



سجش از دور

و
GIS ایران



سنجش از دور و GIS ایران
Iranian Remote Sensing & GIS

سال چهارم، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۱
Vol.4, No.3, Autumn 2012

۴۸-۲۹

توسعه چارچوبی استاندارد و تعامل پذیر به منظور تلفیق سرویس های پردازش مکانی (مطالعه موردی: تهیه نقشه حساسیت رانش زمین)

مهسا امینی طره*^۱، علی اصغر آل شیخ^۲، محمدابراهیم پورعزیزی^۳

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی GIS، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
۲. دانشیار، گروه مهندسی GIS، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
۳. کارشناس ارشد مهندسی GIS، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۱/۹/۱۱

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۶/۱

چکیده

امروزه پدیده هایی چون سیل و زمین لرزه و رانش زمین از مهم ترین عوامل طبیعی ویرانی در سراسر جهان به شمار می روند. به منظور کاهش مؤثر چنین خطرهایی و همچنین بالا بردن آگاهی در این زمینه، تصمیم گیری بهتر و برنامه ریزی متناسب با ویژگی های منطقه ای، و طراحی و ایجاد سیستم های مدیریت محیط زیست ضروری به نظر می رسد. شیوه های امروزی جمع آوری داده ها، پیشرفت فناوری های رایانه ای و گستردگی و فراگیری شدن وب، زیرساخت مناسبی را به منظور ایجاد سیستم های مدیریت محیط زیست توزیع یافته فراهم ساخته است، که پردازش و تحلیل تمام عیار محیط زیست را تسهیل می کند. یکی از چالش های پیش رو در ایجاد و توسعه این سیستم ها، مدیریت حجم بالای داده های مکانی ناهمگون و فقدان قابلیت های پردازش مکانی تعامل پذیر در کاربردهای مدل سازی و تحلیل محیطی است. در این پژوهش، روش پیاده سازی جدیدی به منظور رفع مشکلات مربوط به پردازش توزیع یافته و تعامل پذیری سرویس های پردازش مکانی در قالب معماری سرویس گرا ارائه می گردد. بدین منظور، یک برنامه کاربردی سرویس گرای استاندارد به نام تحلیلگر حساسیت رانش زمین، برای تولید و انتشار نقشه های حساسیت رانش زمین مطابق با نیاز کاربر ایجاد شده است. فناوری وب سرویس و دستورالعمل استاندارد OGC WPS (Open Geospatial Consortium Web Processing Service) برای پیاده سازی مؤلفه های مورد نیاز در سمت سرویس دهنده به کار گرفته شده اند. به علاوه، از Google Maps API (Application Programming Interface) و فناوری های سرویس گیرنده وب نیز به منظور فراهم ساختن واسط کاربری تعامل پذیر و پویا استفاده شده است. ارزیابی سیستم نمونه نشان می دهد که معماری ارائه شده می تواند قابلیت استفاده مجدد و کارایی سرویس های مکانی توزیع یافته در زنجیره سرویس را بهبود بخشد و مدل سازی محیط را در کاربردهای گوناگون تسهیل کند. به علاوه، نتایج این تحقیق مشخص می سازند که استفاده توأم از فناوری وب سرویس و چارچوب OGC، سرویس های تعامل پذیر و استاندارد را فراهم می کند که دسترسی و پردازش و نمایش داده های مکانی را به منظور برنامه ریزی و یا تصمیم گیری در موارد اضطراری آسان می سازد.

کلیدواژه ها: تعامل پذیری، معماری سرویس گرا، WPS نقشه حساسیت رانش زمین

* نویسنده مکاتبه کننده: تهران، خیابان ولی عصر، تقاطع میرداماد، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، دانشکده مهندسی نقشه برداری، گروه مهندسی GIS.

۱- مقدمه

در مدل‌سازی رانش زمین به صورت استاندارد و تعامل‌پذیر، همچون جست‌وجو و جمع‌آوری داده‌های مکانی مورد نیاز (مدل رقومی زمین، بارندگی و جریان‌های آبی، ساخت و جنس زمین‌شناسی، لرزه‌خیزی و جز اینها)، پردازش آنها و ارائه نتایج روبه‌رو می‌شوند. بدین منظور، آنها می‌بایست به واسطه روش‌های متمرکز یکپارچه مرسوم^۵ زمان زیادی را صرف آماده‌سازی و تلفیق داده‌های مکانی کنند و در نتیجه زمان کمتری را به تمرکز بر تحلیل علمی و تصمیم‌گیری اختصاص دهند (McColl and Aggett, 2007; Goodall et al., 2008; Liu et al., 2008; Denzer, 2005).

امروزه به منظور رفع این محدودیت‌ها، برنامه‌های کاربردی محیطی از حالت متمرکز برنامه‌های رومیزی خارج شده و به سوی استفاده از سرویس‌ها و مؤلفه‌های^۶ مکانی توزیع‌یافته پیش‌رفته‌اند (Mineter et al., 2003). استفاده از فناوری‌هایی مانند وب‌سرویس و گرید^۷ نیز مطرح شده‌اند و بر مؤلفه‌ای بودن^۸ نرم‌افزار و قابلیت استفاده مجدد^۹ براساس زنجیره‌سازی سرویس تأکید شده است (Vescoukis et al., 2011; Granell et al., 2009; Friis-Christensen et al., 2009). بسیاری از پژوهشگران (Lemmens et al., 2006; Alameh, 2003; Kokash et al., 2007; Gao et al., 2009) راه‌حل‌هایی را برای زنجیره‌سازی وب‌سرویس‌های مکانی پیشنهاد کرده‌اند. آنها معماری سرویس‌گرا را در برنامه‌های کاربردی GIS مبتنی بر وب ارائه کرده و به بررسی مسائل مربوط به تلفیق و تعامل‌پذیری در سیستم‌های توزیع‌یافته^{۱۰} پرداخته‌اند.

رانش زمین از مهم‌ترین خطرهای زمین‌شناسی و در زمره عوامل طبیعی ویرانی در کل جهان است. رانش‌های زمین و فرایندهای فرسایش تدریجی، که باعث تغییر شکل مناطق پرخطر و مستعد رانش زمین می‌گردند، به از دست رفتن زندگی بسیاری از انسان‌ها می‌انجامد و برنامه‌ریزی شهری و توسعه زیرساخت‌ها را با مشکلات جدی مواجه می‌سازند (Vahidnia et al., 2010). میزان تراکم این رانش‌ها در منطقه شمالی کشور ایران و در ارتفاعات رشته‌کوه البرز به مراتب بیشتر از دیگر نقاط کشور گزارش شده است (Vahidnia, 2009). استان تهران نیز که پرجمعیت‌ترین استان ایران است، در دامنه جنوبی رشته کوه البرز قرار دارد و اولویت پرداختن به رانش زمین در این نواحی، بیش از نقاط دیگر است.

از اوایل دهه ۱۹۷۰ میلادی، بسیاری از پژوهشگران برای تعیین توزیع مکانی خطرهای رانش زمین و تولید نقشه‌های مربوط به آن از روش‌های کاربردی - عمدتاً مبتنی بر GIS - استفاده کرده‌اند. نتایج این تلاش‌ها نشان می‌دهد که چنین نقشه‌هایی، در قالب نقشه حساسیت رانش زمین^۱، ابزاری مناسب برای برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیران است (Nefeslioglu et al., 2008).

به طور کلی، مدل کردن محیط^۲، کاری است زمان‌بر و با پیچیدگی‌های فراوان، که معمولاً نیازمند پردازش‌های طولانی و شامل محاسبات ریاضی متعدد به همراه تحلیل، قالب‌بندی مجدد^۳ و تلفیق داده‌های مکانی ناهمگون است، و به علت وجود چندین مدل از داده‌ها و فرمت و پادمان^۴ کاری بسیار دشوار است. تهیه نقشه حساسیت رانش زمین نیز از این قاعده مستثنی نیست. به منظور تهیه نقشه حساسیت رانش زمین می‌بایست مجموعه داده‌های مختلف به‌واسطه عملگرهای پردازشی تجزیه و تحلیل گردند تا بتوان نقشه حساسیت رانش زمین را تولید کرد و در نهایت تصمیم‌گیری را بهبود بخشید (Denzer, 2005; Liu et al., 2008). بنابراین، متخصصان با چالش‌های فراوانی

1. Landslide Susceptibility Map (LSM)
2. Environmental Modeling
3. Reformatting
4. Protocol
5. Traditional Monolithic Centralized Approaches
6. Component
7. Grid
8. Modularity
9. Reusability
10. Distributed systems

سرویس‌های مجزا - و در عین حال مربوط به هم - براساس الگوی انتشار و جست‌وجو - اتصال، در اختیار دیگر درخواست‌کنندگان قرار دهند؛ به‌طوری‌که سرویس‌گیرنده بتواند بدون اطلاع از نحوه پیاده‌سازی سرویس‌ها و تنها از طریق واسط‌های استاندارد و تعریف‌شده آنها، سرویس‌های مورد نظر را کشف و فراخوانی کند.

به عبارت دیگر، ایجاد تعامل‌پذیری میان مؤلفه‌های توزیع‌یافته از مهم‌ترین هدف‌های معماری سرویس‌گرا به‌شمار می‌رود. به‌علاوه، خصوصیات ^۱ چون پیمان‌های بودن ^۲، بسته‌بندی ^۳، اتصال سست ^۴، قابلیت استفاده مجدد و ترکیب‌پذیری ^۵ به‌عنوان الگوی ایجاد و توسعه در معماری سرویس‌گرا در نظر گرفته می‌شود (Stojanovic and Dahanayake, 2005).

در زمان حاضر، فناوری وب‌سرویس‌ها^۶ و پیاده‌سازی نمونه‌های موفق آنها نشان داده است که معماری سرویس‌گرا می‌تواند به عنوان راه‌حلی عملی و دست‌یافتنی در طراحی سیستم‌های جدید و یکپارچه‌سازی سیستم‌های بزرگ موجود مطرح گردد. از جنبه ایجاد و پیاده‌سازی نرم‌افزار، فناوری وب‌سرویس نمایانگر معماری سرویس‌گراست که بالاترین سطح تعامل‌پذیری را میان مؤلفه‌های نرم‌افزاری دارد، که آن هم به دلیل وجود مجموعه‌ای از استانداردها و فناوری‌های مبتنی بر XML^{۱۰} نظیر SOAP^{۱۱}، WSDL^{۱۲} و UDDI^{۱۳} است (Simonis and

تمرکز اصلی محققان در پژوهش‌های یادشده، ایجاد تعامل‌پذیری در دسترسی به داده‌ها و سرویس‌های مکانی، ایجاد سرویس‌های مکانی در موارد کاربردی خاص، و تلفیق سرویس‌های مکانی توزیع‌یافته در قالب معماری‌های مفهومی^۱ بوده، و پیاده‌سازی سیستم‌های پردازش مکانی مورد بحث و ارزیابی قرار نگرفته است. در این پژوهش، راه‌حلی به منظور رفع چالش‌های تکنیکی پیش‌رو در تکوین و پیاده‌سازی سیستم‌های مدل‌سازی محیطی از جنبه پردازش مکانی توزیع‌یافته و تعامل‌پذیری در قالب معماری سرویس‌گرا ارائه می‌گردد. در معماری پیشنهادی، پارامترهایی چون زنجیره سرویس، نحوه عملکرد سرویس‌ها در زنجیره سرویس، و چگونگی ارتباط با منابع داده‌ها در نظر گرفته شده و سعی گردیده است که راه‌حلی استاندارد و تعامل‌پذیر برای تلفیق پویای سرویس‌های پردازش مکانی ارائه گردد؛ به‌طوری‌که سرویس‌های ایجادشده بتوانند در موارد کاربردی گوناگون، در دیگر برنامه‌های کاربردی تحت وب نیز دوباره به کار روند و به مطالعات خاص (همچون تهیه نقشه حساسیت رانش زمین) محدود نشوند.

در این تحقیق، نوعی برنامه کاربردی سرویس‌گرا^۲ به نام تحلیلگر حساسیت رانش زمین براساس فناوری وب‌سرویس و دستورالعمل استاندارد WPS OGC، به‌منظور رفع چالش‌های یادشده و تهیه نقشه حساسیت رانش زمین ارائه شده است. برای این کار از چارچوب Microsoft .NET 3.5، پایگاه داده‌های Microsoft SQL Server 2008، کتابخانه ESRI ArcObject و فناوری‌های امروزی وب در پیاده‌سازی مؤلفه‌های سرویس‌دهنده^۳ و سرویس‌گیرنده و فراهم ساختن واسط کاربری کاربرپسند^۴ و متعامل استفاده شده است.

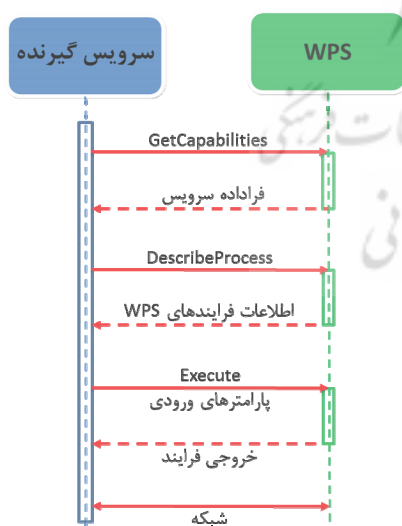
۲- معماری سرویس‌گرا

معماری سرویس‌گرا دربردارنده مجموعه‌ای از قوانین و سیاست‌ها و چارچوب‌هایی است که نرم‌افزارها را قادر می‌سازد تا عملکردشان را از طریق مجموعه‌ای از

1. Conceptual Architectures
2. Service-Oriented
3. Server
4. User-friendly UI(User Interface)
5. Modularity
6. Encapsulating
7. Loosely Coupling
8. Composability
9. Web Services Technologies
10. Xtensible Markup Language
11. Simple Object Access Protocol
12. Web Service Description Language
13. Universal Description Discovery and Integration

حال داده‌های ارائه‌شده به واسطه این سرویس‌ها برای پاسخگویی به نیاز کاربران غالباً نیازمند انجام پردازش است. از آنجا که داده‌ها به واسطه وب‌سرویس‌ها ارائه می‌گردند، پردازش نیز بایستی بر روی وب صورت گیرد (Poorazizi et al., 2010).

OGC واسط WPS را به همین منظور در سال ۲۰۰۷ استاندارد کرده است. در این سرویس روشی آسان و متعامل به منظور انجام پردازش‌های مبتنی بر وب، با استفاده از فناوری وب‌سرویس، ارائه می‌گردد. معرفی WPS در پیشبرد فعالیت‌های سرویس‌های OGC نقش مهمی ایفا می‌کند، به طوری که امروزه سرویس‌های OGC علاوه بر ارائه داده‌های مکانی بر روی وب، در تبدیل و پردازش آنها نیز مشارکت دارند (Foerster et al., 2009). واسط WPS چگونگی تعامل سرویس‌گیرنده و سرویس‌دهنده را در ارائه فراداده‌های سرویس و توصیف فرایند و اجرای آن و نیز تولید نتایج براساس سه عملگر اصلی اش به نام‌های Execute و DescribeProcess و GetCapabilities تعریف می‌کند. در شکل ۱۰ نحوه عملکرد استاندارد WPS نمایش داده شده است.



شکل ۱. نمودار ارتباطات WPS

(Wytzisk, 2004). با استفاده از این استانداردها، جست‌وجو و سپس دسترسی و استفاده از وب‌سرویس‌ها آسان‌تر می‌شود و دیگر برنامه‌های کاربردی و وب‌سرویس‌ها خواهند توانست بدون نیاز به دانستن جزئیات پیاده‌سازی آن سرویس‌ها، آنها را به کار گیرند. استفاده از وب‌سرویس‌ها نیز امکان به اشتراک‌گذاری منابع (نظیر داده) را فراهم می‌سازد و موجب تسهیل روزآمدسازی و تغییر در سیستم‌ها می‌شود و تلفیق وب‌سرویس‌ها و ایجاد برنامه‌های کاربردی سفارشی^۱ را نیز ممکن می‌کند (Zhao et al., 2007).

ظهور معماری سرویس‌گرا به تحولی عظیم در الگوی اصلی توسعه برنامه‌های کاربردی GIS انجامیده است، به طوری که برنامه‌های کاربردی GIS مستقل به سرویس‌های مکانی توزیع‌یافته تبدیل شده‌اند (Friis-Christensen et al., 2007). در این میان، OGC مهم‌ترین نقش را به واسطه استانداردسازی وب‌سرویس‌های مکانی و تدوین مدل داده‌های استاندارد داشته است (Lanig and Zipf, 2009). امروزه، اغلب وب‌سرویس‌های مستقر در سامانه‌های اطلاعات مکانی توزیع‌یافته، واسط‌های استاندارد OGC را به کار می‌گیرند (Friis-Christensen et al., 2007; Granel et al., 2009). وب‌سرویس‌های مکانی OGC به مانند برنامه کاربردی مؤلفه‌ای مبتنی بر وب عمل می‌کنند، و سرویس‌هایی را برای دسترسی باز و استاندارد به داده‌ها و اطلاعات و دانش مکانی فراهم می‌سازند (Di et al., 2005). با استفاده از این دستورالعمل‌ها و واسط‌های استاندارد در قالب معماری سرویس‌گرا، تعامل‌پذیری میسر می‌گردد و جست‌وجو، دسترسی، پردازش و نمایش اطلاعات توزیع‌یافته مکانی تسهیل می‌گردد (Poorazizi et al., 2010).

۲-۱- WPS

امروزه پرکاربردترین سرویس‌های داده OGC نظیر WMS و WFS امکان دسترسی همگانی و فراگیر به داده‌های مکانی را از طریق وب فراهم می‌کنند. با این

1. Customized applications

۲-۲- زنجیره‌سازی^۱ و سرویس‌های مکانی

زنجیره‌سازی سرویس اصطلاحی کلی است که به عمل ترکیب وب‌سرویس‌ها در سری‌های وابسته به هم برای انجام فرایندی بزرگ‌تر اطلاق می‌شود. ترکیب سرویس‌ها سازوکار اصلی در معماری سرویس‌گرا به شمار می‌آید، به طوری که با ترکیب سرویس‌های مختلف از منابع مختلف در یک زنجیره سرویس، آن‌گاه سرویس‌هایی با ارزش افزوده ایجاد می‌شوند که می‌توانند در انجام فرایندهای پیچیده به کار گرفته شوند (Alameh, 2003; Kiehle et al., 2007). در زنجیره‌سازی سرویس، تمرکز بیشتر بر استفاده مجدد از سرویس‌های موجود به واسطه حفظ انعطاف‌پذیری و کارایی بهینه زنجیره سرویس است. بدین‌وسیله سرویس‌های موجود می‌توانند علاوه بر اینکه یک بار به کار روند، میان چندین برنامه نیز به اشتراک گذاشته شوند.

بسیاری از پژوهشگران همچون Yue; Lemmens et al., 2006; Chang and Park, 2006; Alameh, 2003; Friis-christensen et al., 2007; et al., 2007 روش‌های مختلف و معماری‌های متنوعی را برای ترکیب و پیاده‌سازی وب‌سرویس‌هایی با قابلیت استفاده مجدد در حوزه اطلاعات مکانی ارائه کرده‌اند. به‌طور کلی به‌منظور پیاده‌سازی برنامه‌های کاربردی سرویس‌گرا به‌واسطه زنجیره‌سازی سرویس‌ها، می‌بایست سه الگوی مهم در طراحی زنجیره سرویس مورد توجه قرار گیرد: الگوی کنترل زنجیره سرویس^۲، الگوی انتقال داده‌ها^۳، و الگوی ارتباطی وب‌سرویس‌ها^۴ (Friis-Christensen et al., 2009).

الگوی کنترل زنجیره سرویس، چگونگی فراخوانی وب‌سرویس‌های مستقر در زنجیره سرویس را تعیین می‌کند. به این خاطر، زنجیره‌سازی وب‌سرویس‌ها به سه دسته تقسیم شده است شفاف^۵ و نیمه شفاف^۶ و غیرشفاف^۷ (Alameh, 2003). در روش شفاف تراکنش پی‌درپی میان کاربر و سرویس‌دهنده برقرار است و کاربر ترتیب اجرای سرویس‌ها را به صورت دستی مشخص می‌کند. هر چند با استفاده از این روش

بیشترین انعطاف‌پذیری^۸ در ترکیب عملگرهای پردازشی به دست می‌آید، اما زمان پاسخ‌گویی افزایش می‌یابد و کارایی^۹ زنجیره سرویس رو به کاهش می‌نهد. در روش غیرشفاف، سرویسی ترکیبی به‌صورت از پیش تعریف شده در اختیار کاربر قرار می‌گیرد، به طوری که کاربر از سرویس‌های مستقر در زنجیره سرویس و خود آن آگاهی ندارد. هر چند با استفاده از این روش زمان پاسخ‌گویی سرویس کاهش و کارایی آن افزایش می‌یابد. اما از انعطاف‌پذیری و قابلیت استفاده مجدد آن کاسته می‌شود. روش نیمه‌شفاف حدفاصل آن دو روش دیگر است، و در آن کاربر روال کاری مد نظر را به کمک ترتیب مشخصی از سرویس‌های مکانی در قالب زنجیره سرویس پردازش مکانی تعریف می‌کند و نیازی هم به تراکنش پی‌درپی کاربر و سرویس در خلال اجرای درخواست نیست. به‌علاوه، از آنجا که بدین ترتیب فراخوانی سرویس‌های پردازشی پایه مستقر در زنجیره سرویس ممکن می‌شود، انعطاف‌پذیری حفظ می‌گردد و سرویس‌های پایه نیز قابلیت استفاده مجدد می‌یابند. از طرف دیگر، کارایی نیز به علت کاهش عملیات فراخوانی و بازیابی متعدد و کاهش حجم تبادل داده‌ها، در مقایسه با روش شفاف بهبود می‌یابد (Pooraizi and Alesheikh, 2011).

چگونگی انتقال داده‌ها میان وب‌سرویس‌های مستقر در زنجیره سرویس به‌واسطه الگوی انتقال داده توصیف می‌گردد. بدین منظور دو سازوکار اصلی برای انتقال داده در زنجیره سرویس پیشنهاد شده است: انتقال مقادیر داده‌ها^{۱۰}، و انتقال به‌واسطه مرجع^{۱۱} (Friis-

1. Chainin
2. Service chain control pattern
3. Data transfer pattern
4. Service communication pattern
5. Transparent
6. Translucent
7. Opaque
8. Flexibility
9. Performance
10. Data passing by value
11. Data passing by reference

ارسال فوری نتیجه پردازش به سرویس گیرنده نیست، چون می تواند نتیجه نهایی را پس از اتمام عملیات پردازش در هر زمان دیگری (مثلاً چند ساعت بعد) بازیابی و دریافت کند. بدین منظور، زنجیره سرویس می بایست دارای دو قابلیت اصلی باشد. نخست اینکه بتواند درخواست های متعدد به منظور انجام پردازش را مدیریت کند؛ و دوم اینکه بتواند سرویس گیرنده را از اتمام موفق عملیات و یا پایان ناموفق آن مطلع سازد. به علاوه، هر درخواست سرویس می بایست به واسطه شناسه ای منحصر به فرد متمایز گردد تا امکان بازیابی و دریافت نتایج مربوط به هر درخواست، بازنگری وضعیت انجام عملیات، توقف و یا از سرگیری عملیات، و به اشتراک گذاری نتیجه نهایی پردازش میان سایر کاربران برای سرویس گیرنده فراهم گردد (Friis-Christensen et al., 2009; Stephens et al., 2012).

در این تحقیق، هدف اصلی در طراحی زنجیره سرویس، برقراری تعادل میان انعطاف پذیری و قابلیت استفاده مجدد وب سرویس ها و کارایی زنجیره سرویس است، به طوری که وب سرویس های مستقر در زنجیره سرویس بتوانند در دیگر کاربردها و برنامه های کاربردی سرویس گرا به کار روند و زنجیره سرویس نیز کارایی مناسبی داشته باشد. بدین منظور روش نیمه شفاف برای کنترل زنجیره سرویس به کار می رود. به علاوه، از الگوی انتقال داده ها به واسطه مرجع به منظور تعیین مقادیر ورودی و خروجی وب سرویس های مستقر در زنجیره سرویس استفاده می گردد. از آنجایی که تولید نقشه حساسیت رانش زمین با استفاده از روش های محاسباتی ذکر شده در این تحقیق (بخش ۳) جزء پردازش های زمان بر طبقه بندی نمی شود، استفاده از الگوی ارتباطی همزمان در پیاده سازی وب سرویس ها و زنجیره سرویس بدیهی است.

(Christensen et al., 2009). در روش اول، مقادیر اصلی داده های مورد نیاز میان وب سرویس های مستقر در زنجیره سرویس انتقال می یابند. به عنوان مثال، داده های برداری به صورت فایل^۱ GML و داده های رستری به صورت فایل باینری و در قالب IMG منتقل می شوند. از آنجا که سرویس های پردازش مکانی معمولاً می بایست حجم بالایی از داده های مکانی را پردازش کنند، استفاده از روش اول زمان پاسخگویی زنجیره سرویس را افزایش می دهد و از کارایی آن می کاهد. به منظور بهبود کارایی زنجیره سرویس، استفاده از روش دوم پیشنهاد می گردد. در این روش، تمامی وب سرویس های مستقر در زنجیره سرویس از منبع داده های مشترک استفاده می کنند و المان های داده ها با استفاده از مرجع (شناسه) منحصر به فرد مشخص می گردند. با استفاده از این روش، مقادیر داده ها منتقل نمی شود و تنها مرجع (شناسه) مرتبط با داده های مورد نیاز انتقال می یابد. از آنجا که تمامی وب سرویس ها به منابع داده ها دسترسی دارند و المان های داده ها با شناسه منحصر به فرد مرجع دهی شده اند، داده های مورد نیاز در مدت زمان کوتاهی بازیابی و پردازش می گردد و در نتیجه کارایی زنجیره سرویس بهبود می یابد.

الگوی ارتباطی وب سرویس ها سازوکار انتقال پیام میان وب سرویس های مستقر در زنجیره سرویس، و یا میان سرویس گیرنده و زنجیره سرویس را مشخص می سازد. برای این کار دو الگوی ارتباطی همزمان^۲ و غیرهمزمان^۳ تعریف می گردد (Friis-Christensen et al., 2009). در الگوی همزمان، پس از اتمام آنالیز مورد نظر، وب سرویس نتیجه پردازش را بلافاصله به سرویس گیرنده (مثلاً کاربر و یا یک وب سرویس) می فرستد. استفاده از این روش در پیاده سازی پردازش های زمان بر و یا پردازش هایی که با انتقال حجم بالای داده ها سروکار دارند توصیه نمی شود، زیرا اتمام آنالیز و دریافت نتیجه نهایی بسیار زمان بر است. به منظور پیاده سازی آنالیزهای زمان بر، استفاده از الگوی ارتباطی غیرهمزمان پیشنهاد می گردد. در این روش، لزومی به

1. Geography Markup Language
2. Synchronous
3. Asynchronous

۳- روش‌های محاسباتی

مرحله نهایی و مهم در تولید نقشه حساسیت رانش زمین، تلفیق نقشه‌های معیار موجود است. در این بخش، روش‌های محاسباتی استفاده‌شده در این تحقیق - یعنی روش تصمیم‌گیری چندمعیاره و روش ساده وزن‌دهی - بررسی می‌شوند. همان‌گونه که در بخش‌های طراحی معماری سیستم (بخش ۵) و پیاده‌سازی سیستم تحلیلگر حساسیت رانش زمین (بخش ۶) اشاره می‌شود، روش‌های محاسباتی مورد نظر در قالب سرویس پردازش مکانی به نام *Weighted Overlay* پیاده‌سازی می‌گردند و در زنجیره سرویس طراحی‌شده به منظور تولید نقشه حساسیت رانش به زمین به کار می‌روند.

۳-۱- تصمیم‌گیری چندمعیاره مکانی^۱

تلفیق لایه‌های اطلاعاتی در تهیه نقشه حساسیت رانش زمین به دلیل وجود معیارهای گوناگون و گاه متعارض، در قالب تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاره مکانی بیان می‌شود. در تحلیل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره مکانی، داده‌های مکانی و غیرمکانی تلفیق و وارد فرایند تصمیم‌گیری می‌شوند. با توجه به وجود نقشه‌های معیار مختلف و گاه متعارض، می‌توان به این نتیجه رسید که میزان اهمیت این نقشه‌ها در اجرای فرایند و تولید خروجی، یکسان نیست. از این‌رو لازم است نقشه‌های معیار، امتیازدهی گردند و یا به عبارت دیگر وزن‌دهی شوند (Kanungo et al., 2006). به طور کلی روش‌های وزن‌دهی را می‌توان به دو دسته روش‌های دانش‌منا و داده‌منا تقسیم کرد (Arciniegas et al., 2011). در روش‌های دانش‌منا، کارشناس به تعیین مقادیر وزن می‌پردازد، در حالی که در روش‌های داده‌منا اهمیت یا وزن از طریق خود داده‌ها یا اطلاعات اولیه استخراج می‌شود. در این پژوهش به منظور ایجاد سرویس‌های پردازش مکانی و حل مسئله تصمیم‌گیری از روش‌های

دانش‌منا استفاده شده است. از میان روش‌های دانش‌منا می‌توان به روش‌های ساده وزن‌دهی، فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP^۲)، دلفی و یا تصمیم‌گیری فازی اشاره کرد. در این تحقیق با توجه به نمونه پژوهشی تنها با روش‌های ساده وزن‌دهی و فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی پرداخته می‌شود.

روش‌های ساده وزن‌دهی: این روش‌ها به صورتی بسیار ساده اقدام به وزن‌دهی معیارها و گزینه‌ها می‌شود. همین سادگی سبب شده است که اینها در بسیاری از کاربردهای GIS حضور یابند. در ساده‌ترین حالت، کارشناس نظر خود را درباره اهمیت معیارها با اعدادی دلخواه بیان می‌کند و نتیجه با استفاده از روش میانگین وزن‌دار محاسبه می‌گردد (Asgharpour, 2004). در روش میانگین وزن‌دار، معیارهای با وزن بالاتر، تأثیر بیش از معیارهای دارای وزن پایین‌تر در تعیین خروجی دارند. به علاوه، در روش ساده وزن‌دهی، اختیار کارشناسان در تعیین کمی وزن‌ها بسیار زیاد است و همین عامل احتمال روی دادن اشتباه‌های بزرگ را افزایش می‌دهد.

روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی: فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی‌شده برای تصمیم‌گیری چندمعیاره است. در این فرایند گزینه‌های مختلف براساس درخت تصمیم‌گیری در گرفتن تصمیم دخالت داده می‌شود و تحلیل حساسیت در معیارها و زیرمعیارها نیز برای بررسی استحکام مدل طراحی‌شده، امکان‌پذیر است (Ghodsipour, 2006). روش AHP بر سه اصل استوار است: برپایی ساختار و قالب رده‌ای، برقراری ترجیحات از طریق مقایسه زوجی، و برقراری سازگاری منطقی از اندازه‌گیری‌ها (Asgharpour, 2004).

به طور کلی قضاوت زوجی تصمیم‌گیرنده در ماتریس مقایسه زوجی (Saaty, 1980) بدین صورت

1. Spatial Multi Criteria Decision Making
2. Analytic Hierarchy Process

زیاد شیب از عوامل مهم رانش زمین و ناپایداری شیب‌ها در این منطقه به شمار می‌آید. دیگر اینکه ایجاد سامانه‌های شهری در مناطق کوهپایه‌ای و کوهستانی شمال تهران و نیز همجواری آن با گسل‌های فعال، آسیب‌پذیری لرزه‌ای را در این پهنه افزایش داده است. گسترش ساخت‌وسازهای شهری در مناطق که اساساً مستعد رانش زمین‌اند، هر ساله منجر به ویرانی‌های گسترده و هدر رفتن سرمایه و زیرساخت‌ها و همچنین از دست رفتن جان عده‌ای از مردم می‌گردد. بدین ترتیب، با توجه به ویژگی‌های استان تهران، اهمیت پرداختن به مسئله رانش زمین در این استان اولویت زیادی دارد و می‌بایست به گونه‌ای علمی و کارشناسانه مد نظر قرار گیرد.

با توجه به تحقیقات صورت‌گرفته، مهم‌ترین عوامل در تعیین معیارهای مؤثر، داشتن میزانی از وابستگی با وقوع پدیده رانش، وجود تغییرات همراه با تغییر مکان و قابلیت اندازه‌گیری است (Yalcin, 2008). با توجه به مقالات ارائه‌شده در تهیه نقشه حساسیت رانش زمین و دیدگاه‌های کارشناسی درباره وقوع این پدیده در استان تهران، سرانجام این معیارها به عنوان معیارهای تأثیرگذار در این زمینه تعیین شدند: شیب^۷، جهت شیب^۸، پوشش و کاربری زمین^۹، سنگ‌شناسی^{۱۰}، فاصله از رودخانه‌ها و آبراهه‌ها، و فاصله از گسل^{۱۱}.

داده‌های شیب و جهت شیب از مدل رقومی ارتفاعی^{۱۲} به‌دست می‌آیند. شیب از مهم‌ترین معیارهاست، به‌ویژه هنگامی که منطقه دارای شیب‌های

نشان داده می‌شود که در آن a_{ij} ترجیح عناصر a_{ij} نسبت به عنصر j ام است و با مشخص بودن a_{ij} ‌ها می‌توان وزن عناصر را محاسبه کرد.

رابطه (۱)

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

$$A = [a_{ij}] \quad i, j = 1, 2, \dots, n$$

در حقیقت یکی از مزایای فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی کنترل سازگاری سیستم و تصمیم است و می‌توان درباره خوب یا بد بودن و نیز مطلوب یا مردود بودن آن قضاوت کرد. بردار وزن در هر ماتریس سازگار^۱ (با برقراری شرط $a_{ik} \times a_{kj} = a_{ij}$) از نرمالیزه کردن عناصر هر ستون به‌دست می‌آید. اما در حالتی که ماتریس ناسازگار^۲ باشد، محاسبه وزن ساده نیست و برای به دست آوردن آن چهار روش عمده مطرح می‌گردد (Ghodsipour, 2006) که عبارت‌اند از: روش حداقل مربعات^۳، روش حداقل مربعات لگاریتمی^۴، روش بردار ویژه^۵ و روش‌های تقریبی^۶. در این تحقیق، برای محاسبه وزن‌ها از روش تقریبی استفاده شده است (Saaty, 1980) و (Saaty, 1990).

۴- منطقه مورد مطالعه

در این پژوهش، استان تهران به‌عنوان منطقه مطالعاتی انتخاب شده است که در محدوده جغرافیایی $50^{\circ} 10' - 53^{\circ} 10' E$ و $34^{\circ} 52' - 36^{\circ} 21' N$ قرار دارد. این استان از لحاظ موقعیت جغرافیایی، واقع در جنوب شرقی مرکز رشته‌کوه‌های البرز است رودخانه‌هایی دائمی بسیار در خود دارد. ویژگی‌های آب و هوایی، بارندگی‌های شدید و به تبع آن شبکه آبراهه نسبتاً دائمی، مقاومت پایین خاک در برخی مناطق در برابر فشارهای خارجی، موقعیت کوهستانی و تغییرات

1. Consistent
2. Inconsistent
3. Least Squares Method
4. Logarithmic Least Squares Method
5. Eigen vector Method
6. Approximation Method
7. Slope
8. Aspect
9. Landuse
10. Lithology
11. Fault
12. DEM (Digital Elevation Model)

به ترتیب با استفاده از مدل رقومی ارتفاعی با دقت ارتفاعی یک متر، نقشه رودخانه‌ها، نقشه گسل‌ها، نقشه سنگ‌شناسی (برداری)، و نقشه کاربری زمین (برداری) به‌واسطه سرویس‌های پردازش مکانی (WPS) در معماری ارائه شده، تولید می‌شوند و به عنوان ورودی در دیگر پردازش‌های مکانی در زنجیره سرویس به کار می‌روند. بنابراین پیش‌پردازش (آماده‌سازی داده‌ها)، پردازش داده‌ها و سرانجام تولید نقشه حساسیت رانش زمین به صورت خودکار با وب‌سرویس‌های پردازشی صورت می‌گیرد.

۵- معماری سیستم

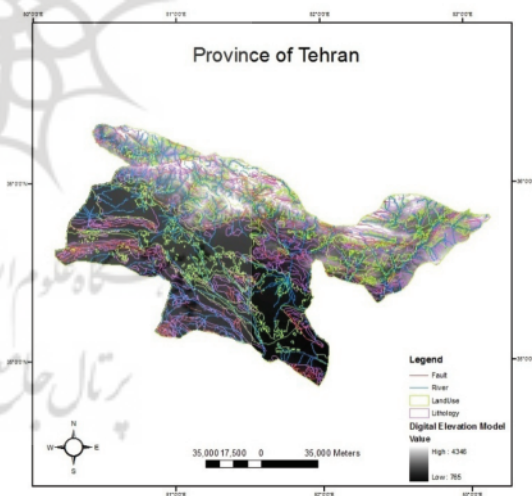
در این قسمت، معماری سیستم تحلیلگر حساسیت رانش زمین بررسی می‌گردد. این معماری براساس مفاهیم سرویس‌گرایی و استانداردهای OGC و به منظور رفع مشکل در تعامل‌پذیری، انعطاف‌پذیری و کارایی زنجیره سرویس‌های مکانی طراحی شده است. شکل ۲ معماری سیستم پیشنهادی را نشان می‌دهد. این سیستم دارای معماری چهار لایه است: لایه نمایش^۱، لایه برنامه‌کاربری^۲، لایه سرویس^۳، و لایه داده^۴ها.

۵-۱- لایه نمایش

این لایه به منظور دریافت ورودی از کاربر و ایجاد خروجی و نمایش آن بر روی سیستم کاربر طراحی شده است. این لایه نمایش قابلیت‌هایی را برای واسط کاربر و همچنین برقراری تعامل و نمایش داده‌ها ارائه می‌کند. همچنین، این لایه به واسطه مخفی کردن قسمتی از پیچیدگی فرایند فراخوانی HTTP ارتباط با سرویس‌ها و دسترسی به آنها را تسهیل می‌کند.

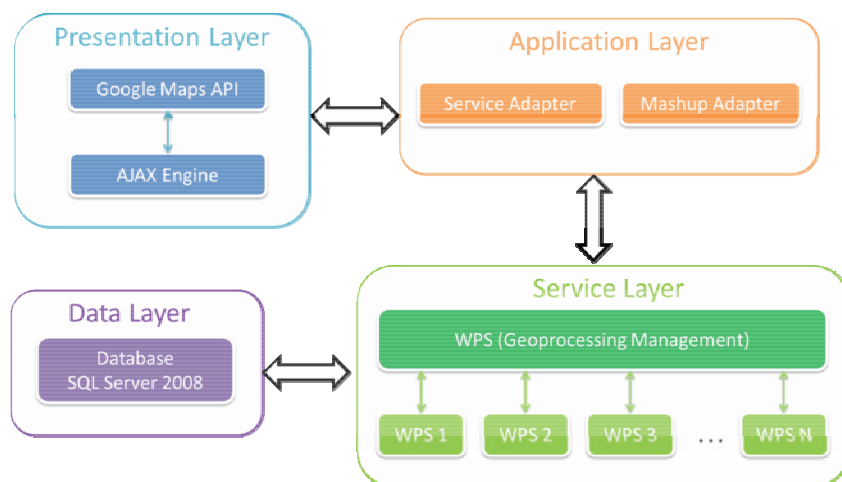
1. Presentation Layer
2. Application Layer
3. Service Layer
4. Data Layer

عمیق باشد. جهت شیب به‌دلیل رابطه آن با عواملی چون شرایط آب و هوا، پوشش زمین، و شرایط خاک، تأثیری غیرمستقیم بر ناپایداری شیب دارد. جنس خاک نیز با حساسیت رانش زمین مرتبط است. از طرفی، صخره‌های قوی‌تر پایداری بیشتری در برابر محرک از خود نشان می‌دهند؛ و از طرف دیگر، میزان بروز رانش زمین رابطه عکس با تراکم پوشش گیاهی دارد. مجاورت با گسل‌ها در ناپایداری و حساسیت شیب مؤثر است و نه تنها بر ساختارهای سطحی تأثیر می‌گذارد بلکه منجر به نفوذپذیری زمین (آب در خاک) می‌شود. مجاورت با رودخانه و آبراهه نیز در مناطق تپه ماهور از دیگر عوامل مؤثر در بروز رانش زمین به شمار می‌آید. شکل ۱ نقشه‌های موضوعی اولیه (رودخانه‌ها، گسل‌ها، جنس خاک و سنگ، کاربری زمین، و DEM) با دقت ارتفاعی یک متر و قدرت تفکیک ۸۰ متر) را نشان می‌دهد.



شکل ۱. منطقه مورد مطالعه و عوامل بروز رانش زمین در آن

در این پژوهش، نقشه‌های موضوعی اولیه در پایگاه داده‌ها ذخیره شده‌اند. نقشه‌های معیار مورد نیاز برای تهیه نقشه حساسیت رانش زمین مشتمل‌اند بر نقشه شیب، جهت شیب، فاصله از رودخانه، فاصله از گسل، سنگ‌شناسی (رستری)، و کاربری زمین (رستری)، که



شکل ۲. معماری سیستم تحلیلگر حساسیت رانش زمین

دوردست مورد نظر ارتباط برقرار می‌کند. مؤلفه رابط Mashup^۲ نتایج درخواست Execute سرویس WPS را برای نمایش آماده‌سازی می‌کند، به طوری که اطلاعات آماده نمایش به بخش لایه نمایش منتقل می‌گردد و در Google Maps به نمایش در می‌آید.

۵-۳- لایه سرویس

لایه سرویس شامل موتور پردازش تولید نقشه در سمت سرویس‌دهنده است که تحلیل حساسیت رانش زمین را از طریق زنجیره‌ای از سرویس‌های پردازش مکانی فراهم می‌کند. این عملیات پردازشی برای تهیه نقشه حساسیت رانش زمین به کار می‌رود. لایه سرویس و زنجیره سرویس‌های مکانی مستقر در آن، بخش اصلی معماری پیشنهادی را تشکیل می‌دهند.

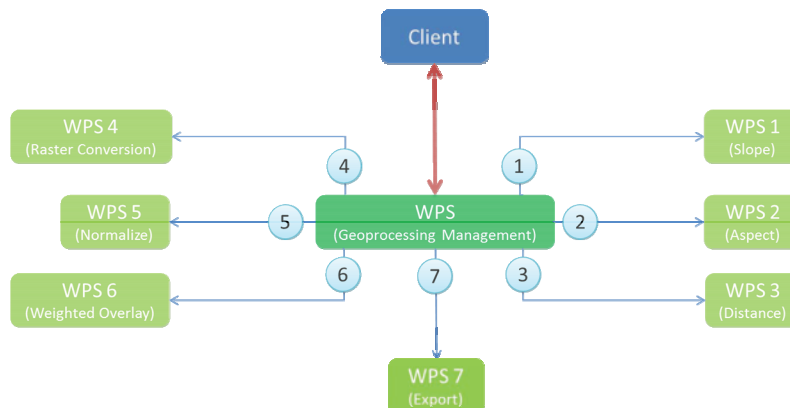
برای تولید و انتشار نقشه حساسیت زمین از WPS استفاده شده است. برای این کار، با توجه به نتایج بخش زنجیره‌سازی وب سرویس‌های مکانی (بخش ۲-۲)، زنجیره‌ای از سرویس‌های پردازش مکانی و یک مؤلفه مدیریت سرویس‌های پردازش مکانی در قالب WPS در نظر گرفته شد.

این لایه دربرگیرنده واسط کاربری و فناوری‌های سرویس‌گیرنده وب است. با توجه به نتایج بررسی‌های انجام‌شده از میان سکوهای توسعه برنامه‌های مکانی مبتنی بر وب، Google Maps API به عنوان سکوی توسعه سیستم در سمت سرویس‌گیرنده انتخاب گردید. سکوی Google Maps واسط برنامه‌نویسی قدرتمندی را با کاربرد آسان و مستندات کافی ارائه می‌کند و داده‌های مکانی (نقشه و تصویر) با کیفیت بالا را نیز در اختیار کاربران قرار می‌دهد. به منظور افزایش کارایی سیستم از فناوری‌های سمت سرویس‌گیرنده نظیر HTML، پویا، CSS، JavaScript و AJAX برای توسعه ماژول‌های این لایه استفاده شده است.

۵-۲- لایه برنامه کاربردی

لایه برنامه کاربردی، امکان تلفیق داده و سرویس را فراهم می‌سازد و ارتباط میان کاربر نهایی و سرویس‌ها را برقرار می‌کند. برای دستیابی به این هدف، مؤلفه‌هایی در این لایه برای تلفیق و نمونه‌سازی و فراخوانی سرویس‌ها ایجاد شد. بخش رابط سرویس^۱ امکان برقراری ارتباط را میان کاربر و نمونه‌های سرویس WPS موجود در لایه سرویس فراهم می‌کند. این مؤلفه، پس از گردآوری پرسش‌های کاربر، آنها را براساس استاندارد OGC کدگذاری، و سپس با سرویس

1. Service Adapter
2. Mashup Adapter



شکل ۳. نمودار توالی سرویس‌های درگیر در تولید و انتشار نقشه حساسیت رانش زمین

گردید. در تدوین این سیستم، از فناوری وب‌سرویس به‌همراه واسط‌ها و کدگذاری‌های OGC، برای ایجاد یک زنجیره سرویس مکانی انعطاف‌پذیر و کارا و تعامل‌پذیر استفاده شد.

لایه نمایش شامل Google Maps API است که نقشه‌ها و تصاویر ماهواره‌ای را از سرویس‌دهنده Google بازیابی می‌کند. به‌علاوه، این لایه شامل وب‌فرم‌ها و کنترل‌های کاربر است که واسط کاربر را در قالب موتور AJAX تشکیل می‌دهند. از فناوری‌های سرویس‌گیرنده وب نظیر HTML پویا، CSS و Java Script برای ایجاد مؤلفه‌های لایه نمایش استفاده شد. در پیاده‌سازی مؤلفه‌های لایه برنامه کاربردی و لایه سرویس، چارچوب Microsoft .NET 3.5 و کتابخانه ESRI ArcObjects به کار گرفته شد و پایگاه داده‌های Microsoft SQL Server 2008 برای نگهداری و مدیریت داده‌های مورد نیاز در تولید نقشه حساسیت رانش زمین مورد استفاده قرار گرفت.

شکل ۴ واسط کاربری سیستم را نشان می‌دهد. ابزار استاندارد کنترل Google Maps قابلیت‌های مختلفی دارد، همچون: تغییر بزرگنمایی و ناوش و همچنین کنترل نوع نمایش آن با چشم‌اندازهای متفاوتی مانند نقشه^۱، تصاویر ماهواره‌ای^۲ و تلفیق نقشه

1. Map
2. Satellite

شکل ۳ نمودار توالی سرویس‌های درگیر در تولید و انتشار نقشه حساسیت زمین را نشان می‌دهد. با توجه به شکل، فرایند تولید نقشه در واقع الگویی چند مرحله‌ای است که به‌صورت روال کاری طراحی شده است.

۵-۴- لایه داده‌ها

لایه داده‌ها بر روی پایگاه داده‌ها تمرکز دارد، که مشتمل است بر منابع داده‌ها، و بایگانی‌های فراداده سرویس‌ها. داده‌های گردآوری شده با فرمت‌های مختلف در پایگاه داده ذخیره می‌گردند و به‌وسیله مؤلفه‌های لایه برنامه کاربردی مدیریت می‌شوند و به کار می‌روند. در این قسمت از SQL Server 2008 برای ذخیره لایه‌های برداری با فرمت (.shp)، Shapefile، لایه‌های رستری با فرمت ERDAS IMAGINE Image و متون فراداده‌ها برای سرویس‌های پردازشی در قالب HML استفاده شده است.

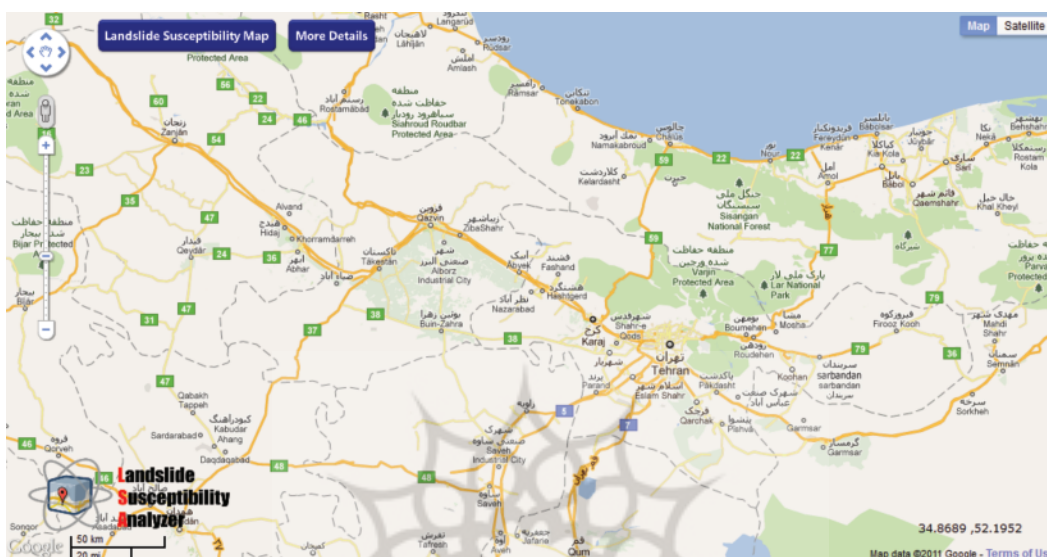
۶- پیاده‌سازی سیستم تحلیلگر حساسیت رانش زمین

برای بررسی و اثبات عملکرد معماری پیشنهادی، سیستمی آزمایشی پیاده‌سازی شد. بدین منظور، نوعی برنامه کاربردی سرویس‌گرا برای نمایش اطلاعات رانش زمین در قالب نقشه حساسیت رانش زمین ایجاد

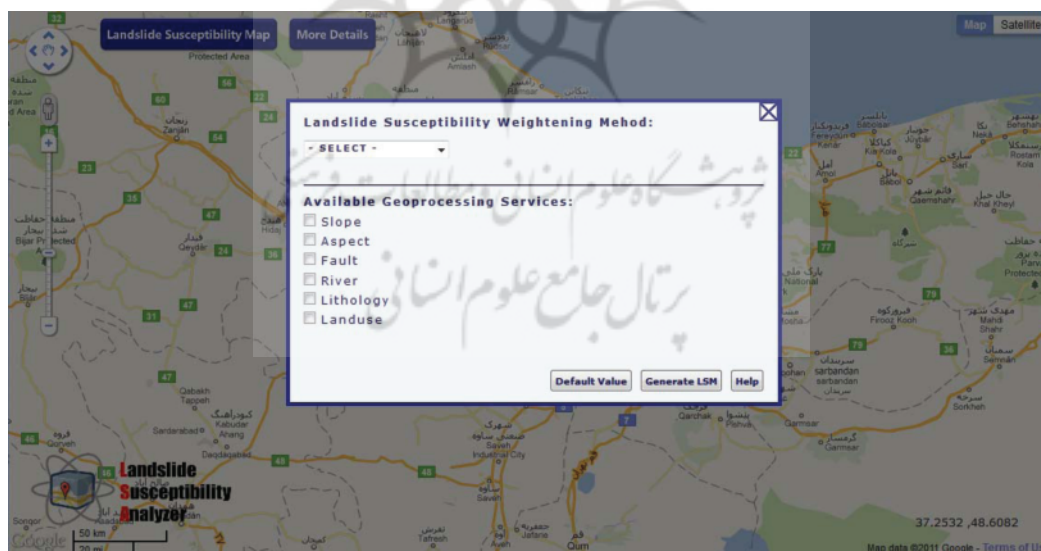
مهسا آمینی طره و همکاران

انجام تصمیم‌گیری انتخاب کنند و سپس از میان سرویس‌های پردازشی موجود سرویس‌های مورد نیاز را برای استفاده در تولید نقشه حساسیت رانش زمین برگزینند (شکل ۵).

و تصاویر ماهواره‌ای^۱. اقلام اضافی (مانند: وب‌فرم‌ها و کنترل‌ها) برای فراهم کردن کنترل بیشتر بر موتور پردازشی به این واسط اضافه شدند. از طریق این قابلیت، کاربران می‌توانند ابتدا روش وزن‌دهی را برای



شکل ۴. واسط کاربری تحلیلگر حساسیت رانش زمین^۱



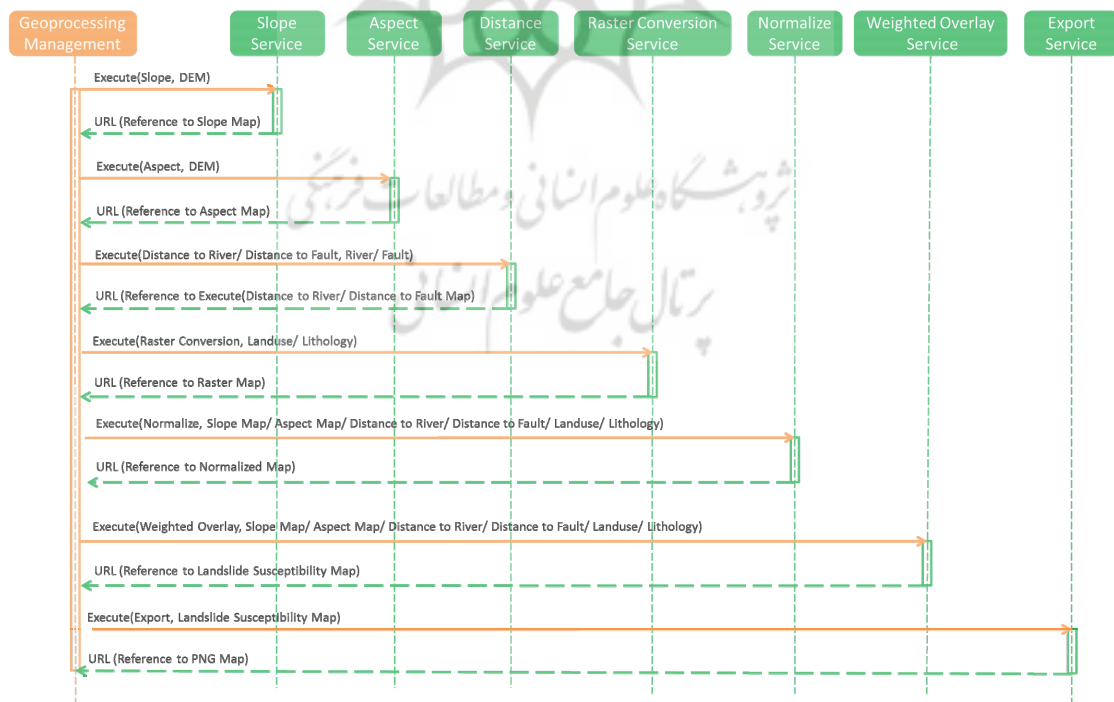
شکل ۵. واسط کاربری برای انتخاب روش وزن‌دهی برای تولید نقشه حساسیت رانش زمین

1. Hybrid

توسعه چارچوبی استاندارد و تعامل‌پذیر به منظور تلفیق سرویس‌های پردازش مکانی

پردازش مکانی را با سرویس‌های پردازشی در زنجیره سرویس پویا به روش نیمه‌شفاف نشان می‌دهد. در تولید نقشه از فرایندی چندمرحله‌ای پیروز می‌شود، که در قالب زنجیره سرویس پویا طراحی و پیاده‌سازی شده است. این زنجیره سرویس متشکل است از سرویس‌های پردازشی مختلف به نام‌های Slope, Aspect, Distance, Raster, Conversion, Normalize, Weighted Overlay و Export. هر کدام از این سرویس‌ها خود شامل یک یا چندین پردازش است، که برای جلوگیری از پیچیده شدن زنجیره سرویس در قالب یک سرویس پیاده‌سازی شده‌اند. سرویس Distance شامل سه عملگر پردازش مکانی است. اولین عملگر، Distance است که برای تولید نقشه فاصله از لایه‌های رودخانه و گسل به کار می‌رود. از آنجا که فاصله دارای تأثیر معکوس بر رانش زمین است، می‌بایست عملگر Inverse نیز بر روی نقشه فاصله از رودخانه و گسل اعمال شود تا مقادیر آن معکوس گردد.

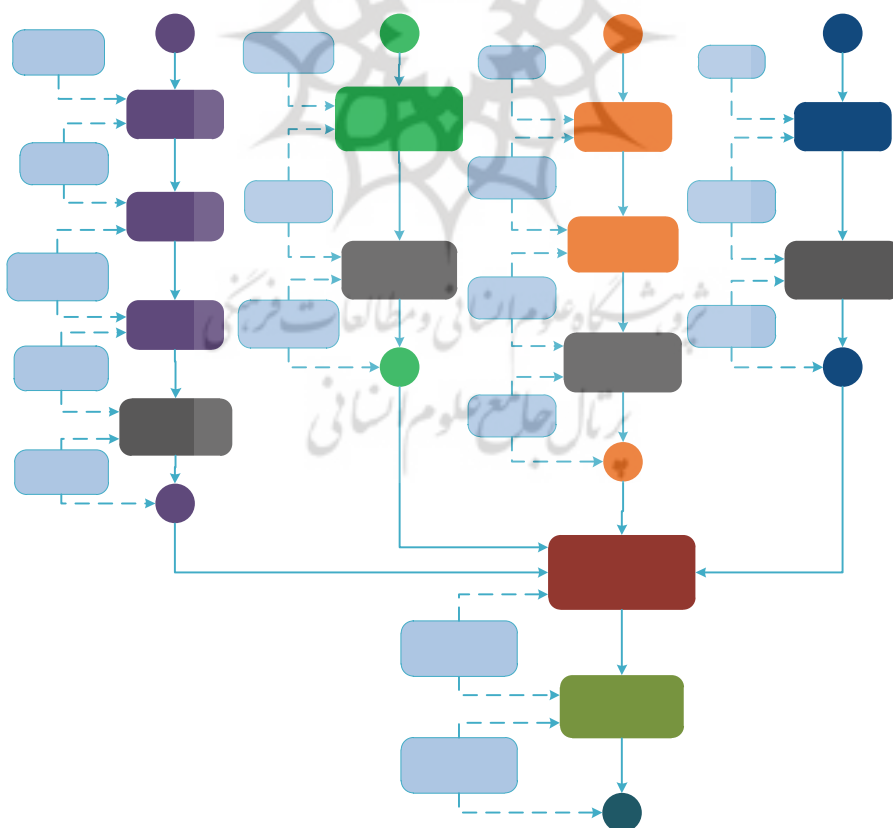
هنگامی که کاربر به درخواست نقشه حساسیت رانش زمین اقدام می‌کند، یک درخواست AJAX آماده شده و در قالب درخواست Execute به سمت مؤلفه مدیریت سرویس‌های پردازش مکانی فرستاده می‌شود. سپس موتور پردازش درخواست را تجزیه و سرویس‌های پردازشی مورد نیاز را با توجه به ترجیحات کاربران به نوبت اجرا می‌کند. همان‌طور که در بخش زنجیره‌سازی وب سرویس‌های مکانی (بخش ۲-۲) تشریح گردید، برای دستیابی به انعطاف‌پذیری مطلوب در برنامه کاربردی و بهبود قابلیت استفاده مجدد سرویس‌ها، کاهش زمانی پاسخگویی و بهبود در کارایی برنامه کاربردی، از روش نیمه‌شفاف در پیاده‌سازی زنجیره سرویس استفاده شده است. به‌علاوه، برای کاهش حجم داده مبادله‌شده در معماری موجود تبادل داده‌ها میان کاربر و سرویس و همچنین میان سرویس‌های پردازش مکانی در زنجیره سرویس به‌صورت مرجع‌دهی و به‌واسطه URL انجام می‌گیرد. شکل ۶ چگونگی تعامل مؤلفه مدیریت سرویس‌های



شکل ۶. نمودار ساده توالی برای فرایند تولید نقشه حساسیت رانش زمین

تولید خروجی نهایی و اعمال همپوشانی نقشه‌ها نیز سرویس Weighted Overlay به کار می‌رود. این سرویس برای انجام فرایند تصمیم‌گیری و وزن‌دهی به نقشه‌ها، دو روش وزن‌دهی ساده و AHP را به کار می‌گیرد. در روش وزن‌دهی ساده، محاسبه وزن‌ها و تولید نقشه براساس وزن‌های ورودی کاربر و اصل میانگین وزن‌دار انجام می‌شود. در روش AHP، ماتریس وزن تشکیل می‌شود و سازگاری و ناسازگاری وزن‌ها محاسبه می‌گردد؛ و در صورت سازگار نبودن، می‌بایست وزن‌دهی دوباره صورت گیرد. در نهایت سرویس با توجه به وزن‌هایی که کاربر در سرویس گیرنده به هر کدام از نقشه‌های مورد نظر اختصاص داده است، وزن‌های نهایی را محاسبه و نقشه حساسیت رانش زمین را تولید می‌کند. برای نمایش نقشه در لایه نمایش، خروجی نهایی به‌واسطه سرویس Export به قالب مناسبی (نظیر PNG، SVG و KML) تبدیل می‌شود. به این ترتیب، نقشه حساسیت رانش زمین با قالب مناسب برای نمایش در Google Maps فراهم می‌آید.

سرانجام می‌بایست عملگر Clip، با استفاده از لایه محدوده استان تهران، بر نقشه معکوس‌شده اعمال گردد تا نقشه نهایی برای محدوده مورد نظر در قالب نقشه فاصله از رودخانه یا غسل آماده شود. در نتیجه، سه عملگر Distance و Inverse و Clip به عنوان سرویس Distance در نظر گرفته می‌شوند. سرویس Aspect نیز شامل دو عملگر Aspect و Reclassify است، که اولی برای ایجاد نقشه جهت شیب از داده‌های DEM به کار می‌رود و دومی برای طبقه‌بندی مجدد نقشه براساس اطلاعات جهت شیب. به‌واسطه این عملگر، اطلاعات به صورت معنادار در می‌آیند و برای تولید نقشه نهایی حساسیت رانش زمین آماده می‌شوند. همان‌طور که در شکل ۷ نشان داده شده است، دیگر سرویس‌های پردازش مکانی مانند سرویس Slope و Raster Conversion دارای یک عملگر هستند. با اجرای این سرویس‌ها نقشه‌های مورد نیاز تولید می‌گردد که برای آماده‌سازی نهایی می‌بایست با سرویس Normalize نرمال‌سازی شوند. در ادامه، برای



شکل ۷. نمودار توالی سرویس‌های درگیر و عملگرهای پردازشی آنها در فرایند تهیه نقشه حساسیت رانش زمین

توسعه چارچوبی استاندارد و تعامل‌پذیر به منظور تلفیق سرویس‌های پردازش مکانی



شکل ۸. نمایش نقشه حساسیت رانش زمین تولیدشده به‌وسیله سیستم تحلیلگر حساسیت رانش زمین

اندازه‌گیری گردید. زمان پاسخگویی، زمانی است که سرویس‌های پردازش مکانی برای انجام پردازش‌های مورد نظر و بازگرداندن نتایج سپری می‌کنند. حجم داده‌ها، میزان داده‌های تبادل‌شده میان سرویس‌گیرنده و لایه سرویس و یا میان سرویس‌های پردازشی مستقر در زنجیره سرویس است. در این بررسی، از رایانه‌ای با پردازنده چهارهسته‌ای با سرعت ۲/۵ گیگاهرتز و حافظه ۳ گیگابایت و اینترنت با پهنای باند ۲ مگابیت استفاده شد.

این آزمون با استفاده از مرورگر Firefox و نرم‌افزار الحاقی پایش شبکه^۱ Firebug انجام گرفت. جدول ۱ حجم تبادل داده‌ها و زمان مورد نیاز به منظور تبادل داده‌ها و ارائه خروجی در این سیستم را نشان می‌دهد. در این آزمون، متوسط نتایج مربوط به ۱۰ فراخوانی برای هر سرویس در نظر گرفته شده است.

با توجه به نتیجه آزمون، بیشترین زمان و حجم داده‌های مبادله‌شده به ترتیب به سرویس Distance و سرویس Weighted Overlay اختصاص یافته‌اند. این نتیجه با توجه به اینکه سرویس Distance دارای

شکل ۸ نقشه نهایی تولیدشده به‌وسیله سیستم تحلیلگر حساسیت رانش زمین را که از طریق Google Maps در دسترس قرار گرفته است، نشان می‌دهد.

۷- بحث و ارزیابی

در این پژوهش، یک برنامه کاربردی سرویس‌گرا به منظور تولید نقشه حساسیت رانش زمین ارائه شد. برای این کار، عواملی مانند زنجیره‌سازی، تعامل‌پذیری، کارایی و قابلیت استفاده مجدد سرویس‌های پردازش مکانی در نظر گرفته شدند. از روش زنجیره‌سازی نیمه‌شفاف نیز به‌منظور برقراری تعادل میان انعطاف‌پذیری و سطح کارایی، و روش مرجع‌دهی نیز به‌عنوان شیوه تبادل داده‌ها به‌کار گرفته شد. افزون بر اینها، الگوی ارتباطی هم‌زمان برای ارتباط میان سرویس‌گیرنده و زنجیره سرویس، و میان سرویس‌های مستقر در زنجیره سرویس به کار رفته است.

برای ارزیابی فنی تحلیلگر حساسیت رانش زمین از نظر کارایی و انعطاف‌پذیری، آزمونی با استفاده از نقشه‌های رودخانه‌ها، گسل‌ها، جنس خاک و سنگ، کاربری زمین، و DEM استان تهران انجام گرفت. به همین منظور، زمان پاسخگویی و حجم داده مبادله‌شده

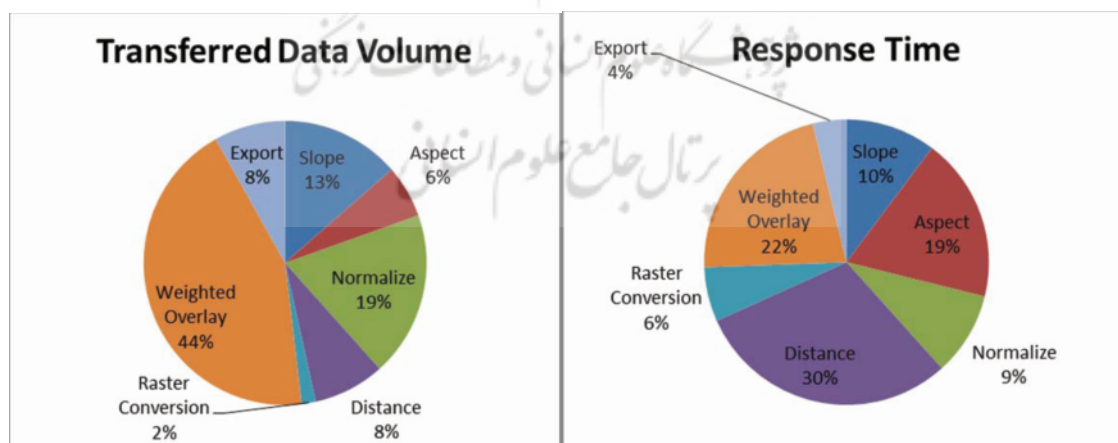
1. (<http://www.gelfirebug.com>)

حالی که حجم داده‌های مبادله شده حدوداً ۲۷۶/۶۳ مگابایت برای اجرای هشت سرویس پردازش اصلی است. درصد زمان پاسخگویی سرویس‌ها و حجم کل داده‌های مبادله شده میان آنها در شکل ۹ ارائه شده است.

بیشترین عملیات در قیاس با بقیه سرویس‌هاست، توجیه‌شدنی است. از آنجا که در سرویس Weighted Overlay نیز از نقشه‌های تولیدشده دیگر سرویس‌ها استفاده می‌شود، میزان داده‌های مبادله شده منطقی به نظر می‌رسد. کل زمان اجرای سیستم تحلیلگر حساسیت رانش زمین حدود ۱۰/۳ ثانیه است، در

جدول ۱. متوسط زمان پاسخگویی و حجم تبادل داده‌ها در تحلیلگر حساسیت رانش زمین

سرویس	زمان پاسخگویی (ثانیه)	حجم داده‌ها (مگابایت)
Slope	۱۳/۱۲	۳۷/۶۰
Aspect	۲۳/۷۹	۱۶/۵۳
Distance	۳۸/۲۷	۲۲/۵۴
Raster Conversion	۷/۹۱	۴/۵۱
Normalize	۱۲/۱	۵۱/۹۷
Weighted Overlay	۲۷/۷۹	۱۲۰/۹۰
Export	۴/۹۰	۲۲/۵۷
Management	۲/۴۲	۰/۰۰۱



شکل ۹. درصد زمان پاسخگویی و حجم کل داده‌های مبادله شده در فرایند تولید نقشه حساسیت رانش زمین

۸- نتیجه‌گیری

در این پژوهش، چارچوبی کارآمد برای ارائه نقشه حساسیت رانش زمین با تکیه بر مفاهیم سرویس‌گرایی و استانداردهای دنیای اطلاعات مکانی فراهم گردید. به‌علاوه، چگونگی رفع چالش‌های تکنیکی پیش‌رو در ایجاد و پیاده‌سازی سیستم‌های پردازش مکانی توزیع‌یافته نظیر زنجیره‌سازی سرویس‌ها، نحوه عملکرد سرویس‌ها در زنجیره سرویس، و چگونگی ارتباط با منابع داده‌ها مورد بررسی قرار گرفت؛ و آن‌گاه راه‌حلی باز، استاندارد، و تعامل‌پذیر براساس فناوری وب‌سرویس و استاندارد WPS ارائه گردید. بدین منظور، سازوکاری استاندارد، تعامل‌پذیر، کارا و انعطاف‌پذیر برای ارائه قابلیت‌های پردازش مکانی توزیع‌یافته در قالب زنجیره سرویس پویا طراحی شد و معماری سرویس‌گرایی پیشنهادی در قالب سیستم تحلیلگر حساسیت رانش زمین پیاده‌سازی گردید.

در این پژوهش، روش‌های مختلف زنجیره‌سازی سرویس نیز ارزیابی شدند. از جمله چالش‌های اصلی در طراحی سیستم‌های پردازش مکانی توزیع‌یافته براساس معماری سرویس‌گرا، انتخاب نوع زنجیره سرویس و الگوی مدیریت سرویس‌های مستقر در زنجیره است. انتخاب الگوی بهینه تبادل داده‌ها در زنجیره سرویس و الگوی ارتباطی میان سرویس‌گیرنده و زنجیره سرویس، و نیز میان سرویس‌های مستقر در زنجیره سرویس چالش‌های مهم دیگر در این زمینه‌اند. برای رفع چالش‌های تکنیکی یادشده، در معماری پیشنهادی از روش زنجیره نیمه شفاف استفاده شد. با استفاده از این روش، اجرای روال کاری و فراخوانی سرویس‌های پردازش مکانی مستقر در زنجیره سرویس به‌وسیله مؤلفه مرکزی (مؤلفه مدیریت سرویس‌های پردازشی مکانی) مدیریت شد و تبادل داده‌ها میان سرویس‌گیرنده و لایه سرویس و همچنین میان سرویس‌های پردازش مکانی مستقر در زنجیره سرویس به‌واسطه مرجع‌دهی و براساس URL انجام گرفت. به‌علاوه، از آنجا که تولید نقشه حساسیت زمین با توجه

به روش‌های محاسباتی انتخاب‌شده جزء پردازش‌های زمان‌بر طبقه‌بندی نمی‌گردد، لذا الگوی ارتباطی همزمان برای ارتباط میان سرویس‌های مستقر در زنجیره سرویس و میان سرویس‌گیرنده و زنجیره سرویس به کار گرفته شد. از آنجا که استفاده از این روش امکان فراخوانی سرویس‌های پردازشی پایه مستقر در زنجیره سرویس به صورت مستقل فراهم می‌آید، لذا انعطاف‌پذیری حفظ می‌گردد و سرویس‌های پایه قابلیت استفاده مجدد را دارند. از طرف دیگر، به علت کاهش عملیات فراخوانی و بازیابی متعدد و کاهش حجم تبادل داده‌ها، کارایی بهبود می‌یابد.

ارائه نقشه حساسیت رانش زمین از طریق سکوهایی مکانی وب همچون Google Maps با سرویس‌های پردازش مکانی، نقطه عطفی در فراهم ساختن دسترسی گسترده و روزآمد به اطلاعات زیست‌محیطی به شمار می‌آید. دسترسی گسترده به این اطلاعات می‌تواند نقش عمده‌ای در شناسایی مناطق حساس به رانش زمین و افزایش آگاهی عمومی به این‌گونه مناطق خطرناک و میزان خطرهای احتمالی داشته باشد این قابلیت، تصمیم‌گیران و مدیران و عموم مردم را قادر می‌سازد تا در دامنه‌های کاربردی مختلف و بحرانی، تصمیمات مؤثری در زمینه پیشگیری و کنترل خسارت گسترده - چه در زمینه اقتصادی و چه برای جان مردم - بگیرند. در این پژوهش، با افزودن قابلیت انجام تحلیل‌های مکانی به Google Maps از طریق وب‌سرویس‌های مکانی، گام مهمی در دسترسی همگانی به تحلیل‌های GIS برداشته شده است. بدین ترتیب، سازوکار آسان و در عین حال قدرتمندی در ایجاد برنامه‌های کاربردی تعاملی تحت وب فراهم آمده است که از سکوی Google به عنوان موتور نمایش استفاده می‌کند.

در پژوهش‌های آینده به جنبه‌های مهم دیگر در پیاده‌سازی سیستم‌های پردازش مکانی توزیع‌یافته، مانند استفاده از الگوی ارتباط غیرهمزمان و سازوکار

- Di, L., Zhao, P., Yang, W., Yu, G., & Yue, P., 2005, **Intelligent Geospatial Web Services**, In Proceedings of IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, Seoul, South Korea, 25-29.
- Foerster, T., Schaeffer, B., Brauner, J. & Jirka, S., 2009, **Integrating OGC Web Processing Services into Geospatial Mass-market Applications**, In Proceedings of the International Conference on Advanced Geographic Information Systems & Web Services, Cancun, Mexico, 1-7 February.
- Friis-Christensen, A., Lucchi, R., Lutz, M., Ostländer, N., 2009, **Service Chaining Architectures for Applications Implementing Distributed Geographic Information Processing**, International Journal of Geographical Information Science, 23(5), 561-580.
- Friis-Christensen, A., Ostländer, N., Lutz, M., & Bernard, L., 2007, **Designing Service Architectures for Distributed Geoprocessing: Challenges and Future Directions**, Transactions in GIS 11 (6), 799-818.
- Ghodsipour, H., 2006, **Analytic Hierarchy Process**, Amir Kabir University of Technology Publication.
- Goodall, J.L., Horsburgh, J.S., Whiteaker, T.L., Maidment, D.R., and Zaslavsky, I., 2008, **A First Approach to Web Services for the National Water Information System**, Environmental Modelling & Software, 23 (3), 304-401.
- آگاه‌سازی^۱ در پردازش‌های مکانی زمان‌بر پرداخته خواهد شد.
- ۹- منابع
- Alameh, N., 2003, **Chaining Geographic Information Web Services**, IEEE Internet Computing, 7(5), 22-29.
- Amirian, P., Alesheikh, A.A., & Bassiri, A., 2010, **Standards-based, Interoperable Services for Accessing Urban Services Data for The City of Tehran**, Computers, Environment and Urban Systems 34 (4), 309-321.
- Arciniegas, G., Janssen, R., and Omtzigt, N., 2011, **Map-Based Multicriteria Analysis to Support Interactive Land Use Allocation**, International Journal of Geographical Information Science.
- Asgharpour, M.G., 2004, **Multi Decision Criteria**, Publication of Tehran University (In Persian).
- Chang, Y.S., and Park, H.D., 2006, **XML Web Service-Based Development Model for Internet GIS Applications**, International Journal of Geographical Information Science 20 (4), 371-399.
- Crozier, M.J., Glade, T., 2005, **Landslide Hazard and Risk: Issues, Concepts and Approach**, In: Glade, T., Anderson, M., Crozier, M.J. (Eds.), Landslide Hazard and Risk. Wiley, Chichester, 1-40.
- Denzer, R., 2005, **Generic Integration of Environment Decision Support Systems – State-of-the-art**, Environmental Modelling & Software, 20 (10), 1217-1223.

1. Notification

- Granell, C., Díaz, L., and Gould, M., 2009, **Service-Oriented Applications for Environmental Models: Reusable Geospatial Services**, *Environmental Modelling & Software*, 25 (2), 182-198.
- IAEG, 1990, **Commission on Landslide: Suggested Nomenclature for landslides**, *Bulletin of the International Association of Engineering Geology*, 41, 13-15.
- Kanungo, D.P., Arora, M.K., Sarkar, S., Gupta, R.P., 2006, **A Comparative Study of Conventional, ANN Black Box, Fuzzy and Combined Neural and Fuzzy Weighting Procedures for Landslide Susceptibility Zonation in Darjeeling Himalayas**, *Engineering Geology* 85, 347-366.
- Kiehle, C., Greve, K. and Heier, C., 2007, **Requirements for Next Generation Spatial Data Infrastructures-Standardized Web Based Geoprocessing and Web Service Orchestration**, *Transactions in GIS*, 11(6), 819-834.
- Kokash, N., 2007, **Risk Management for Service-Oriented Systems**, *Proceedings of 7th International Conference in Web Engineering*, Page: 576, 978-88-902405-2-2.
- Lanig, S., and Zipf, A., 2009, **Interoperable Processing of Digital Elevation Models in Grid Infrastructures**, *Earth Science Informatics* 2, 107-116.
- Lemmens, R., Wytzisk, A., de By, R., Granell, C., Gould, M., van Oosterom, P., 2006, **Integrating Semantic and Syntactic Descriptions to Chain Geographic Services** *IEEE Internet Computing*, 10 (5), 42-52.
- Liu, Y., Gupta, H., Springer E. and Wagener, T., 2008, **Linking Science with Environmental Decision Making: Experiences from an Integrated Modeling Approach to Supporting Sustainable Water Resources Management**, *Environmental Modelling & Software*, 23 (7), 846-858.
- McCull C. and Aggett G., 2007, **Land-use Forecasting and Hydrologic Model Integration for Improved land-use Decision Support**, *Journal of Environmental Management* 84 (4), 494-512.
- Mineter, M.J., Jarvis, C.H., & Dowers, S., 2003, **From Stand-Alone Programs towards Grid-Aware Services and Components: A Case Study in Agricultural Modelling with Interpolated Climate Data**, *Environmental Modelling & Software*, 18 (4), 379-391.
- Nefeslioglu, H.A., Duman, T.Y., Durmaz, S., 2008, **Landslide Susceptibility Mapping for a Part of Tectonic Kelkit Valley (Eastern Black Sea region of Turkey)**, *Geomorphology*, 94, 401-418.
- Poorazizi, M.E. and Alesheikh, A.A., 2011, **Introducing Interoperable Geospatial Services to Present and Process Real-Time Sensor Observations (Case study: Tehran Air Quality Sensors)**, *Iranian Journal of Remote Sensing and GIS*.

- Poorazizi, M.E., Alesheikh, A.A., and Amini, M., 2010, **The Use of Web Services Technology for Mapping and Sharing Environmental Information in Virtual Globe Applications**, International Review on Computers and Software, 5 (3), 342-347.
- Saaty, T.L., 1980, **The Analytical Hierarchy Process**, McGraw Hill, New York, 350.
- Saaty, T.L., 1990, **Multicriteria Decision Making: The Analytic Hierarchy Process**, RWS Publications, Pittsburgh.
- Simonis, I., and Wytzisk, A., 2004, **Knowledge Bases in Spatial Data Infrastructure- a New Level of Decision Support**, In Proceedings of 7th Conference of Global Spatial Data Infrastructure, Bangalore, India.
- Soriso Valvo, M., 2002, **Landslides; from Inventory to Risk**, In: Rybář, J., Stemberk, J., Wagner, P. (Eds.), Landslides, Proceedings of the International European Conference on Landslides. Balkema, Rotterdam, 79-93.
- Stojanovic, Z., Dahanayake, A., 2005, **Service Oriented Software System Engineering: Challenges and Practices**, Idea Group Publishing.
- Vahidnia, M.H., 2009, **Evaluation and Development of Weighting Criteria Maps in Site Selection**, M.Sc. Thesis, Faculty of Geodesy & Geomatics Eng., K.N. Toosi University of Technology, Tehran, Iran.
- Vahidnia, M.H., Alesheikh, A.A., Alimohammadi, A., Hosseinali, F., 2010, **A GIS-Based Neuro-Fuzzy Procedure for Integrating Knowledge and Data In Landslide Susceptibility Mapping**, Computers & Geosciences, 36 (9), 1101-1114.
- Vescoukis, V., Doulamis, N., Karagiorgou, S., 2011, **A Service Oriented Architecture for Decision Support Systems in Environmental Crisis Management**, Future Generation Computer Systems.
- Yalcin, A., 2008, **GIS-Based Landslide Susceptibility Mapping Using Analytical Hierarchy Process and Bivariate Statistics in Ardesen (Turkey): Comparisons of results and confirmations**, Catena, 72, 1-12.
- Yue, P., Di, L., Yang, W., Yu G. and Zhao, P., 2007, **Semantics-Based Automatic Composition of Geospatial Web Service Chains**, Computers & Geosciences, 33 (5), 649-665.
- Zhao, P., Yu, G., Di, L., 2007, **Geospatial Web Services**, In: Hilton, B. N. (Ed.), Emerging Spatial Information Systems and Applications, Hershey: Idea Group Publishing, 1-35.