را در تمامی محیط‌ها به خوبی ارائه دهد.

۵- طراحی و ایجاد یک GIS سه‌بعدی زمین‌شناسی تحت وب

طراحی معماری یک سامانه اطلاعات مکانی سه‌بعدی در وب متأثر از نوع فرمت مورد استفاده، نحوه مدل‌سازی و ذخیره‌سازی داده‌ها، قابلیت‌های سامانه و... است. در این نوشتار، یک معماری با استفاده از فرمت X3D و با روش مدل‌سازی وجهی و به صورت توزیع یافته، برای ایجاد یک سامانه اطلاعات مکانی سه‌بعدی زمین‌شناسی تحت وب طراحی شد(شکل ۲). این مدل بر اساس مدل سامانه‌های توزیع یافته اطلاعات مکانی تحت وب بنا شده است. این سامانه شامل بخش‌های مختلف Data Server, Application Server, Map Server , Web Server و در نهایت کاربر سامانه است. Data Server وظیفه نگهداری داده‌ها در فرمت‌های مختلف و به روش‌های مختلف را برعهده دارد. داده‌ها از لحاظ فیزیکی ممکن است کاملا" از هم جدا باشند و فقط از طریق شبکه با هم متصل باشند. Map Server نقش گرفتن داده‌ها، انتخاب، برش و تولید نقشه‌های X3D را بر عهده دارد. وظیفه Application Server تبدیل نقشه‌های اولیه به نقشه‌های نهایی است این عمل به این شکل انجام می‌شود که لایه‌های مختلف که ممکن است در فایل‌های مختلف با فرمت X3D ذخیره شده‌اند با هم به صورت فیزیکی یا مجازی(با ارجاع‌دهی در یک فایل دیگر X3D) ترکیب می‌شوند و اسکریپت‌های لازم برای مقاصد مختلف مانند پرسش و پاسخ و دینامیک کردن تولید می‌شود. Web server نیز موظف است نقشه‌ها را با محتویات html ترکیب کرده و به سمت کاربر ارسال کند. در واقع Web server پل ارتباطی کاربر با Application Server است. بخش Catalog services بخشی است که اطلاعات و مستندات و شناسنامه‌های داده‌ها را در خود نگهداری می‌کند و در اختیار کاربران سامانه برای انتخاب لایه‌ها قرار می‌دهد.

هنگامی که کاربر وارد وب سایت ایجاد شده برای ارتباط با این سیستم می‌شود، ابتدا سطوح دسترسی او به داده‌ها تعیین می‌شود. سپس ارتباط با کاتالوگ سرویس برقرار شده و داده‌های (لایه‌های اطلاعاتی) موجود متناسب با سطح دسترسی کاربر به وی اعلام می‌شود. پس از آن، کاربر تقاضای خود را برای دریافت لایه‌های مورد نیاز و محدوده لایه‌ها اعلام می‌نماید. این درخواست از طریق Web server به Application Server منتقل می‌شود. در Application Server تقاضای کاربر بررسی شده و به زبان قابل فهم برای MapServer و در نهایت برای Data Serverها تفسیر می‌شود و نتیجه آن به هر کدام از Data Serverها ارسال می‌شود. فرمت داده‌ها در DataServer های مختلف ممکن است با یکدیگر متفاوت باشند (ShapeFile، GML و ...). بر اساس فرمتی که داده‌های سه‌بعدی تحت آن نگهداری می‌شوند، کل یا بخشی از داده به سمت Map Server فرستاده می‌شود. در Map Server در صورتی که نیاز به جداسازی بخشی از لایه یا داده باشد (Clipper)، این عمل انجام شده و نتیجه آن به Parser فرستاده می‌شود. وظیفه Parser این است که داده‌ها با فرمت‌های مختلف را دریافت کرده و داده‌های هندسی و غیرهندسی آن را طبقه‌بندی کرده و به Encoder ارائه دهد. برای هر فرمتی که به Data server افزوده می‌شود، تنها نیاز است که Parser و Clipper آن به سیستم افزوده شود که این تعامل‌پذیری را در این سامانه افزایش می‌دهد. Encoder این داده‌ها را به یکی از رمزگذاری‌های X3D درآورده و نتیجه را که نقشه اولیه است، به Application Server می‌فرستد. در Application Server اسکریپت‌های مورد نیاز برای پرسش و پاسخ، جستجو، تعامل با زمان و محیط و ... به نقشه افزوده می‌شود و لایه‌ها با هم همپوشانی می‌شوند. همپوشانی لایه‌ها به دو صورت انجام می‌شود:

- فایل‌های X3D یکی یکی خوانده شده و در یک فایل مشترک دوباره بازنویسی می‌شود.
- یک فایل جدید X3D ایجاد می‌شود و در آن به فایل‌های موجود ارجاع داده می‌شود.

پیاده‌سازی به روش دوم سریع‌تر و آسان‌تر است و پردازش کمتری را در سرور خواهد داشت. نقشه نهایی به Web Server رفته و با محتویات html سایت ترکیب شده و نتیجه به کاربر ارائه می‌شود.

در شکل ۳ خروجی سامانه را می‌بینید. در وسط یک مدل برش خورده سه‌بعدی از یک تاقدیس ارائه شده است. در سمت راست، نمونه‌ای از اطلاعات بازیافت شده از پایگاه داده برای یکی از لایه‌ها نمایش داده شده و سمت چپ لیست لایه‌ها با امکان خاموش و روشن نمودن آنها را ارائه می‌کند.

برای پیاده‌سازی معماری پیشنهادی، نیاز به "ابزار و روش‌های متعددی برای آماده‌سازی، نگهداری و انتقال داده‌های سه‌بعدی"، "ابزار و فناوری‌های مناسب برای توسعه و تعامل با سیستم" و "محیط و ابزاری برای نمایش داده‌های سه‌بعدی با فرمت X3D" است. ابزارها و فناوری‌های مورد استفاده برای پیاده‌سازی معماری پیشنهادی و ایجاد سامانه اطلاعات مکانی سه‌بعدی زمین‌شناسی تحت وب و نقش و کاربرد هرکدام در سیستم به شرح زیر است:

Data Server: داده‌های مکانی به صورت‌های مختلف نگهداری می‌شود. شکل نگهداری می‌تواند به صورت فایل مبنا، پایگاه‌داده مبنا یا ترکیبی از این دو باشد. در این نوشتار، روش ترکیبی استفاده شد. برای نگهداری داده به صورت فایل مبنا دو فرمت Shapefile و GML مد نظر قرار گرفت. برای این منظور از ArcEngine به عنوان سکوی توسعه و ترکیب ArcObject و C#.Net به عنوان زبان توسعه استفاده شد تا برنامه‌ای کاربردی، برای دسترسی به Shapefileها توسعه داده شود. GML یک فرمت و استاندارد بین‌المللی ذخیره‌سازی داده‌های مکانی براساس XML است که توسط کنسرسیوم OGC پیشنهاد شده است. برای دسترسی به این منبع داده، از DOM و زبان توسعه C#.Net استفاده شده است. برای مدیریت داده‌ها در پایگاه داده از SDE و Oracle Spatial استفاده شد. برای دسترسی به داده‌های SDE از ArcEngine به عنوان سکوی توسعه و ترکیب ArcObject و C#.Net به عنوان زبان توسعه استفاده شد. برای برقراری ارتباط با Oracle Spatial نیز از ADO.Net و C#.Net استفاده شد. همچنین در این سامانه امکان ذخیره‌سازی فایل GML در پایگاه‌داده وجود دارد.

برای دریافت GML از پایگاه داده، از C#.Net، ADO.Net و XQuery استفاده شد.

MapServer: Map Server از بخش‌های متعددی تشکیل شده است که هر کدام بسته به وظیفه مورد انتظار با ابزار خاصی توسعه داده شده‌اند. در توسعه Clipper، بخش دستیابی به Shapefileها و SDE، با استفاده از ArcObject و C#.Net ایجاد شد و توسعه بخش دستیابی به GML با استفاده از C#.Net اجرا شد. Parser و Encoder به صورت کامل با زبان C#.Net نوشته شده‌اند. برای ایجاد برنامه رمزگذاری با XML، از DOM به همراه C#.Net استفاده شد.

Application Server: تمامی بخش‌های Application Server با C#.Net توسعه داده شده است. اسکریپت‌هایی که در این بخش به کد اضافه می‌شود با زبان JavaScript ایجاد شده‌اند.

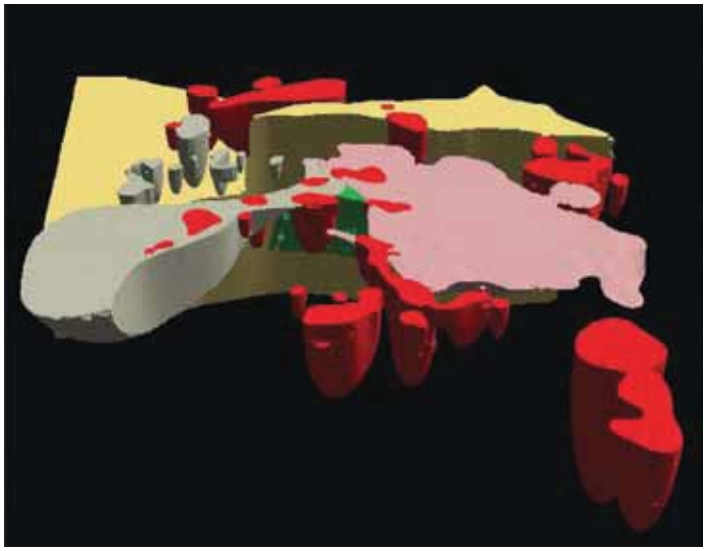
Web Server: در پیاده‌سازی این بخش از فناوری ASP.NET با زبان توسعه C#.Net استفاده شده است.

Client: در سمت Client باید یک Plug-ins یا ActiveX با قابلیت نمایش داده‌های سه‌بعدی به فرمت X3D وجود داشته باشد که به صورت معمول با ترکیب C++ به عنوان زبان توسعه و DirectX یا OpenGL به عنوان زبان توسعه گرافیکی توسعه داده می‌شود.

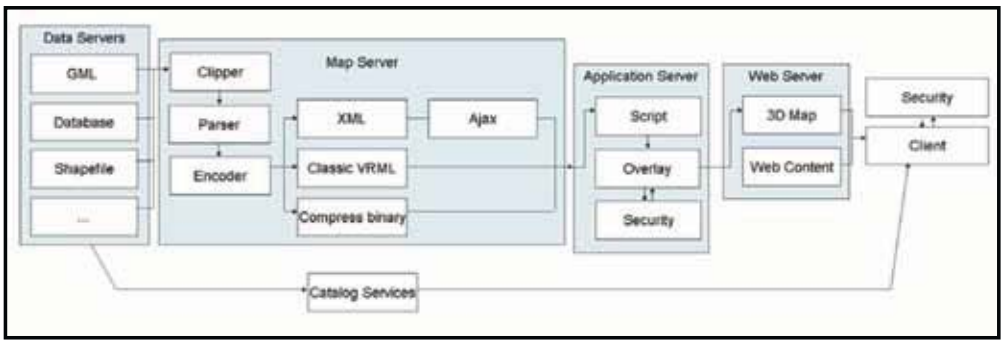
۶- نتیجه‌گیری

داده‌های سه‌بعدی به لحاظ مدل کردن بهتر واقعیت، دارای کاربرد و اهمیت زیادی در مطالعات زمین‌شناسی هستند. از طرفی با توجه به گستردگی استفاده از داده‌های زمین‌شناسی در علوم و کاربردهای مختلف، ارائه این اطلاعات از طریق اینترنت در قالب سامانه اطلاعات مکانی تحت وب، امروزه مورد توجه قرار گرفته است. اما ارائه داده‌های سه‌بعدی زمین‌شناسی از طریق وب با چالش‌هایی مواجه است و لازم است برای ایجاد یک سامانه اطلاعات مکانی زمین‌شناسی سه‌بعدی تحت وب، جنبه‌های مختلف فنی و اجرایی مدنظر قرار گیرد.

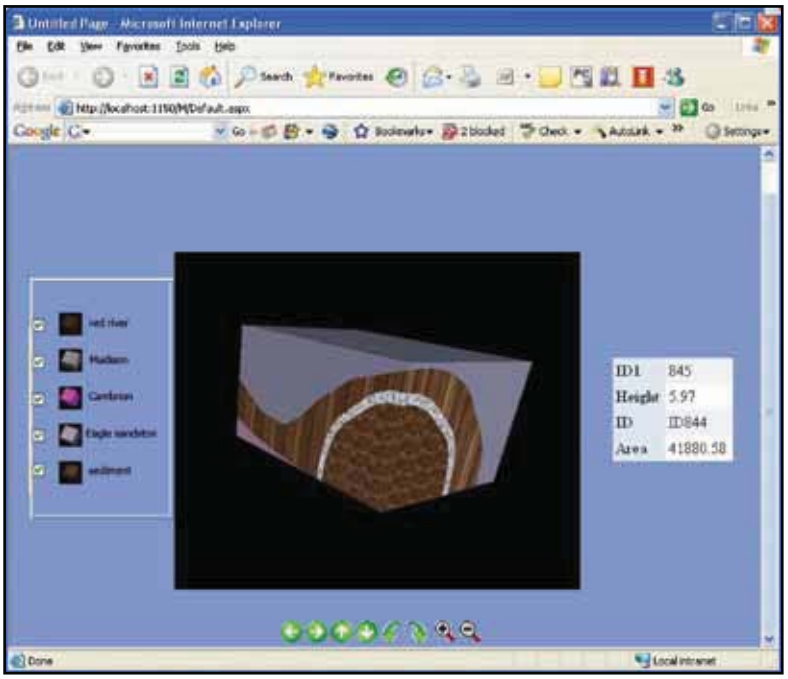
در این نوشتار، پس از بررسی چالش‌های موجود برای ایجاد سامانه اطلاعات مکانی زمین‌شناسی سه‌بعدی تحت وب در قالب پنج موضوع اصلی، توجه ویژه به مسئله انتخاب و استفاده از فرمت مناسب که "امکان مدل‌سازی داده‌های زمین‌شناسی به صورت سه‌بعدی"، "قابلیت نمایش توسط مرورگرهای وب"، "قابلیت حمل اطلاعات توصیفی" و "امکان پرسش و پاسخ و تحلیل روی داده‌ها را داشته باشد" و افزون بر این "استاندارد بوده و استاندارد آن برای تولیدکنندگان اطلاعات مشخص باشد"، شد. برای این منظور، X3D به عنوان یک فرمت مناسب معرفی شد و مزایا و قابلیت‌های آن برای ایجاد یک سامانه اطلاعات مکانی زمین‌شناسی سه‌بعدی تحت وب بررسی شد. بر همین اساس یک سامانه نمونه طراحی و ایجاد شد. بررسی سامانه نشان می‌دهد که در حال حاضر، X3D فرمتی مناسب برای ایجاد یک سامانه اطلاعات مکانی زمین‌شناسی سه‌بعدی تحت وب است و پاسخگوی نیازهای چنین سامانه‌ای از حیث فرمت است. توسعه X3D برای فراهم آوردن امکان مدل کردن زمان در آن از کارهای آینده نگارندگان است.



شکل ۱- نمایی از نمایش سه‌بعدی داده‌ها در GeoModeller (Faulkner et al., 2007)



شکل ۲- معماری سامانه بر اساس مدل سامانه‌های توزیع یافته اطلاعات مکانی تحت وب



شکل ۳- نمونه‌ای از نمایش فایل X3D که به سمت کاربر فرستاده می‌شود.

References

Bistacchi, A., Massironi, M., Dal Piaz, G. V., Dal Piaz, G., Monopoli, B., Schiavo, A. & Toffolon, G., 2008- 3D fold and fault reconstruction with an uncertainty model: An example from an Alpine tunnel case study Computers & Geosciences, Volume 34, Issue 4, Pages 351-372

Chile, J. P., Aug, C., Guillen, A., Lees, T., 2004- Modelling the geometry of geological units and its uncertainty in 3D fromstructural data: the potential-field method. In: Proceedings of International Symposium on Orebody Modelling and Strategic Mine Planning, Perth, Australia, 22–24 November,page. 313–320.

De Veslud, C. L. C., Cuney, M., Lorilleux, G., Royer, J. J. & Jébrak, M., 2009- 3D modeling of uranium-bearing solution-collapse breccias in Proterozoic sandstones (Athabasca Basin, Canada)- Metallogenic interpretations Computers and Geosciences Volume 35, Issue 1, Pages 92-107

Geiser, P. A. & Seeber, L., 2006- Three-dimensional seismo-tectonic imaging: An example from the Southern California Transverse Ranges, Journal of Structural Geology, v. 30, iss. 7, p. 929-945.

Huvaza, O., Sarikayab, H. & Işık, T., 2007- Petroleum systems and hydrocarbon potential analysis of the northwestern Uralsk basin, NW Kazakhstan, by utilizing 3D basin modeling methods Marine and Petroleum Geology, Volume 24, Issue 4, Pages 247-275.

Indian Geology Servey, last seen, 2008- http://129.79.145.5/arcIMS/allen/static/bedrock-geology.html

ISO/ IEC 19776-19977, 2003- Extensible 3D (X3D), http://www.web3D.org/x3D/, visited on 2007.

Kimura, K., Nemoto, T., Ishihara, Y., Takami, S. & Toyoda, M., 2008- WEB GIS three-dimensional information system of boring database, geological map and three-dimensional model of ground, International Geology Congress.

Lan, H., Martin, C. D., Froese, C. R., Chao, D. & Chowdhury, S., 2008- A Web-Based GIS Tool for Managing Urban Geological Hazard Data, European Conference of International Association for Engineering Geology.

Lemon, A. M. & Jones, N. L., 2003- Building solid models from boreholes and user-defined cross sections , Journal of Computers & Geosciences 29 (5) , Pages 547–555.

Mansorian, A., Zarei Nejad, M., Moghimi, E. & Omidian, S., 2008- Design and Implementation of Damavand Geomorphologic-Environmental Database Using WebGIS, Journal of Geosciences (ULUM_I ZAMIN), 18 (69), 74-85.

Nappi, R., Alessio, G., Bronzino, G., Terranova, C. & Vilardo, G., 2002- Application of WebGIS in Seismological study, Acta Seismologica Sinica published by Seismological Society of China , Volume 15, No 1, page 99-106

Nappi, R., Alessio, G., Bronzino, G., Terranova, C. & Vilardo, G., 2008- Contribution of the SISCam Web-based GIS to the seismotectonic study of Campania (Southern Apennines): an example of application to the Sannio-area, Volume 45, Number 1, page 73-85

Qi1, M., Zhang, B., Liang, G., Wang, J. & Cai1, X. P., 2007- 3D MODELING AND VISUALIZATION OF GEOLOGY VOLUME BASED ON GEOPHYSICAL FIELD DATA, Data Science Journal, Volume 6.

Tonini, A., Guastaldi, E., Massa, G. &Conti, P., 2008- 3D geo-mapping based on surface data for preliminary study of underground works: A case study in Val Topina (Central Italy), Engineering Geology, Volume 99, Issues 1-2, Pages 61-69, 9.

Xue, Y., Sun, M. & Ma, A., 2004- On the reconstruction of the three-dimensional complex geological objects using Delaunay triangulation. Future Generation Computer Systems archive Volume 20, Issue 7, Pages: 1227 – 1234.

Experimental Simulation of Collision Zones and Formation of Fold-Thrust Belts in Method of Analogue Modeling

S. Khederzadeh[1*] & A. Bahrodi[2]

[1] Applied Geological Research Center of Iran, Tehran, Iran

[2] School of Mininig Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran

Received: 2008 December 27 Accepted: 2009 July 18

Abstract

Sand box models are in order to investigation of circumstance of deformation create in orogenic event. Progressive rigid indenter is as non-plastic continental crust that moves from one side to ward sand hanging wall that is indication plastic crust. The sand primery thickness and angle of rigid indenter are changeable. In the all of models, rises sand in the two side of plan of indenter between fore-slop and back-slop, in the top of indenter progressive edge. The formation rate of anticlinorium folds is related to thickness of sand hanging wall, form of progressive and rate of falling's back-slop plan. Change of primery thickness of sand hanging wall is controler of distance and rate of anticlinorium folds formation. The aim of this experimental work is investigation of thrust belts, progressive indenter, and research of effect's slope in the collision zones and fold-thrusts creation, also comparison of experimental model to natural model.

Keywords: Analogue Modeling, Rigid Indenter, Shortening, Fold-Thrust Belt, Zagros, Iran.

For Persian Version see pages 17 to 24

* Corresponding author: S. Khederzadeh; E-mail: saba_nika@yahoo.com

Using X3D Technology for the Development of 3D Geological Web GIS

M. Shahbazi[1] & A. Mansourian[1*]

[1]K. N. Toosi University of Technology, Tehran, Iran.

Received: 2009 March 14 Accepted: 2009 July 18

Abstract

Geological data are used in a variety of applications. These data have three dimensional (3D) nature and hence 3D modeling, storage, dissemination and presentation of the data not only provide a better understanding of the current situation and the relationship between different features and data layers, but also increase the reliability of decisions. 3D Web Geographical Information Systems (3D Web GIS) are proper tools for managing and sharing geological data. However, current activities on developing geological Web GISs have paid less attention on 3D nature of geological data. In other words, most of the existing geological Web GISs are studied or established based on two dimensional data. One of the important challenges for dissemination of 3D geological data in Web relates to utilization of a proper format for rendering 3D data in Web browsers. Such a format should have the capability of: 1- Conveying geological data, three dimensionally, in Web environment, 2- being displayed by Web browsers, 3- being standard and the standard to be clear for data producers in such a way data conversion to the desired format being possible, 4- conveying attribute data, and 5- providing users with the possibility of querying and analyzing data. Up to the knowledge of the authors, there is not currently any software which can disseminate 3D geological data in Web by employing a proper format respecting all of the above criteria. This paper proposes utilizing X3D, developed by Web 3D Consortium, as a standard text-based format for dissemination and rendering 3D data in Web. Although the format has not been developed for GIS purposes, in this research the applicability of that for modeling and presenting 3D geological data in 3D Web GIS is investigated.

Key words: Geology, 3D Data, 3D Web Geographical Information Systems, X3D

For Persian Version see pages 25 to 30

* Corresponding author: A. Mansourian; E- mail: mansourian@kntu.ac.ir