پهنه‌بندی کمی سطح زمین به وسیله ضرایب کمی در راستای مکان‌یابی بهینه پخش سیلاب (مطالعه موردی حوضه آبخیزگربایگان فسا)

صدیقه ابراهیمیان[۱]، محمد نهتانی[۱*] و حسین صادقی مزیدی[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۲/۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۶/۱۶)

چکیده

اساس آمایش سرزمین پهنه‌بندی ژئومورفولوژیک سطح زمین است که اولین مرحله آن تعیین پهنه‌های همگن سطح زمین از نظر خصوصیات ژئومورفولوژیک می‌باشد. در این مطالعه به‌منظور تشخیص محدوده‌های مناسب برای تغذیه مصنوعی در منطقهٔ کوهستانی گهر و دشت گربایگان، در استان فارس، از پهنه‌بندی سطح زمین با ضرایب کمی ایوانس- شری استفاده گردید. پهنه‌بندی سطح زمین به‌روش کمی به دلیل تعیین و تفکیک دقیق تیپ‌ها، رخساره‌ها و عوارض سطحی زمین نقش مهمی در تعیین دقیق‌ترقابلیت اراضی دارد. برای این تحقیق داده‌های رقومی ارتفاعی با دقت ۱۰ متر اخذ شده از سازمان نقشه‌برداری مورد استفاده قرار گرفت. با استفاده از ابزار برازش سطح در نرم‌افزار متلب رابطه مربوطه به هر فرم به قطعات محدود، از سطح برازش شد و با اعمال برنامه‌های داده شد. سپس هر یک از ضرایب کمی به‌صورت پهنه‌هایی مشخص شد. برای تعیین درجه برازش از پارامتر مجموع اختلاف مربعات اختلافات سطح استفاده گردید. که با استفاده از درجه برازش درجه مناسب بودن سطح برای مکان‌یابی بهینه پخش سیلاب با دید مورفولوژی سطحی، تعیین شد. که نتایج نشان می‌دهد که سطوح واقع در پایین‌دست مخروط افکنه‌ها و دشت‌ها در جنوب منطقه مورد مطالعه مناسب‌ترین مناطق برای پخش سیلاب هستند که در مجموع سطحی معادل ۱۰ درصد از مساحت کل منطقه را در بر می‌گیرند.

واژه‌های کلیدی: ایوانس- شری، پهنه‌بندی کمی ژئومورفولوژیک، پخش‌سیلاب، گربایگان

۱. گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکدهٔ آب و خاک، دانشگاه زابل
۲. گروه آبخیزداری، دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: m_nohtani@yahoo.com

مقدمه

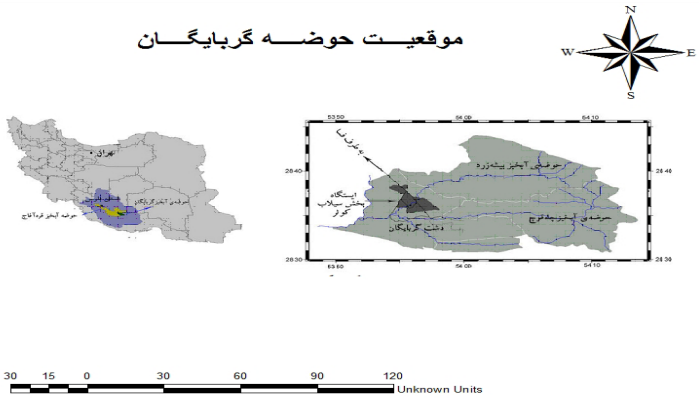
با توجه به شرایط اقلیمی خشک و نیمه خشک ایران و بروز مشکلات عدیده‌ای چون کم آبی در بسیاری از مناطق کشور، حفاظت خاک و آبخیزداری و در واقع مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز از سازنده‌ترین راهکارها برای مقابله با خشکسالی است (۶). راهبرد اساسی کنترل سیلاب به تغذیه سفره‌ای آب کمک می‌کند و موجب می‌شود که قنات‌ها، چشمه‌ها وچاه‌ها با تولید آب بیشتر، بستر مناسبی را فراهم آورند تا زمین‌های کشاورزی بیشتری به زیر کشت آبی رفته و تولید محصولات غذایی بیشتر شود. این شیوه به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک که معمولاً هر از گاهی با جاری شدن سیلاب‌های با دبی لحظه‌ای بالا، مواجه هستند، بسیار راهگشا است یکی از روش‌های مناسب جهت استحصال آب در راستای کاهش مشکلات کمبود آب در کشور، اجرای پروژه‌های آبخوانداری با هدف کنترل سیلاب و تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی است. یکی از روش‌های استحصال آب، بهره‌برداری از سیلاب‌ها با استفاده از روش پخش سیلاب بر آبخوان‌هاست (۱۲). باشناسایی مناطق سیل‌خیز و پخش سیلاب در اراضی مستعد بالا دست، علاوه بر کمک به تغذیه مصنوعی آبخوان‌ها، موجب افزایش کیفیت و حاصل‌خیزی خاک هم می‌شود (۹). کشور ایران با عدم توازن توزیع زمانی و مکانی آب مواجه است. حدود نیمی از جمعیت کشور در مناطق مرکزی، شرقی و جنوبی زندگی می‌کنند که تنها به ۳۰ درصد منابع آبی دسترسی دارند (۱۱). افزایش جمعیت طی چهل سال اخیر موجب کاهش سرانهٔ منابع آبی تجدیدپذیر از ۷ هزار متر مکعب به ۲ هزار متر مکعب گردیده و پیش‌بینی می‌شود با ادامهٔ روند رشد جمعیت، سرانهٔ منابع آبی در ایران در سال ۱۴۰۰ به ۱۳۰۰ متر مکعب کاهش یابد که نشانگر ورود کشور به شرایط تنش آبی است (۱۰). برداشت اضافی از ذخیرهٔ ثابت آبخوان‌های آب زیرزمینی حدود ۶ میلیارد متر مکعب در سال می‌باشد (۸). در فارس، ۹۱٪ منابع آب شرب و ۸۳٪ منابع آب کشاورزی از منابع زیرزمینی تأمین می‌شود (۱۰). لذا به دلیل خشکسالی‌های طولانی مدت و عدم تعادل بین میزان تغذیه و برداشت از سفره‌های آب زیرزمینی، می‌توان گفت که موضوع آب و اهمیت توجه به آن در بیشتر استان‌های کشور از جمله استان فارس از اولویت بسیار زیادی برخوردار است (۱۱). در این راستا تشخیص دقیق عوارض سطح زمین اهمیت بسیار زیاد در شناسایی مناطق مناسب پخش سیلاب دارد. در مدیریت سطح زمین به خصوص در مناطق شکننده‌ای مانند مناطق بیابانی، پهنه‌بندی سطح زمین از نظر ژئومورفولوژی ضروزی به نظر می‌رسد. شکل سطح زمین ساختار پیچیده‌ای از فرم‌های مختلف در مقیاس‌های مختلف می‌باشد (۱۵). تاکنون تشخیص عوارض ژئومورفولوژیک به‌صورت کیفی و براساس پارامترهای توصیفی زمین مانند ارتفاع، شیب، جنس سازند و وضعیت پوشش گیاهی انجام می‌گرفت که این نوع پهنه‌بندی سلیقه‌ای و کارشناسی بود و درنتیجه پهنه‌بندی‌های به‌دست 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 (۱۳). در مطالعات به‌روش کیفی مشکلات اساسی که در این راستا وجود دارد. اولین مشکل، بیشتر خصوصیات شناخته شده از متغیرهای سطح زمین به‌طور ویژه توصیف شده که تفاوت‌های زیادی از نتایج به‌دست آمده در مراحل متفاوت مشاهده شده است. ثانیاً ایده‌های تشخیص اشکال و طبقه‌بندی کافی نبوده (در روش پهنه‌بندی کیفی)، ثالثاً: سیستم خصوصیات سطح زمین به‌نظر 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 می‌کند. برای رفع این مشکل پهنه‌بندی جدیدی که پهنه‌بندی کمی یا روشی است که با استفاده از داده‌های انحنا و مشتقات مختلف ارتفاع و شیب و با به‌کارگیری نرم‌افزارها و روش‌های خودکار تعریف شده و براساس اعداد و ارقام پهنه انجام می‌گیرد (۸). امروزه برای دسته‌بندی شکل و عوارض سطح زمین از ضرایب و پارامترهای کمی به‌دست آمده از مدل‌های رقومی ارتفاعی، مانند شیب، انحنای پروفیل و روش‌های

طبقه‌بندی خودکار استفاده می‌گردد (۱۷). همچنین در بعضی از مطالعات از پارامترهای مورفومتریک مثل انحنا برای تشریح کمی عوارض و توضیح در مورد فرایندهای شکل دهنده آنها و در شناخت فرم‌های ساده یا ساختارهای مورفولوژیک معینی مثل گردنه، کانال، تیغه و دشت استفاده گردیده است (۱۴). در ادامه این مطالعات انحنای سطح افقی به پارامترهای بیان‌کننده کمی شکل سطح زمین اضافه گردید(۱۶). در زمینه مکان‌یابی بهینه پخش سیلاب به‌صورت پهنه‌بندی کمی براساس پارمترهای شیب، جهت و متغیرهای مورفومتریک مطالعات چندانی در ایران صورت نگرفته است در این رابطه صادقی مزیدی برای اولین بار در ایران، در تحقیق خود به شناخت شکل ظاهری زمین از دید کمی و پهنه‌بندی ژئومورفولوژیک سطح زمین از نظر ژنتیکی، ساختار شناسی و ریخت شناسی در بخش جویم واقع در شهرستان لامرد پرداخت (۸). در این پژوهش برای اکثر پارامترهای به‌دست آمده از روش‌های Minar و Shary–Evans با افزایش ابعاد پنجره‌ها از سه‌تایی به نه‌تایی نقاط به‌دست آمده از حالت پراکنده و پهنه‌های کوچک به پهنه‌های بزرگتر و پیوسته تبدیل می‌شوند که با آن مخروط افکنه و سایر اراضی ژئومورفولوژیکی قابل تشخیص‌اند. مک میلان وهمکاران با استفاده از مدل رقومی ارتفاع پهنه‌بندی کمی شکل سطح زمین را با استفاده از منطق فازی انجام داد و قانون‌های فازی را برای پهنه‌بندی کمی انجام داد (۱۹). در هیچیک از مطالعات انجام شده سطح زمین براساس پارامترهای مختلف ارتفاعی، به‌طور پیوسته و با استفاده از منطق فازی تقسیم‌بندی نگردیده بود. رمستارد، سطح زمین را به‌طور پیوسته به واحدهای گسسته‌ای تقسیم‌بندی کرد (۲۲). 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 رژیم‌های گرمایشی می‌باشند. رمستارد در مقاله خود به توصیف یک روش جدید برای تقسیم‌بندی سطح زمین با استفاده از انحنای متوسط حوضه آبخیز (MEC) پرداخت. مینار و ایوانس برای پهنه‌بندی سطح زمین با استفاده از مدل‌های رقومی ارتفاع دیدگاه کلی وجود دارد (۲۰). در یک روش شباهت داخلی و همگن بودن خود پهنه درنظر گرفته می‌شود که به آن فرضیه پیوستگی گفته می‌شود. در روش دیگر مرزهای ناپیوستگی و درجه ناپیوسته بودن پهنه‌ها مبنای پهنه‌بندی می‌باشد که به آن فرضیه اتمیستیک می‌گویند. در روش پیشنهادی توسط مینار و ایوانس (۲۰) ترکیبی از روش‌های ترسیمی و دسته‌بندی مورد استفاد قرار گرفته است. بدین‌صورت که با به‌دست آوردن پهنه‌های اولیه و برازش روابط به پهنه‌ها و تعیین درجه برازش پهنه‌های با برازش مورد قبول پهنه‌های دسته‌بندی می‌شوند. ضرورت این مطالعه در آمایش سرزمین اساس کار و اولین قدم، پهنه‌بندی ژئومورفولوژیک است. با کمک پهنه‌بندی ژئومورفولوژیک می‌توان مناطق همگن را از نظر فرم سطحی تشخیص داد. این مناطق همگن می‌تواند رخساره‌هایی مانند مخروط افکنه، دشت‌سر، تپه‌های ماسه‌ای و واحدهای کاری مختلف باشد. با پهنه‌بندی کمی می‌توان اولاً پهنه‌ها را تعیین نمود و ثانیاً برای پهنه‌های تعیین شده ضرایب مشخص کمی تعیین کرد. تشخیص پهنه‌ها به‌صورت کمی گام‌های بعدی را در انجام مطالعات ژئومورفولوژیک از جمله تشخیص دقیق‌تر پهنه‌های مناسب تغذیه مصنوعی اشاره کرد.

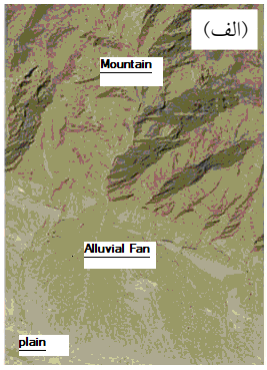
مواد و روش‌ها

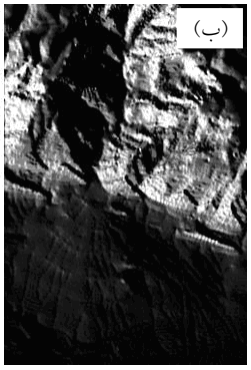
منطقهٔ مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه حوضه آبخیز 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 متر از سطح دریا می‌باشد که برروی مخروط افکنه‌ای کم عمق به وجود آمده است. وسعت منطقه ۳۱/۳۶ کیلومتر مربع است. متوسط ارتفاع حوزه برابر ۱۸۸۶ متر می‌باشد (۵). منطقه دارای تابستان‌های گرم و خشک و بارش بهاره با تغییرات و نوسانات زیاد می‌باشد. براساس طبقه‌بندی دومارتن، منطقه در اقلیم خشک قرار می‌گیرد. متوسط بارندگی سالانه ۲۱۱/۲ میلی‌متر است که کمینهٔ آن در تیر ماه برابر صفر و



شکل ۲. موقعیت مکانی حوضه آبخیز گربایگان در ایران و استان فارس





شکل ۱. الف) تصویر منطقه در گوگل ارث، ب) نمایش شیب در جهت محورx

بیشینهٔ آن در دی ماه برابر۵۳/۸ میلی‌مترمی‌باشد (۱۱). سازند آغاجاری ۷۱/۶۲ درصد، کواترنر ۲۴/۵۳ درصد، جوش سنگ بختیاری ۱/۲۷ درصد ، بخش چمپه از گچساران ۱/۰۴ درصد و آهک رس های سازند رزک ۱/۵۴ درصد از کل حوزهٔ آبخیزرا می‌پوشانند (۹). منطقه مورد مطالعه به نحوی انتخاب گردیده که نماینده یک منطقه در واحد کوهستانی باشد. در شکل شماره (۱) سمت چپ 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 پایین‌دست آن دشت را نمایش می‌دهد. شکل (۲) موقعیت منطقه در ایران و استان فارس را نشان می‌دهد.

ویژگی‌های مناطق مستعد پخش سیلاب

ویژگی‌های آب شناختی دشت گربایگان سازندهای آسماری جهرم به دلیل دارا بودن درز و شکاف، منبع مناسبی برای ذخیرهٔ آب است. دشت گربایگان برروی مخروط افکنه‌ای کم ژرفا تا به نسبت عمیق به وجود آمده است. از لحاظ رسوبات آبرفتی که به‌صورت مخروط افکنه است که بیشترین نقش را در تشکیل آبخوان دشت به عهده دارند ته‌نشست‌های تشکیل دهندهٔ آبخوان از رأس مخروط افکنه به طرف دامنه یا انتهای آن، از درشت دانه به ریز دانه تغییر می‌کنند (۴) 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 مستقیماً در زیر افق A قرار گرفته است (۱۱).

روش انجام کار

در این مطالعه ضرایب مورفومتریک اوانس- شری برای هر قطعه از سطح به‌دست آمده که برای انجام برازش فوق از داده‌های رقومی ارتفاعی با دقت ۱۰ متر از سازمان نقشه‌برداری 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

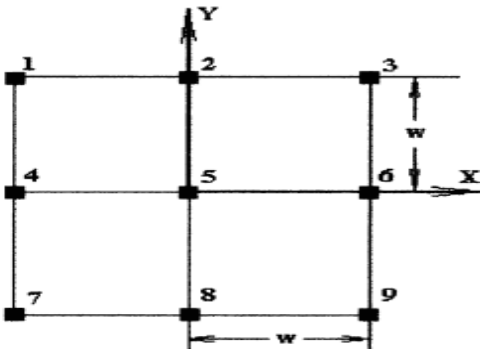
جدول ۱. پارامتر معرفی شده توسط اوانس- شری به همراه تعریف و رابطه آن

متغیر	تعریف	فرمول
kv_s	انحنای سطح در جهت عمود بر خط کنتوری	$kv_s = (p^2r + 2pqs + q^2t)/[(p^2+q^2)(1+p^2+q^2)^{3/2}]$

جدول ۲. ضرایب معرفی شده توسط اوانس- شری به همراه فرمول و رابطه آن

ضرایب	روابط	فرمول
p_s	$(Z_3 + Z_6 + Z_9 Z_1 Z_4 Z_7)/6w,$	$p_s = \partial z/\partial x$
q_s	$(Z_1 + Z_2 + Z_3 Z_7 Z_8 Z_9)/6w,$	$q_s = \partial z/\partial y$
r_s	$[Z_1 + Z_3 + Z_4 + Z_6 + Z_7 + Z_9{}^2(Z_2 + Z_5 + Z_8)]/3W,^2$	$r_s = \partial^2 z/\partial x^2$
s_s	$(Z_1 + Z_3\ Z_7 + Z_9)/4W^2,$	$s_s = \partial^2 z/\partial x\partial y$
t_s	$[Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_7 + Z_8 + Z_9{}^2(Z_4 + Z_5 + Z_6)]/3W;^2$	$t_s = \partial^2 z/\partial y^2$

انتخاب می‌شوند که حالت مربعی داشته و مثلاً ابعاد آنها ۳×۳ و یا ۹×۹ باشد و با حرکت پنجره در کل محدوده هر یک از پهنه‌های ضرایب کمی ژئومورفولوژیک حاصل می‌گردد. درجه برازش و پارامترهای فرم برازش شده برای تعیین مناسب بودن قطعه برای پخش سیلاب اهمیت استفاده پارامتر **مجموع اختلاف مربعات اختلافات سطح** زیادی دارد. برای تصمیم‌گیری در این مورد که درجه برازش فرم کمی به داده‌های ارتفاعی در هر پنجره از پارمتر شده است و از طریق این پارامتر مناطق مناسب برای پخش سیلاب نمایش داده شده است.



شکل ۳. موقعیت و تعداد داده های ارتفاعی برای پنجره ۳×۳

ضرایب اوانس- شری

ضرایب اصلی اوانس و شری که به کمک آنها شیب، و انحنای سطح در جهات اصلی تعیین می‌گردد انحنای عمودی می‌باشند. این ضریب kv_s نمایش داده می‌شود (جدول ۱). براساس رابطه ارائه شده در جدول (۱) ضرایب اوانس و شری براساس مشتقات ارتفاع سطح در جهات مختلف، شامل p_s، q_s، r_s، s_s، t_s محاسبه می‌شوند و روابط مربوط به مشتق‌ها در جدول (۲) آورده شده است.

برای محاسبهٔ مشتق‌های سطح در جهات مختلف می‌بایست از داده‌های ارتفاعی موجود در هر پنجره استفاده گردد (شکل ۳). به‌عنوان مثال برای پنجرهٔ ۳×۳ اگر داده‌های ارتفاعی مانند ماتریس داده شده در شکل بالا نشان داده شوند (شکل ۳)، مقادیر مشتق‌های ارائه شده در جدول (۲) براساس مقادیر ارتفاعی داده شده در این ۹ نقطه براساس روابط ارائه شده در ستون ۲ جدول (۲) قابل محاسبه هستند.

حد مجاز مجموع مربعات میانگین خطا

در واقع جذر میانگین مربع اختلاف‌های بین مقادیر ارتفاع مشاهده شده و محاسبه شده در هر پنجره می‌باشد. برای تعیین حد قابل قبول برای RMSE از رابطهٔ ارائه شده توسط مینار که در زیر ارائه شده استفاده می‌شود (۲۰):

$$MF = 1 - 4\mu/(O * \tan\delta_c) \qquad [1]$$

در این رابطه Mf مقدار تابع عضویت پنجرهٔ مورد نظر در مدل

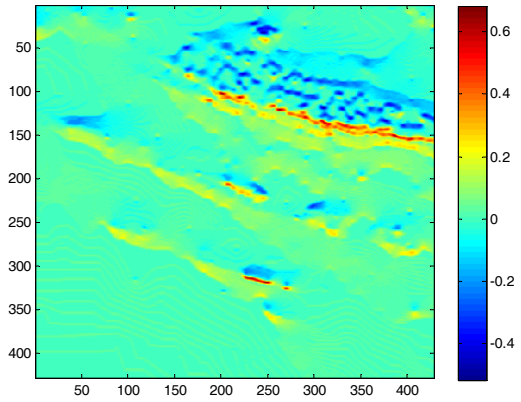
مربوطه، μ مقدار RMSE محاسبه شده از برازش انجام شده و O طول میانگین ابعاد فرم یا طول پنجره مورد نظر می‌باشد که مثلاً برای پنجرهٔ ۳×۳ برابر با ۲۰ متر می‌باشد. δ_c زاویه حدی بحرانی برای تشخیص سطح صاف از سطح شیبدار بوده که برای این مورد برابر با مقدار $\tan\delta_c$ برابر با ۰/۲ می‌باشد (۲۰). براساس رابطهٔ (۱) 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 است.

بحث و نتایج

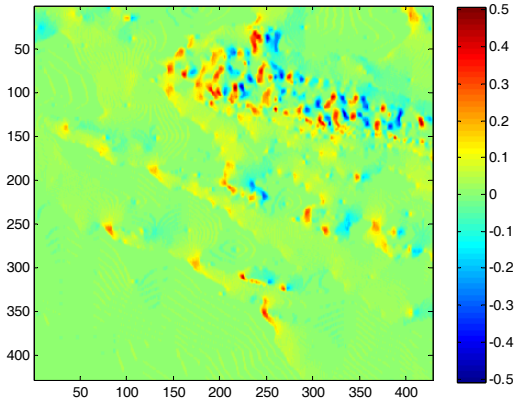
ژئومورفولوژی علمی است که اشکال سطحی زمین و فرایندهای به وجود آورنده و تجدید نیمرخ آنها را بررسی می‌کند (۱۸). نقشه‌کشی ژئومورفولوژیکی سنتی از زمانی که عکس‌های هوایی به وجود آمد شروع شد (۲۱). این نقشه با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی، عکس‌هوایی، تصاویر ماهواره‌ای، مقالات و کتب محدود درباره ژئومورفولوژی و تا حدودی مطالعات روی زمین تهیه گردید (۲). نقشه‌های ژئومورفولوژیکی مهم‌ترین منابع اطلاعاتی در برنامه‌ریزی کاربری اراضی، کشاورزی، جنگلداری، طراحی و احیای سکونت‌گاه‌ها، ایجاد خطوط حمل و نقل، مهندسی آب هستند همچنین آنها برای اکتشاف معادن، معماری و نگهداری چشم‌اندازها نقش مهمی داشته و بخشی از برنامه‌ریزی کاربردی چشم‌اندازها هستند (۲۳). با توجه به اینکه شناسایی و گویا کردن مورفوژنز و مورفودینامیک در حقیقت هر گونه کار عمرانی می‌باشد، بنابراین تهیه نقشه‌های ژئومورفولوژی حائز اهمیت بسیار است (۱). نقشه‌های ژئومورفولوژی در اصل نوعی نقشه موضوعی هستند که ترسیم آنها متکی به مهارت و فن نقشه‌کشی است که این موضوع از عدم استاندارد سازی نقشه‌های ژئومورفولوژی نشات می‌گیرد استاندارد نشدن این علائم تاکنون، دلایل متعددی داشته است که از مهم‌ترین آنها یکسان نبودن اصطلاحات و واژه‌های ژئومورفولوژی در سطح بین‌المللی، تنوع و فراوانی اشکال ژئومورفولوژی، عدم توسعه نقشه‌های ژئومورفولوژی به‌عنوان گروهی از نقشه‌های مورد بحث در کارتوگرافی موضوعی و مهم‌تر از آن، عدم استفاده از نقشه‌های ژئومورفولوژی به‌عنوان یک ابزار اساسی و کارآمد در برنامه‌ریزی‌های محیطی را می‌توان نام برد (۱۳). مقیاس در تهیه نقشه‌های ژئومورفولوژیکی یکی از مهم‌ترین اصول بوده زیرا کیفیت و محتوای آن را تعیین می‌کند. میزان دقت اطلاعات کمی از طریق اندازه‌گیری‌های مختلف از روی نقشه‌های ژئومورفولوژی به‌دست می‌آیند با مقیاس رابطه مستقیم دارند. بنابراین نقشه‌های متعددی با مقیاس‌های مختلف در زمینه ژئومورفولوژی تهیه می‌شود که این نقشه‌ها از نظر سبک و طرح‌های تهیه و حتی حجم اطلاعات نمایش داده شده از کشوری به کشور دیگر متفاوت است در واقع هیچ شیوهٔ موافق در تهیه و ترسیم نقشه‌های ژئومورفولوژی وجود ندارد (۳ و۷). بدیهی است با استفاده از نرم‌افزارهای کامپیوتری در سال‌های اخیر به‌عنوان اساسی‌ترین ابزارهای تحقیق در مطالعات محیطی، نقشه‌های ژئومورفولوژی را نیز می‌توان در قالب این نرم‌افزارها تهیه نمود (۷). مزیت روش جدید در پهنه‌بندی که در این مقاله کار شده نسبت به‌روش منابع طبیعی (سنتی) شامل موارد زیر می‌باشد:

۱- در روش سنتی یا منابع طبیعی واحدهای شکل زمین نوعی رخساره ژئومورفولوژی هستند مانند بیرون‌زدگی سنگی، تپه ماسه‌ای، که این امر نشان می‌دهد نوع واحدهای سنتی بستگی به ساختار و نوع زمین‌شناسی منطقه دارد ولی در اینجا عمدتاً واحدهای شکل زمین ساختار زمین‌شناسی و سنگ‌شناسی را نشان نمی‌دهند بلکه بیشتر روی توپوگرافی و پستی بلندی تکیه دارند. یعنی صرفه نظر از ساختار سنگ‌شناسی چنانچه دو منطقه ویژگی‌های سنگ‌شناسی یکسانی داشته باشند. در روش جدید ممکن است اشکال حاصله متفاوت باشد، ولی در روش سنتی اشکال زمینی حاصله در دو منطقه با ساختار زمین‌شناسی یکسان واحدهای یکسان و مشابهی ارائه می‌کنند.

۲- نوع واحدهایی که در روش سنتی به‌دست می‌آید با واحدهای شکل زمین در اینجا متفاوت بوده و تعداد اشکال حاصله در روش جدید بیشتر و کاربردی‌تر است.



شکل ۴. نقشهٔ مقادیر ضریب p_s برای پنجره سه‌تایی



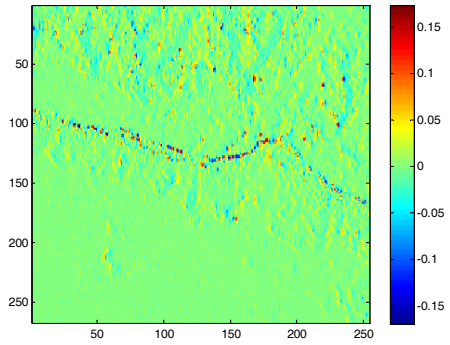
شکل ۵. نقشهٔ مقادیر ضریب q_s برای پنجره سه‌تایی

۳- در روش سنتی (که منابع طبیعی در ایران استفاده می‌کند) نقشه‌ها غیردیجیتالی است ولی در این روش نقشه‌های تهیه شده رقومی می‌باشند.

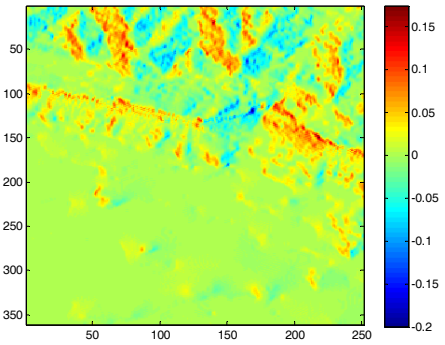
۴- در پهنه بندی کمی سلیقه و درجه مهارت کارشناس دخیل نیست و با استفاده از راهکارهای کمی مشخص، پهنه ها به‌دست خواهند آمد از طرف دیگر پهنه های مشخص شده با روابط و ضرایبی مشخص می شوند که تغییرات این ضرایب در مناطق مختلف برای مقایسه پهنه‌ها قابل استفاده می‌باشد (۲۴).

ضرایب کمی ایوانس- شری

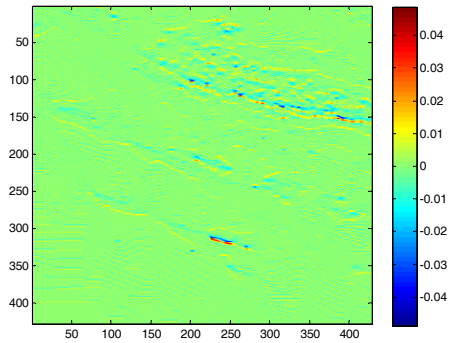
به تغییر شیب در جهت‌های مختلف اشکال شیب می‌گویند. در این تحقیق تغییرات شیب در جهات محور افقی، محور عمودی، شرق، شمال شرقی و غرب که به ترتیب با p_x, q_x, r, s, t در ابعاد پنجره‌های سه‌تایی در محدوده حوضه آبخیز گربایگان برازش شده که به ترتیب در شکل‌های زیر نشان داده شده است (شکل های ۴ تا ۸).. ضریب p_x تغییرات شیب در جهت محور x می‌باشد. که در واقع بیانگر انحنای شیب در جهت اصلی دامنه از قله تا پای شیب می‌باشد و تحدب و تقعر دامنه در جهت بالا و پایین دامنه را نشان می‌دهد (شکل ۴). در مناطق دشتی و پایین‌دست مخروط افکنه‌ها مقادیر ضریب فوق نزدیک به صفر بوده و در محدودهٔ کوهستانی مقادیر آن از صفر دور است. این پارامتر نشان دهنده شیب منفی یا مثبت در جهت محور x بوده و برای دامنه‌هایی که رو به غرب و شرق هستند بیشترین مقادیر مطلق را دارد. دامنه‌های رو به غرب رنگ قرمز و شیب مثبت دارند و دامنه‌های روبه شرق رنگ آبی و شیب منفی دارند. مرز بین محدوده‌های قرمز و آبی رنگ خط‌الراس و یا خط‌القعر هستند و تغییر ناگهانی از رنگ قرمز به آبی نشان دهنده دره یا قله است و مخروط افکنه‌ها نیز در دو طرف دارای تغییر رنگ از سبز به زرد هستند. برروی قسمت‌های قرمز رنگ نیز حالت ناهمواری‌هایی به‌صورت تناوب زرد و قرمز مشاهده می‌شود که نشان دهنده زبر بوده سطح می‌باشد. از لحاظ مناسب‌ترین مناطق برای پخش سیلاب سطوح مقعر که دارای جریان همگرا و دارای قابلیت جمع کردن آب می‌باشد برای پخش سیلاب مناسب‌تر است. q_x انحنای شیب در جهت عمود بر شیب اصلی دامنه است(شکل ۵). در این شکل دامنه‌های جنوبی دارای مقادیر مثبت می‌باشد که بیشترین مقادیر این ضریب در حاشیه شمالی حوضه‌های فرسایشی کوه‌گر مشاهده می‌شود 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 پخش سیلاب مناسب هستند. r_s این ضریب تغییرات شیب در جهت شرق می‌باشد (شکل ۶). این شکل مقادیر مثبت نشان دهنده تقعر سطح در جهت شرق به غرب و مقادیر منفی آن نشان دهنده تحدب سطح در جهت شرق به غرب است. چنانکه در شکل نشان داده شده حداکثر مقدار این ضریب



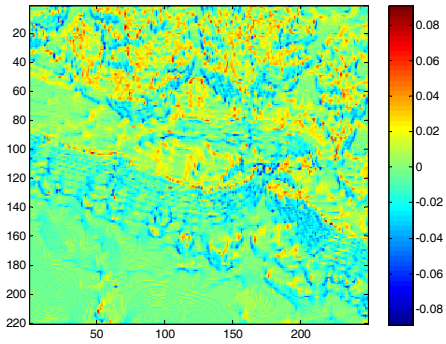
شکل ۶. نقشهٔ مقادیر ضریب r_s برای پنجره سه‌تایی



شکل ۷. نقشهٔ مقادیر ضریب s_s برای پنجره سه‌تایی



شکل ۸. نقشهٔ مقادیر ضریب ts برای پنجره سه‌تایی



شکل ۹. مقادیر واقعی kvs برای پنجره سه‌تایی

برروی حواشی منطقه فرسایشی یا حاشیه حوضه آبریز بالادست مخروط افکنه‌ها می‌باشد که دارای شیب تند بوده و با تناوب رنگ‌های آبی، زرد و قرمز نمایش داده شده است. حداقل مقدار این ضریب روی مناطقی که پستی و بلندی کمتری نسبت به منطقه کوهستانی دارند وجود دارد و با رنگ سبز نشان داده شده است.ضریب s_s تغییرات شیب در جهت شمال‌شرقی می‌باشد (شکل ۷). طبق این شکل زمانی این ضریب مثبت است که یا شیب غالب سطح در جهت شمال غربی یا جنوب شرقی بوده و سطح محدب باشد، و یا شیب در جهت شمال‌شرقی یا جنوب‌غربی بوده و مقعر باشد. ضریب t_s در واقع تغییرات شیب در جهت غرب می‌باشد (شکل ۸).. طبق این شکل حداکثر مقدار این ضریب برروی حواشی منطقه فرسایشی یا حوضه‌های بالادست مخروط افکنه‌ها که شیب تند دارند که با رنگ آبی، زرد و قرمز متناوب نمایش داده شده است قرار دارد و حداقل مقدار این ضریب روی مناطقی که پستی و بلندی کمتری نسبت به منطقه کوهستانی دارند با رنگ سبز نمایش داده شده‌اند.

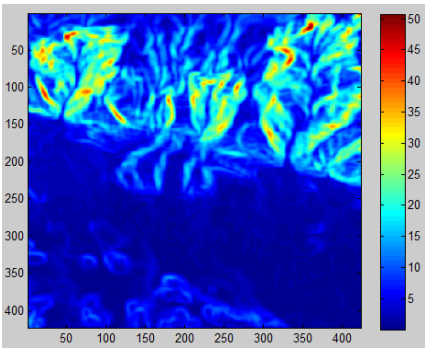
متغیر اوانس- شری(ضریب kv_s برای پنجره سه‌تایی)

این ضریب از پارامترهای مهم در ژئومورفولوژی است و بیانگر خط حرکت جریان آب می‌باشد. 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 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 انحنای عمودی کلاس بزرگتر از صفر برای پخش سیلاب می‌باشد (شکل ۹). طبق این شکل مناطق قرمز رنگ دارای انحنای عمودی مثبت و آبی رنگ دارای انحنا منفی هستند برای مخروط افکنه 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 محدوده های با انحنای عمودی مثبت یا منفی به‌صورت لکه‌های بزرگتر و قطعات پیوسته هستند که روی مخروط افکنه‌ها به‌صورت خطوط نازک و عمود بر خطوط توپوگرافی مشاهده می‌شوند. دلیل تناوب انحنا در مخروط افکنه وجود حالت رسوبگذاری و فرسایش متناوب است. الگوی خاص خطوط در مخروط افکنه به‌دلیل وجود آبراهه‌های متراکم و شعاعی می‌باشد. پایین‌دست مخروط افکنه، تناوب منظم‌تر و به‌صورت خطوط نازک پیوسته بوده و در بالا دست مخروط افکنه‌ها رنگ آبی پیوسته دارد که نشان دهنده انحنای منفی (مقعر) می‌باشد.

نتیجه‌گیری

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 (۷). هر نوع فعالیت انسانی و بهره‌برداری از محیط مستلزم پایداری زمینی است که این فعالیت‌ها برروی آن استقرار می‌یابند (۳). 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 به‌ویژه در راستای طرح‌های آمایش سرزمین و مطالعات حوضه‌های آبخیز 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 موسسه‌ای که اقدام به تهیه نقشه‌های ژئومورفولوژی می‌کند؛ دارد. بدیهی است با استفاده از نرم‌افزارهای کامپیوتری و روش‌های تعریف شده و براساس اعداد و ارقام، نقشه‌های ژئومورفولوژی در قالب این نرم‌افزارها تهیه گردد (۷). که در این روش پهنه‌بندی، سلیقه و درجه مهارت کارشناس دخیل نیست و با استفاده از راهکارهای کمی مشخص، پهنه ها به‌دست خواهند آمد از طرف دیگر پهنه های مشخص شده با روابط و ضرایبی مشخص می شوند که تغییرات این ضرایب در مناطق مختلف برای مقایسه پهنه‌ها قابل استفاده می‌باشد (۲۴). در این تحقیق پارامترهای کمی مرتبط با مورفولوژی سطح زمین را از داده‌های رقومی ارتفاع سطح زمین و با استفاده از روش‌های عددی و بدون استفاده از خصوصیات منطقه تعیین کرد. در این روش‌ها با انتخاب داده‌های رقومی ارتفاع مربوط به یک پیکسل با ابعاد ۳ در۳ مقدارکمی حدود بیست پارامتر برای آن محدوده تعیین شده است. در این کار با حرکت پنجره برروی تمام نقاط شبکه به‌صورت خودکار مقادیر این پارامترها برای نقاط مختلف شبکه به‌طور پیوسته تعیین می‌گردد. که یافته‌های این تحقیق با یافته‌های مینار در سال ۲۰۰۸ ،پنک و شری در سال۲۰۰۲، ایوانس و شری در سال ۲۰۰۲، فرانکلین و گیلس در سال ۱۹۹۸ و صادقی مزیدی در سال ۱۳۸۹ مطابقت دارد. در تحقیقات آنها به شناخت شکل ظاهری زمین از دید کمی و پهنه‌بندی ژئومورفولوژیک سطح زمین از نظرژنتیکی، ساختارشناسی و ژئومورفولوژی پرداختند. یکی دیگر از اهداف این تحقیق مکان‌یابی بهینه پخش سیلاب در حوضه آبخیز گربایگان با استفاده از پارامتر کمیRMSE (میزان برازش قابل قبول) در جهت مناسب بودن برای پخش سیلاب می‌باشد. با توجه به این که منطقه گربایگان دارای آب وهوای خشک ونیمه خشک می‌باشد ودارای بارش نامنظم و یکبارگی در فصول سرد باعث سیلاب و از دست رفتن قسمت اعظم بارش می‌شود و سبب خشکسالی در فصول فاقد بارندگی می‌شود به همین دلیل است که سطح پوشش گیاهی ناچیز می‌باشد که توانایی مهار سیلاب و همچنین قدرت کنترل آب برای نفوذ در خاک را ندارد (۱۱). از مهم‌ترین روش‌ها در افزایش پتانسیل منابع آبی و کاهش اثرات ناشی از کم آبی، اقدامات آبخیزداری بوده که یکی از پروژه‌های آن احداث سامانه‌های پخش سیلاب می‌باشد. بر اساس نقشه مقادیر ضریب RMSE ضرایب کمی منطقه کوهستانی در بالادست محدودهٔ مخروط افکنه مقادیر امتیاز مناسب بودن برای



شکل ۱۰. نقشهٔ مقادیر ضریبRMSE برای پنجره سه‌تایی

تغذیه مصنوعی نزدیک به صفر بوده و با رنگ آبی تیره نمایش داده شده که نشان دهنده کلاس بسیار نامناسب برای تغذیه مصنوعی می‌باشد (شکل ۱۰). مناسب‌ترین مناطق برای تغذیه در پایین‌دست مخروط افکنه‌ها واقع گردیده‌اند. که به‌صورت پهنه‌های نواری شکل و کمانی مشاهده می‌شوند مرکز کمان‌ها تقریباً نوک مخروط می‌باشد. الگوی قرار گیری کلاس‌ها به این صورت است که لکه‌های قرمز رنگ که نشان دهنده کلاس خیلی مناسب هستند در وسط و کلاس‌های دیگر به ترتیب به‌صورت هاله‌ها یا نوارهایی که به موازات مرز کلاس قرمز رنگ هستند در اطراف قرار گرفته‌اند مناطق دشت مانند پایین‌دست مخروط افکنه‌ها در کلاس بسیار نامناسب هستند که دلیل آن شاید افقی بودن این مناطق و همچنین وجود ته‌نشست‌های تشکیل دهندهٔ آبخوان که از رأس مخروط افکنه به طرف دامنه یا انتهای آن، از درشت دانه به ریز دانه تغییر می‌کنند. وجود رسوبات ریز دانه به‌عنوان عامل منفی در نفوذپذیری عمل می‌کند. ضخامت رسوبات از مقداری اندک در بخش خاوری تا ۴۳ متر در چهار کیلومتری دهانهٔ خروجی آبخیز، متغیر است. نتایج این تحقیق با یافته‌های صادقی مزیدی در جویم استان فارس مطابقت دارد در یافته‌های ایشان بهترین مناطق برای پخش سیلاب پایین‌دست مخروط افکنه‌ها می‌باشد.

منابع مورد استفاده

۱. ثروتی، م. ۱۳۸۱. *ژئومورفولوژی منطقه‌ای ایران*. انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح.

۲. رامشت، م. ح. ۱۳۷۵. *کاربرد ژئومورفولوژی در برنامه‌ریزی*. انتشارات دانشگاه اصفهان.

۳. رجبی، م. ۱۳۸۰. تجزیه و تحلیل لندفرم‌ها براساس عکس هوایی و نقشه‌های توپوگرافی. فصلنامه سپهر، دوره ۱۰، شماره ۴۰.

۴. رهبر، غ.، س. آ. کوثر و م. زارع. 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.

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

۶. شفقتی، م.، م. شجاعی، س. ا. حسینی و پ. گرشاسبی. 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.

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

۸. 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.

۹. قهاری، غ. و م. پاکپرور. ۱۳۸۶. بررسی تأثیر استحصال و پخش سیلاب بر منابع آب زیرزمینی دشت گربایگان. فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران ۳(۱۴): ۳۹۰-۳۸۶.

۱۰.کدخداپور، م.، ع. بمان میرجلیلی، م. میرجلیلی و م. دانائیان. ۱۳۸۶. نقش پخش سیلاب بر نفوذپذیری خاک در آبخوان میانکوه یزد. پنجمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

۱۱. کوثر، س. آ. ۱۳۷۲. بیابان‌زدایی با گسترش سیلاب:کوششی هماهنگ. انتشارات مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام فارس ۵۸ صفحه.

۱۲. مهدوی محمد. ۱۳۸۴. *هیدرولوژی کاربردی*، جلداول، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ پنجم.

۱۳. یمانی، م. ۱۳۸۴. اطلاعات نقشه‌های ژئومورفولوژی تفضیلی. فصلنامه سپهر، اطلاعات جغرافیایی ۵۴(۱۴): ۳۵-۳۰.

14. De Graff, L.W.S., M. G. G. De Jong, J. Rupke and J. Verhofstad. 1987. A geomorphological mapping system at scale 1:10,000. Zeitschrift für Geomorphologie N.F. Supplementband 31: 229-242.
15. Dikau, R. 1989. The application of a digital relief model to landform analysis ingeomorphology. pp. 51–77. *In*: Raper, J. (Ed.), *Three-dimensional Applications in Geographical Information Systems.* Taylor &Francis, London.
16. Evans, I. S., N. J. Cox. 1999. Relations between land surface properties: altitude, slope and curvature. pp. 13–45. *In*: Hergarten, S.,Neugebauer, H. J. (Eds.), *Process Modelling and Landform Evolution*. Springer, Berlin.
17. Giles, P. T., S. E. Franklin. 1998. An automated approach to the classification of slope units using digital data. Geomorphology 21: 251-264.
18. M., E. Kolstrup and A. C. Seijmonsbergen. 2006. A new symbol-and-Gis based detailed geomorphological mapping system: Renewal of a scientifc discipline for understanding landscape development, Geomorphology 77:90-111.
19. MacMillan, R. A., W. W. Pettapiece, S. C. Nolan and T. W. Goddard. 2000. A generic procedure for automatically segmenting landformsinto landform elements using DEMs Heuristic rules and fuzzy logic. Fuzzy Sets and Systems 113: 81-109
20. Minár, J., I. S. Evans. 2008. Elementary forms for land surface segmentation: the theoretical basis of terrain analysis and geomorphological mapping. Geomorphology 95: 236–259.
21. Oya, Masahico. 1983. A geomorphological survey map padang city and surrounding area in west Sumatra showing classifcation of food stricken areas , International Cooperation Agency,Tokyo, Japan.
22. Romstad, B. 2001. Improving relief classification with contextual merging. *In*: Bjørke, J. T., Håvard, T. (Eds.), Proceedings of the 8th Scandinavian Research Conference on Geographical Infor- mation Science. ScanGIS'2001, 25th–27th June 2001.
23. Rao, D. P. 1978. Utility of Landsat coverage for small scale geomorphological mapping- some example from India, J. Ind. Soc. of Photointerpretation 6(2): 49-56.
24. Shary, P. A. 1995. Land surface in gravity points classification by a complete systemof curvatures. J. Mathematical Geology 27(3): 373–390.

J. Water and Soil Sci (Sci. & Technol. Agric. & Natur. Resour.)
Vol. 21, No. 2, Summer 2017, Isf. Univ. Technol., Isf., Iran.

The Quantitative Zoning of Ground Surface by Quantitative Coefficients for Positioning the Optimal Flood Spreading (Case Study: Fasa Garebayegan Catchment)

S. Ebrahimiyan[1*], M. Nohtani[1*] and H. Sadeghi Mazidi[2]

(Received: Jan. 06-2015 ; Accepted: May 31-2016)

Abstract

The basis of spatial planning is the geomorphological zoning of ground surface, in which the first phase is determining the homogeneous zones of the ground surface in terms of geomorphological characteristics. The current study aimed at determining the proper zones for artificial feeding in Gahar mountainous region and Garebayegan plains in Fars province by the use of zoning the ground by Evans-Chezy quantitative coefficients. The quantitative zoning of ground surface plays a vital role in more accurate determination of the land capabilities due to precise determination and division of the types, facies, and surface terrains. For this study, the elevation numeral data with 10m resolution obtained from the National Cartographic Center was used. By the use of surface fitting tools in MATLAB software, the equation for each form was fitted to limited fragments of the surface and the program was applied. Then, each of the quantitative coefficients was illustrated as some zones. For determination of fitting degree, the total squared difference between the rate parameter was used and by the use of fitness degree, the propriety degree of the surface for optimal positioning of flood spreading with surface morphological view was determined. The results indicate that the surface downstream the alluvial fans and plains located on the southern region of the studied land is the most appropriate zone for the Flood Spreading. This area constitutes a surface of 10% of the total area of the region.

Keywords: Evans-Shary, Geomorphological quantitative zoning, Flood spreading, Garebayegan.

1. Dept. of, Range and Watershed Managemen, College of Water and soil, Univ. of Zabol, Zabol, Iran.
2. Dept. of, Watershed management, College of Agric. and Natural Resour., Univ. of Hormozgan, Hormozgan, Iran.
*: Corresponding Author, Email: m_nohtani@yahoo.com