

پهنه بندی پراکنش زمین لغزش در استان کرمانشاه با استفاده از مدل نوین تئوری سیستم های خاکستری (GST) در محیط GIS

حمید رضا جعفری^۱، سیروس حسن پور^{۲*}، نجم اله صفری^۳، کامران مرادی^۴

۱. دانشیار دانشکده مدیریت و برنامه ریزی محیط زیست، دانشگاه تهران

۲. دانشجو دکترا سنجش از دور و GIS، دانشگاه تهران*

۳. کارشناس ارشد اداره امار و فناوری سازمان جهاد کشاورزی استان کرمانشاه

۴. کارشناس ارشد سازمان مراتع و آبخیزداری استان کرمانشاه

* تلفن نویسنده: ۰۹۱۸۷۲۸۹۱۲۰ E-Mail: hassanpour.saman@gmail.com

آدرس نویسنده: کرمانشاه- میدان سپاه(نفت)- بلوار کشاورزی- سازمان جهاد کشاورزی- ساختمان جدید - طبقه چهارم- اداره امار و انفورماتیک سازمان جهاد کشاورزی- بخش سنجش از دور GIS &

چکیده

هدف این تحقیق، شناسایی مناطق لغزشی و تعیین پارامترهای موثر در پهنه بندی خطر زمین لغزش در کل استان کرمانشاه با مدل سیستم خاکستری می باشد. در این تحقیق، ابتدا ۱۲ نقشه از عوامل موثر در پدیده زمین لغزش شامل نقشه های طبقات شیب، جهات شیب، طبقات ارتفاعی، طبقات حساسیت سنگها به فرسایش، طبقات کاربری اراضی، طبقات فاصله از شبکه آبراهه های اصلی، خطوط همدمما، خطوط هم لرزه، خطوط هم تبخیر، خطوط هم باران، فاصله از گسل و طبقات اقلیمی منطقه به عنوان متغیرهای تاثیر گذار تعیین شدند. سپس لایه های اطلاعاتی این عوامل با استفاده از نرم افزارهای Arc GIS تهیه شده سپس وزن طبقات هر کدام از عوامل با مدل خاکستری تعیین گردیدند. آنگاه با تلفیق نقشه لایه های اطلاعاتی هر یک از پارامترها در محیط نرم افزار GIS، اقدام به تهیه نقشه نهایی پهنه بندی خطر زمین لغزش در استان کرمانشاه صورت گرفت. نتایج نشان می دهد که بیشترین نواحی دارای پتانسیل لغزش در جهات غرب و جنوب غربی استان و در مجاورت مراتع در نواحی مرتفع با پوشش گیاهی ضعیف و تپه ماهور با دامنه های پرشیب و مرتفع قرار گرفته اند. تغییر کاربری اراضی و توپوگرافیکی ناشی از تبدیل زمین (تغییر کاربری) از اراضی مراتع به اراضی کشاورزی و مسکونی سبب افزایش فرسایش خاک حاصل از جابجایی خاک و حمل و انتقال رسوبات آبرفتی سبب تشدید زمین لغزش های منطقه داشته اند. همچنین مدل تحلیل گر خوشه ای خاکستری قادر است ناقص و گسسته بودن اطلاعات پارامترها و یا خطاهای ناشی از قضاوت کارشناسان و ابزارهای اندازه گیری پارامترها را برطرف نماید.

کلمات کلیدی: پهنه بندی، زمین لغزش، سیستم خاکستری، سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، استان کرمانشاه

در ایران پهنه بندی خطر زمین لغزش بیش از ۳۰ سال قدمت ندارد [۱]. تاکنون محققین زیادی به بررسی ابعاد گوناگون زمین لغزش و پهنه بندی آن با هر یک از روش های سامانه تصمیم گیری چند معیاره (MCDM)، تحت شرایط ویژه ای پرداخته اند [۵]. البته حدود ۸ روش از روش ها و مدل های شناخته شده در زمینه زمین لغزش در حوضه های مختلف مورد ارزیابی قرار گرفته است و این روش ها و مدل های تصمیم گیری داری نقاط قوت و ضعف هستند [۵]. لذا به منظور پهنه بندی و تهیه نقشه جامع زمین لغزش در استان کرمانشاه ابتدا اقدام به بررسی و عوامل و تهیه نقشه های پارامترهای مؤثر در زمین لغزش این منطقه وسیع صورت گرفته است [۶]. سیستم های تصمیم گیری چند معیاره تا درجه زیادی فضایی هستند و امروزه در کنار سیستم های اطلاعات جغرافیایی به طور گسترده ای برای حل مسائل فضایی به کار گرفته می شوند [۲]. سیستم های تصمیم گیری چند معیاره در ترکیب با سیستم های اطلاعات جغرافیایی پتانسیل زیادی را به منظور کاهش دادن هزینه و زمان و بالا بردن دقت در تصمیم گیری های فضایی، دارا می باشد و می تواند چارچوب مناسبی را برای حل مسائل فضایی فراهم بیاورد [۱]. در تجزیه و تحلیل مسائل فضایی، می بایست بطور همزمان حجم انبوهی از متغیرها در نظر گرفته شده و تصمیم گیری ها بر اساس ارزش و وزن هر یک از این متغیرها اتخاذ شود [۱]. روش های تصمیم گیری چند معیاره شامل یک سری از تکنیک ها (از جمله جمع وزن ها یا تحلیل های همگرایی) هستند که اجازه می دهند، طیفی از معیارهای وابسته به یک مبحث امتیازدهی و وزن دهی شده و سپس بوسیله کارشناسان و گروه های ذینفع رتبه بندی شوند [۱]. هدف اصلی این تحقیق، شناسایی مناطق لغزشی و تعیین پارامترهای مؤثر در پهنه بندی خطر زمین لغزش در کل استان کرمانشاه با مدل تئوری سیستم خاکستری می باشد. در این تحقیق، ابتدا ۱۲ عامل شامل طبقات شیب، جهات شیب، طبقات ارتفاعی، طبقات حساسیت سنگها به فرسایش، طبقات کاربری اراضی، طبقات فاصله از شبکه آبراهه های اصلی، خطوط همدم، خطوط هم لرزه، خطوط هم تبخیر، خطوط هم باران، فاصله از گسل و طبقات اقلیمی منطقه به عنوان متغیرهای تاثیر گذار تعیین شدند. سپس لایه های اطلاعاتی این عوامل با استفاده از نرم افزارهای Arc GIS تهیه شده سپس وزن طبقات هر کدام از عوامل با مدل خاکستری تعیین گردیدند. آنگاه با تلفیق نقشه لایه های اطلاعاتی هر یک از پارامترها در محیط نرم افزار GIS، اقدام به تهیه نقشه نهایی پهنه بندی خطر زمین لغزش در استان کرمانشاه در صورت گرفت.

پیشینه تحقیق

روش های متعددی در زمینه پهنه بندی خطر زمین لغزش وجود دارد. در این زمینه می توان به تحقیقات صورت گرفته زیر اشاره نمود. هدف نهایی هر تحقیق در مورد فرایندهای توده ای، تهیه نقشه پهنه بندی و تقسیم بندی منطقه مورد مطالعه نواحی یا مناطقی که با درجات خطر با هدف کاهش آسیب های ناشی از آنهاست [۳]. امروزه روش های مختلفی برای پهنه بندی خطر حرکات توده ای زمینی ارائه شده است، هر یک از این روش ها عوامل مختلفی را مد نظر قرار می دهند از بین عوامل مورد بحث، نقش عوامل زمین شناسی و فاصله از گسل و شیب نسبت به عوامل دیگر در ایجاد لغزش بیشترین تاثیر را دارا می باشد [۴]. فراوانی و پراکنش زمین لغزش های بزرگ و وسیع در منطقه حوضه آبریز کارون بزرگ ۲۱۹ مورد در مدت ۲۰ ماه رخ داده است که به علت ایجاد و تاسیس سدهای بزرگ کارون ۱، ۲، ۳ در منطقه موجب گردیده است [۵]. نقشه حساسیت زمین لغزش در حوضه آردیس ترکیه با سه روش تحلیل سلسله مراتبی سیستم ها (AHP)، فاکتور وزنی (WF) وزنی و شاخص آماری (Si) تهیه نمودند. ایشان بیان کردند که روش تحلیل سلسله مراتبی نسبت به سایر روش ها دارای دقت بالاتری بوده و عوامل زمین شناسی،

¹ Weight Factor

² Statistical indicators

پوشش زمین و شیب به عنوان مهمترین عوامل در رخداد زمین لغزشها بوده‌اند [۱۱]. حسن پور و همکاران، (۱۳۸۹) کاربرد GIS و فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در پهنه بندی خطر زمین لغزش حوضه ابریز سد زاکین و مقایسه ارجحیت عوامل موثر در ایجاد لغزش در حوضه آبخیز مذکور، را انجام داده‌اند. بطوری که ابتدا با مطالعات صحرایی و بررسی مطالعات انجام گرفته در این زمینه پارامترهای موثر انتخاب گردید، سپس با وارد شدن آنها به محیط GIS با استفاده از روش مقایسه زوجی مدل AHP به پارامترها وزن داده شد و در نهایت خطرهای نسبی برای پارامترها بدست آمد و نشان داده شد که شیب، سنگ شناسی و کاربری اراضی به عنوان مهمترین عوامل موثر در وقوع لغزش در منطقه انتخاب گردید. [۵]. حمیدرضا پور قاسمی و حمیدرضا مرادی، مجید محمدی (۱۳۸۵) کاربرد منطق فازی و GIS در شناسایی و پهنه بندی ناپایداری دامنه‌ای و مدیریت محیط زیست را نشان دادند. هر یک از عوامل موثر بر خطر وقوع زمین لغزش در منطقه شناسایی و نقشه‌های مربوطه، با استفاده از تعریف توابع عضویت فازی و کاربرد اپراتور Gamma و ($0/3$ ، $0/5$ ، $0/7$ ، $0/9$ و $0/975$) در محیط نرم افزار Idrisi، تهیه شدند [۱۲]. محمدخان حوضه آبخیز طالقان را با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) پهنه بندی نمودند و در نهایت به این نتیجه رسیدند که از بین عوامل تأثیر گذار در وقوع حرکت‌های توده ایی عامل زمین شناسی دارای بیشترین تأثیر بوده است [۱۱]. در تحقیقی با روش Frequency ratio در حوضه صفا رود استان مازندران عنوان نمودند که $11/6$ درصد منطقه در پهنه خطر خیلی بالا قرار گرفته است. بر همین اساس حرکات توده‌های و زمین لغزشها حدود 9 درصد از مخاطرات طبیعی را در سال‌های 1990 تا 2002 که در جهان اتفاق افتاده است را به خود اختصاص داده است [۸].

روش شناسی تحقیق

کلیات تئوری سیستم خاکستری

در دنیای واقعی سامانه‌های فراوانی وجود دارند که با یکسری اجزاء و روابط بین آنها، به صورت پویا در حال فعالیت‌اند. برای شناخت، تصمیم‌گیری و استفاده از این سامانه‌ها لازم است که روابط بین اجزاء آنها به درستی مورد بررسی قرار گیرد تا به شناخت قابل قبولی از آن دست پیدا کرد. در تئوری سامانه و تئوری کنترل اغلب از رنگ‌ها برای بیان میزان شناخت و اطلاع از اجزاء سامانه و روابط حاکم بر آن استفاده می‌شود [۱۴]. در سال 1998 ، دنگ از دانشگاه علوم و تکنولوژی هازمونگ چین اولین مقاله را در زمینه تئوری جعبه‌های خاکستری تحت عنوان مسئله کنترل سامانه‌های خاکستری ارائه کرد و از آن پس تئوری سامانه خاکستری معرفی شد [۱۳]. به نظر می‌رسد که اعداد خاکستری مشابه با اعداد فازی هستند اما تفاوت اساسی بین اعداد خاکستری با اعداد فازی در آن است که، در اعداد خاکستری مقدار دقیق عدد نامشخص است، اما بازه‌ای که مقدار آن عدد را در بر می‌گیرد معلوم است، یا به تعبیر دیگر مقدار دقیق حد چپ و راست عدد معین و معلوم است [۱۴]. در حالی که اعداد فازی فقط در یک بازه تعریف می‌شود، اما مقدار دقیق حد چپ و راست عدد فازی معلوم نیست و از یک تابع عضویت تبعیت می‌کند. همین تفاوت ظریف بین عدد خاکستری و عدد فازی موجب می‌شود که محاسبات با اعداد خاکستری از سادگی بیشتری نسبت به اعداد فازی برخوردار باشد، زیرا تعیین تابع عضویت برای حدهای چپ و راست یک عدد فازی خود همراه با پیچیدگی‌ها و عملیات محاسباتی است [۱۳]

آنالیز خوشه بندی خاکستری GCA^6

خوشه‌بندی خاکستری یکی از اجزاء تئوری جعبه خاکستری است. این روش بر پایه توابع سفیدکننده^۷ ارزش‌های خاکستری^۸ قرار گرفته است. تحلیل خوشه‌بندی خاکستری یک روش آماری خاکستری بوده که به بررسی ارزش شاخص‌های مورد بررسی مربوط به اهداف مورد نظر در طبقات خاکستری (طبقات از پیش تعیین شده براساس ترجیحات نخبگان) می‌پردازد و در آخر نیز در مورد تعلق این اهداف به هر طبقه قضاوت و تصمیم‌گیری می‌کند (Wiecek et al, 2005). در واقع در این روش N نمونه مورد نظر (J) با استفاده از M شاخص مورد بررسی (i) در P طبقه خاکستری (k) قرار می‌گیرد [۱۵].

در زیر مراحل کلاسیک این سامانه طبقه بندی به طور خلاصه آورده شده است [۱۳].

(۱) اندازه گیری ارزش شاخص‌ها در نمونه‌های مورد نظر (d_{ij})

(۲) مشخص کردن مقدار ویژه هر طبقه خاکستری (λ_{ij})

(۳) مقیاس سازی : در این مرحله برای از بین بردن تاثیر واحد اندازه‌گیری معیارها بر نتایج تحلیل، داده‌ها با استفاده از رابطه‌های ۱ و ۲ نرمال می‌شوند [۱۳].

$$x_{ij} = \frac{d_{ij}}{\sum_{j=1}^N d_{ij}} \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$y_{ik} = \frac{\lambda_{ik}}{\sum_{k=1}^P \lambda_{ik}} \quad \text{رابطه (۲)}$$

در روابط بالا

x_{ij} مقدار نرمال شده شاخص i ام در نمونه j ام

d_{ij} مقدار اندازه گیری شده شاخص i ام در نمونه j ام

y_{ik} مقدار نرمال شده حد طبقه k ام مربوط به شاخص i ام

λ_{ik} مقدار استاندارد حد طبقه k ام مربوط به شاخص j ام

P تعداد طبقات

N تعداد نمونه‌ها

(۴) مشخص کردن توابع عضویت سفید کننده $f_i^k(x_{ij})$ در طبقات خاکستری که عموماً بر سه نوع اند. روابط (۳)، (۴)، (۵) به شرح زیر می‌باشند :

الف) توابعی که مربوط به طبقات با حد پایین نامشخص و حد بالای مشخص هستند [۱۳].

$$\otimes \in (-\infty, \bar{a}] \quad \text{رابطه (۳)}$$

$$f_i^1(x_{ij}) = \begin{cases} 1 & \text{, } \otimes \in (-\infty, \lambda_{i1}] \\ \frac{\lambda_{i2} - x_{ij}}{\lambda_{i2} - \lambda_{i1}} & \text{, } \otimes \in (\lambda_{i1}, \lambda_{i2}] \\ 0 & \text{, } \otimes \notin (-\infty, \lambda_{i2}] \end{cases}$$

ب) توابعی که مربوط به طبقات با کران پایین و بالای مشخص هستند.

رابطه (۴)

$$f_i^2(x_{ij}) = \begin{cases} \otimes \in [a, \bar{a}] \\ \frac{x_{ij} - \lambda_{i1}}{\lambda_{i2} - \lambda_{i1}} & \text{، } \otimes \in (\lambda_{i1}, \lambda_{i2}] \\ \frac{\lambda_{i3} - x_{ij}}{\lambda_{i3} - \lambda_{i2}} & \text{، } \otimes \in (\lambda_{i2}, \lambda_{i3}] \\ 0 & \text{، } \otimes \notin (\lambda_{i1}, \lambda_{i3}] \end{cases}$$

ج) توابعی که مربوط به طبقات با کران پایین مشخص و کران بالای نامشخص هستند [۱۳].

رابطه (۵)

$$f_i^k(x_{ij}) = \begin{cases} \otimes \in [a, \infty) \\ 0 & \text{، } \otimes \notin (\lambda_{ip-1}, \infty) \\ \frac{x_{ij} - \lambda_{ip-1}}{\lambda_{ip} - \lambda_{ip-1}} & \text{، } \otimes \in (\lambda_{ip-1}, \lambda_{ip}] \\ 1 & \text{، } \otimes \in (\lambda_{ip}, \infty) \end{cases}$$

البته انواع توابع بالا برای داده‌هایی صدق می‌کنند که بهترین حالت آن (طبقه یک) دارای کمترین مقدار باشد (برای مثال معیار شیب)، نمودار طبقات خاکستری آن در نمودار مثلثی از شکل (۱) پیروی می‌کند. در غیر صورت یعنی در حالتی که بهترین طبقه دارای بیشترین

مقدار باشد (برای مثال معیار دسترسی به آب) نمودار طبقات خاکستری آن در نمودار مثلثی از شکل (۲) پیروی می‌کند و توابع آن به

صورت زیر می‌باشد [۱۳].

در حالت اول یعنی طبقات با کران پایین مشخص و کران بالای نامشخص [۱۳].

رابطه (۶)

$$f_i^1(x_{ij}) = \begin{cases} \otimes \in [a, \infty) \\ 1 & \text{، } \otimes \in [\lambda_{i1}, \infty) \\ \frac{x_{ij} - \lambda_{i2}}{\lambda_{i1} - \lambda_{i2}} & \text{، } \otimes \in (\lambda_{i1}, \lambda_{i2}] \\ 0 & \text{، } \otimes \notin (\lambda_{i2}, \infty) \end{cases}$$

در حالت دوم یعنی طبقات با حد پایین و بالای مشخص.

رابطه (۷)

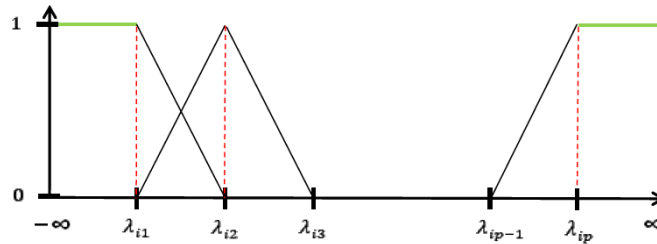
$$f_i^2(x_{ij}) = \begin{cases} \otimes \in [a, \bar{a}] \\ \frac{\lambda_{i1} - x_{ij}}{\lambda_{i1} - \lambda_{i2}} & \text{، } \otimes \in (\lambda_{i1}, \lambda_{i2}] \\ \frac{x_{ij} - \lambda_{i3}}{\lambda_{i2} - \lambda_{i3}} & \text{، } \otimes \in (\lambda_{i2}, \lambda_{i3}] \\ 0 & \text{، } \otimes \notin (\lambda_{i1}, \lambda_{i3}] \end{cases}$$

در حالت سوم یعنی طبقات با حد پایین نامشخص و حد بالای مشخص [۱۳].

رابطه (۸)

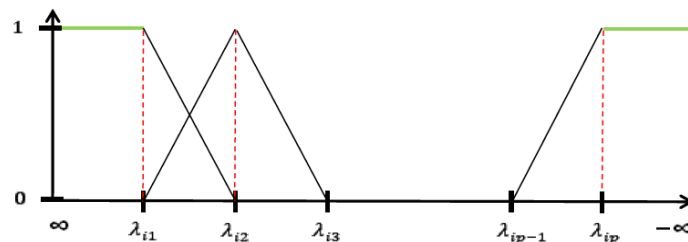
$$\otimes \in (-\infty, \bar{a}]$$

$$f_i^k(x_{ij}) = \begin{cases} 0 & \text{، } \otimes \notin (-\infty, \lambda_{ip-1}) \\ \frac{x_{ij} - \lambda_{ip-1}}{\lambda_{ip} - \lambda_{ip-1}} & \text{، } \otimes \in (\lambda_{ip-1}, \lambda_{ip}] \\ 1 & \text{، } \otimes \in (-\infty, \lambda_{ip}) \end{cases}$$



شکل ۱- نمودار مثلثی حد طبقات و میزان تعلق آنها به هر طبقه (شاخص‌های که بهترین حالت آنها کمترین مقدار

را دارد) [۱۳]



شکل ۲- نمودار مثلثی حد طبقات و میزان تعلق آنها به هر طبقه (شاخص‌های که بهترین حالت آنها بیشترین مقدار

را دارد) [۱۳]

(۵) محاسبه وزن مربوط به هر شاخص η_{ik}

(۶) محاسبه ضریب خوشه‌بندی (Clustering coefficient) α_{ik} با استفاده از رابطه (۹). [۱۳]

$$\alpha_{jk} = \sum_{i=1}^m f_{ik}(x_{ij}) \eta_{ik} \quad \text{رابطه (۹)}$$

(۷) تشکیل بردار مربوط به میزان عضویت هر نمونه به P طبقه خاکستری α_j : رابطه (۱۰)

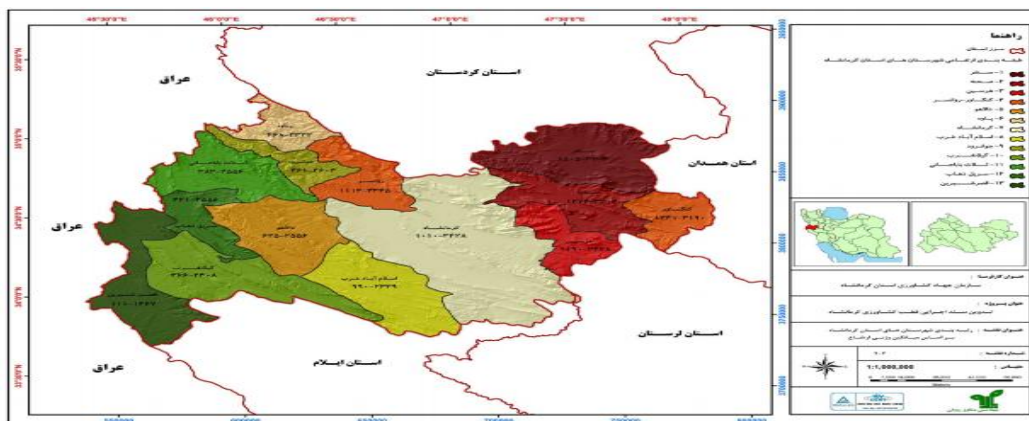
$$\alpha_j = \{ \alpha_{j1}, \alpha_{j2}, \dots, \alpha_{jp} \} \quad \text{رابطه (۱۰)}$$

(۸) اعلام درجه کیفیت هر نمونه (طبقه ای که هر نمونه بیشترین عضویت را در آن دارد) β_{kj}

$$\beta_{kj} = \max_{k=1} \{ \alpha_j \} \quad \text{رابطه (۱۱)}$$

منطقه مورد مطالعه

استان کرمانشاه به وسعت ۲۴۴۳۴ کیلومتر مربع در موقعیت جغرافیائی ۳۳ و ۴۱ تا ۳۵ و ۱۷ عرض شمالی و ۴۵ و ۲۴ تا ۴۸ و ۵۰ طول خاوری در میسر شمالی - جنوبی زاگرس و قسمت میانی این سلسه جبال قرار دارد. استان کرمانشاه ۱/۴۸ درصد از کل وسعت کشور و بخش‌های وسیعی از حوزه‌های آبریز کرخه علیا و رودخانه‌های مرزی غرب کشور را در برمی‌گیرد [۷]. ارتفاعات استان را رشته کوه‌های زاگرس تشکیل می‌دهد. متوسط ارتفاع مناطق کوهستانی ۲ تا ۳ هزار متر و قله‌های بالاتر از ۳۰۰۰ متر نیز در این مناطق وجود دارد. اختلاف ارتفاع بین بلندترین و پست‌ترین نقطه استان به بیش از ۳۲۷۰ متر میرسد. پست‌ترین نقطه استان، سومار با ۲۷۰ متر ارتفاع می‌باشد. ۴۸/۸ درصد مساحت استان را تیپ کوه‌ها، ۱۸/۹ درصد تپه ماهور، ۷ درصد را فلات‌ها و تراس‌های فوقانی تشکیل می‌دهد. تنوع آب و هوائی وسیعی در استان حاکم است که بعنوان یک موهبت الهی امکان رشد دامنه وسیعی از گیاهان را فراهم آورده‌است. بر اساس نقشه بیوکلیماتیک، هفت منطقه آب و هوائی با حداقل ۲۷ درجه و حداکثر ۵۳ درجه سانتیگراد ثبت شده‌است. البته این مناطق مختلف در سه دامنه وسیع آب و هوائی گرمسیری، معتدل و سردسیری قابل دسته‌بندی بوده که همگی تحت تاثیر رژیم مدیترانه‌ای قرار دارند. براساس دوره آماری ۳۲ ساله میزان بارندگی استان ۴۹۸ میلی‌متر می‌باشد که حدود ۲ برابر بارندگی کشور است (۲۶٪ بهار، ۲۹٪ پائیز و ۴۵٪ زمستان). در طول سال این مقدار بارندگی معادل دریافت حجم بارشی بیش از ۱۲ میلیارد مترمکعب می‌باشد [۷].



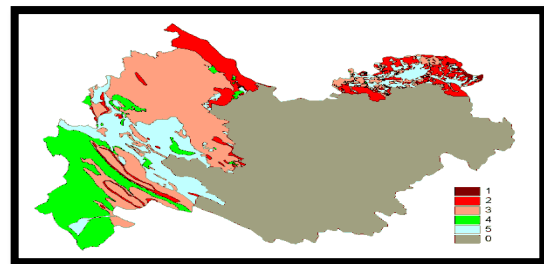
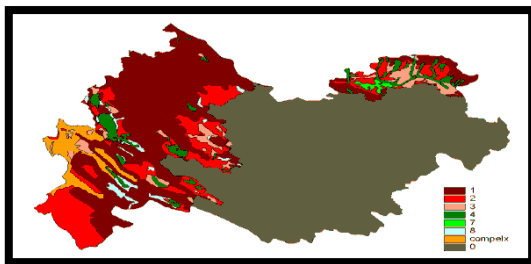
شکل شماره ۳- موقعیت منطقه مورد مطالعه در کشور

داده ها و روش تحقیق

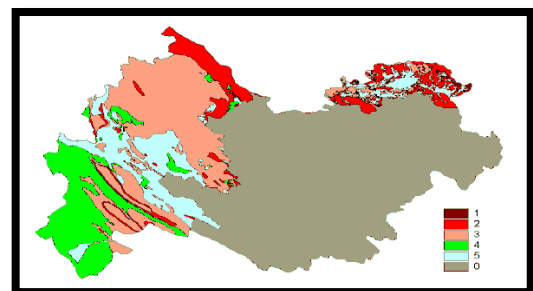
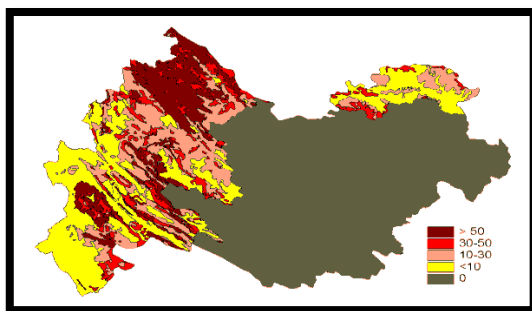
برای پهنه بندی لغزش ابتدا نقاط لغزشی با استفاده از تصاویر ماهواره لندست سنجنده ETM^+ و بازدیدهای میدانی شناسایی شده است. سپس هر یک از عوامل موثر بر وقوع زمین لغزش در منطقه مورد مطالعه از قبیل نقشه شیب، جهات شیب، طبقات ارتفاعی، طبقات حساسیت سنگها به فرسایش، طبقات کاربری اراضی، طبقات فاصله از شبکه آبراهه های اصلی، خطوطه همدم، خطوط هم لرزه، خطوط هم تبخیر، خطوط هم باران، فاصله از گسل و طبقات اقلیمی منطقه به عنوان متغیرهای تاثیر گذار بررسی شده است. بدین منظور شناسائی عوامل لغزش و در ادامه مطالعه بیشترین پدیده فرسایش خاک در اثر پدیده زمین لغزش در استان ضرورت این تحقیق می‌باشد.

به منظور پهنه بندی زمین لغزش ابتدا اقدام به مطالعه کتابخانه ای و سپس مشاهدات میدانی در خصوص بررسی و تهیه عوامل موثر در لغزش در منطقه مورد نظر صورت گرفت. با توجه به شواهد موجود و اقلیم و لیتولوژی خاص و تکتونیک فعال منطقه اقدام به انجام پهنه بندی لازم و ضروری به نظرمی‌رسد [۶]. منطقه مورد مطالعه بسیار وسیع بوده و دارای اقلیم و آب و هوای بسیار متفاوت در می باشد [۷]. بطوریکه بخش های مختلف استان دارای آمار

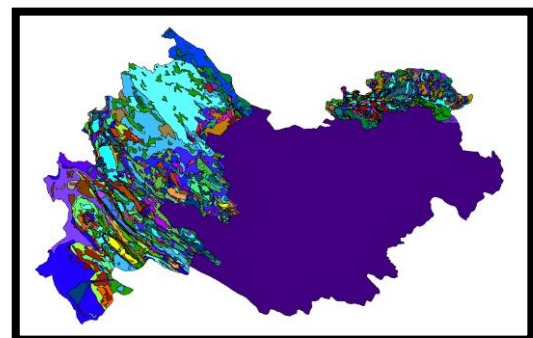
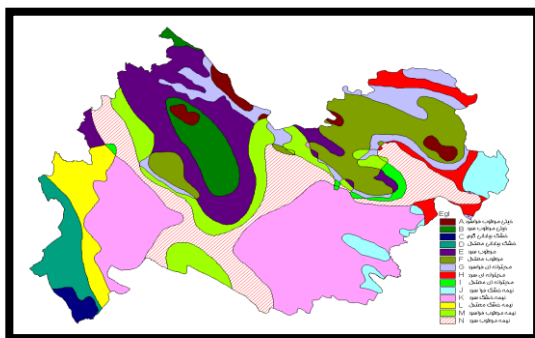
بارندگی بالا و بارش به صورت برف سنگین در منطقه دیده می‌شود که باعث فعال شدن مناطق واجد لغزش شده است. استان کرمانشاه از نظر مورفولوژی دارای گسل‌های بسیار فعال و واجد شرایط بحرانی می‌باشد. از سوی دیگر، مطالعات تاکیدی بر تغییرات بوجود آمده در کاربری اراضی منطقه، به ویژه تبدیل اراضی دیم به اراضی آبی و تغییر در نوع پوشش گیاهی مراتع منطقه توسط روستائیان و عشایر منطقه را دارد. هدف از انجام این پژوهش، اولویت بندی عوامل موثر بر زمین لغزش و تهیه نقشه پهنه بندی زمین لغزش استان با استفاده از روش نوین سیستم خاکستری (GST) است. بر این اساس با در نظر گرفتن یک سامانه تصمیم گیری (MCDM) با پارامترها و زیر معیارها و طبقات جدید در قالب لایه‌های اطلاعاتی در یک سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، از طریق ارزش گذاری پارامترها در روشی نوین مانند سیستم خاکستری می‌تواند نتایج ملموسی را ارائه دهد. [۱۲].



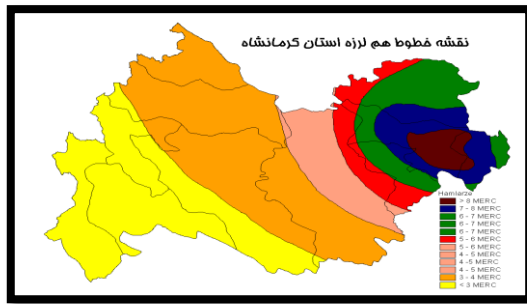
شکل شماره ۴- نقشه طبقات فاصله از گسل در سطح استان شکل شماره ۵- نقشه جهات شیب استان



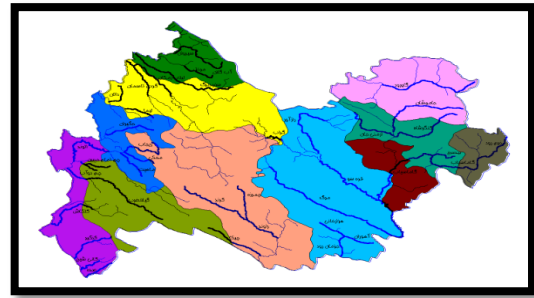
شکل شماره ۶- نقشه طبقات حساسیت سنگها به فرسایش استان شکل شماره ۷- نقشه طبقات شیب استان



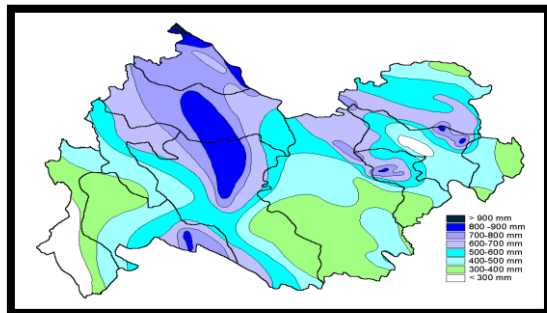
شکل شماره ۸- نقشه طبقات اصلاح کاربری اراضی استان شکل شماره ۹- نقشه طبقات اقلیمی استان



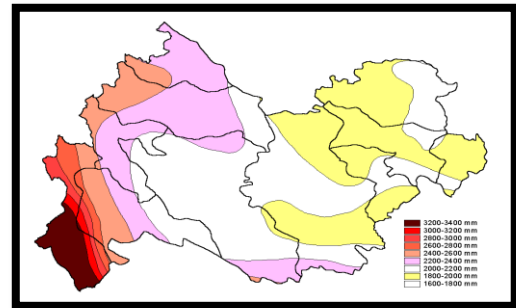
شکل شماره ۱۱- نقشه خطوط هم لرزه استان



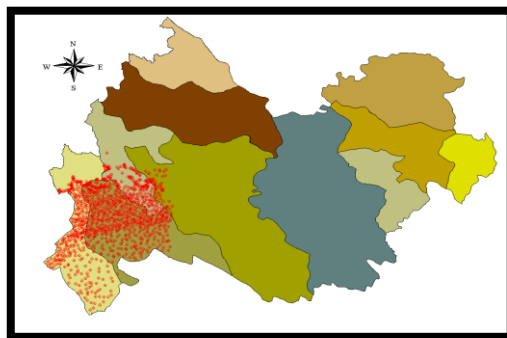
شکل شماره ۱۰- نقشه آبراهه های اصلی استان



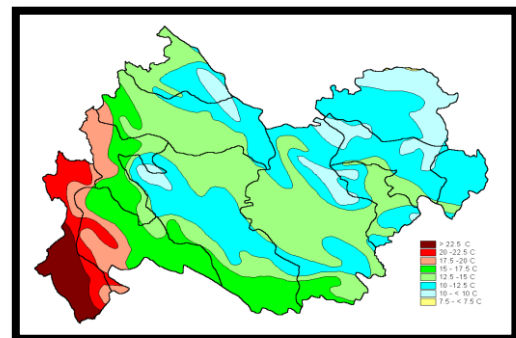
شکل شماره ۱۳- نقشه خطوط همباران استان



شکل شماره ۱۲- نقشه خطوط هم تبخیر سالانه استان



شکل شماره ۱۴- نقشه خطوط همدمای استان



شکل شماره ۱۵- نقشه نهایی پراکنش زمین لغزش استان کرمانشاه

بحث و نتیجه گیری

در ایران پهنه بندی خطر زمین لغزش بیش از ۳۰ سال قدمت ندارد (کمک پناه وهمکاران، ۱۳۶۹، ۷۴). البته حدود ۸ روش از روش‌ها و مدل‌های شناخته شده در زمینه زمین لغزش در حوضه‌های مختلف مورد ارزیابی قرار گرفته است و این روش‌ها و مدل‌های تصمیم‌گیری داری نقاط قوت و ضعف هستند [۵]. اما روش ترکیبی مدل شاخص هم-پوشانی نقشه بعنوان یک روش از MCDM در محیط نرم افزار GIS نسبت به سایر مدل‌ها واسنجی شده نتایج مناسب‌تری از بررسی داده‌های آب و خاک در اختیار می‌دهد [۱]. تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد که عوامل متعددی سبب بروز لغزش‌ها در محدوده مورد مطالعه می‌شوند.

دستاورد

۱. مکان‌یابی عرصه‌های مستعد لغزش به روش GIS یعنی تنها با روی هم انداختن لایه‌ها و در نظر گرفتن اشتراک مکان‌های مناسب در نقشه‌های به عنوان عرصه‌های مستعد، ارزش واقعی لایه‌ها اطلاعاتی را نشان نمی‌دهد.
۲. از بین عوامل مورد بحث، نقش عوامل زمین‌شناسی و فاصله از گسل و شیب نسبت به عوامل دیگر در ایجاد

لغزش بیشترین تاثیر را دارا می‌باشد

۳. استفاده از سامانه تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) بخصوص در مدل سیستم خاکستری، نقص سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در گزینه اول را بر طرف می‌کند، یعنی مکان‌یابی عرصه‌های مستعد با استفاده از تکنیک یا مدل، این قابلیت را در اختیار کاربران قرار دهد تا بتواند ارزش هر لایه را در تلفیق و مکان‌یابی دخالت داده شود.

۴. تئوری خاکستری، همانند تئوری فازی یک مدل ریاضی اثر بخش برای حل مسائل نامشخص و مبهم است. این تئوری در زمینه‌های بسیاری از جمله زمینه حل مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) تحت عنوان آنالیز خوشه بندی خاکستری (GCA) بکار گرفته شده است [۱۴].

۵. طرفی نتایج مطالعات نشان داده است که استفاده از مدل تحلیل و آنالیز خوشه بندی خاکستری (GCA) در سطح بهینه‌ای در برآورد وزن فاکتورها پاسخ‌گو بوده است [۱۴]. از سوی دیگر استفاده از منطق تئوری سیستم خاکستری و مدل آنالیز خوشه‌ای خاکستری (GCA) خصوصیات پارامترهای محیطی و گسسته بودن اطلاعات را برطرف می‌نماید [۱۳].

۶. مدل تحلیل‌گر خوشه‌ای خاکستری قادر است ناقص و گسسته بودن اطلاعات پارامترها و یا خطاهای ناشی از قضاوت کارشناسان و ابزارهای اندازه‌گیری پارامترها را برطرف نماید و بازه‌ای مشخص بر اساس ایجاد اعداد خاکستری جهت تحلیل و بررسی داده‌های نامعین را دنبال کند [۱۵].

۷. با استفاده از تئوری سیستم خاکستری و وزنه‌های خاکستری (بین صفر تا یک) طبقات هریک از پارامترهای تحت مطالعه تعیین گردید. بنابراین هر طبقه که بیشترین وزن خاکستری را در بین طبقات دارا باشد. بیشترین تاثیر را بر روی وقوع لغزش زمین لغزش را خواهد داشت.

۸. جدول شماره (۱) بیشترین تاثیر طبقات بر زمین لغزش منطقه به شرح ذیل نمایش می‌دهد.

جدول ۱: بیشترین طبقات موثر از پارامترهای در زمین لغزش منطقه

ردیف	پارامتر	بیشترین تاثیر طبقات بر زمین لغزش	وزن لایه در مدل تحلیل گر و آنالیز خوشه بندی خاکستری (GCA)
۱	شیب	بین ۳۰ تا ۴۵ درصد	۰/۸۲۹۰
۲	جهت شیب	غرب- جنوب غربی	۰/۵۶۶۳
۳	واحدهای زمین شناسی	شیل و مارن	۰/۹۷۷۵
۴	فاصله از گسل	کمتر از ۳۰۰ متر	۰/۷۶۶۵
۵	فاصله از رودخانه	کمتر از ۱۰۰ متر	۰/۶۵۴۵
۶	کاربری اراضی	اراضی لخت مارنی	۰/۶۹۹۵
۷	میزان باران	بیشتر از ۴۰۰ میلیمتر	۰/۶۵۷۹
۸	میزان لرزش	۷-۸ یا بیش از ۸ REC	۰/۸۳۵۹
۹	میزان دما	بیش از ۲۲/۵ سانتی گراد	۰/۶۵۵۷
۱۰	میزان تبخیر	بین ۳۰۰۰ الی ۳۲۰۰۰	۰/۶۴۴۵
۱۱	طبقات ارتفاعی	بین ۱۰۰۰-۱۵۰۰ متر	۰/۴۹۶۶
۱۲	واحدهای اقلیم	سرد مرطوب / گرم مرطوب	۰/۷۴۴۸

منابع

۱. اصغریور، محمد جواد، (۱۳۸۸)؛ تصمیم گیری‌های چند معیاره، موسسه انتشارات دانشگاه تهران، ص ۳۶۰-۳۵۸.
۲. پرهیزکار، اکبر، عطا غفاری گیلانده، (۱۳۸۵)؛ سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحلیل تصمیم چند معیاری، انتشارات سمت، تهران.
۳. تشنه لب، محمد، (۱۳۷۸)؛ سیستم‌های فازی و کنترل فازی، انتشارات دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی.
۴. ثنایی نژاد، سید حسین (۱۳۷۶)؛ مترجم، مقدمه ای بر سیستم های اطلاعات جغرافیایی، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ص ۷۳.
۵. حسن پور. سیروس. ۱۳۸۹. بررسی زمین لغزشهای حوضه آبخیز کارون بزرگ با استفاده از مدل AHP در محیط GIS، نشریه علمی پژوهشی جغرافیا و برنامه ریزی محیطی. صفحه ۳.
۶. علایی طالقانی، م، ۱۳۸۱. ژئومرفولوژی ایران- شماره ۱۳۳۰ و ۱۳۳۷. نشر قومس چاپ اول. ۳۷۵ ص
۷. مرکز آمار ایران (۱۳۸۵)، (۱۳۷۵)، سالنامه های آماری استان کرمانشاه، شهرستان کرمانشاه.
۸. صالحی پور. علیرضا، ۱۳۸۰، بررسی پارامترهای هیدرو مورفیک موثر در حرکات دامنه ای حوضه آبریز قوری چای با استفاده از GIS، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ص ۴.
۹. محمد خان. ش. ۱۳۸۰، ساخت مدل منطقه ای خطر حرکات توده ای با استفاده از ویژگیهای کیفی، تحلیل سلسله مراتبی AHP سیستم‌ها، مطالعه موردی حوضه آبخیز طالقان، پایان نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ص ۴۴ تا ۴۳.
10. Bellman R.E. and Zadeh L.A., (1970), "**Decision Making in a fuzzy environment**," Management Science, 17, 141-164
11. Boender, C.G.E., de Graan, J.G. and Lootsma, F.A. (1989), Multicriteria decision analysis with fuzzy pairwise comparisons, Fuzzy Sets and Systems 29 133-134.
12. Buckley, J.J., (1985), Fuzzy hierarchical analysis, Fuzzy Sets and Systems, 17, 233.
- 13..Ayalew. Lulseged, Yamagishi. Hiromitsu. 2005. The application of GIS-based logistic regression for landslide susceptibility mapping in the Kakuda-Yahiko Mountains, Central Japan. SCINCE@ DIRECT-ELSEVER- Geomorphology 65 (2005). pp21,22. 9. J. Xia , **Grey System Theory to Hydrology** , Huazhong Univ . of Sci . and Technol. Press , china 2000.
- 14..Deng J L. **Contorol Problems of Grey System.**Wuhang : Huazhong University of Science and Technology Press 1990.
- 11.Hsu , L i- Chang , Wang , Chao- Hung. **Forecasting the output of integrated Circuit industry using a grey improved by the Bayesian analysis** , Technological Forecasting and Social Change 2006.
- 15..Kuo ,Y. Yang , T. and G Hung (2006) . **The use of grey relational analysis in Solving nultipile attribute decision making problems** , Xomputers and industrial engineering pp 80-93.
- 13.Chang ping chang (2006) . **Manging business attributes and Per Formance for Commercial namks** , Journal of American Acedemy of Business , Vol . 9. No 1: 104-109
- 14.Liu S . ,Guo B . and Y . Dang (1999) . **Grey System Theory and applications** , Springer , London.