پهنه بندی ژئومورفولوژی با فرم های بنیادی مینار در راستای مکان یابی بهینه پخش سیلاب

صدیقه ابراهیمیان[1*]، محمد نهتانی[2]، حسین صادقی مزیدی[3]

۱- دانشجوی دکتری آبخیزداری، گرایش آب، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، دانشگاه لرستان

۲- استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده آب و خاک ، دانشگاه زابل، ایران

۳- دکتر ی آبخیزداری ، دانشگاه هرمزگان، دانشکده آب و خاک

چکیده

در این تحقیق به پهنه‌بندی کمی سطح زمین با استفاده‌ی مدلهای بنیادی پرداخته شد که مدل بنیادی به الگوی از سطح گفته می‌شود که دارای شکل خاصی مانند حالت خطی و دایره‌ای هستند و با تغییر ضرایب مربوط به آن‌ها شکل کلی خود را حفظ نموده و تنها انحنا و شیب آنها در جهات مختلف تغییر می‌نماید. علت انتخاب این فرم‌ها این است که هر فرم خواص قابل پیش‌بینی از نظر جهت حرکت آب، قابلیت فرسایش‌دهندگی، کاهنده یا افزاینده بودن جریان، قابلیت جمع‌آوری آب را دارد. در این مطالعه به منظور تشخیص محدوده‌های مناسب برای تغذیه مصنوعی در منطقه‌ی کوهستانی گهر و دشت گربایگان، در استان فارس، از پهنه‌بندی کمی سطح زمین با برازش فرم بنیادی خطی و دایره ای، به سطح استفاده گردیده است. برای تشخیص بهترین ساختار بنیادی خطی و دایره ای قابل برازش از ساختارهایی با رده درجه دو برای پنجره سه‌تایی و از داده‌های حاصل از مدل رقومی ارتفاعی با قدرت تفکیک ۱۰ متری استفاده گردیده است. برای تعیین درجه برازش ساختارهای بنیادی از شاخص مجموع اختلاف مربعات اختلافات سطح استفاده شده است. با برازش الگوهای قابل تفسیر به سطح زمین می‌توان تعیین نمود که زمین به چه الگو و چه مکانیسم تشکیلی شباهت بیشتری دارد. مکان‌هایی که در بعد قابل قبول شیب نمی¬باشد (شیب از ۰۰۲/. کمترواز ۰/۱ بیشتر) مقدارصفردرجه برازش رابه خود اختصاص داده¬اند و درمخروط‌افکنه و مکان¬هایی که در بازه قابل قبول شیب می¬باشد،مقادیردرجه برازش مثبت می¬باشند. نتایج نشان می‌دهدکه درآبخیزگربایگان سطوح واقع درپایین دست مخروط افکنه¬ها ودشت¬ها مناسب¬ترین مناطق برای پخش¬سیلاب محسوب می‌شوند.

واژه‌های کلیدی:مدل بنیادی، عوارض سطحی، پهنه بندی ژئومورفولوژیک، تغذیه مصنوعی، گربایگان

مقدمه

مکان‌یابی سیستم‌های تغذیه‌مصنوعی از اصول اساسی ایجاد این سیستم‌هاست، انتخاب محل مناسب بر مبنای واقعیت‌های علمی و طبیعی دارای بزرگترین نقش در جهت استحکام و کاربری این سیستم‌ها در راستای تحقق اهداف مربوطه می‌باشد (شفقتی و شجاعی،۱۳۸۳). از جمله مناطق مناسب برای انجام پخش‌سیلاب، منطقه گربایگان در استان فارس است. از آن‌جایی‌که تعیین دقیق مناطق پخش‌سیلاب، امکان توزیع مناسب آب و کاهش تلفات را در مواقع سیلابی امکان‌پذیر می‌سازد، تشخیص دقیق عوارض سطحی ژئومورفولوژی کامری ضروری است(قهاری و پاکپرور،۱۳۸۶).

اولین مرحله پهنه‌بندی سطح زمین برای کاربری-های مختلف، تعیین پهنه‌های همگن سطح زمین از نظر خواص ژئومورفولوژیک می‌باشد(کوثر،۱۳۷۳). ژئومورفولوژی، مطالعه ویژگی‌های فیزیکی سطح زمین، مانند شکل‌های زمین و مناظر و ایجاد و دگرگونی مداوم سطح زمین، یکی از مهم‌ترین رشته‌های تحقیقاتی در علوم زمین است. اصطلاح ژئومورفولوژی اولین بار برای توصیف مورفولوژی سطح زمین در پایان قرن نوزدهم استفاده شد (لیو و همکاران،۲۰۱۳). مطالعات ژئومورفولوژیکی بر توصیف و طبقه‌بندی لندفرم‌ها بر فرآیندهای دینامیکی که تکامل و وجود آنها را مشخص می‌کند و بر رابطه و ارتباط آنها با سایر اشکال و فرآیندها متمرکز شده‌اند (پیلوان،۲۰۱۷). پهنه‌هایی که از نظرژئومورفولوژیک همگن هستند دارای منشاء تشکیل، سرعت تغییرات و عوامل تغییردهنده مشابه بوده و می‌توان برای کاربری‌های مشابه در نظر گرفته شوند یا با روش‌های مشابه مدیریت شوند(سزپولیا،۲۰۱۷). مثلا قطعه‌ای از سطح زمین که از لیتولوژی خاصی بوده و در یک منطقه چینخورده واقع شده و فرسایش آن از نوع سطحی است می‌تواند به عنوان یک پهنه جدا شود. در مدیریت سطح زمین به خصوص در مناطق شکننده-ای مانند مناطق بیابانی، پهنه‌بندی سطح زمین از نظر ژئومورفولوژی ضروری به نظر می‌رسد. شکل سطح زمین ساختار پیچیده‌ای از فرم‌های مختلف در مقیاس‌های مختلف می‌باشد (دیکاو، ۱۹۸۹). رمستارد سطح زمین را به طور پیوسته به واحدهای گسسته‌ای تقسیم‌بندی کرد. در این تقسیم‌بندی واحدهای ژئومورفولوژیک معنی‌داری ایجاد می‌شود. این واحدهای ژئومورفولوژیک نه تنها بیانگر فرایند-های تشکل خاصی هستند بلکه در تعامل با خاک، پوشش گیاهی، هیدرولوژی و رژیم‌های گرمایشی می‌باشند. ایشان در مقاله خود به توصیف یک روش جدید برای تقسیم‌بندی سطح زمین با استفاده از انحنای متوسط آبخیز[1] پرداخت. در روش پیشنهادی توسط مینار و ایوانس (۲۰۰۸) ترکیبی از روش‌های ترسیمی و دسته‌بندی مورد استفاده قرار گرفته است. به این صورت که با به‌دست آوردن پهنه‌های اولیه و

[1] *Mean curvature of watershed*

برازش روابط به پهنه‌ها و تعیین درجه برازش پهنه-های با برازش مورد قبول پهنه‌های دسته‌بندی می-شوند(رجبی،۱۳۸۰). تاکنون تشخیص عوارض ژئومورفولوژیک به صورت کیفی انجام گردیده و بر اساس نظر کارشناس بوده با خطا همراه می-باشد(شایان،۱۳۸۸). لذا استفاده از یک روش کمی و دقیق برای تعیین عوارض ضروری می‌باشد. تاکنون تشخیص عوارض ژئومورفولوژیک به‌صورت کیفی و بر اساس پارامترهای توصیفی زمین مانند ارتفاع، شیب، جنس سازند و وضعیت پوشش گیاهی انجام می‌گرفت که این نوع پهنه‌بندی سلیقه‌ای و کارشناسی بود و در نتیجه پهنه‌بندی‌های به دست آمده توسط اشخاص مختلف یکسان نبوده و تشخیص، رخساره‌های با مرزهای دقیق را غیر-ممکن می‌ساخت همچنین پهنه‌های جداشده دارای پارامترهای شکلی مشخصی برای مقایسه با سایر مناطق نیستند که از میزان دقت کاسته می‌شود، لذا استفاده از یک روش کمی برای تعیین عوارض امری ضروری می‌باشد(صادقی مزیدی،۱۳۸۹). ایوانس و شری در مطالعات به روش کیفی مشکلات اساسی که در این راستا وجود دارد. از جمله، بیشتر خصوصیات شناخته شده از متغیرهای سطح زمین به طور ویژه توصیف شده که تفاوت های زیادی از نتایج به دست آمده در مراحل متفاوت مشاهده شده است. همچنین ایده‌های تشخیص اشکال و طبقه‌بندی کافی نبوده، و سیستم خصوصیات سطح زمین به نظر می‌رسد که کاملا استاندارد نبوده است. هدف عمده از این مطالعات این است که ما جزئیات مهم را برای متغیرها و اصول مهمی که چندین خصوصیات متفاوت که به ویژگی‌های سطح زمین بستگی دارد را توصیف می-کنیم. نوع دوم، پهنه‌بندی کمی یا روشی است که با استفاده از داده‌های انحنا و مشتقات مختلف ارتفاع و شیب و با به‌کارگیری نرم افزارها و روش‌های خودکار تعریف شده و بر اساس معیارهایی پهنه بندی انجام می‌گیرد(شری و همکاران،۲۰۰۲). در زمینه مکان‌یابی بهینه پخش‌سیلاب به صورت کمی بر اساس پارمترهای شیب، جهت و متغیرهای مورفومتریک مطالعات چندانی صورت نگرفته است. صادقی مزیدی (۱۳۸۸) برای اولین بار در بخش جویم استان فارس با استفاده از فرم‌های بنیادی رخساره‌های ژئومورفولوژیک سطح زمین را از هم تشخیص داد و با استفاده از منطق فازی مکان‌یابی پخش‌سیلاب را انجام داد. مینار (۲۰۰۸) برای اولین بار به طور ساده با استفاده از منطق فازی سطح زمین را دسته‌بندی کرد و سطوحی را که دارای فرم‌های خطی و دایره‌ای و پله‌ای بودند را از هم تفکیک نمود و درجه تعلق سطح به هر یک از فرم-های بنیادی را مشخص کرد. لاستوزکین (۲۰۰۵) کاربرد بر مبنای نظری و جامع‌تری از روش ترسیمی برای قطعه‌بندی را بیان کرد. وی در این روش از سطوح مبنایی که شامل خطوط ساختاری و نقاط ویژه هستند استفاده نمود. منظور از خطوط ساختاری، مرز تغییرات در ارتفاع و شیب است و منظور از نقاط ویژه، قله‌ها، انتهای دره‌ها و انتهای خطوط ساختاری مرز هاست.روتر و همکارانش (۲۰۰۵) نشان دادند که روش‌های ترسیمی بر اساس، تعیین مقادیر آستانه‌ای برای تشخیص مرزها

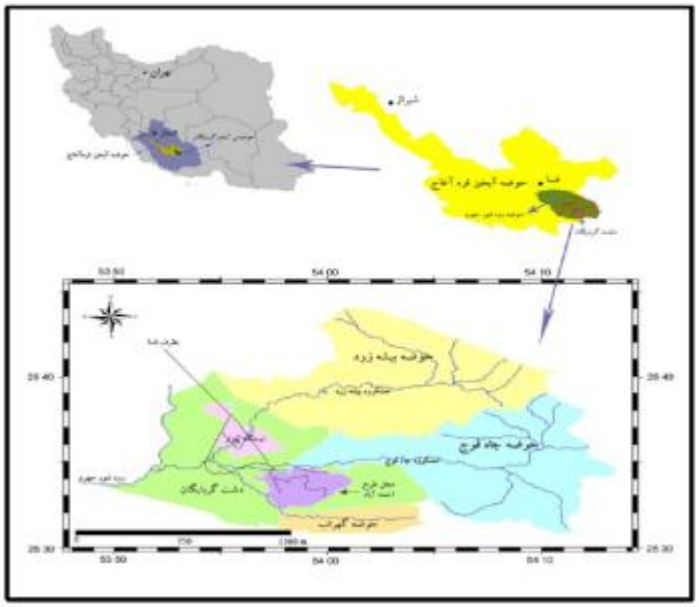
عمل می‌کند، و وابسته به مقیاس هستند. در رمستارد (۲۰۱۲)، سطح زمین را به طور پیوسته به واحدهای گسسته‌ای تقسیم‌بندی کرد. در این تقسیم‌بندی واحدهای ژئومورفولوژیک معنی‌داری ایجاد می‌شود. این واحدهای ژئومورفولوژیک نه تنها بیانگر فرایندهای تشکل خاصی هستند، بلکه در تعامل با خاک، پوشش گیاهی، هیدرولوژی و رژیم-های گرمایشی می‌باشند. ایشان در مقاله خود به توصیف یک روش جدید برای تقسیم‌بندی سطح زمین با استفاده از انحنای متوسط حوضه-آبخیز(*MEC*) پرداخت. پیک (۲۰۱۲) برای تقسیم-بندی پهنه‌های سطح زمین از روش طبقه‌بندی پیوسته استفاده گردید با این روش پیچیدگی موجود در تغییرات فرم‌های سطحی قابل تقسیم‌بندی است. در آمایش سرزمین اساس کار و اولین قدم، پهنه-بندی ژئومورفولوژیک است.

صادقی مزیدی (۱۳۸۸) با کمک پهنه‌بندی ژئومورفولوژیک می‌توان مناطق همگن را از نظر فرم سطحی تشخیص داد. هدف از انجام این مطالعه مکان‌یابی بهینه پخش‌سیلاب با استفاده از فرم‌بنیادی دایره ای و واگرا است، که بر اساس ضرایب کمی و معیارهای حاصل روش‌های مینار و ایوانس انجام گرفته است.

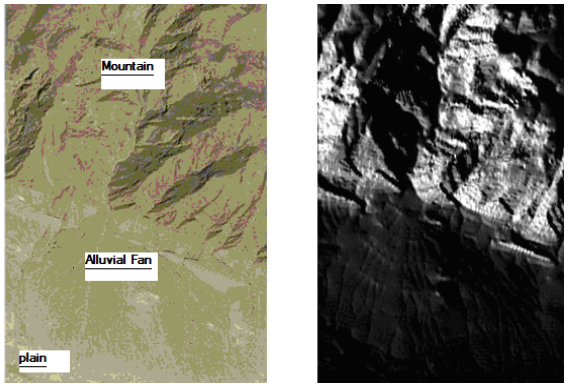
موادوروش‌ها

منطقه‌ی مورد مطالعه:

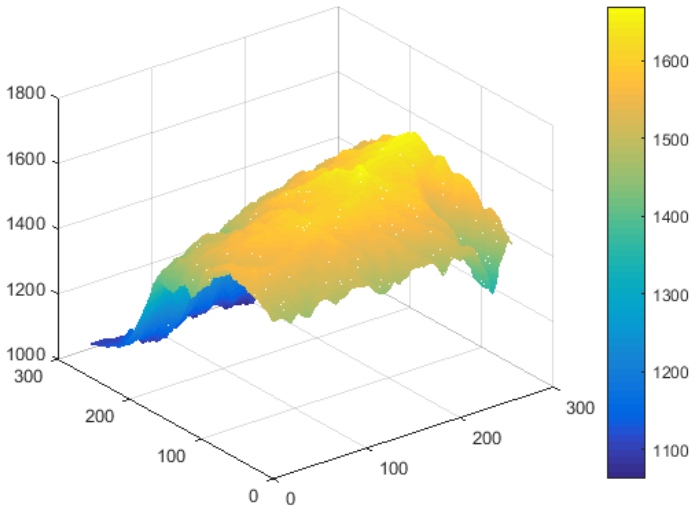
منطقه مورد مطالعه آبخیز گهر (گربایگان) در۱۹۰ کیلومتری جنوب شرق شیراز، در شهرستان فسا می‌باشد. در بین طول جغرافیایی ′۵۳ °۵۳ تا ′۵۷ °۵۳ طول شرقی و عرض جغرافیایی ′۳۵ °۲۸ تا ′۴۱ °۲۸ شمالی واقع شده است. این منطقه دارای ارتفاع ۱۱۲۰ تا ۱۱۶۰ مترازسطح دریا می‌باشدکه برروی مخروط افکنه‌ای کم عمق به وجود آمده است. وسعت منطقه ۳۱/۳۶ کیلومترمربع است. متوسط ارتفاع حوزه برابر۱۸۸۶ متر می‌باشد. منطقه دارای تابستان‌های گرم و خشک و بارش بهاره با تغییرات و نوسانات زیاد می‌باشد. بر اساس طبقه‌بندی دومارتن، منطقه در اقلیم خشک قرار می‌گیرد. متوسط بارندگی سالانه ۲۱۱/۲ میلی‌متر است که کمینه‌ی آن در تیر ماه برابر صفر و بیشینه-ی آن در دی ماه برابر۵۳/۸ میلی‌مترمی‌باشد (مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی،۱۳۹۲). منطقه مورد مطالعه به نحوی انتخاب گردیده که نماینده یک منطقه در واحد کوهستانی باشد. در شکل (۱) موقعیت دشت گربایگان در ایران و استان فارس را نشان می‌دهد. شکل (۲) عوارض ژئومورفولوژیکی مشاهده می‌شود. شکل ۲(a) تصویر منطقه مورد مطالعه را در گوگل ارث نشان می‌دهد. بخش میانی تصویر نشان دهنده مخروط افکنه، بخش فوقانی کوهستان و عوارض فرسایشی و بخش پایین دست آن دشت را نمایش می‌دهد شکل ۲(b) شیب را در جهت محور X نمایش می‌دهد.شکل ۳ نمای سه بعدی از محدوده‌ی مورد مطالعه که این تصویر با نرم‌افزار متلب استخراج شده است.



شکل ۱- موقعیت دشت گربایگان در ایران و استان فارس



اشکال ۲- (a) تصویر منطقه در گوگل ارث(سمت چپ)، (b) نمایش شیب در جهت محورx (سمت راست)



شکل ۳- نمای سه بعدی محدوده ی مورد مطالعه حوزه آبخیز گربایگان

ویژگی‌های مناطق مستعد پخش‌سیلاب:

ویژگی‌های آب‌شناختی دشت گربایگان سازندهای آسماری جهرم به دلیل دارا بودن درز و شکاف، منبع مناسبی برای ذخیره‌یآب است. دشت گربایگان بر روی مخروط افکنه‌ای کم ژرفا تا به نسبت عمیق به وجود آمده است. از لحاظ رسوبات آبرفتی که به صورت مخروط‌افکنه است که بیشترین نقش را در تشکیل آبخوان دشت به عهده دارند ته‌نشست‌های تشکیل‌دهنده ی آبخوان از رأس مخروط‌افکنه به طرف دامنه یا انتهای آن، از درشت دانه به ریز دانه تغییر می‌کنند(قهاری و پاکپرور،۱۳۸۶). از لحاظ ساختمان خاک در دشت گربایگان خاکی شنی و بدون ساختمان، که میانگین شن، لای و رس آن به ترتیب ۷۰، ۱۸ و ۱۲ درصد است، افق A را به ضخامت۲۰-۱۰ سانتی متر، به وجود آورده است. افق سنگی و سنگریزه‌ای C مستقیما در زیر افق A قرار گرفته است (کوثر ،۱۳۷۳).

روش انجام کار:

جهت تشخیص مکان مناسب برای تغذیه مصنوعی فرم بنیادی خطی و دایره‌ای به سطح زمین برازش گردیده، برای انجام برازش فوق از داده-های رقومی ارتفاعی با دقت ۱۰ متر از سازمان نقشه-برداری استفاده گردیده و با استفاده از ابزار برازش سطح در نرم‌افزار متلب رابطه مربوطه به هر فرم به قطعات محدود، یا پنجره‌های محدود، از سطح برازش گردیده است. این پنجره‌ها به نحوی انتخاب می‌شوند که حالت مربعی داشته و مثلا ابعاد آنها ۳×۳و یا ۹×۹ باشد. درجه برازش و پارامترهای فرم برازش شده برای تعیین مناسب بودن قطعه برای تغذیه‌مصنوعی اهمیت زیادی دارند. برای تصمیم-گیری در این مورد که فرم‌های برازش شده چه میزان برای پخش‌سیلاب مناسب است از پارمتر استفاده شده است. و از طریق این پارامتر *RMSE* مناطق مناسب برای پخش‌سیلاب نمایش داده شده است.

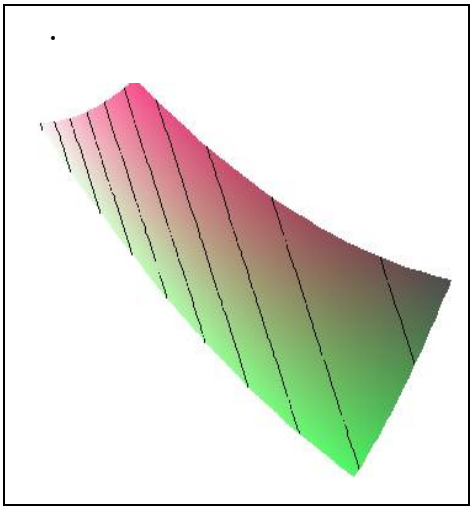
فرم‌بنیادی خطی

فرم بنیادی به الگوهایی از سطح گفته می‌شود که دارای شکل خاصی هستند، مانند حالت خطی که با تغییر ضرایب مربوط به آن‌ها شکل کلی خود را حفظ نموده و تنها انحنا و شیب آنها در جهات مختلف تغییر می‌نماید. علت انتخاب این فرم‌ها در مطالعه مربوط به پخش‌سیلاب این است که چون هر فرم خواص قابل پیش‌بینی از نظر جهت حرکت آب، قابلیت فرسایش‌دهندگی، کاهنده یا افزاینده بودن جریان، قابلیت جمع‌آوری آب را دارد، در نهایت به توان با توجه به ویژگی‌های هر عارضه مناطق مناسب برای تغذیه مصنوعی را به آسانی تشخیص داد. در فرم خطی، سطوح دارای انحنای افقی نبوده و شیب و انحنای سطح در جهت بیشترین شیب تغییر می‌کند. در این فرم خطوط توپوگرافی سطح بدون انحنا و موازی هستند و تنها فاصله آنها تغییر می‌کند. مینار و ایوانس (۲۰۰۸) دراین نوع فرم جریان آب یا رسوب به صورت مستقیم و موازی در پهنه حرکت کرده و پیچش در

جریان و فرسایش کناری در آن دیده نمی‌شود. رابطه برای فرم خطی به صورت معادله ۱ است:

$$Z = a + b(gx + hy) + c(gx + hy)^2 \quad (۱) \text{ معادله}^{۲}$$

در این رابطه z ارتفاع نقاط، x و y مختصات جغرافیایی نقطه ارتفاعی در سطح می‌باشند. در معادله‌ی ۱ عبارت‌های داخل پرانتز در واقع دارای رابطه‌ای خطی بین هم هستند که در آنها ضرایب g وh در واقع متناسب با شیب‌های سطح در جهات x و y می‌باشد. رابطه‌ی (۲) به صورتی نوشته شده که در آن ضرایب a،b،c به ترتیب ضرایب برای توان-های صفر تا ۲ در رابطه خطی ساده داخل پرانتز می‌باشند. رابطه ی فوق به نحوی می‌باشد که به ازای تمام مقادیر ضرایب موجود حالت فرم خطی در آن حفظ می‌گردد.در شکل (۴) الگوی این مدل نشان داده شده است.



شکل(٤): الگوی مدل خطی

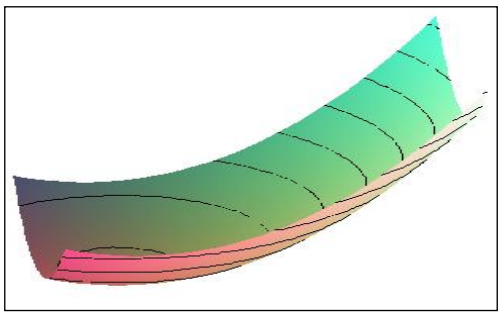
فرم بنیادی دایره‌ای:

فرم‌های بنیادی به الگوهایی از سطح گفته می‌شود که دارای شکل خاصی مانند حالت کروی، خطی و یا پله ای هستند و با تغییر ضرایب مربوط به آنها شکل کلی خود را حفظ نموده و تنها انحنا و شیب آنها در جهات مختلف تغییر می نماید(شری،۲۰۰۲). علت انتخاب این فرم‌ها این است که هر فرم خواص قابل پیش‌بینی از نظر جهت حرکت آب، قابلیت فرسایش‌دهندگی، کاهنده یا افزاینده بودن جریان، قابلیت جمع‌آوری آب را دارد. به عنوان مثال فرم دایره‌ای مقعر به علت تقعر افقی دارای خاصیت جمع-آوری آب و به علت تقعر طولی دارای قدرت کاهندگی سرعت آب می‌باشد. و یا سطح پله‌ای قابلیت فرسایش کناری برای آب را به علت چرخش جریان ایجاد می‌نماید. و با تغییر ضرایب فوق برای هر فرم قابلیت‌های سطح کاهش یا افزایش می‌یابد. روابطی که برای هر فرم استفاده می‌گردد به نحوی است که الگوی فرم را حفظ می‌کند ولی شدت انحنا و مقادیر شیب در جهات مختلف را تغییر می‌دهد. در مدل دایره‌ای طبق رابطه (۲) پارامترهای ژئومورفولوژیکمانند ارتفاع، شیب و انحنا جهت شیب

ثابت I, J در یک فاصله شعاعی از یک مرکز هستند و مقادیر آن‌ها با نرخ ثابتی نسبت به مبداء تغییر می‌کند. در این فرم خطوط توپوگرافی موازی هستند ولی دارای انحنا بوده و فواصل آن‌ها تغییر می‌کند. بر روی این سطوح، جریان می‌تواند واگرا یا همگرا باشد ولی چرخشی در جریان وجود ندارد(صادقی مزیدی،۱۳۸۹). روابط این مدل به صورت زیر می باشد.

رابطه $z = a + b\sqrt{(x - I)^2} + \sqrt{(y - J)^2} + c[(x - I)^2 + (y - J)^2]$ (۲)

در رابطه ۲ پارامترهای I,J در واقع مرکز سطح دایره‌ای برازش شده هستند که سطح مورد نظر نسبت به آن دارای تقارن کروی می‌باشد. پارامتر c در هر دو مدل دایره‌ای نماینده انحنای عمودی می‌باشند.



شکل ۵- الگوی مدل دایره‌ای

رابطه (۳):

$$Mf = 1 - 4\mu/(\sigma * tan\delta)$$

در این رابطه Mf مقدار تابع عضویت پنجره‌ی مورد نظر در مدل مربوطه، μ مقدار $RMSE$ محاسبه شده از برازش انجام شده و o طول میانگین ابعاد فرم یا طول پنجره مورد نظر می‌باشد که مثلا برای پنجره ی ۳×۳ برابر با ۲۰ متر می‌باشد زاویه حدی بحرانی برای تشخیص سطح صاف از سطح شیبدار بوده که برای این مورد برابر با مقدار $tan\,\delta$ برابر با ۰/۲ می‌باشد (مینار و ایوانس، ۲۰۰۸). بر اساس رابطه‌ی (۲) برای پنجره‌ای با ابعاد ۳×۳ مقدار $RMSE$ قابل قبول یک و کمتر از یک می‌باشد. هر چه این عدد به صفر نزدیک‌تر باشد درجه برازش مدل به پنجره بیشتر بوده و درجه‌ی عضویت پنجره

حد مجاز مجموع مربعات میانگین خطا (RMSE):

از بین پارامترهای خروجی در طی فرآیند برازش فرم‌ها به سطح پارامتر آماری مجموع مربعات میانگین خطا است. این پارامتر نشان‌دهنده درجه برازش فرم مربوطه به داده‌های ارتفاعی در هر پنجره بوده و در واقع جذر میانگین مربع اختلاف-های بین مقادیر ارتفاع مشاهده شده و محاسبه شده در هر پنجره می‌باشد. مقادیر کم این پارامتر نشان-دهنده برازش مناسب‌تر مدل به داده‌های پنجره مورد نظر می‌باشد. برای تعیین حد قابل قبول برای $RMSE$ از رابطه‌ی ارائه شده توسط مینار (۲۰۰۸) که در زیر ارائه شده استفاده می‌شود:

در مدل مورد نظر بیشتر شده و به یک نزدیک می-شود. به همین ترتیب در یک پنجره ی ۹×۹ میزان *RMSE* قابل قبول کمتر از ۴ می‌باشد.

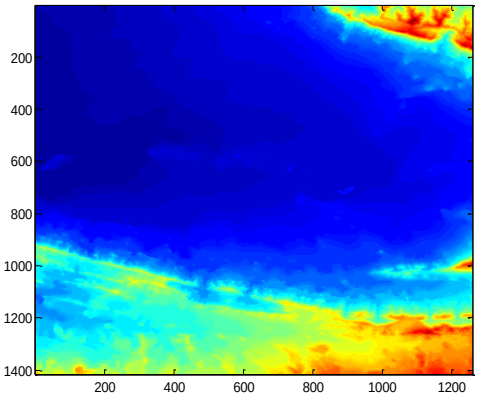
بحث

با توجه به توسعه روز افزون بهره‌برداری از منابع در مبحث کاربری اراضی، آمایش سرزمین و مطالعات ژئومورفولوژیک در خصوص حوضه‌های آبریز، استفاده از نقشه‌های ژئومورفولوژی امری اجتناب ناپذیر است(کوثر،۱۳۷۳). هر نوع فعالیت انسانی و بهره‌برداری از محیط مستلزم پایداری زمینی است که این فعالیت‌ها بر روی آن استقرار می‌یابند. بنابراین شناخت ویژگی‌های سطحی زمین امری الزامی به شمار می‌رود و نقشه‌های ژئومورفولوژی مهم‌ترین ابزار کارآمد در این زمینه محسوب می‌شوند. این مسئله در سال‌های اخیر به ویژه در راستای طرح‌های آمایش سرزمین و مطالعات آبخیزها محسوس‌تر است. البته به سبب تنوع عوارض ژئومورفولوژیکی و تنوع نقشه‌ها از نظر مقیاس و متفاوت بودن روش تهیه هنوز در سطح بین‌المللی استانداردی در این زمینه وجود ندارد و به کاربردن علائم تا حدود زیادی بستگی به هنر؛ ذوق و اصول فردی یا موسسه ای که اقدام به تهیه نقشه‌های ژئومورفولوژی می‌کند؛ دارد. بدیهی است با استفاده از نرم‌افزارهای کامپیوتری و روش¬های تعریف شده وبراساس اعداد و ارقام، نقشه‌های ژئومورفولوژی در قالب این نرم‌افزارها تهیه گردد(رهبر و همکاران۲۰۰۸).که در این روش پهنه¬بندی،سلیقه ودرجه مهارت کارشناس دخیل نیست و با استفاده از راهکارهای کمی مشخص،پهنه¬هابه¬دست خواهند آمد از طرف دیگر پهنه¬های مشخص شده با روابط وضرایبی مشخص می¬شوندکه تغییرات این ضرایب در مناطق مختلف برای مقایسه پهنه¬هاقابل استفاده می¬باشد (شری وهمکارن۲۰۰۲).

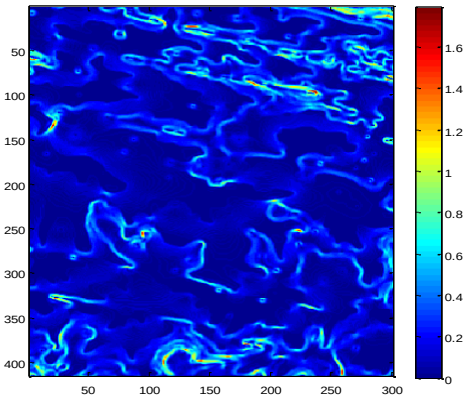
معرفی ضرایب کمی فرم دایره ای

ضریب *a* برابر با مقادیر ارتفاع در آن محدوده است. هر چه این ضریب بیشتر باشد به دلیل افزایش سرعت جریان و افزایش قابلیت فرسایش-دهندگی، و کاهش قابلیت پخش آب به عنوان نامناسب‌ترین مناطق برای پخش‌سیلاب محسوب می‌شوند که طبق شکل ۶ مناطق کوهستانی و حواشی حوزه فرسایشی به عنوان نامناسب‌ترین مناطق پخش‌سیلاب می‌باشد که با رنگ قرمز در شکل ۶ نشان داده شده است. محدوده‌های حوضه-های فرسایشی بالادست مخروط‌افکنه‌ها و دشت-سرهای بالایی مناطق کم ارتفاع‌تری هستند که با رنگ زرد در شکل ۶ نشان داده شده که تغییر رنگ موجود در محدوده مخروط‌افکنه به خوبی تغییر شیب را نشان می‌دهد که از لحاظ کلاس مناسب-بودن پخش‌سیلاب این مناطق نامناسب می‌باشند. مناطق آبی رنگ در شکل ۶ استپ‌های پایین دست مخروط‌افکنه را در بر می‌گیرد که به علت شیب مناسب مناطق مناسب برای پخش‌سیلاب محسوب می‌شوند. طبق شکل ۶ و شکل‌های بعدی برای نشان دادن مناطق مناسب پخش‌سیلاب بر اساس پارامترهای مختلف ژئومورفولوژیک هر چه از رنگ

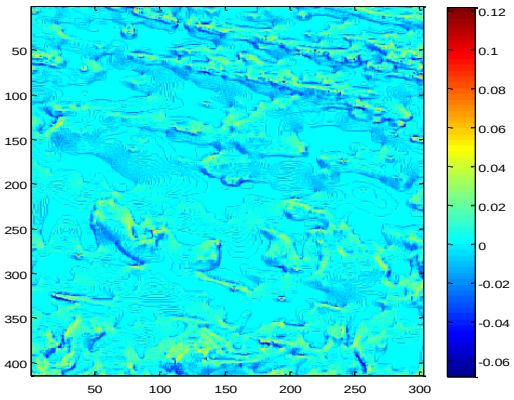
قرمز به سمت رنگ آبی می‌رویم میزان مناسب بودن برای پخش‌سیلاب بیشتر می‌شود. ضریب b شکل (۷) نشان دهنده شیب سطح زمین است. برای تعیین این‌که چه مقدار قطعه یا پنجره‌ی مورد نظر از سطح زمین بر اساس داده‌های مورفومتریک موجود جهت تغذیه مصنوعی آبخوان مناسب است بر اساس مراجع موجودمینارواویانس مشخص شده است که بر اساس آن بیشترین شیب سطح، به ترتیب سطح دارای شیب کوچکتر از ۰/۰۰۲ بسیار مناسب، سطح دارای شیب بین ۰/۰۰۲ و ۰/۱ مناسب و سطح دارای شیب بزرگتر از ۰/۱ برای تغذیه‌مصنوعی نامناسب می‌باشد. بیشترین مقادیر در حاشیه‌های مرزی حوضه‌های آبریز بالادست مخروط‌ها می-باشند که به دلیل شیب نامناسب برای پخش‌سیلاب بسیار نامناسب است. حداقل مقدار این پارامتر در روی دشت‌ها که با رنگ آبی تیره نمایش داده شده-اند که مناطق نامناسبی برای پخش‌سیلاب می‌باشد. حالت موجی شکل به صورت هاله‌هایی کمانی شکل با رنگ‌های آبی متفاوت بر روی مخروط‌افکنه‌ها مشاهده می‌شود که در کلاس مناطق مناسب پخش‌سیلاب می‌باشد که برای علت این موج‌های کمانی شکل می‌توان تغییر شیب مخروط افکنه‌ها به دلیل زمان‌های مختلف رسوب‌گذاری بر روی مخروط‌افکنه‌ها ذکر کرد. ضریب c از پارامترهای مهم در ژئومورفولوژی است و بیانگر خط حرکت جریان آب می‌باشد. طبق شکل (۸) اگر این ضریب مثبت باشد دارای انحنای طولی یا انحنای عمودی محدب بوده و سرعت جریان آب در آن افزاینده است. ضریب منفی دارای انحنای طولی مقعر و سرعت جریان آب در آن کاهنده می‌باشد. بهترین کلاس انحنای عمودی برای پخش‌سیلاب کلاس کوچکتر از صفر است که علت آن این است که سطح، آب را در این حالت جمع می‌کند و کمترین تناسب برای انحنای عمودی کلاس بزرگتر از صفر برای پخش‌سیلاب می‌باشد. طبق شکل ۹ مناطق قرمز رنگ دارای انحنای عمودی مثبت و آبی رنگ دارای انحنا منفی هستند برای مخروط‌افکنه بافت خاصی برای انحنای عمودی وجود دارد. کف دشت فاقد انحنا بوده و دارای مقدار صفر می باشد. طبق شکل (۱۰) در مناطق کوهستانی و کف دشت محدوده‌های با انحنای عمودی مثبت یا منفی به-صورت لکه‌های بزرگتر و قطعات پیوسته هستند که روی مخروط‌افکنه‌ها به‌صورت خطوط نازک و عمود بر خطوط توپوگرافی مشاهده می‌شوند. دلیل تناوب انحنا در مخروط‌افکنه وجود حالت رسوبگذاری و فرسایش متناوب است. الگوی خاص خطوط در مخروط‌افکنه به‌دلیل وجود آبراهه‌های متراکم و شعاعی می‌باشد. پایین دست مخروط‌افکنه، تناوب منظم‌تر و به‌صورت خطوط نازک پیوسته بوده و در بالادست مخروط افکنه‌ها رنگ آبی پیوسته دارد که نشان دهنده انحنای منفی (مقعر) می‌باشد.



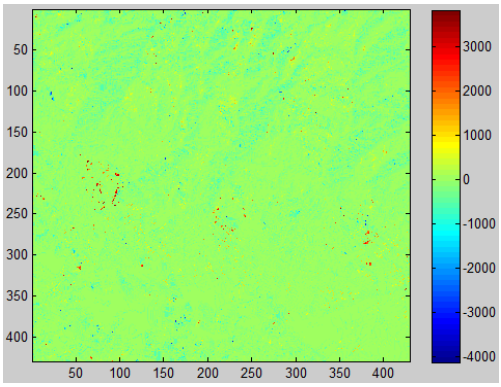
شکل ٦- مقادیر ضریب*a* برای پنجره سه‌تایی



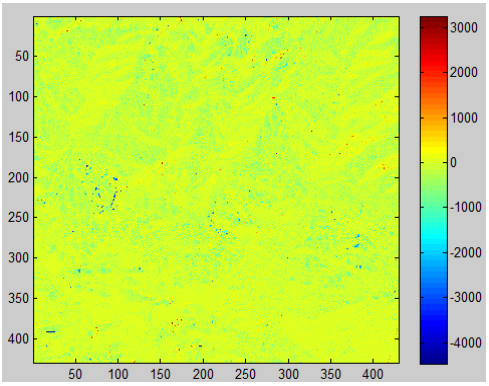
۷- شکل مقادیر ضریب*b* برای پنجره سه‌تایی



شکل ۸- مقادیر ضریب *c* برای پنجره سه‌تایی



شکل ۹- مقادیر ضریب Iبرای پنجره سه‌تایی

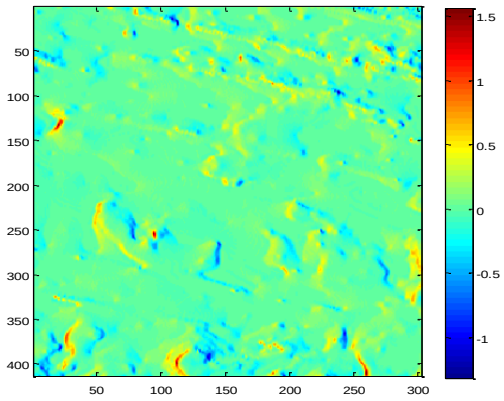


شکل شماره ۱۰- مقادیر واقعی ضریب g پنجره سه تایی

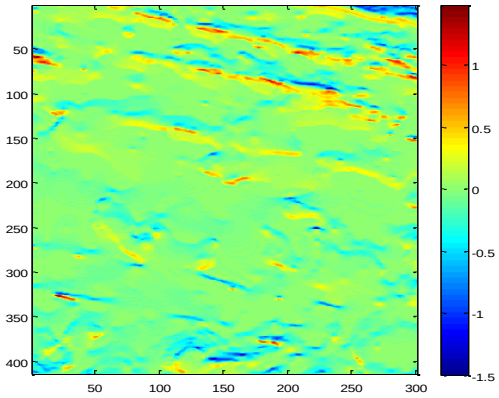
ضرایب مدل خطی:

ضریب g در رابطه‌ی خطی تغییرات شیب در جهت محور x می‌باشد. که در واقع بیانگر انحنای شیب در جهت اصلی دامنه از قله تا پای شیب می-باشد و تحدب و تقعر دامنه در جهت بالا و پایین دامنه را نشان می‌دهد. که در شکل ۱۱ تصویر برازش شده این ضریب نشان داده شده است. در مناطق دشتی و پایین دست مخروط‌افکنه‌ها مقادیر ضریب فوق نزدیک به صفر بوده و در محدوده‌ی کوهستانی مقادیر آن از صفر دور است. این پارامتر نشان دهنده شیب منفی یا مثبت در جهت محور xبوده و برای دامنه‌هایی که رو به غرب و شرق هستند بیشترین مقادیر مطلق را دارد. دامنه‌های روبه غرب رنگ قرمز و شیب مثبت دارند و دامنه-های روبه شرق رنگ آبی و شیب منفی دارند. مرز بین محدوده‌های قرمز و آبی رنگ خطاالراس و یا خطاالقعر هستند و تغییر ناگهانی از رنگ قرمز به آبی نشان دهنده دره یا قله است و مخروط‌افکنه‌ها نیز در دو طرف دارای تغییر رنگ از سبز به زرد هستند. از لحاظ مناسب‌ترین مناطق برای پخش‌سیلاب سطوح مقعر که دارای جریان هم‌گرا و دارای قابلیت جمع کردن آب می‌باشد برای پخش‌سیلاب مناسب-تر است که در شکل ۱۱ استپ‌های پایین دست مخروط‌افکنه و مناطق دشتی که به رنگ سبز و دامنه‌های رو به شرق که دارای شیب منفی و با رنگ آبی نشان داده شده به عنوان مناطق مناسب‌تر

پخش‌سیلاب می‌باشد. انحنای شیب در جهت عمود بر شیب اصلی دامنه که با حرف h نشان داده می‌شود. در شکل شماره ۱۲ مقادیر ضریب h مشاهده می‌شود. چنان‌چه در این شکل مشاهده می‌شود دامنه‌های جنوبی دارای مقادیر مثبت می‌باشد که بیشترین مقادیر این ضریب در حاشیه شمالی حوضه‌های فرسایشی کوه گر مشاهده می‌شود که این مناطق به دلیل داشتن دامنه‌های مثبت و شکل شیب محدب، آب را پراکنده و دور می‌سازند که به رنگ قرمز و زرد در شکل ۱۲ نشان داده شده است برای پخش‌سیلاب نامناسب می‌باشند. دامنه‌های روبه شمال، رنگ آبی تیره داشته که دارای دامنه‌های منفی و به حالت تقعر بوده و آب را متمرکز کرده یا جمع می‌نمایند و برای پخش‌سیلاب مناسب هستند. طبق شکل ۱۲ مناطق قرمز رنگ دارای انحنای عمودی مثبت و آبی رنگ دارای انحنا منفی هستند برای مخروط‌افکنه بافت خاصی برای انحنای عمودی وجود دارد. کف دشت فاقد انحنا بوده و دارای مقدار صفر می باشد. مشاهده می‌شود که در مناطق کوهستانی و کف دشت محدوده‌های با انحنای عمودی مثبت یا منفی به‌صورت لکه‌های بزرگتر و قطعات پیوسته هستند که روی مخروط‌افکنه‌ها به‌صورت خطوط نازک و عمود بر خطوط توپوگرافی مشاهده می‌شوند. دلیل تناوب انحنا در مخروط‌افکنه وجود حالت رسوبگذاری و فرسایش متناوب است. الگوی خاص خطوط در مخروط‌افکنه به‌دلیل وجود آبراهه‌های متراکم و شعاعی می‌باشد. پایین دست مخروط‌افکنه، تناوب منظم‌تر و به‌صورت خطوط نازک پیوسته بوده و در بالادست مخروط افکنه‌ها رنگ آبی پیوسته دارد که نشان دهنده انحنای منفی (مقعر) می‌باشد.



شکل ۱۱- نقشه‌ی مقادیر ضریب g برای پنجره سه‌تایی

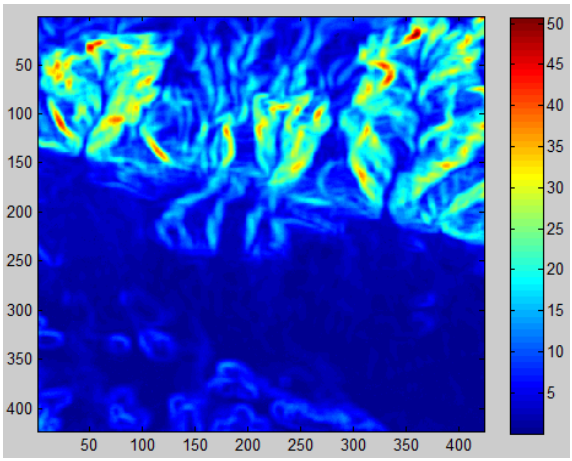


شکل ۱۲- نقشه‌ی مقادیر ضریب *h* برای پنجره سه‌تای

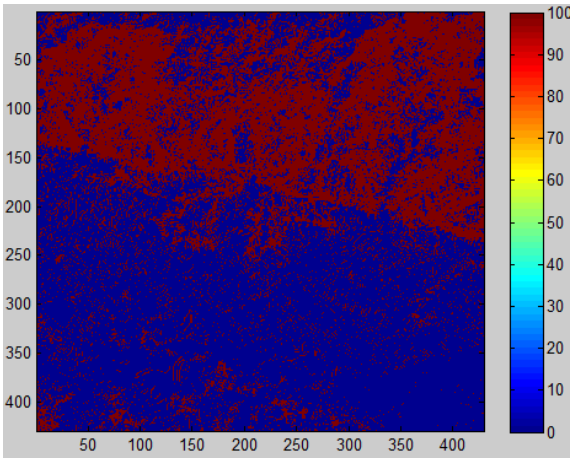
نتیجه‌گیری

از مهمترین موارد در احداث سامانه پخش سیلاب مکان‌یابی بهینه آن است که در این مطالعه به پهنه‌بندی کمی سطح زمین با استفاده از فرم بنیادی خطی و دایره ای پرداخته شد در نهایت برای تعیین مناطق مناسب برای پخش سیلاب از *RMSE* استفاده شده است که ضریب نشان‌دهنده میزان برازش سطح به مدل است که طبق شکل (۱۳) این ضریب نشان داده است. مقدار حداکثر این ضریب آماری۵۰/۷۶ و حداقل آن صفر می‌باشد با توجه به شکل (۱۳) مقادیر حداکثر مربوط به اطراف منطقه فرسایشی (مناطق کوهستانی که از شرق تا شمال غربی محدده مورد مطالعه) حداقل‌ها مربوط به مناطق غیر فرسایشی که کف دشت را شامل می-شود. که بیشترین آن در مناطق کوهستانی و پرشیب با اختلاف ارتفاع زیاد و کمترین آن در کف دشت مشاهده می‌شود. طبق شکل (۱۴) از رنگ آبی به سمت قرمز از میزان برازش کاسته می شود. طبق شکل (۱۴) در منطقه کوهستانی در بالادست محدوده¬ی مخروطافکنه مقادیرامتیازمناسب بودننزدیکبهصفربوده که این مناطق به دلیل شیب زیادوفرسایندگی بالانشان‌دهنده کلاس بسیارنامناسب برای تغذیه مصنوعی می¬باشد و با رنگ قرمز نمایش داده شده است. چنان¬که درشکل (۱۴) مشاهده می¬شود مناسب‌ترین کلاس¬هابرای تغذیه برروی مخروطافکنه¬ها ودرقسمت¬های پایین دست مخروطافکنه مشاهده می¬شودکه به صورت پهنه¬های نواری شکل وکمانی مشاهده می¬شوند مرکزکمان¬ها تقریبا نوک مخروط می¬باشد. الگوی قرار¬گیری کلاس¬هابه این صورت است که لکه¬های آبی رنگ که نشان‌دهنده کلاس خیلی مناسب هستنددروسط وکلاس¬های دیگربه ترتیب به صورت هاله¬هایانوارهایی که به موازات مرزکلاس قرمزرنگ هستنددراطراف قرارگرفته¬اند. مناطق دشت مانندپایین دست مخروطافکنه¬هادرکلاس بسیارنامناسب هستندکه دلیل آن افقی بودن این مناطق و نداشتن شیب مناسب برای پخش‌سیلاب می‌باشد. با توجه به شکل (۱۴) مشخص

می¬گرددکه درسطح داخلی مخروط‌افکنه¬ها نیزمناطقی هستندکه درکلاس نامناسب قراردارنداین سطوح درواقع به صورت بیرونزدگی بوده ودارای سطح محدب هستند ودربعضی موارد نیزاین سطوح فاقد شرط شیب می‌باشند. نتایج این تحقیق با یافته‌های صادقی مزیدی که برای اولین بار در ایران به پهنه‌بندی کمّی سطح زمین با استفاده از مدل-های بنیادی پرداخت مطابقت دارد طبق یافته‌های صادقی مزیدی در منطقه کوهستانی و بالادست محدوده مخروط‌افکنه، مقادیر امتیاز مناسب بودن برای تغذیه مصنوعی نزدیک به صفر بوده، و مناسب‌ترین کلاس‌ها برای تغذیه بر روی مخروط افکنه‌ها و در قسمت‌های پایین دست مخروط‌افکنه می‌باشد.



شکل (۱۳)- نقشه‌ی مقادیر ضریب*RMSE*برای پنجره سه تایی



شکل (١٤)- نقشه ی مثبت و منفی مقادیر *RMSE*

منابع:

۱- رجبی، م.۱۳۸۰. تجزیه و تحلیل لندفرم‌ها بر اساس عکس هوایی و نقشه‌های توپوگرافی. فصلنامه سپهر دوره دهم شماره چهلم.

۲- رهبر، غ. کوثر، س. آ. و زارع، م.۱۳۸۸. مهار سیلاب و تغذیه مصنوعی از طریق گسترش سیلاب. پنجمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران(مدیریت پایدار بلایای طبیعی) دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

۳- شرکت آب منطقه‌ای استان فارس. ۱۳۹۲. مطالعات طرح تغذیه مصنوعی دشت گربایگان فسا. شرکت مهندسین مشاور.

۴- شفقتی، م. شجاعی، م. و حسینی، س. ا. و گرشاسبی¬، پ.۱۳۸۳. ارزیابی طرح پخش سیلاب حوضه هشتبندی میناب. پنجمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران(مدیریت پایدار بلایای طبیعی) دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

۵- شایان، س. ۱۳۸۸.جزوه درس تهیه و تفسیر نقشه‌های ژئومورفولوژی، دانشگاه تربیت مدرس.

۶- صادقی مزیدی، ح.۱۳۸۹. پهنه‌بندی کمی سطحی زمین با استفاده از فرم‌های بنیادی (مطالعه موردی بخش جویم). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه شیراز،۱۲۷ص.

۷- قهاری، غ. و پاکپرور، م. ۱۳۸۶. بررسی تأثیر استحصال و پخش سیلاب بر منابع آب زیرزمینی دشت گربایگان. فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران. جلد ۱۴. شماره ۳. صفحه ۳۹۰- ۳۶۸ .

۸- کوثر، س. آ. ۱۳۷۲. بیابان¬زدایی با گسترش سیلاب:کوششی . انتشارات مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام فارس . صفحه ۵۸.

۹- یمانی،م. ۱۳۸۴. اطلاعات نقشه‌های ژئومورفولوژی تفضیلی. فصلنامه سپهر. دوره چهاردهم. شماره۵۳.

[10]-Dikau, R. (1989). The application of a digital relief model to landform analysis in geomorphology. In: Raper, J. (ed.), Three-dimensional Applications in Geographical Information System. Taylor and Francis, pp:51-77.

[11] -Evans, L.S., Cox, N.J. (1999). Relations between land surface properties: altitude, slop and curvature.the effect of flood extraction and distribution on groundwater resources in Gorbayegan plain. Iranian Journal of Range and Desert Research ,14 (3), 386-390.

[12]-Lastoczkin, A.N., 2005. *Relief ZemnoyPoverhnosti (PrintsipyMetodyStatisticheskiyGomorfologii).*Nedra, Leningrad. 340pp.

[13]-Luo L, Mu L, Wang X, Li C, Ji W, Zhao J, Cai H (2013). Global detection of large lunar craters based on the CE-1 digital elevation model. Front Earth Sci, 7(4): 456–464.

[14]-Liu F, Gao H, Pan B, Li Z, Su H (2019). Quantitative analysis of planation surfaces of the upper Yangtze River in the Sichuan-Yunnan Region, Southwest China. Front Earth Sci, 13(1): 55–74

[15] -Minar, J., Evans,I., (2008). Elementary forms for land surface segmentation:The theoretical basis analysis and geomorphological mapping. Geomorphology, 95 : 236-259.

[16] -Pike, R.J., 2012. The geometric signature: quantifying landslideterrain types from digital elevation models. *Mathematical Geology*, 20: 491–511.

[17]-Piloyan A, Konečný M (2017). Semi-automated classification of landform elements in Armenia based on SRTM DEM using *k*-means unsupervised classification. Quaest Geogr, 36(1): 93–103.

[18] -Romstard, J.,2012. Two-plus-one-dimensional differential geometry.*Pattern Recognition Letters*, 15: 439– 443.

[19]- Regional Water Company of Fars Province.(2013). Studies of artificial feeding plan of GarbayeganFasa plain. engineering Advisory company.

[20] -Richter, H., 1962. EineneueMethode der grossmassstäbigenKartierung des Reliefs.*PetermannsGeographischeMitteilungen (Gotha).*PP: 106, 309–312

[21] -Shary, P.A., Sharaya, L.S., Mitusov, A.V. (2002). Fundamental quantitative methods of land surface analysis. *Geoderma*, 107,1–32.

[22]-Szypuła B (2017). Quantitative studies of the morphology of the south Poland using Relief Index (RI). Open Geosci, 9(1): 509–524.

[23]-Tachikawa T, Hato M, Kaku M, Iwasaki A. The characteristics of ASTER GDEM version 2; IGARSS, July 2011

Geomorphological zoning with minaret basic forms in line with the optimal location of flood spreading

Abstract:

In this study, the quantitative zoning is used to identify areas suitable for artificial recharge in the mountainous area of Gohar and Garbayegan plain, Fars province fitting a linear fundamental form to the surface. The structures with grade two for triplex windows and the data from the digital elevation model with a resolution of 10 m was used to determine the best fitable fundamental structure. The sum of square differences of the surface differences is used as an indicator to determine the degree of fitting the fundamental structures. By fitting the interpretable patterns to the Earth's surface it can be determined that the earth was similar to what pattern and formation mechanism. Mountain ranges upstream alluvial cones and plains located downstream of the upstream alluvial cones are not linear levels. Places which are not at the acceptable slope (gradient less than 0.002 and higher than 0.1) allocated to the zero fitting degrees and the fitting degree values are positive in alluvial cones and areas fall in the acceptable range of the slope. The results show that the surfaces located downstream of the alluvial cones and the plains are most suitable areas for floodwater spreading in the Garbayegan watershed.

Keywords: ***Fundamental Model, surface features, geomorphological zoning, artificial recharge, Garbayegan.***