

پهنه‌بندی کمی سطح زمین با مدل بنیادی دایره‌ای جهت مکان‌یابی بهینه پخش سیلاب (مطالعه موردی حوضه آبخیز گربایگان فسا)

صدیقه ابراهیمیان^۱، اسماعیل سهیلی^۲، محمد نهتانی^{۳*}، حسین صادقی مزیدی^۴

چکیده

در مدیریت مناطق بیابان مطالعات مربوط به آب، خاک و پوشش گیاهی که در مقیاس حوضه آبخیز و یا منطقه‌ای انجام می‌گردد، پهنه‌بندی ژئومورفولوژیک از جمله مطالعات پایه‌ای و اساسی می‌باشد. با توجه به افزایش جمعیت و کاهش نزولات جوی لزوم استفاده از جریانات سطحی ضروری به نظر می‌رسد. لذا تشخیص عوارض ژئومورفولوژی سطح زمین جهت احداث سازه‌های آبی و مکان‌یابی آنها مهم می‌باشد. تشخیص تیپ‌های ژئومورفولوژیک و واحدهای کاری سطح زمین برای آمایش سرزمین و کاربری زمین برای استفاده‌های مختلف ضروری می‌باشد. تاکنون تشخیص عوارض ژئومورفولوژیک به صورت کیفی انجام گردیده و بر اساس نظر کارشناس بوده است. 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 فرم‌بنیادی دایره‌ای، به سطح استفاده گردیده است. در این پژوهش، با داشتن مدل رقومی ارتفاع و نرم‌افزارهای ArcGIS 9.3، Matlab 7.1 و ENVI 4.8 و به‌کارگیری روابط کمی برای منطقه کوه‌گهر در دشت گربایگان فسا به مکان‌یابی پخش سیلاب پرداخته شد. برای تشخیص بهترین ساختار بنیادی قابل برازش از ساختارهایی با رده درجه دو برای پنجره‌سه‌تایی که با تعریف ضرایب کمی ایوانس و شری در متلب بر داده‌های 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 استفاده از درجه برازش درجه مناسب بودن سطح برای تغذیه مصنوعی، تنها با دید مورفولوژی سطحی تعیین گردیده است. با برازش الگوهای قابل تفسیر به سطح زمین می‌توان تعیین نمود که زمین به چه الگو و چه مکانیسمی تشکیلی شباهت بیشتری دارد. نتایج نشان می‌دهد که در حوضه آبخیز گربایگان سطوح واقع در پایین‌دست مخروط‌افکنه‌ها، و دشت‌ها مناسب‌ترین مناطق برای پخش سیلاب محسوب می‌شوند. یکی از موارد استفاده پهنه‌بندی کمی در زمینه فرسایش و رسوب است که با برازش دقیق محدوده‌های در معرض فرسایش می‌توان به طور دقیق نسبت تغییرات ارتفاعی در حاشیه حوضه‌ها و محدوده‌های فرسایشی و همچنین افزایش ارتفاع در مناطق پست در نتیجه رسوبگذاری پی‌برد.

واژگان کلیدی: پهنه‌بندی ژئومورفولوژیک، تغذیه مصنوعی، عوارض سطحی، گربایگان، مدل بنیادی.



مقاله پژوهشی

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد آبخیزداری، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

ebrahimiyan2000@yahoo.com

۲. استادیار گروه مهندسی طبیعت، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

soheili@shirazu.ac.ir

۳. استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

m.nohtani@uoaz.ac.ir

* نویسنده مسئول

۴. دانش‌آموخته دکتری آبخیزداری، گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران.

hossien_fasa@yahoo.com

۲۲۱۱-۱۰۳۰

شناسه مقاله:

۲۵۸-۲۶۸

شماره صفحه پیاپی:

۱۴۰۷/۰۸/۲۲

تاریخ دریافت:

۱۴۰۷/۱۰/۱۳

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۷/۱۱/۱۳

انتشار آنلاین:

۵۱ روز

زمان پذیرش:

استناددهی:

ابراهیمیان، ص، سهیلی، ا، نهتانی، م، و صادقی مزیدی، ح. (۱۴۰۱). پهنه‌بندی کمی سطح زمین با مدل بنیادی دایره‌ای جهت مکان‌یابی بهینه پخش سیلاب (مطالعه موردی حوضه آبخیز گربایگان فسا). مدیریت اکوسیستم‌های طبیعی، ۲(۳)، ۴۸-۵۸.

۱- مقدمه

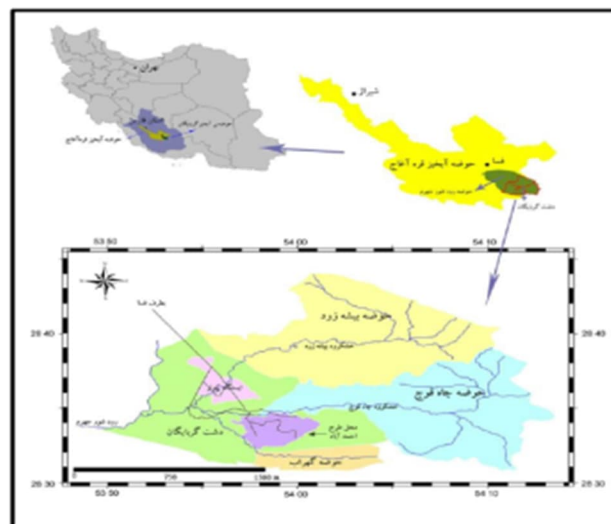
مکان‌یابی سیستم‌های تغذیه‌مصنوعی از اصول اساسی ایجاد این سیستم‌هاست، انتخاب محل مناسب بر مبنای واقعیت‌های علمی و طبیعی دارای بزرگترین نقش در جهت استحکام و کاربری این سیستم‌ها در راستای تحقق اهداف مربوطه می‌باشد (حکمت‌پور و همکاران، ۱۳۸۶). از جمله مناطق مناسب برای انجام پخش سیلاب، منطقه گربایگان در استان فارس است. از آن‌جایی که تعیین دقیق مناطق پخش سیلاب، امکان توزیع مناسب آب و کاهش تلفات را در مواقع سیلابی امکان‌پذیر می‌سازد، تشخیص دقیق عوارض سطحی ژئومورفولوژی امری ضروری است. اولین مرحله پهنه‌بندی سطح زمین برای کاربری‌های مختلف، تعیین پهنه‌های همگن سطح زمین از نظر خواص ژئومورفولوژیک می‌باشد. پهنه‌هایی که از نظر ژئومورفولوژیک 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. مثلاً 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 شکننده‌ای 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 (Dikau, Koenderink and van Doorn (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 تشکیل 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 پرداخت. در روش پیشنهادی توسط Minár and Evans (۲۰۰۸) ترکیبی از روش‌های ترسیمی و دسته‌بندی مورد استفاده قرار گرفته است. به این صورت که با به‌دست آوردن پهنه‌های اولیه و برازش روابط به پهنه‌ها و تعیین درجه برازش پهنه‌های با برازش مورد قبول پهنه‌های دسته‌بندی می‌شوند. تاکنون تشخیص عوارض ژئومورفولوژیک به صورت کیفی انجام گردیده و بر اساس نظر کارشناس بوده که با خطا همراه می‌باشد. لذا استفاده از یک روش کمی و دقیق برای تعیین عوارض ضروری می‌باشد. تاکنون تشخیص عوارض ژئومورفولوژیک به صورت 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 بوده و در نتیجه پهنه‌بندی‌های به دست آمده توسط اشخاص مختلف یکسان نبوده و تشخیص رخساره‌های با مرزهای دقیق را غیرممکن می‌ساخت. همچنین پهنه‌های جدا شده 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). Evans and Cox (۱۹۹۹) و Shary et al. (۲۰۰۲) 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 تفاوت‌های 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 کاملاً 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 می‌کنیم. نوع دوم، پهنه‌بندی کمی یا روشی است که با استفاده از داده‌های انحنای و مشتقات مختلف ارتفاع و شیب و با به‌کارگیری نرم‌افزارها و روش‌های خودکار تعریف شده و بر اساس معیارهایی پهنه‌بندی انجام می‌گیرد (Shary et al., 2022). در زمینه مکان‌یابی بهینه پخش سیلاب به صورت کمی بر اساس پارامترهای شیب، جهت و متغیرهای مورفومتریک مطالعات چندانی صورت نگرفته است. صادقی مزیدی (۱۳۸۹) برای اولین بار در بخش جوییم استان فارس با استفاده از فرم‌های بنیادی رخساره‌های ژئومورفولوژیک سطح زمین را از هم تشخیص داد و با استفاده از منطق فازی مکان‌یابی پخش سیلاب را انجام داد. Minár and Mičian (۲۰۰۲) 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 فرم‌های بنیادی را مشخص کرد. Lastoczkin (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 مرزهاست. در Koenderink and van Doorn (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 تشکیل 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 حوضه آبخیز پرداخت. Pike (۲۰۱۶) برای تقسیم‌بندی پهنه‌های سطح زمین از روش طبقه‌بندی پیوسته استفاده گردید با این روش پیچیدگی موجود در تغییرات فرم‌های سطحی قابل تقسیم‌بندی است. امروزه برای دسته‌بندی شکل و عوارض سطح زمین از ضرایب و پارامترهای کمی به دست آمده از مدل‌های رقومی ارتفاعی، مانند شیب، انحنای پروفیل و روش‌های طبقه‌بندی خودکار استفاده می‌گردد (Jorge and Brenndand, 2019).

(2017). همچنین در بعضی از مطالعات از پارامترهای مورفومتریک مثل انحنا برای تشریح کمی عوارض و توضیح در مورد فرایندهای شکل‌دهنده آن‌ها و در شناخت فرم‌های ساده یا ساختارهای مورفولوژیک معینی مثل گردنه، کانال، تیغه و دشت استفاده گردیده است (Sofia et al. 2016). در مدیریت مناطق بیابانی که در مقیاس حوزه آبخیز یا منطقه‌ای انجام می‌گردد؛ پهنه‌بندی ژئومورفولوژیک از جمله مطالعات پایه‌ای و اساسی می‌باشد. تشخیص تیپ‌های ژئومورفولوژیک و واحدهای کاری سطح زمین برای آمایش سرزمین ضروری می‌باشد. ژئومورفولوژی برای شناخت شکل ظاهری سطح زمین، منشاء عوارض سطح زمین، سن‌یابی عوارض و لایه‌های تشکیل‌دهنده سطح زمین و تغییر شکل‌های محتمل سطح زمین در طول زمان مثل فرسایش قابل انجام است. شناخت مورفولوژی سطح زمین می‌تواند بر پایه برازش الگو یا مدل به سطح انجام پذیرد. هر بخش از سطح زمین ممکن است از الگوی خاصی تبعیت کرده و با آن مدل برازش بیشتری داشته باشد. با برازش الگوهای قابل تفسیر به سطح زمین می‌توان تعیین نمود که زمین به چه الگو و چه مکانیسمی تشکیلی شباهت بیشتری دارد (Minar and Evans, 2008). با برازش مناسب مدل در جهت آمایش سرزمین و نوع مدیریت دقیق سرزمین اقدام نمود. از انجام این مطالعه مکان‌یابی بهینه پخش سیلاب با استفاده از فرم‌بنیادی دایره‌ای است، که بر اساس ضرایب کمی و معیارهای حاصل روش‌های Minar and Evans انجام گرفته است (Minar and Evans, 2008).

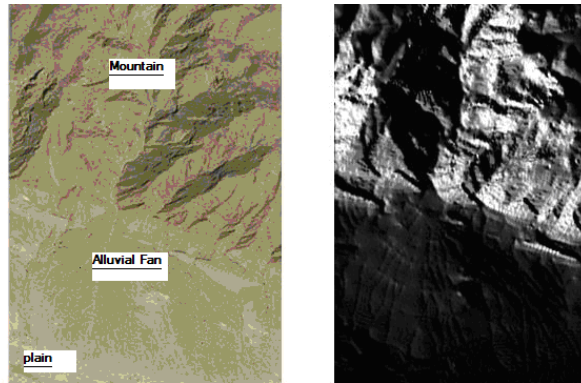
۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه حوزه آبخیز گهر در ۱۹۰ کیلومتری جنوب شرق شیراز، در شهرستان فسا می‌باشد. در بین طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۵۳ دقیقه تا ۵۳ درجه و ۵۷ دقیقه طول شرقی و عرض جغرافیایی ۲۸ دقیقه و ۳۵ دقیقه تا ۲۸ درجه و ۴۱ دقیقه شمالی واقع شده است. این منطقه دارای ارتفاع ۱۱۲۰ تا ۱۱۶۰ متر از سطح دریا می‌باشد که بر روی مخروط‌افکنه‌ای کم‌عمق به وجود آمده است. وسعت منطقه ۳۱/۳۶ کیلومتر مربع است. متوسط ارتفاع حوزه برابر ۱۸۸۶ 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 بیشینه‌ی آن در دی ماه برابر ۵۳/۸ میلی‌متر می‌باشد (شرکت آب منطقه‌ای استان فارس، ۱۳۹۲). منطقه مورد مطالعه به نحوی انتخاب گردیده که نماینده یک منطقه در واحد کوهستانی باشد. شکل ۱ موقعیت دشت گربایگان در ایران و استان فارس و شکل ۲a، تصویر منطقه مورد مطالعه را در گوگل ارث نشان می‌دهد. بخش میانی تصویر نشان‌دهنده مخروط‌افکنه، بخش فوقانی کوهستان و عوارض فرسایشی و بخش پایین دست آن دشت را نمایش می‌دهد. شکل ۲b شیب را در جهت محور x نمایش می‌دهد. این تصویر با نرم‌افزار متلب استخراج شده است.



شکل (۱): موقعیت دشت گربایگان در ایران و استان فارس



شکل (۲): تصویر منطقه در گوگل ارث و نمایش شیب در جهت محور x

۲-۲- ویژگی‌های مناطق مستعد پخش سیلاب:

ویژگی‌های آب‌شناختی دشت گربایگان سازندهای آسماری جهرم به دلیل دارا بودن درز و شکاف، منبع مناسبی برای ذخیره‌ی، آب است. دشت گربایگان بر روی مخروط‌افکنه‌ای کم‌ترفا 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 تشکیل‌دهنده‌ی آبخوان از رأس مخروط‌افکنه به طرف دامنه یا انتهای آن، از درشت دانه به ریز دانه تغییر می‌کنند (رهبر و همکاران، ۱۳۸۸). و 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 ضخامت ۲۰-۱۰ سانتی‌متر، به وجود آورده است. افق سنگی و سنگریزه‌ای C به طور مستقیم در زیر افق A قرار گرفته است (کوثر، ۱۳۷۲).

۲-۳- روش انجام کار:

اساس آمایش سرزمین پهنه‌بندی ژئومورفولوژیک سطح زمین است که اولین مرحله آن، تعیین پهنه‌های همگن سطح زمین از نظر خصوصیات ژئومورفولوژیک می‌باشد. پهنه‌هایی که از نظر ژئومورفولوژیک همگن هستند، می‌توانند با یک روش مدیریت شوند. پهنه‌بندی سطح زمین، تشخیص عوارض زمین به وسیله ویژگی‌های اساسی سطح مانند ارتفاع، شیب و جهت شیب می‌باشد در این تحقیق به پهنه‌بندی کمی سطح زمین با استفاده‌ی مدل‌های بنیادی پرداخته شده که مدل‌های بنیادی به الگوهای از سطح گفته می‌شود که دارای شکل خاصی مانند حالت کروی، خطی و یا پله‌ای هستند. مدل‌های بنیادی شامل مدل‌های پله‌ای یا واگرا، کروی و خطی می‌باشند که مدل پله‌ای به مدلی گفته می‌شود که پارامترهای ژئومورفولوژیک در یک زاویه شعاعی، ثابت هستند. این مدل بیان‌کننده این است که حرکت آب روی سطح به صورت پیچشی می‌باشد. و فرسایش کناره‌ای در پهنه حاکم است. یعنی خطوط هم‌تراز دارای زاویه نسبت به هم بوده و موازی نیستند رابطه حاکم برای این مدل به صورت رابطه ۱ می‌باشد:

$$Z = a + b \arctan \frac{y-q}{x-p} + c \arctan \left(\frac{y-q}{x-p} \right)^2 + d \arctan \left(\frac{y-q}{x-p} \right)^3 \quad (1) \text{ رابطه}$$

پارامتر Z در این مدل نیز همان ارتفاع نقاط می‌باشد. پارامتر b در مدل نماینده شیب می‌باشد، زیرا در هر شعاعی یک شیب خاص وجود دارد. پارامتر c در این مدل نماینده انحنای عمودی می‌باشد. پارامتر d در این مدل نیز نماینده تغییرات انحنای می‌باشد که در مدل برازش شده وارد گردیده است. عملیات برازش به صورت سه جمله‌ای انجام می‌گیرد. ضریب p در مدل پله‌ای نماینده فاصله مرکز چرخش از مرکز پنجره در جهت x می‌باشد. ضریب q: این ضریب در مدل پله‌ای نماینده فاصله مرکز چرخش از مرکز پنجره در جهت y می‌باشد. فرم بنیادی حالت خطی که با تغییر ضرایب مربوط به آنها شکل کلی خود را حفظ نموده و تنها انحنای و شیب آنها در جهات مختلف تغییر می‌نماید. علت انتخاب این فرم‌ها در مطالعه مربوط به پخش سیلاب این است که چون هر فرم خواص قابل پیش‌بینی از نظر جهت حرکت آب، قابلیت فرسایش‌دهندگی، کاهنده یا افزایش‌دهنده بودن جریان، قابلیت جمع‌آوری آب را دارد، در نهایت بتوان 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 انحنای موازی هستند و تنها فاصله آنها تغییر می‌کند. در این 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 رابطه ۲ است:

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

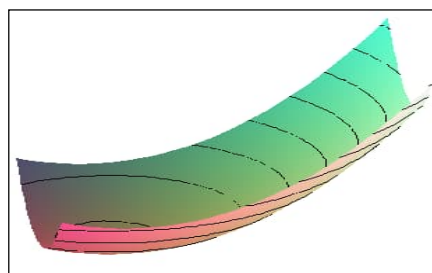
در این رابطه z ارتفاع نقاط، x و y مختصات جغرافیایی نقطه ارتفاعی در سطح می‌باشند. در رابطه ۱ عبارت‌های داخل پرانتز در واقع دارای رابطه‌ای خطی بین هم هستند که در آنها ضرایب g و h در واقع متناسب با شیب‌های سطح در جهات x و y می‌باشد. رابطه‌ی ۲ به صورتی نوشته شده که در آن ضرایب a ، b ، c به ترتیب ضرایب برای توان‌های صفر تا ۲ در رابطه خطی ساده داخل پرانتز می‌باشند. رابطه‌ی فوق به نحوی می‌باشد که به ازای تمام مقادیر ضرایب موجود حالت فرم خطی در آن حفظ می‌گردد. در این پژوهش جهت تشخیص مکان مناسب برای تغذیه مصنوعی فرم بنیادی دایره‌ای به سطح زمین برآزش گردیده، برای انجام برآزش فوق از داده‌های رقومی ارتفاعی با دقت ۱۰ متر از سازمان نقشه‌برداری استفاده گردیده و با استفاده از ابزار برآزش سطح در نرم‌افزار متلب رابطه مربوطه به هر فرم به قطعات محدود، یا پنجره‌های محدود، از سطح برآزش گردیده است. این پنجره‌ها به نحوی انتخاب می‌شوند که حالت مربعی داشته و مثلاً ابعاد آن‌ها 3×3 و یا 9×9 باشد. درجه برآزش و پارامترهای فرم برآزش شده برای تعیین مناسب بودن قطعه برای تغذیه مصنوعی اهمیت زیادی دارند. برای تصمیم‌گیری در این مورد که فرم‌های برآزش شده چه میزان برای پخش سیلاب مناسب است از پارامتر محذور میانگین مربعات خط^۱ استفاده شده است. و از طریق این پارامتر مناطق مناسب برای پخش سیلاب نمایش داده شده است.

۲-۴- فرم بنیادی دایره‌ای:

فرم دایره‌ای مقعر به علت تعرق افقی دارای خاصیت جمع‌آوری آب و به علت تعرق 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 ۳ پارامترهای ژئومورفولوژیک مانند ارتفاع، شیب و انحنا جهت شیب در یک فاصله شعاعی از یک مرکز J ، I ثابت 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 می‌باشد.

$$z = a + b\sqrt{(x - I)^2 + (y - J)^2} + c[(x - I)^2 + (y - J)^2] \quad \text{رابطه (۳)}$$

در رابطه ۳ پارامترهای J و I در واقع مرکز سطح دایره‌ای برآزش شده هستند که سطح مورد نظر نسبت به آن دارای تقارن کروی می‌باشد. پارامتر c در هر دو مدل دایره‌ای نماینده انحنا عمودی می‌باشند. ضریب c از پارامترهای مهم در ژئومورفولوژی است و بیان‌گر خط حرکت جریان آب می‌باشد. اگر این ضریب مثبت باشد دارای انحنا طولی یا انحنا عمودی محذب بوده و سرعت جریان آب در آن افزایش یافته است. ضریب منفی دارای انحنا طولی مقعر و سرعت جریان آب در آن کاهنده می‌باشد. بهترین کلاس انحنا عمودی برای پخش سیلاب کلاس کوچکتر از صفر است که علت آن این است که سطح، آب را در این حالت جمع می‌کند و کمترین تناسب برای انحنا عمودی کلاس بزرگتر از صفر برای پخش سیلاب می‌باشد. در این رابطه z ارتفاع نقاط، x و y مختصات جغرافیایی نقطه ارتفاعی در سطح می‌باشند. ضریب a برابر با مقادیر ارتفاع در آن محدوده است. هر چه این ضریب بیشتر باشد به دلیل افزایش سرعت جریان و افزایش قابلیت فرسایش‌دهندگی و کاهش قابلیت پخش آب به عنوان نامناسب‌ترین مناطق برای پخش سیلاب محسوب می‌شوند و ضریب b نشان‌دهنده شیب سطح زمین است. برای تعیین این که چه مقدار قطعه یا پنجره‌ی مورد نظر از سطح زمین بر اساس داده‌های مورفومتریک موجود جهت تغذیه مصنوعی آبخوان مناسب است بر اساس مراجع موجود (Minár and Evans ۲۰۰۸) مشخص شده است که بر اساس آن بیشترین شیب سطح، به ترتیب سطح دارای شیب کوچکتر از $0/002$ بسیار مناسب، سطح دارای شیب بین $0/002$ و $0/1$ مناسب و سطح دارای شیب بزرگتر از $0/1$ برای تغذیه مصنوعی نامناسب می‌باشد.



شکل (۳): الگوی مدل دایره‌ای پارامترهای ژئومورفولوژیک

1. Root Mean Square Error (RMSE)

۲-۵- مجذور میانگین مربعات خطا

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 مجذور میانگین مربع اختلاف‌های بین مقادیر ارتفاع مشاهده شده و محاسبه شده در هر پنجره می‌باشد. مقادیر کم این پارامتر نشان‌دهنده برازش مناسب‌تر مدل به داده‌های پنجره مورد نظر می‌باشد. برای تعیین حد قابل قبول برای از رابطه‌ی ۴ ارائه شده توسط Minár and Evans (۲۰۰۸) که در زیر ارائه شده استفاده می‌شود:

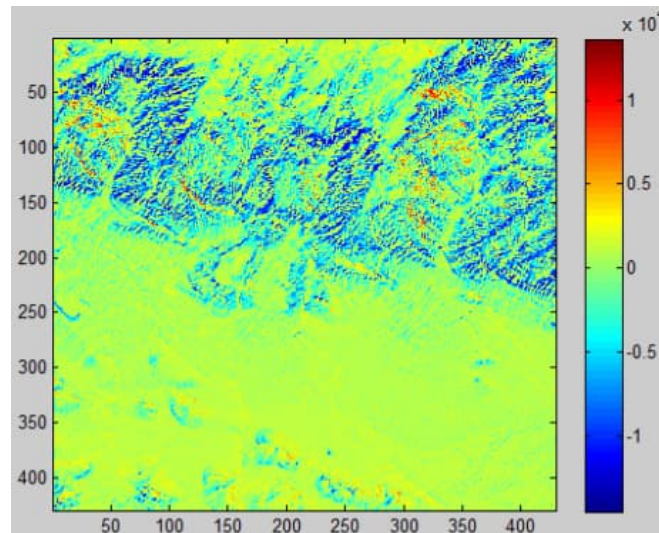
$$MF = 1 - 4\mu / (o * \tan\delta) \quad \text{رابطه (۴)}$$

در این رابطه MF مقدار تابع عضویت پنجره‌ی مورد نظر در مدل مربوطه، μ مقدار مجذور میانگین مربعات خطا محاسبه شده از برازش انجام شده و o طول میانگین ابعاد فرم یا طول پنجره مورد نظر می‌باشد که مثلاً برای پنجره‌ی ۳×۳ برابر با ۲۰ متر می‌باشد δ 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 (Minár and Evans, 2008). بر اساس رابطه‌ی ۴ برای پنجره‌ای با ابعاد ۳×۳ مقدار مجذور میانگین مربعات خطا 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 در مدل مورد نظر بیشتر شده و به یک نزدیک می‌شود. به همین ترتیب در یک پنجره‌ی ۹×۹ میزان مجذور میانگین مربعات خطا قابل قبول کمتر از ۴ می‌باشد.

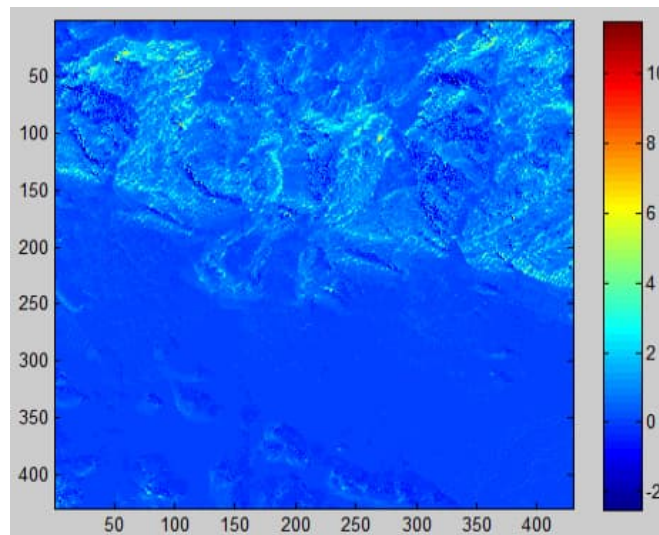
۳- نتایج

۳-۱- معرفی ضرایب کمی فرم دایره‌ای:

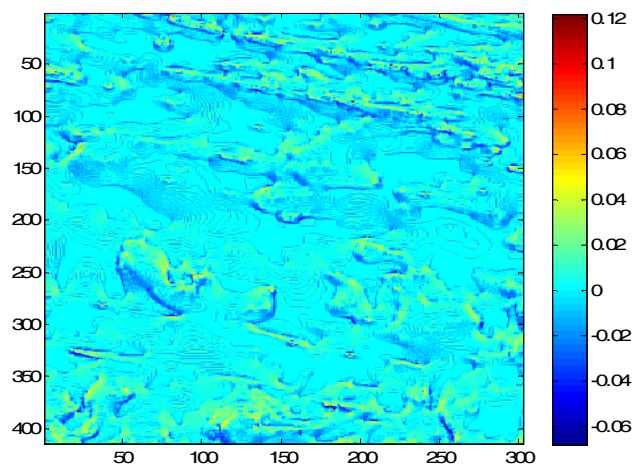
ضریب a طبق شکل ۴ مناطق کوهستانی و حواشی حوزه فرسایشی به عنوان نامناسب‌ترین مناطق پخش سیلاب می‌باشد که با رنگ قرمز در شکل ۴ نشان داده شده است. محدوده‌های حوضه‌های فرسایشی بالادست مخروط‌افکنه‌ها و دشت‌سره‌های بالایی مناطق کم ارتفاع‌تری هستند که با رنگ زرد در شکل ۴ نشان داده شده که تغییر رنگ موجود در محدوده مخروط‌افکنه به خوبی تغییر شیب را نشان می‌دهد که از لحاظ کلاس مناسب بودن پخش سیلاب این مناطق نامناسب می‌باشند. مناطق آبی رنگ در شکل ۴ استپ‌های پایین دست مخروط‌افکنه را در بر می‌گیرد که به علت شیب مناسب مناطق مناسب برای پخش سیلاب محسوب می‌شوند. طبق شکل ۴ و شکل‌های بعدی (شکل‌های ۵ تا ۸) برای نشان دادن مناطق مناسب پخش سیلاب بر اساس پارامترهای مختلف ژئومورفولوژیک هر چه از رنگ قرمز به سمت رنگ آبی می‌رویم میزان مناسب بودن برای پخش سیلاب بیشتر می‌شود. ضریب b چنان که در شکل ۵ مشاهده می‌شود بیشترین مقادیر در حاشیه‌های مرزی حوضه‌های آبریز بالادست مخروط‌ها می‌باشند که به دلیل شیب نامناسب برای پخش سیلاب بسیار نامناسب است. حداقل مقدار این پارامتر در روی دشت‌ها که با رنگ آبی تیره نمایش داده شده‌اند که مناطق نامناسبی برای پخش سیلاب می‌باشد. حالت موجی شکل به صورت هاله‌هایی کم‌انرژی شکل با رنگ‌های آبی متفاوت بر روی مخروط‌افکنه‌ها مشاهده می‌شود که در کلاس مناطق مناسب پخش سیلاب می‌باشد که برای علت این موج‌های کم‌انرژی شکل می‌توان تغییر شیب مخروط‌افکنه‌ها به دلیل زمان‌های مختلف رسوب‌گذاری بر روی مخروط‌افکنه‌ها ذکر کرد. ضریب c طبق شکل ۶ مناطق قرمز رنگ دارای انحنای عمودی مثبت و آبی رنگ دارای انحنای منفی هستند. برای مخروط‌افکنه بافت خاصی برای انحنای عمودی وجود دارد. کف دشت فاقد انحنای عمودی و دارای مقدار صفر می‌باشد. مشاهده می‌شود که در مناطق کوهستانی و کف دشت محدوده‌های با انحنای عمودی مثبت یا منفی به صورت لکه‌های بزرگتر و قطعات پیوسته هستند که روی مخروط‌افکنه‌ها به صورت خطوط نازک و عمود بر خطوط توپوگرافی مشاهده می‌شوند. دلیل تناوب انحنای در مخروط‌افکنه وجود حالت رسوب‌گذاری و فرسایش متناوب است. الگوی خاص خطوط در مخروط‌افکنه به دلیل وجود آبراهه‌های متراکم و شعاعی می‌باشد. پایین دست مخروط‌افکنه، تناوب منظم‌تر و به صورت خطوط نازک پیوسته بوده و در بالادست مخروط‌افکنه‌ها رنگ آبی پیوسته دارد که نشان‌دهنده انحنای منفی (مقر) می‌باشد.



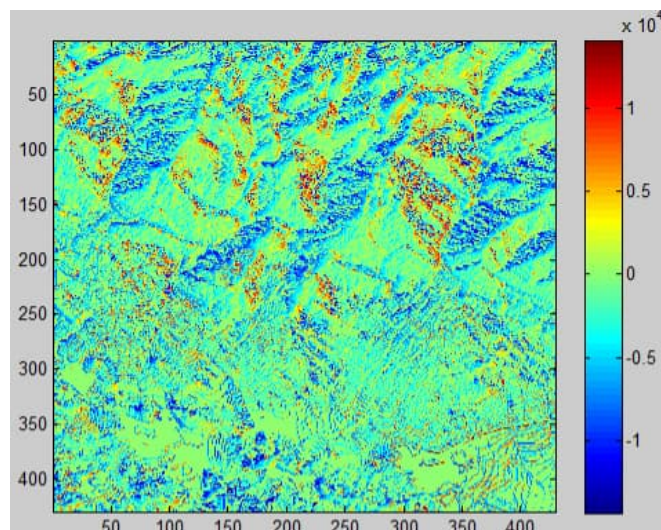
شکل (۴): نقشه‌ی مقادیر ضریب a برای پنجره سه‌تایی



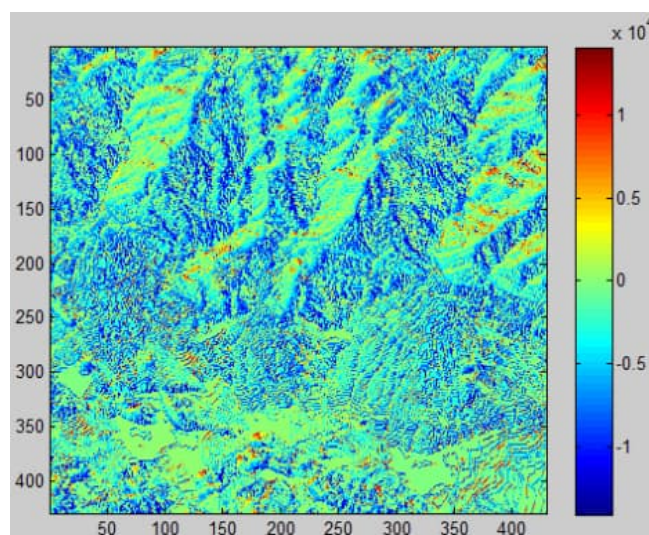
شکل (۵): نقشه‌ی مقادیر ضریب b برای پنجره سه‌تایی



شکل ۶- نقشه‌ی مقادیر ضریب c برای پنجره سه‌تایی



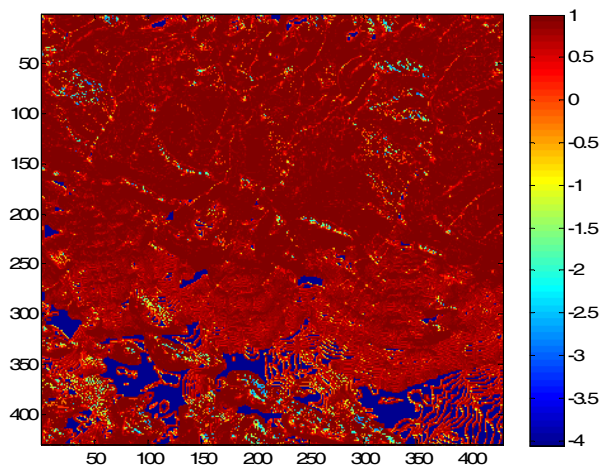
شکل (۷): نقشه‌ی مقادیر ضریب I برای پنجره سه‌تایی



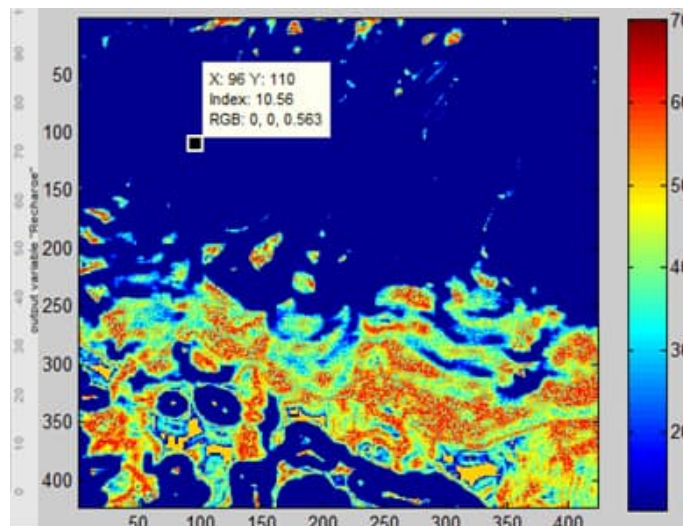
شکل (۸): نقشه‌ی مقادیر J برای پنجره سه‌تایی

برای تعیین مناطق مناسب برای پخش‌سیلاب از مجذور میانگین مربعات خطا استفاده شده است که ضریب نشان‌دهنده میزان برآزش سطح به مدل است که طبق شکل ۹ این ضریب نشان داده است. که بیشترین آن در مناطق کوهستانی و پرشیب با اختلاف ارتفاع زیاد و کمترین آن در کف دشت مشاهده می‌شود. طبق شکل ۹ در منطقه کوهستانی در بالادست محدوده‌ی مخروط‌افکنه مقادیر امتیاز مناسب بودن نزدیک به صفر بوده که این مناطق به دلیل شیب زیاد و فرساینده‌گی بالا نشان‌دهنده کلاس بسیار نامناسب برای تغذیه مصنوعی می‌باشد و با رنگ قرمز نمایش داده شده است. چنان‌که در شکل ۹ مشاهده می‌شود مناسب‌ترین کلاس‌ها برای تغذیه بر روی مخروط‌افکنه‌ها و در قسمت‌های پایین‌دست مخروط‌افکنه مشاهده می‌شود که به صورت پهنه‌های نواری شکل و کمانی مشاهده می‌شوند مرکز کمان‌ها تقریباً نوک مخروط می‌باشد. الگوی قرارگیری کلاس‌ها به این صورت است که لکه‌های آبی رنگ که نشان‌دهنده کلاس خیلی مناسب هستند در وسط و کلاس‌های دیگر به ترتیب به صورت هاله‌ها یا نوارهایی که به موازات مرز کلاس قرمز رنگ هستند در اطراف قرار گرفته‌اند. مناطق دشت مانند پایین‌دست مخروط‌افکنه‌ها در کلاس بسیار نامناسب هستند که دلیل آن افقی بودن این مناطق و نداشتن شیب مناسب برای پخش‌سیلاب می‌باشد. با توجه به شکل ۹ مشخص می‌گردد که در سطح داخلی مخروط‌افکنه‌ها نیز مناطقی هستند که در کلاس نامناسب قرار دارند، این سطوح در واقع به صورت بیرون‌زدگی بوده و دارای سطح محدب هستند و در بعضی موارد نیز این سطوح فاقد شیب می‌باشند. نقشه مکان‌یابی منطقه مورد مطالعه در جهت مناسب بودن پخش‌سیلاب که با مدل دایره‌ای (رابطه ۳)، تطابق داده شده است در شکل ۱۰ نشان داده شده است. مناسب‌ترین کلاس‌ها برای تغذیه بر روی مخروط‌افکنه‌ها و در قسمت‌های پایین‌دست مخروط‌افکنه مشاهده می‌شود که به صورت پهنه‌های نواری شکل و کمانی مشاهده می‌شوند مرکز کمان‌ها تقریباً نوک مخروط می‌باشد. الگوی قرارگیری کلاس‌ها به این صورت است که لکه‌های قرمز رنگ که نشان‌دهنده کلاس خیلی مناسب هستند در وسط و کلاس‌های دیگر به ترتیب به صورت هاله‌ها یا نوارهایی که به موازات مرز کلاس قرمز رنگ هستند در اطراف قرار گرفته‌اند. طبق کار Minár and Evans (۲۰۰۸) که

برای اولین بار به طور ساده با استفاده از منطق فازی سطح زمین را به سه دسته‌ی خطی، دایره‌ای و واگرا با استفاده از منطق فازی دسته‌بندی کرد وی در مطالعه خود به دلیل پیچیدگی سطح زمین هیچ یک از فرم‌ها به طور کامل به سطح زمین برازش نشد. همچنین Shary et al. (۲۰۰۲)، برای دستیابی به پارامترهای کمی با استفاده از داده‌های رقومی ارتفاع موجود، در پنجره انتخاب شده با ابعاد ۳ در ۳ از یک شبکه داده‌های رقومی، مقدار کمی حدود بیست پارامتر برای آن محدوده تعیین کرد و برازش مدل‌های کمی از جمله مدل دایره‌ای انجام داد و همچنین مشاهده کرد که با افزایش ابعاد پنجره‌ها از سه‌تایی به نه‌تایی برای پارامترهای کمی تصاویر برازش شده وضوح بهتری دارند که در این مورد صادقی‌مزیدی (۱۳۸۹) در بخش جوییم استان فارس پارامترهای کمی سطح زمین را برای نه‌تایی به دست آورد که برای این کار با انتخاب داده‌های رقومی ارتفاع موجود برای پنجره نه‌تایی و با حرکت پنجره بر روی تمام نقاط شبکه به صورت خودکار مقادیر این پارامترها برای نقاط مختلف شبکه به طور پیوسته تعیین کرد. صادقی‌مزیدی (۱۳۸۹) با برازش سه مدل در منطقه جوییم نتایجی مطابق با این پژوهش حاصل کرد.



شکل (۹): نقشه‌ی مقادیر مجذور میانگین مربعات خطا برای پنجره نه‌تایی در رابطه دایره‌ای



شکل (۱۰): نقشه‌ی مکان‌یابی برای پنجره نه‌تایی

۴- بحث و 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 دایره‌ای پرداخته شد. مناسب‌ترین مناطق برای پخش سیلاب در پایین دست مخروط‌ها واقع گردیده‌اند. مناطق دشت مانند پایین دست مخروط افکنه‌ها در کلاس بسیار نامناسب هستند؛ که دلیل آن شاید افقی بودن این مناطق باشد. با توجه به شکل (۱۰) مشخص می‌گردد که در سطح داخلی مخروط‌افکنه‌ها نیز مناطقی هستند که در کلاس نامناسب قرار دارند. این سطوح در واقع به صورت بیرون‌زدگی بوده و دارای سطح محدب هستند و

در بعضی موارد نیز این سطوح فاقد شیب باشند. نتایج این تحقیق با یافته‌های صادقی مزیدی (۱۳۸۹) که برای اولین بار در ایران به پهنه‌بندی کمی سطح زمین با استفاده از مدل‌های بنیادی پرداخت مطابقت داشته و طبق یافته‌های آن تحقیق در منطقه کوهستانی و بالادست محدوده مخروط‌افکنه، مقادیر امتیاز مناسب بودن برای تغذیه‌مصنوعی نزدیک به صفر بوده و مناسب‌ترین کلاس‌ها برای تغذیه بر روی مخروط‌افکنه‌ها و در قسمت‌های پایین دست مخروط‌افکنه می‌باشد.

منابع

- حکمت‌پور، م.، فیض‌نیا، س.، احمدی، ح.، و خلیل‌پور، ا. (۱۳۸۶). پهنه‌بندی مناطق مناسب برای تغذیه مصنوعی دشت ورامین به کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی و سامانه پشتیبانی تصمیم‌گیری. *محیط‌شناسی*، ۴۲(۳۳)، ۱-۸.
- رهبر، غ.ر.، 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) گرگان، بهمن ۱۳۸۸.
- شرکت آب منطقه‌ای استان فارس. (۱۳۹۲). *مطالعات طرح تغذیه مصنوعی دشت گرایگان فسا*. شرکت مهندسی مشاور.
- صادقی مزیدی، ح. (۱۳۸۹). پهنه‌بندی کمی سطحی زمین با استفاده از فرم‌های بنیادی (مطالعه موردی بخش جویم). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی شیراز، ۱۲۷ص.
- کوثر، س.آ. (۱۳۷۲). بیان‌زدایی با گسترش سیلاب: به کوششی هماهنگ. انتشارات مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام فارس، ۵۸ص.
- Dikau, R., 1989. The application of a digital relief model to landform analysis in geomorphology. 51-77. In: Raper, J. Three-dimensional Applications in Geographical Information Systems. London: CRC Press, 280p.
- Evans, L.S., and Cox, N.J., (1999). Relations between land surface properties: Altitude, slope and curvature. 13-45. In: Hergarten, S., Neugebauer, H.J. Process Modelling and Landform Evolution. Berlin: Springer.
- Jorge, M.G.; Brennan, T.A. (2017). Semi-automated extraction of longitudinal subglacial bedforms from digital terrain models – Two new methods. *Geomorphology*, 288, 148–163.
- Lastoczkin, A.N. (2005). Relief Zemnoy Poverhnosti (Printsipy Metody Statisticheskoy Gomorfologii). Nedra, Leningrad, 340p.
- Minár, J., and Evans, I.S. (2008). Elementary forms for land surface segmentation: the theoretical basis of terrain analysis and geomorphological mapping. *Geomorphology*, 95(3-4), 236-259.
- Minár, J., and Mičian, E. (2002). Complex geomorphological characteristics of the Devínska Kobyla Mt. In: Landscape Atlas of the Slovak Republic. 1st ed. Bratislava: Ministry of Environment of the Slovak Republic; Banská Bystrica: Slovak Environmental Agency. 92–93.
- Pike, R.J. (2016). Geomorphometry-diversity in quantitative surface analysis. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*, 24(1), 1–20.
- Koenderink, J.J., and van Doorn, A.J. (1994). Two-plus-one-dimensional differential geometry. *Pattern Recognition Letters*, 15(5), 439–443.
- Shary, P.A., Sharaya, L.S., and Mitsov, A.V. (2002). Fundamental quantitative methods of land surface analysis. *Geoderma*, 107(1-2), 1–32.
- Sofia, G., Hillier, J.K., and Conway, S.J. (2016). Frontiers in Geomorphometry and Earth Surface Dynamics: Possibilities, limitations and perspectives. *Earth Surface Dynamics*, 4, 721–725.

Surface quantitative zoning using a circular fundamental form for optimal site selection of the floodwater spreading (Case study: Garbayegan basin, Fasa)

Sedigheh Ebrahimian¹, Esmail Soheili², Mohamad Nohtani^{* 3}, Hossein Sadeghi Mazidi⁴



Research Article

1. M.Sc. in Watershed Management, Department of Rangeland and Watershed, Faculty of Water and Soil, Zabol University, Zabol, Iran.

ebrahimyan2000@yahoo.com

2. Assistant Professor, Department of Nature Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources of Darab, Shiraz University, Shiraz, Iran.

soheili@shirazu.ac.ir

3. Assistant Professor, Department of Pasture and Watershed Management, Faculty of Water and Soil, Zabol University, Zabol, Iran.

m.nohtani@uoz.ac.ir

* Corresponding author

4. Ph.D. in Watershed Management, Department of Natural Resources Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Hormozgan University, Bandar Abbas, Iran.

hossien_fasa@yahoo.com

Article Code: 2211-1030

Continous Pagination: 258-268

Received: 13 November 2022

Accepted: 03 January 2023

Online: 02 February 2023

Review speed: 51 days

Citation:

Ebrahimian, S., Soheili, E., Nohtani, M., and Sadeghi Mazidi, H. (2022). Surface quantitative zoning using a circular fundamental form for optimal site selection of the floodwater spreading (Case study: Garbayegan basin, Fasa). *Management of Natural Ecosystems*, 2(3), 48-58.

Abstract

In the management of desert areas, studies related to water, soil and vegetation are carried out at the watershed or regional scale. Geomorphological zoning is one of the basic studies. Considering the increase in population and decrease in rainfall, it seems necessary to use surface waters. Therefore, identification of geomorphological Features of the earth's surface is important for the construction of water structures and their site selection Identifying geomorphological types and land units of Earth's surface is necessary for Landuse planning and land use for different uses. So far, Identification of geomorphological features has been done qualitatively and based on expert opinion. In this study, the quantitative zoning is used to identify suitable areas for artificial recharge in the mountainous area of Gohar and Garbayegan plain, in Fars province fitting a circular fundamental form to the surface. In this research, with digital elevation model and ArcGIS 9.3, Matlab 7.1 and ENVI 4.8 softwares, and using quantitative relationships for the Kuhghar area in the Garbaigan plain of Fasa, site selection of the floodwater spreading was investigated. The structures with grade two for triplex windows and the data from the digital elevation model with a resolution of 10m 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. Using the degree of fitting, the degree of suitability of the surface for artificial recharge has been determined only by surface morphology view. 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. 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. One of the uses of quantitative zoning in the field of erosion and sedimentation is that by accurately fitting the areas exposed to erosion, it is possible to accurately calculate the ratio of height changes in the margins of basins and erosion areas, as well as the height increase in low-lying areas as a result of sedimentation.

Key Words: Geomorphological Zoning, Artificial Recharge, Surface Features, Garbayegan, Fundamental Model.