کاربرد مدل ترکیب خطی وزین (WLC) در پهنه‌بندی پتانسیل وقوع زمین لغزش

مطالعه‌ی موردی؛ منطقه‌ی سرخون در استان چهارمحال و بختیاری

دکتر عبدالامیر کَرم

استادیار جغرافیا دانشگاه تربیت معلم تهران

چکیده

شناخت نواحی مستعد وقوع زمین لغزش‌ها و حرکت‌های توده‌ای یکی از گام‌های اولیه در مدیریت منابع طبیعی و برنامه‌ریزی‌های توسعه‌ای و عمرانی است. حرکت‌های توده‌ای و زمین‌لغزش‌ها تحت تأثیر عوامل طبیعی و انسانی متعددی رخ می‌دهند. در این تحقیق از طریق تفسیر عکس‌های هوایی و بررسی‌های میدانی، زمین‌لغزش‌های رخداده در منطقه‌ی سرخون در شهرستان اردل از استان چهارمحال و بختیاری شناسایی شده و با استفاده از ۱۰ معیار مؤثر در لغزش‌زمین(شامل شیب زمین، جهت دامنه، پوشش زمین، فاصله تا گسله‌های اصلی، شاخص سبزینگی، شاخص تراکم پوشش گیاهی، بارش سالانه، جنس زمین، فاصله با راه‌های اصلی و فاصله با رودخانه) پتانسیل وقوع زمین لغزش در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی و با مدل ترکیب خطی وزین، ارزیابی شده و نقشه‌ی پهنه‌بندی وقوع زمین لغزش تهیه گردیده است. برای استانداردسازی داده‌ها از روش فازی و برای وزن‌دهی به معیارها از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی استفاده شده است. یافته‌های حاصل از پهنه‌بندی نشان می‌دهد که حدود ۳۸ درصد از اراضی محدوده‌ی مورد بررسی، پتانسیل بالایی برای وقوع زمین‌لغزش دارند. نقشه پهنه‌بندی، نواحی در معرض خطر و مستعد وقوع زمین لغزش را نشان می‌دهد و می‌تواند مورد استفاده‌ی طیف وسیعی ازمدیران منابع طبیعی و برنامه‌ریزان منطقه‌ای قرار گیرد. شناسایی نواحی با پتانسل بالای وقوع زمین لغزش آگاهی لازم برای اجتناب از اراضی مذکور را فراهم کرده و اجرای اقدامات اولویت‌دار را امکان‌پذیر می‌سازد.

کلیدواژه‌ها: زمین لغزش، پهنه‌بندی، مخاطرات طبیعی، مدل ترکیب خطی وزین، سیستم اطلاعات جغرافیایی، چهارمحال و بختیاری.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

زمین‌لغزش[1] و حرکت‌های توده‌ای[2] خاک و مواد دامنه‌ای، فرمی از فرآیندهای ژئومورفولوژیکی هستند و از دیدگاه مدیریت مخاطرات طبیعی[3] نوع خاصی از سوانح طبیعی قلمداد می‌شوند. وقوع این نوع پدیده‌ها هر ساله در بخش‌هایی از کشور ما و همچنین سایر نقاط جهان، خسارات جانی، مالی و زیست محیطی قابل توجهی را به همراه دارد. حرکت توده‌ای شامل کلیه جابجایی‌ها و جداشدگی‌های خاک و مواد سنگی به سمت پایین دامنه‌هاست و انواع مختلفی دارد که لغزش‌ها یکی از رایج‌ترین آنهاست.

بر اساس برآوردهای اولیه، سالانه حدود ۵۰۰ میلیارد ریال خسارات مالی از طریق وقوع زمین‌لغزه‌ها بر کشور وارد می‌شود(*کمک‌پناه، ۱۳۷۳: ۵*). همچنین بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که تا اوایل سال ۱۳۷۸، وقوع حدود ۲۵۹۰ زمین‌لغزه در کشور باعث مرگ ۱۶۲نفر، تخریب۱۷۶ باب خانه، ایجاد خسارات مالی به میزان۱۸۶۶ میلیارد ریال، تخریب ۶۷۶۳ هکتار جنگل، تخریب ۱۷۰ کیلومتر راه ارتباطی و ایجاد رسوب سالانه‌ای به‌حجم ۹۶۳۸۰۷متر مکعب شده است *(میرصانعی و کاردان،۱۳۷۸: ۷۰)*.

بر پایه‌ی اطلاعات موجود تا شهریور سال ۱۳۸۳، در گستره‌ی کشور۴۰۹۷ زمین‌لغزش در بانک اطلاعاتی گروه مطالعه‌ی زمین‌لغزش‌های سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور به‌ثبت رسیده است*(معاونت آبخیزداری‌سازمان‌جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری‌کشور،۱۳۸۳)*.

بدیهی است تعداد کل زمین‌لغزش‌های کشور از این رقم نیز بالاتر است. نظر به تأثیرات سویی که وقوع زمین‌لغزش‌ها بر روی منابع طبیعی، سکونتگاه‌های روستایی و شهری و تأسیسات و تجهیزات دارند و از سویی دیگر باعث فرسایش حجم قابل‌توجهی از خاک‌های با ارزش می‌شوند، لذا شناسایی اراضی مستعد و پهنه‌بندی پتانسیل وقوع زمین‌لغزش، جهت اجتناب از این‌گونه اراضی و اجرای روش‌های کنترل‌کننده و پیشگیری‌کننده بسیار ضروری و با اهمیت است. یکی از اصلی‌ترین اقدامات در این رابطه تهیه‌ی نقشه‌های پهنه‌بندی پتانسیل وقوع زمین‌لغزش است.

نقشه‌های مذکور می‌تواند برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیرندگان را در عرصه‌های مختلفی چون مدیریت حفاظت خاک و منابع طبیعی، برنامه‌ریزی‌های عمرانی و توریستی، مکانیابی اراضی مناسب‌برای توسعه‌ی شهرها و روستاها، برنامه‌ریزی‌های زیست‌محیطی، تعیین مسیر راه‌ها و خطوط انتقال نیرو و انرژی و... یاری نماید. سابقه‌ی مطالعات و پژوهش در مورد مدل‌سازی و پهنه‌بندی خطر وقوع حرکت‌های توده‌ای و زمین‌لغزش‌ها

1- Landslide
2-MassMovement
3- Natural Hazards

Archive of SID

www.SID.ir

در کشورهای توسعه‌یافته به دهه‌ی ۶۰ میلادی باز می‌گردد. علی‌رغم سابقه طولانی این عرصه از پژوهش در کشورهای توسعه‌یافته، در کشور ما کارهای انجام شده در این زمینه نسبتاً جوان بوده و شروع جدی آنها عمدتاً به اوایل‌دهه‌ی ۸۰-۱۳۷۰ باز می‌گردد. از جمله کارهای انجام شده در زمینه‌ی مدل‌سازی و پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در کشور می‌توان کارهای حافظی مقدس(۱۳۷۲)، حق‌شناس (۱۳۷۴)، مهدوی‌فر (۱۳۷۶) و ایزانلو (۱۳۷۷) را نام برد. در حال حاضر و از چندی پیش برخی سازمان‌های دولتی نیز همچون سازمان زمین‌شناسی کشور و وزارت جهاد کشاورزی، طرح‌ها و مطالعاتی را در زمینه‌ی زمین‌لغزش و پهنه‌بندی اراضی انجام داده و یا در دست بررسی دارند.

برای تحلیل و ارزیابی چند معیاری پتانسیل زمین نسبت به یک رخداد خاص (مثل زمین لغزش) روش‌های متعددی وجود دارد که روش ترکیب خطی وزین[1] یکی از رایج‌ترین آنهاست *(مالچوسکی ۱۹۹۹: ۱۹۸)*[2]. در این نوشتار تلاش بر آن است که بر پایه‌ی ۱۰ معیار اصلی وبا روش ترکیب خطی وزین، پتانسیل وقوع زمین لغزش در بخشی از منطقه‌ی سرخون(دراستان چهارمحال و بختیاری) در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی مدل‌سازی شود. به‌علاوه این نوشتار سعی دارد با ارایه‌ی یک روش‌شناسی بر مبنای سیستم اطلاعات جغرافیایی،[3] بخشی از قابلیت‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی به‌عنوان ابزار پشتیبان تصمیم‌گیری فضایی[4] را معرفی نماید.

معرفی محدوده‌ی مورد مطالعه

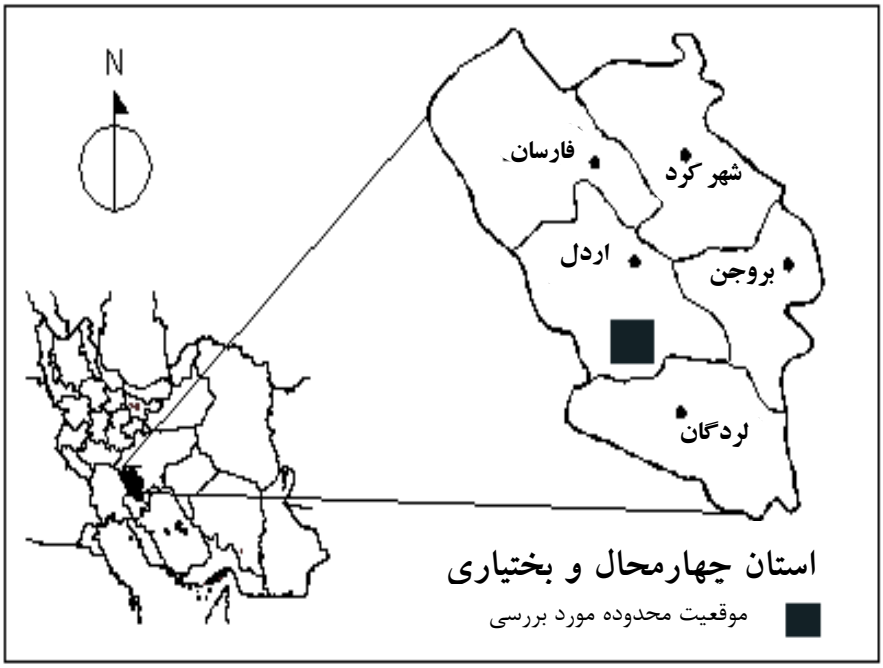
منطقه‌ی سرخون ناحیه‌ای کوهستانی در شهرستان اردل از توابع استان چهارمحال و بختیاری است (نقشه‌ی ۱) که در قلمرو کوهستان‌های زاگرس قرار دارد. این منطقه از نظر هیدروگرافی در حوضه‌ی آبریز رودخانه‌ی سرخون از شعبات بالادست کارون واقع است. محدوده‌ی مورد بررسی مشتمل بر روستاهای گله‌شور و سرخون درحواشی دره‌ی اصلی رودخانه‌ی‌سرخون، وسعتی حدود ۱۶۰۰ هکتار را در برمی‌گیرد که جاده‌ی اصلی و آسفالته‌ی شهرکرد- اهواز از طریق ایذه از میان آن می‌گذرد. ناحیه از نظر اقلیمی تابستان‌های گرم و زمستان‌های نیمه‌سرد دارد. مقدار بارش سالانه‌ی آن بین ۴۰۰ میلیمتر در نواحی کم‌ارتفاع تا بیشتر از ۸۰۰ میلیمتر در ارتفاعات نوسان دارد. از نظر زمین‌ساختی ناحیه‌ای لرزه‌زا و فعال بوده و دو گسله‌ی راندگی اصلی و طویل در آن

1 - Weighted Linear Combination (WLC)
2- Malczewski (1999)
3- GIS - based
4- Spatial Decision making

Archive of SID

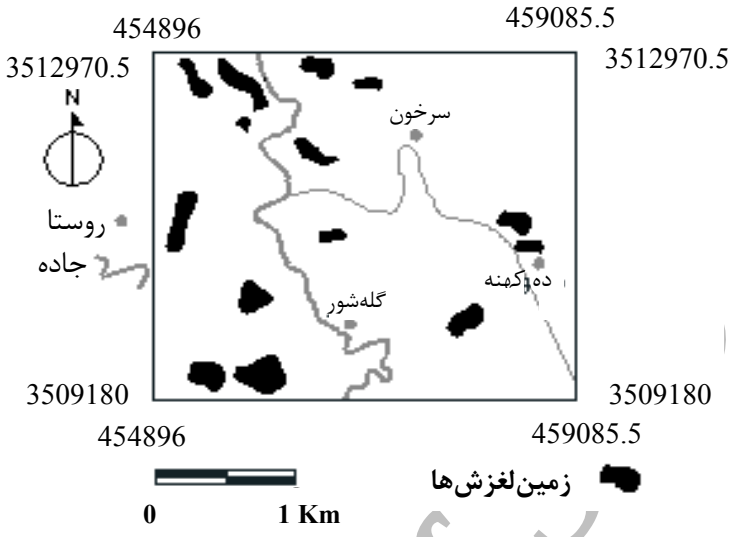
www.SID.ir

وجود دارد. رسوب‌ها و سازندهای زمین‌شناسی آن اغلب از جنس رسوب‌های مستعد به لغزش چون مارن، ماسه‌سنگ، مارن- ماسه‌سنگ، سنگ آهک و نهشته‌های سطحی‌اند و به لحاظ ساختار زمین‌شناسی، اقلیمی و توپوگرافیکی و همچنین دستکاری‌های انسانی (مثل تخریب جنگل‌ها و مراتع و راه‌سازی) فرآیندهای ناپایداری دامنه‌ها و وقوع زمین‌لغزش‌ها، در حال حاضر یکی از اصلی‌ترین فرآیندهای ژئومورفولوژیکی فعال در این ناحیه به‌ویژه در فصل بهار است. بر پایه‌ی بررسی‌های به عمل آمده بیش از ۱۵ حرکت توده‌ای اصلی که عمدتاً از نوع لغزشی هستند در این محدوده‌ی نسبتاً کوچک شناسایی شده است (نقشه ی ۲) .



نقشه ی ۱ : موقعیت محدوده‌ی مورد بررسی در استان چهارمحال و بختیاری

www.SID.ir



نقشه‌ی ۲ : پراکندگی زمین لغزش‌ها در محدوده‌ی مورد بررسی

روش و مواد

در این پژوهش از نقشه‌های مبنایی شامل نقشه‌های توپوگرافی مقیاس ۵۰۰۰۰: ۱، نقشه زمین‌شناسی مقیاس ۱۰۰۰۰۰: ۱ ناحیه، عکس‌های هوایی با مقیاس تقریبی ۴۰۰۰۰: ۱ سال ۱۳۷۲ منطقه، داده‌های رقومی تصویر ماهواره‌ای سنجنده لندست (TM) در هفت باند مربوط به سال ۲۰۰۰ میلادی و دیگر اطلاعات مختلف مربوط به محدوده‌ی مورد مطالعه از جمله اطلاعات اقلیمی ایستگاه‌های پیرامونی منطقه استفاده شده است. در بررسی حاضر برای ورود و ذخیره‌سازی اطلاعات، تحلیل‌ها و ارزیابی پتانسیل زمین لغزش، سیستم اطلاعات جغرافیایی(GIS) مورد استفاده قرار گرفته است. بدین منظور از سه نرم افزار اصلی اتوکد،[1] آرک اینفو[2] و ایدریسی[3] برای ورود و ذخیره و طراحی پایگاه اطلاعات جغرافیایی استفاده شده است. نقشه‌ی توزیع زمین‌لغزه‌ها و انواع آنها از طریق تفسیر عکس‌های هوایی منطقه و بازدیدهای میدانی تهیه شده و نقشه‌ی پوشش- کاربری زمین نیز از طریق پردازش داده‌های رقومی

1- AUTO CAD
2- ARC / INFO
3- IDRISI

Archive of SID

www.SID.ir

ماهواره‌ای از روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال[۱] (MLC) در نه طبقه (شامل زمین‌های کشاورزی، جنگل‌های درجه یک، درجه دو و درجه سه، مراتع مشجر، مراتع درجه دو و سه، زمین‌های بایر و برونزدهای سنگی) تهیه شده است. همچنین نقشه‌های شاخص تراکم پوشش گیاهی[۲] و شاخص سبزینگی[۳] نیز از طریق عملیات تبدیل[۴] با استفاده از داده‌های رقومی ماهواره‌ای تهیه شده‌اند. مدل رقومی ارتفاعی[۵] (DEM) محدوده با استفاده از رقومی‌سازی منحنی میزان‌ها از نقشه‌توپوگرافی ناحیه و درون‌یابی در محیط نرم‌افزاری ایدریسی تهیه شده و سپس از آن طریق نقشه‌های شیب و جهت دامنه‌ها نیز تهیه شده است. همچنین سایر نقشه‌های مورد نیاز دیگر از طریق رقومی‌سازی و در محیط نرم‌افزاری آرک اینفو تهیه شده و سپس به محیط نرم‌افزاری ایدریسی انتقال داده شده‌اند. برای برخی از نقشه‌های مورد نیاز نیز مدل رقومی زمینی[۶] (DTM) تهیه شده است. برای کلیه‌ی نقشه‌ها سیستم مختصات واحد UTM انتخاب شده است. نقشه‌ها در محیط ایدریسی دارای فرمت راستری[۷] بوده و ابعاد پیکسل‌ها ۲۸/۵ × ۲۸/۵ متر می‌باشد. معیارها و متغیرهای در نظر گرفته شده برای ارزیابی پتانسیل زمین لغزش در این بررسی شامل ۱۰ معیار مقدار شیب زمین، جهت دامنه‌ها، پوشش زمین، فاصله تا گسله‌های اصلی، شاخص سبزینگی، شاخص تراکم پوشش گیاهی، مقدار بارش سالانه، جنس زمین (زمین‌شناسی)، فاصله با راه‌های اصلی و فاصله تا رودخانه‌های اصلی بوده‌اند. برای استانداردسازی ارزش‌ها (مقادیر) و یکسان‌سازی مقیاس‌ها در لایه‌های نقشه‌ای، از روش فازی[۸] و برای وزن‌دهی به معیارها از روش وزن‌دهی فرآیند تحلیل سلسله مراتبی[۹](AHP) استفاده شده است. در تحلیل و مدل‌سازی نهایی برای پتانسیل وقوع زمین‌لغزش، مدل ترکیب خطی وزین(WLC) مورد استفاده قرار گرفته است. شکل (۱) فرآیند ارزیابی چندمعیاری برای تحلیل پتانسیل وقوع زمین لغزش در این پژوهش را نشان می‌دهد.

1- maximum likelihood classification (MLC)
2- NDVI
3- Greeness
4- Tassled cap
5- Digital Elevation Model (DEM)
6- Digital Terrain Model (DTM)
7- Raster
8- Fuzzy
9- Analytic Hierarchy Process (AHP)

Archive of SID

www.SID.ir

ارزیابی چندمعیاری به روش ترکیب خطی وزین (WLC)

هدف از ارزیابی چندمعیاری، انتخاب بهترین آلترناتیو[1] (در اینجا بهترین مکان یا پیکسل) بر مبنای رتبه‌بندی آنها از طریق ارزیابی چندمعیار اصلی است. روش‌های متعددی برای تحلیل ارزیابی چندمعیاری وجود دارد که مهمترین و اصلی‌ترین آنها شامل روش ترکیب خطی وزین، رویکردهای تابع ارزش/ مطلوبیت[2]، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، روش نقطه‌ی ایده‌آل[3] و روش توافقی[4] هستند *(مالچوسکی، ۱۹۹۹: ۱۹۹)*. جدول (۱) خلاصه‌ای از ویژگی‌های روش‌های مذکور را نشان می‌دهد. برای بررسی جامعی از روش شناسی‌های تحلیل‌های ارزیابی چندمعیاری می‌توان به کینی ورایفا[5] (۱۹۷۶)، کینی[6] (۱۹۸۰)، پیتزومک کیلیپ[7] (۱۹۸۴) ، کرک وود[8] (۱۹۹۷)، گودوین و رایت[9] (۱۹۹۸) رجوع کرد *(مالچوسکی، ۱۹۹۹: ۲۰۴)*.

روش ترکیب خطی وزین رایج‌ترین تکنیک در تحلیل ارزیابی چندمعیاری است. این تکنیک، روش ساده‌ی وزن‌دهی جمع‌پذیر[10] و روش امتیازدهی[11] نیز نامیده می‌شود. این روش بر مبنای مفهوم میانگین وزنی استوار است. تحلیل‌گر یا تصمیم‌گیرنده مستقیماً بر مبنای «اهمیت نسبی» هر معیارمورد بررسی، وزن‌هایی به معیارها می‌دهد. سپس از طریق ضرب کردن وزن نسبی در مقدار آن خصیصه، یک مقدار نهایی برای هر آلترناتیو (مثلاً عنصر تصویر در تحلیل فضایی) به‌دست می‌آید. پس از آنکه مقدار نهایی هر آلترناتیو مشخص شد آلترناتیوی که بیشترین مقدار را داشته باشد مناسب‌ترین آلترناتیو برای هدف موردنظر خواهد بود. هدف مورد نظر می تواند تعیین تناسب زمین برای یک کاربرد خاص یا ارزیابی پتانسیل یک رخداد ویژه (مثل زمین لغزش) باشد.

در این روش قاعده‌ی تصمیم‌گیری، مقدار هر آلترناتیو A_i را به وسیله‌ی فرمول زیر محاسبه می‌کند :

رابطه (۱)

$$A_i = \Sigma_j \, w_j \, x_{ij}$$

1- Alternative
2- Value/utility function
3- Ideal point
4- Concordance
5- Keany and Raiffa (1976)
6- Keany (1980)
7- Pitz and Mckillip (1984)
8- Kirkwood (1997)
9- Goodwin & Wright
10- Simple additive weighting
11- Scoring

Archive of SID

www.SID.ir

شکل ۱ : مراحل و فرآیند ارزیابی و مدل‌سازی پتانسیل وقوع زمین لغزش در سیستم اطلاعات جغرافیایی

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱ : روش‌های اصلی ارزیابی و تصمیم‌گیری چندمعیاری لغزش در سیستم اطلاعات جغرافیایی

روش ارزیابی و تصمیم‌گیری چندمعیاری	درونداد	برونداد	انواع تصمیم‌گیری‌ها	نرم‌افزارها	مدل‌های کاربردی ساج مبنا	نمونه‌هایی از کارهای انجام شده
ترکیب خطی وزین (WLC)	خصیصه‌ها، وزن‌ها، امتیازها	رتبه‌بندی ترتیبی	تصمیم‌گیری انفرادی، قطعی، فازی	صفحه گسترده‌ها	مدل‌سازی جغرافیایی، ایدریسی، اسپنز	هی وود ودیگران (۱۹۹۵)، لوری و دیگران (۱۹۹۵)
ارزش چند خصیصه‌ای	مقدار (ارزش) توابع، وزن‌ها	رتبه‌بندی کاردینال (اعداد اصلی)	تصمیم‌گیری انفرادی و گروهی، قطعی، فازی	LOGICAL DECISIONS و Mats و صفحه گسترده ها	مدل‌سازی کارتوگرافیکی ساج مبنا که با نرم‌افزارهای تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاری یکپارچه شده‌اند	جانکووسکی و ریچارد (۱۹۹۴)
مطلوبیت چند خصیصه‌ای	مطلوبیت، توابع، وزن‌ها	رتبه‌بندی کاردینال (اعداد اصلی)	تصمیم‌گیری انفرادی و گروهی، قطعی، فازی	LOGICAL DECISIONS و HIPRE3 و صفحه گسترده‌ها	مدل‌سازی جغرافیایی ساج مبنا که با نرم‌افزارهای تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاری یکپارچه شده‌اند	جانسن و رتبولد (۱۹۹۰)، کسلر و سادل (۱۹۹۷)
فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)	خصیصه‌ها، امتیازها، مقایسه دوبه‌دویی	رتبه‌بندی کاردینال (مقیاس نسبت)	تصمیم‌گیری‌های انفرادی و گروهی، قطعی، فازی، احتمالاتی	LOGICAL DECISIONS و HIPRE3 و صفحه گسترده‌های کدام و چرا	ایدریسی، Geochoice	بنایی (۱۹۹۳)، ایستمن (۱۹۹۳)، سیدمی کویی و دیگران (۱۹۹۶)، هیکی و جانکووسکی (۱۹۹۷)
نقطه‌ای ایده‌آل	خصیصه‌ها، امتیازها، وزن‌ها، نقطه‌ای ایده‌آل	رتبه‌بندی کاردینال	تصمیم‌گیری‌های انفرادی و گروهی، قطعی، فازی، احتمالاتی	AIM و صفحه گسترده‌ها	مدل‌سازی جغرافیایی ساج مبنا که با نرم‌افزارهای تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاری یکپارچه شده‌اند	کارور (۱۹۹۱)، پری یرا و داکستین (۱۹۹۳)، اوارت (۱۹۹۴)، مالچوسکی (۱۹۹۶)، سیمونوویک (۱۹۹۷)
توافقی	خصیصه‌ها، وزن‌ها، وزن‌های رتبه‌دار	رتبه‌بندی ترتیبی یا بخشی	تصمیم‌گیری‌های انفرادی و گروهی، قطعی، فازی، احتمالاتی	صفحه ELECTREIII , IV گسترده‌ها	روتین‌های رابط با نرم‌افزار آرک اینفو	کارور (۱۹۹۱)، مارتین و دیگران (زیرچاپ)
میانگین وزنی رتبه‌بندی شده	فازی، خصیصه‌ها، وزن‌ها، وزن‌های رتبه‌دار	رتبه‌بندی ترتیبی یا کاردینال	تصمیم‌گیری‌های انفرادی و گروهی، فازی	صفحه‌ی گسترده‌ها	ایدریسی، Windows 2.0	ایستمن وجیانگ (۱۹۹۶)، ایستمن (۱۹۹۷)

مأخذ: مالچوسکی (۱۹۹۹)

www.SID.ir

در رابطه‌ی (۱) x_{ij} مقدار i امین آلترناتیو در رابطه با j امین خصیصه و W_j یک وزن استاندارد شده است به‌طوری که مجموع وزن‌ها برابر یک می‌باشد ($\Sigma w_j = ۱$).

وزن‌ها، اهمیت نسبی هر معیار یا خصیصه را نشان می‌دهند و آلترناتیو ارجح از طریق تعریف مقدار بیشینه (A_i (i = ۱ و ۲ و ۳ و ... و m) انتخاب می‌شود.

اجرای روش ترکیب خطی وزین(WLC) در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی شامل مراحل زیر است:

۱- تعریف و تعیین‌مجموعه‌ی معیارهای ارزیابی(متغیرها یا لایه‌های‌نقشه‌ای)و مجموعه‌ی آلترناتیوهای امکان‌پذیر در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی.

۲- استاندارد کردن و تبدیل مقیاس ارزش‌ها و مقادیر لایه‌های نقشه‌ای (معیارهای ارزیابی)، یعنی مقیاس ارزش‌ها و مقادیر لایه‌های نقشه‌ای با هم همخوان و قابل مقایسه گردد.

۳- تعیین وزن‌های معیار، یعنی وزن و اهمیت نسبی هر معیار و لایه‌ی نقشه‌ای مشخص شود.

۴- ساخت و تولید لایه‌های نقشه‌ای وزن‌دار استاندارد شده، یعنی ضرب کردن لایه‌های نقشه‌ای استاندارد در وزن‌های مربوطه

۵- تولید نقشه‌ی نهایی و تعیین امتیاز کلی هر آلترناتیو با استفاده از عملیات برهم نهی (یا همپوشانی)[۱] و تابع اجتماع[۲] بر روی لایه‌های نقشه‌ای وزن‌دار استاندارد شده.

۶- طبقه‌بندی یا رتبه‌بندی آلترناتیوها بر مبنای ارزش‌های کلی، مثلاً آلترناتیوهای با مقدار عددی بیشتر، آلترناتیوهای مناسب‌تر و بهتر خواهند بود.

روش ترکیب خطی وزین(WLC) می‌تواند با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و قابلیت‌های همپوشانی این سیستم اجرا شود. فنون همپوشانی در سیستم اطلاعات جغرافیایی اجازه می‌دهد که برای تولید یک لایه‌ی نقشه‌ای ترکیبی (نقشه برونداد) لایه‌های نقشه‌ای معیار (یعنی نقشه‌های درونداد) با هم ترکیب و تلفیق شوند. استفاده از این روش در هر دو نوع قالب را ستری و برداری سیستم اطلاعات جغرافیایی عملی است *(براف ۱۹۹۰: ۲۰۴)*.[۳]

1- Overlay operation
2- Union Function
3- Burrough (1990)

Archive of SID

www.SID.ir

معیارهای ارزیابی و استانداردسازی معیارها به روش فازی

در ارزیابی چندمعیاری برای دستیابی به یک هدف معین باید سنجه‌ها یا شاخص‌هایی را تعریف و معین کرد که بر مبنای آنها بتوان به آن هدف معین دست یافت، این سنجه‌ها یا شاخص را معیار (یا خصیصه‌ی) ارزیابی می‌نامند. در بررسی حاضر معیارهای ارزیابی پتانسیل وقوع زمین لغزش شامل ۱۰ معیار شیب زمین، جهت دامنه‌ها، پوشش زمین، فاصله تا گسله‌های اصلی، شاخص سبزینگی، شاخص تراکم پوشش گیاهی، مقدار بارش سالانه، جنس زمین (زمین‌شناسی)، فاصله با راه‌های اصلی و فاصله تا رودخانه هستند. معیارهای مذکور پس از رقومی شدن و ورود به سیستم اطلاعات جغرافیایی با استفاده از کارکردهای بنیادین سیستم اطلاعات جغرافیایی به «نقشه‌های معیار» تبدیل شده‌اند. چون هر نقشه‌ی معیار یا هر خصیصه دارای دامنه و مقیاس‌های اندازه‌گیری متفاوتی است، برای تحلیل و ارزیابی چندمعیاری باید مقیاس اندازه‌گیری آنها را همخوان و متناسب با هم کرد.

برای همسان‌سازی مقیاس‌های اندازه‌گیری و تبدیل آنها به واحدهای قابل مقایسه از فرآیند استانداردسازی معیارها استفاده می‌شود. در سیستم اطلاعات جغرافیایی برای ساخت نقشه‌های معیار قابل مقایسه و استاندارد شده چند رویکرد اصلی شامل روش‌های قطعی،[1] احتمالاتی[2] و فازی وجود دارد که در این بررسی برای استانداردسازی داده‌ها از روش فازی استفاده شده است. استانداردسازی داده‌ها، کلیه‌ی مقادیر و ارزش‌های لایه‌های نقشه‌ای را به دامنه‌ی یکسانی مثلاً بین صفر تا یک یا صفر تا ۲۵۵ تبدیل می‌کند.

فرآیند استانداردسازی در روش فازی، از طریق باز قالب‌بندی مقادیر و ارزش‌ها، به‌شکل یک مجموعه‌ی عضویت[3] عملی می‌گردد. در این حالت بیشترین ارزش یعنی مقدار یک به حداکثر عضویت و کمترین ارزش یعنی عدد صفر به حداقل عضویت در مجموعه تعلق می‌گیرد *(سویی[4] ۱۹۹۹: ۱۰۳)*. در روش استانداردسازی فازی، برای باز قالب‌بندی مقادیر معمولاً از توابع مختلفی چون توابع S شکل[5]، J شکل[6] و خطی[7] استفاده می‌شود. در پژوهش حاضر نقشه‌های معیار با استفاده از توابع S شکل فازی

1- Deterministic
2- Probabilistic
3-Membership set
4- Sui(1999)
5- Sigmoidal Functions
6- J-Shaped Functions
7- Linear Functions

Archive of SID

www.SID.ir

در محیط نرم‌افزاری ایدریسی استاندارد شده‌اند و ارزش‌های آنها به واحدهای قابل مقایسه‌ای از صفر تا یک تبدیل شده است.

روش وزن‌دهی

پس از آنکه معیارهای ارزیابی به مقیاس‌های قابل مقایسه و استاندارد تبدیل شدند باید وزن و اهمیت نسبی هر یک از آنها را در رابطه با هدف موردنظر تعیین کرد. در این پژوهش از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی(AHP) ساتی برای تعیین وزن نسبی هر معیار ویژه استفاده شده است *(ساتی[1] ۱۹۸۰: ۲۴)*. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یک روش ریاضی جهت تعیین اهمیت و تقدم معیارها در فرآیند تحلیل و ارزیابی است. روش مذکور شامل سه مرحله‌ی اصلی به قرار زیر می‌باشد:

۱- تعریف و سازماندهی معیارها در یک سلسله مراتب (تشکیل ماتریس معیارها)
۲- ارزیابی و مقایسه‌ی دوبه‌دو[2] از اهمیت نسبی عناصر مرتبط در هر سطح سلسله مراتبی
۳- هم‌نهادی و سنتز با استفاده از الگوریتم حل نتایج مقایسه‌های دوبه‌دویی در تمامی سطوح سلسله مراتب

در این روش یک سری مقایسه‌ی دوبه‌دویی از اهمیت نسبی معیارها برای ارزیابی مورد نظر به‌عمل می‌آید. این مقایسه‌های دوبه‌دویی سپس برای ایجاد یک‌سری وزن‌ها (که جمع جبری آنها برابر یک است)، تحلیل می‌شوند *(غفاری ۱۳۸۲: ۱۰۳)*. معیارها و وزن‌های نسبی به‌دست آمده برای هر یک از معیارها، داده‌های ورودی اصلی برای تحلیل ارزیابی چندمعیاری در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌باشند. برای تعیین درجه‌ی دقت و صحت وزن‌دهی از شاخص سازگاری[3] (C.I) استفاده می‌شود که بر مبنای رویکرد بردار ویژه‌ی[4] تئوری گراف[5] محاسبه می‌گردد *(ساتی، ۱۹۸۰: ۲۷)*. چنانچه شاخص سازگاری معادل ۰/۱ یا کمتر از آن باشد وزن‌دهی صحیح بوده، در غیر این صورت، وزن‌های نسبی داده شده به معیارها بایستی تغییر یابند و وزن‌دهی مجدداً باید انجام شود.

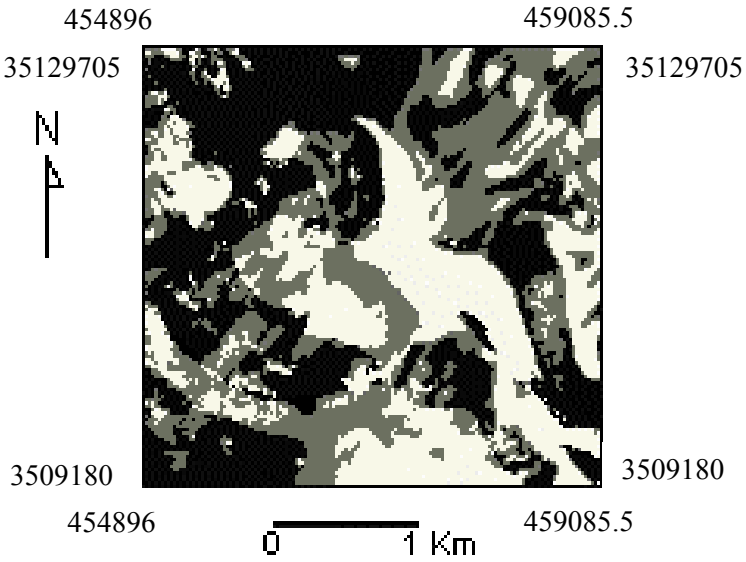
با توجه به روش فوق، وزن‌دهی برای هر یک از معیارهای انجام شده و نتایج آن در جدول (۲) درج شده است، شاخص سازگاری به‌دست آمده برای وزن‌دهی به معیارهای

1- Saaty (1980)
2- Pairwise Comparison
3- Consistency index
4- Eigenvector
5- Graph theory

Archive of SID

www.SID.ir

ده‌گانه نیز معادل ۰/۱ می‌باشد.پس از تعیین وزن هر معیار، ارزیابی چند معیاری در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی با استفاده از عملیات همپوشانی و تابع اجتماع انجام شده و نقشه‌ی نهایی (سنتز) پتانسیل اراضی نسبت به زمین لغزش به‌دست آمده است (نقشه‌ی ۳).



نقشه‌ی ۳ : پهنه بندی پتانسیل وقوع زمین لغزش
(رنگ سیاه = زیاد ، تیره = متوسط ، روشن = کم)

نتیجه‌گیری و بحث

نقشه‌ی برونداد حاصل از روش ترکیب‌خطی وزین برای ارزیابی پتانسیل زمین‌لغزش در منطقه‌ی سرخون، نقشه‌ای است تلفیقی با فرمت راستری که مقادیر آن ارزش‌هایی بین صفر تا یک دارد. مقادیر بالاتر (به سمت یک) در این نقشه گویای پتانسیل بیشتر برای وقوع زمین لغزش و مقادیر کمتر (به سمت صفر) گویای زمین‌های با پتانسیل کمتر هستند. در این نقشه کلیه‌ی عناصر تصویر (پیکسل‌ها) در طیفی خاکستری از رنگ روشن تا تیره قرار می‌گیرند که مکان‌های تیره‌رنگ ارزش رقمی بیشتر (پتانسیل وقوع بیشتر) و مکان‌های با رنگ روشن،ارزش رقمی کمتری (پتانسیل کمتر) دارند.پس از تهیه‌ی نقشه‌ی مذکور با استفاده از عملیات باز طبقه‌بندی[1] نقشه‌ی برونداد اولیه به یک نقشه‌ی طبقه‌بندی شده تبدیل شده که مقادیر و ارزش‌های آن در سه گروه شامل

1- Reclassification

Archive

www.SID.ir

پهنه‌های با پتانسیل کم، متوسط و زیاد گروه‌بندی شده‌اند (نقشه‌ی شماره‌ی۳). در واقع این نقشه، طبقه‌بندی پتانسیل وقوع زمین لغزش (برپایه‌ی۱۰معیار مورد مطالعه) را در منطقه‌ی سرخون نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که حدود ۳۸ درصد اراضی محدوده در گروه زمین‌های با پتانسیل زیاد برای لغزش قرار می‌گیرند که عمدتاً در بخش غربی محدوده و غرب محور شهرکرد- ایذه قرار دارند. این اراضی شامل شیب‌های تند و زمین‌های با جنس مارن، نهشته‌های سطحی و ماسه سنگ می‌باشند که بیشتر در نزدیکی راه‌ها و آبراهه‌های اصلی قرار دارند. همچنین ۳۱/۶ درصد اراضی پتانسیل متوسطی داشته و مابقی اراضی یعنی حدود ۳۰/۴ درصد اراضی نیز پتانسیل کمی برای وقوع زمین لغزش دارند که بیشتر شامل بستر رودخانه‌ی سرخون و اراضی هموار هستند.

نقشه‌ی نهایی پتانسیل وقوع زمین لغزش، اراضی با خطر بالا و اولویت‌دار برای اجرای اقدامات حفاظتی یا زمین‌هایی را نشان می‌دهد که باید از آنها اجتناب کرد. چنین نقشه‌ای می‌تواند به‌عنوان یکی از مبناهای مکانیابی‌های آتی در برنامه‌های توسعه‌ای روستایی یا مدیریت منابع سازمان حفاظت محیط زیست استان سیستان و بلوچستان طبیعی قلمداد گردیده و مورد استفاده‌ی سازمان‌های ذیربط قرار گیرد. در حال حاضر مسأله‌ی روستاهای در معرض مخاطرات طبیعی، تجمیع یا جابجایی این نوع روستاها و همچنین اجرای طرح‌های هادی و توسعه‌ی روستایی، از برنامه‌ها و اقدامات اصلی برخی سازمان‌های ذیربط است، پهنه‌بندی پتانسیل وقوع زمین لغزش و تهیه‌ی چنین نقشه‌هایی از سویی می‌تواند روستاهای در معرض خطر را شناسایی نماید و از سویی دیگر اراضی مناسب برای توسعه‌ی کالبدی یا مکانیابی‌های خاص را (از دیدگاه مخاطرات مربوط به زمین‌لغزش) مشخص کند.

روش‌های سنتی تلفیق نقشه‌ها و ارزیابی‌های چندمعیاری غالباً به دلیل تعداد زیاد متغیرها، وسعت زیاد مناطق، مشکلات کارتوگرافی سنتی و بروز خطاهای متعدد، حجم زیاد اطلاعات و... ضمن آنکه با صرف هزینه‌های زیاد و طولانی شدن زمان پژوهش همراهند فاقد دقت و صحت لازم نیز می‌باشند، ازسویی دیگر اجرای توابع آماری و ریاضی در تحلیل‌های فضایی در روش‌های سنتی یا غیر ممکن و یا بسیار مشکل است. اما همان‌گونه که نتایج این بررسی نشان می‌دهد، سیستم اطلاعات جغرافیایی به دلیل قابلیت‌هایی که در زمینه‌ی گردآوری، ویرایش، تغییر و تحلیل حجم انبوهی از داده‌ها و اطلاعات مکانی (و غیرمکانی) و انواع مدل‌سازی‌های آماری و ریاضی دارد، ابزار بسیار مناسبی برای پشتیبانی در زمینه‌ی تحلیل‌ها و برنامه‌ریزی‌های فضایی و محیطی است.

Archive of SID

www.SID.ir

کارکردهای بنیادین و پیشرفته‌ی این سیستم اجرای طیف وسیعی از عملیات آماری و ریاضی و الگوریتم‌های فضایی بر روی داده‌ها را امکان‌پذیر می‌سازد.

این عملیات تا اندازه‌ی زیادی محدودیت‌ها و پیچیدگی‌های ناشی از حجم فراوان اطلاعات، ناهمخوانی‌های ناشی از تنوع ماهیت معیارها را کاهش داده و مدت زمان محاسبات و تحلیل‌ها را نیز کاهش می‌دهد ضمن‌آنکه از دقت نسبتاً خوبی نیز برخوردار است. در رابطه با تحلیل پتانسیل وقوع زمین‌لغزش، علاوه بر روش ترکیب خطی وزین (WLC)، می‌توان از روش‌های فازی، تخصیص چند هدفی زمین[1] و روش‌های متکی بر منطبق بولی[2] نیز یاری گرفت، ضمن آنکه می‌توان تعداد معیارهای ارزیابی را نیز متناسب با امکانات و محدودیت‌های پژوهش افزایش داد. مجموعه‌ی روش‌شناسی‌های فوق، در سایر عرصه‌های علوم زمین نیز دارای کاربرد می‌باشند و می‌توان از آنها در زمینه‌ی برنامه‌ریزی روستایی، برنامه‌ریزی زیست‌محیطی، مکانیابی خدمات و تسهیلات و... نیز استفاده نمود.

جدول ۲: اهمیت نسبی معیارها در ماتریس فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و وزن‌های تعلق گرفته به هر یک از معیارها

معیارها	جهت دامنه	پوشش زمین	فاصله تا گسله‌اصلی	شاخص سبزینگی	جنس زمین	شاخص تراکم پوشش‌گیاهی	بارش سالانه	فاصله تاآبراهه اصلی	فاصله تا جاده	شیب زمین	وزن‌های نهایی
جهت‌دامنه	1										0.0153
پوشش‌زمین	7	1									0.0724
فاصله تا گسله‌اصلی	5	1	1								0.0634
شاخص سبزینگی	5	1	1.3	1							0.053
جنس زمین	9	7	9	7	1						0.238
شاخص‌تراکم پوشش‌گیاهی	7	1	3	1	1.3	1					0.0942
بارش سالانه	5	1.3	1	1	1.3	1	1				0.0581
فاصله تا آبراهه اصلی	3	1	1.5	1.3	1.5	1.3	1	1			0.0319
فاصله تا جاده	3	1.3		1	1.5	1.3	1	1	1		0.472
شیب دامنه	7	7	7	7	3	3	5	7	9	1	0.3264

مقادیر سطری ، اهمیت نسبی هر معیار سطریح نسبت به معیار ستونی را نشان می‌دهد. عدد یک معادل اهمیت یکسان،عدد کمتر از یک معادل اهمیت کمتر و عدد بیشتر از یک معادل اهمیت بیشتر است. حداکثر مقادیر در این روش ۹ و حداقل مقدار ۱/۹ می‌باشد.

1- Multio-objective land allocation (MOLA)
2- Boolean Logic

Archive of SID

www.SID.ir

منابع و مآخذ

۱- ایزانلو، اسماعیل. (۱۳۷۶). *« بررسی قابلیت داده‌های از دور و GIS برای پهنه‌بندی خطر حرکات توده‌ای در حوضه‌ی آبریز رودخانه‌ی بیدواز»*. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد. تهران: دانشگاه تربیت مدرس.

۲- غفاری، سید رامین. (۱۳۸۲). *«اولویت‌بندی بحران در سکونتگاه‌های روستایی با روش AHP (مطالعه‌ی موردی دهستان بازفت)»*. فصلنامه‌ی مهندس مشاور، شماره‌ی ۱۲.

۳- کرم، عبدالامیر. (۱۳۸۰). *«مدل‌سازی کمی و پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در زاگرس چین‌خورده»*. رساله‌ی دوره‌ی دکترا. دانشگاه تربیت مدرس. دانشکده‌ی ادبیات و علوم انسانی. گروه جغرافیا.

۴- کمک‌پناه، علی. (۱۳۷۰).*«مجموعه مقالات اولین کارگاه تخصصی راهبردهای کاهش خسارات زمین‌لغزه در کشور»*.چاپ اول.تهران:موسسه‌ی بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله.

۵- کمک‌پناه، علی. (۱۳۸۳) *«بروشور اطلاعاتی در مورد زمین لغزش‌های کشور»*. سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور. معاونت آبخیزداری. دفتر مطالعات و ارزیابی آبخیزها، گروه مطالعه‌ی امور زمین‌لغزش‌ها .

۶- میرصانعی،سیدرضا؛ رحمتا... کاردان.(۱۳۷۸).*«نگرشی تحلیلی بر ویژگی‌های زمین‌لغزش کشور»*. مجموعه‌ی مقالات اولین کنفرانس زمین‌شناسی مهندسی محیط زیست ایران. چاپ اول. دانشگاه تربیت معلم تهران.

۷- نیک‌اندیش،ن؛رحمتا... کاردان. (۱۳۷۸). *«نقش عوامل زمین‌شناسی و زمین ریخت‌شناسی وقوع حرکات توده‌ای (مطالعه‌ی موردی حوضه‌ی کارون میانی)»*. مجموعه‌ی مقالات اولین کنفرانس زمین‌شناسی مهندسی و محیط زیست ایران. جلد اول. دانشگاه تربیت معلم. تهران.

8-Burrough, P.A. (1990) "Methods of Spatial analysis in GIS". International journal of Geographic information systems, 4.

9-Chrisman, N. (2002) "Exploring Geographic information systems". John wiley and sons, New york.

10- IDRSI for windows softwar (version 2.008) (1998). Help Menu. Program Modules. Decision support section.clark University.

11- Malczewski, J. (1999)." GIS and Multicriteria Decision Analysis". John Wiely and sons. New york. USA.

12- Satty,T.(1980)."The analytical hierarchical process: planning, prioritysetting, resource allocation.New York: Mc Graw-Hill.

13- Sui, D.Z. (1999)." A Fuzzy GIS Modeling Approach for Urban land Evaluation". Computer, Environment, and Urban systems. Vol 16.

Archive of SID

www.SID.ir