



طبقه‌بندی لندفرم‌ها بر اساس شاخص موقعیت توپوگرافی (TPI) و ارتباط آن با ویژگی‌های زمین‌شناسی در حوزه آبخیز حکان (شهرستان جهرم)

سعید نگهبان^{۱*}، مرضیه مکرّم^۲

^۱ گروه جغرافیا، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شیراز، شیراز

^۲ گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز، داراب

تاریخچه مقاله:

دریافت: ۹۴/۰۳/۲۵

اصلاح: ۹۴/۰۸/۰۸

پذیرش: ۹۴/۱۱/۱

چکیده

در این پژوهش هدف شناسایی و طبقه‌بندی لندفرم‌های مختلف در حوزه آبخیز حکان و همچنین ارتباط بین هر یک از لندفرم‌ها و واحدهای زمین‌شناسی مورد بررسی می‌باشد. پژوهش از نوع توصیفی - تحلیلی مبتنی بر روش‌های کمی، میدانی، نرم‌افزاری و مدل‌سازی است که در آن از روش TPI برای شناسایی و طبقه‌بندی لندفرم‌های منطقه مورد مطالعه استفاده شده است. داده‌های ورودی در این مدل شامل شیب، انحنای عرضی، انحنای حداقل و انحنای حداکثر است. بعد از تهیه نقشه TPI با حداکثر و حداقل مقیاس (به ترتیب ۵*۵ و ۱۱*۱۱)، نقشه لندفرم‌های منطقه مورد مطالعه به صورت اتوماتیک در ده کلاس در محیط GIS تعیین شد. نتایج طبقه‌بندی مورفولوژیکی منطقه مطالعاتی نشان داد که منطقه مورد مطالعه شامل ۱۰ نوع لندفرم (آبراهه، دره‌های آبراهه‌های میانی، زهکش‌های مرتفع، بالا رود، دره‌های u شکل، دشت‌های کوچک، شیب‌های باز، شیب‌های بالایی، یال‌های مرتفع، یال‌های شیب میانی، یال‌های مرتفع، قله کوه) است. بیشترین نوع لندفرم در منطقه مورد مطالعه مربوط به آبراهه (۳۲/۱۹٪) و بعد از آن قله‌ها (۲۵/۳۶٪) می‌باشد. همچنین بررسی‌ها نشان داد که منطقه مورد مطالعه شامل واحدهای زمین‌شناسی SPh, Qt2, Qf, Plb, OE, Mr, Mm, Ma, Kb, EK می‌باشد. نتایج حاصل از بررسی ارتباط بین واحدهای زمین‌شناسی و لندفرم در منطقه مورد مطالعه نشان داد که بیشترین درصد واحد زمین‌شناسی OE بوده که در همه‌ی لندفرم‌ها دارای بیشترین درصد می‌باشد. بعد از آن به جز لندفرم‌های کلاس ۱ (آبراهه) بقیه لندفرم‌ها دارای بیشترین درصد واحد زمین‌شناسی QF می‌باشند. لندفرم‌های کلاس ۱ دارای درصد بیشتری از واحدهای زمین‌شناسی Qt2, Qf, OE, Mr, Mm, Kb, EK نسبت به بقیه لندفرم‌ها است.

واژگان کلیدی:

ژئومورفولوژی

مورفومتري

طبقه‌بندی لندفرم

روش TPI

حوزه حکان

مقدمه

ژئومورفولوژی را می‌توان علم مطالعه سیستماتیک و بین‌رشته‌ای لندفرم‌هایزمین و مناظر آن‌ها به‌علاوه فرایندهای درونی و بیرونی کره زمین که اشکال را خلق کرده و آن‌ها را تغییر می‌دهند، تعریف نمود. ژئومورفولوژی شاخه‌ای از رشته جغرافیای طبیعی است که به بررسی چگونگی به‌وجود آمدن اشکال مختلف طبیعی در سطح زمین می‌پردازد و تغییرات حاصل از عوامل درونی و بیرونی زمین را بر روی این اشکال دنبال می‌کند تا بتواند رفتار آن‌ها را تبیین نموده و به پیش بینی آینده آن نایل شود. هدف از این علم، مطالعه اجزای اصلی تشکیل دهنده ناهمواری‌ها می‌باشد و از روش اصولی توصیف علمی ناهمواری شامل شناسایی اجزای متفاوت عوارض زمین و چگونگی روابط بین آن‌ها، فرایندهای ایجاد کننده آن‌ها و طبقه‌بندی این عوارض به‌صورت سیستماتیک بهره می‌گیرد (محمودی، ۱۳۸۳).

فرایندهای متفاوتی از قبیل حرکات تکتونیکی، فرسایش بر روی پوسته زمین اثرات قابل ملاحظه‌ای گذاشته‌اند. همچنین تغییر شرایط اقلیمی تغییرات وسیعی بر روی ژئومورفولوژی و هیدرولوژی برای تکامل لندفرم‌ها می‌گذارد (Bull, 1991). بنابراین فعالیت‌های تکتونیکی همراه با فرایندهای هیدرولوژی و ژئومورفولوژی و همچنین تغییرات اقلیمی منجر به تغییر در لندفرم‌ها و سیر تکاملی آن‌ها شده است. شناسایی لندفرم‌ها در علوم مختلف از جمله زمین‌شناسی، هیدرولوژی، کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست و همچنین در جغرافیای طبیعی کاربرد دارد که از آن جهت شناخت انواع خاک‌ها، انواع کاربری‌ها و .. استفاده می‌کنند. لندفرم‌ها سطوح پیوسته‌ای از زمین را می‌پوشانند و در نتیجه بستری جهت فعالیت‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی روی سطح زمین محسوب می‌شوند. یکی از روش‌های معمول در علم ژئومورفولوژی طبقه‌بندی پدیده‌ها و عوارض زمین می‌باشد که هدف اصلی طبقه‌بندی در ژئومورفولوژی، استخراج و طبقه‌بندی تغییرات واحدهای سطح زمین (لندفرم) در اثر فعالیت‌های طبیعی است. بسیاری از فعالیت‌های زیست محیطی به توپوگرافی وابسته است (علیجانی و همکاران ۱۳۹۱). روش‌های مختلفی برای بیان تنوع واحدهای ژئومورفیک وجود دارند که همه آن‌ها تا حد زیادی مشابه یکدیگر هستند (ویلستون و گالات، ۲۰۰۰). بر اثر تغییرات زمین‌شناسی، هیدرولوژی و پدولوژی، واحدهای مختلف زمین‌شناسی ایجاد می‌شوند (زینک^۱، ۱۹۸۸).

شناسایی لندفرم‌ها و طبقه‌بندی زمین بر اساس آن‌ها در علوم مختلف قابل استفاده است. شناسایی خاص‌ترین اشکال هندسی پدیده‌های ژئومورفیک، از مهمترین مواردی است که توسط طبیعت تعریف می‌شود. دو مورد از این موارد شامل شناسایی مرزها و محدوده‌های طبیعی پدیده‌های ژئومورفیک، با حداکثر تغییرات در شکل‌گیری و هندسه آنها، و دیگری اختصاص الگوریتم‌های واضح برای تفکیک عوارض مختلف سطح زمین با حداقل تعداد پارامترها می‌باشد. حداکثر تشابه در محدوده داخل هر عارضه و حداکثر اختلاف در مرز با محدوده مجاور، از موارد مهم در مدل‌ها و نظریه‌های ژئومورفولوژیکی می‌باشد (Hammond, 1974, Speight 1974).

ونتورا و ایروین^۲ (۲۰۰۰) با استفاده از ویژگی‌های مورفومتریک لندفرم‌ها را طبقه‌بندی نمودند. نتایج این مطالعات نشان داد که طبقه‌بندی لندفرم‌ها با استفاده از روش‌های خودکار دارای دقت بالایی است. همچنین مورنو و همکاران در ۲۰۰۵ طبقه‌بندی خودکار لندفرم‌ها را در محیط GIS با استفاده از ویژگی‌های مورفومتریک انجام دادند.

موسوی و همکاران^۳ در ۲۰۰۷ به این نتیجه رسیدند که با استفاده از پارامترهای ارتفاع، شیب، جهت، انحنا، مماس و انحنا عمودی استخراج شده از مدل رقومی ارتفاع می‌توان پی به ویژگی لندفرم‌ها و طبقه‌بندی آن‌ها برد. جونز و همکاران ۲۰۰۰ به

^۱ Zink^۲ Ventora and Irvin^۳ mousavi et al

این نتیجه رسیدند که فرسایش و رسوب می تواند تأثیرات عمده ای روی لندفرم ها و سیمای زمین داشته باشد. ویز در ۲۰۰۱ با استفاده از شاخص موقعیت توپوگرافی طبقه بندی اتوماتیک لندفرم ها را انجام داد و به این نتیجه رسید که این روش بسیار آسان تر و دقیق تر از روش های معمولی برای طبقه بندی لندفرم ها است.

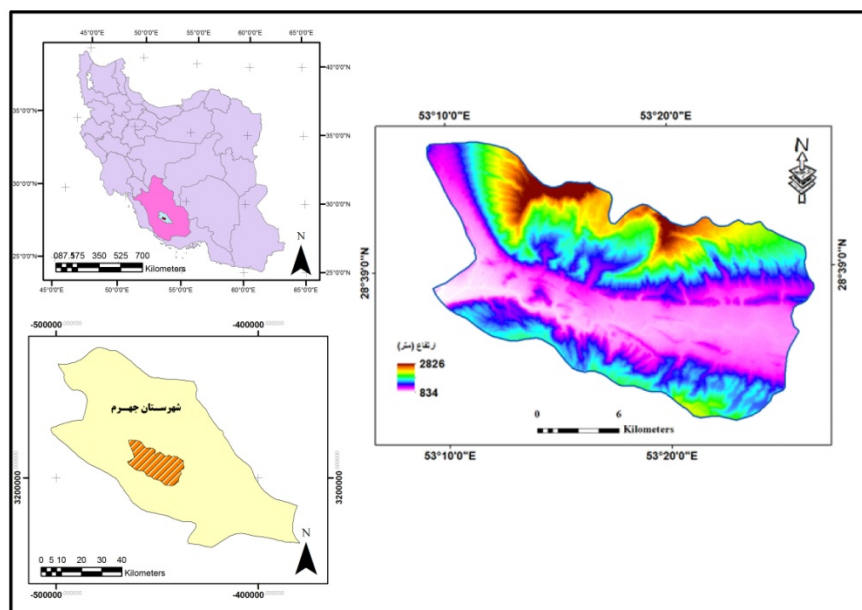
ایروین^۴ (۱۹۹۷) و همکاران از پارامترهای هندسی ارتفاع، شیب، مقدار تشعشعات خورشیدی (جهت)، انحنا، تانژانت-انحنا، مدل رقومی ارتفاعی با ابعاد ۱۰ متر، و ابعاد پنجره محاسباتی ۳×۳، برای هر ناحیه زهکشی و روش طبقه بندی نظارت نشده یا طبقه بندی فازی متغیرها استفاده نموده و گروه های حاصل شامل ۸، ۱۰ و ۱۲ طبقه از روش طبقه بندی، یا ۱۴ طبقه از روش فازی، بود. مطالعات مناطق دشتی دارای سابقه طولانی در مطالعات ژئومورفولوژی می باشند، روش ها و طبقه بندی های مختلفی نیز برای تفکیک و طبقه بندی انواع دشت ها ارائه شده است. براساس یکی از آنها، دشت ها را بطور کلی می توان به دو دسته مختلف تقسیم نمود، سطوح دشتی شکل گرفته در مناطق با مقاومت کمتر سنگ بستر در محل تماس با شیب های تند تر و دشت های سنگی که دارای سنگ شناسی یکسانی بوده و معمولاً از جنس گرانیت، گرانودیوریت، کوارتز و تشکیلات سنگی دیگر می باشند. گیلز و همکاران^۵ (۱۹۹۸) از پارامترهای هندسی شکل (۷ متغیر مثل طبقات ارتفاعی ۲۰ متری)، توپوگرافی (۳ متغیر مثل میانگین شیب)، متغیرهای زمینی (مثل واریانس شیب)، ویژگی های طیفی (۴ متغیر مثل میانگین NDVI، متغیرهای طیفی (انحراف معیار NDVI). میلیارسیس^۶ (۱۹۹۹) و همکاران، از پارامترهای هندسی شیب، جهت و مدل رقومی ارتفاعی با ابعاد حدود ۹۲۵ متر و ابعاد پنجره محاسباتی ۹×۹ و روش طبقه بندی شبیه سازی رواناب و معیار گسترش نواحی استفاده نمود. گروه های حاصل ۳ گروه شامل دامنه های دشتی، کوه ها، آبخیزها بود. تفکیک عوارض ژئومورفولوژیکی و تهیه نقشه های ژئومورفولوژی، شالوده بسیاری از مطالعات ژئومورفولوژی و کاربردهای آن می باشد (Evans, 1990). ال شیمی و همکاران^۷ (۲۰۰۵)، به معرفی روش های مختلف تهیه مدل رقومی ارتفاعی و شبیه سازی عوارض سطح زمین پرداخته و قابلیت های آن را در زمینه های مختلف علوم زمین از جمله مخاطرات طبیعی، فرسایش، ژئومورفولوژی، اکولوژی، هیدرولوژی و غیره معرفی کرده است. وی همچنین نقشه ها و لایه های مختلف اطلاعاتی حاصل از تجزیه و تحلیل مدل های رقومی ارتفاعی را که شامل نقشه های شیب، جهت، تفرق، تحدب، جهت جریان و سایر پارامترهای مرفومتری را معرفی کرده است. هنگل و روتر^۸ (۲۰۰۹)، به سه مورد بدیهی که می توان در تفکیک عوارض سطح زمین تعریف کرد، اشاره می کنند. اول آنکه اشکال مختلف عوارض سطح زمین می تواند به مثابه تجزیه و تحلیل بر روی سطوح هندسی پیوسته از پارامتر ارتفاع باشد. دوم اینکه در یک مقیاس معین، عوارض سطح زمین ممکن است هرگز بیانگر ناپیوستگی نباشد که این ممکن است با توجه به مرزهای طبیعی عوارض ژئومرفیک، تشخیص داده شود. سوم اینکه این ناپیوستگی ها و سایر ویژگی های عوارض سطح زمین، نتیجه فرآیندهای مرفومتری می باشد که اغلب تحت تاثیر نیروی ثقل می باشد. استخراج ویژگی های زمین شناسی اغلب در این ناپیوستگی ها موثر است. چارتین و همکاران^۹ (۲۰۱۱)، طبقه بندی لندفرم ها را با استفاده از مدل رقومی ارتفاع و ضخامت خاک در جنوب غربی پاریس در فرانسه انجام دادند. نتایج نشان داد که با استفاده از علم مرفومتری می توان لندفرم ها را طبقه بندی و خاک های منطقه را بر اساس ضخامت از یکدیگر متمایز نمود. ارزیابی کارایی شاخص های ژئومورفومتریک به روش وود در طبقه بندی لندفرم-های مناطق خشک توسط شایان و همکاران (۱۳۹۱) انجام گردیده است. طبقه بندی و تفکیک لندفرم ها با استفاده از شاخص

^۴ Irvin^۵ Giles^۶ Milardsis^۷ El shimi et al^۸ Hankel and Roter^۹ Chartin et al

موقعیت توپوگرافی بر اساس مدل رقومی ارتفاع با رزولیشن ۳۰ متر توسط علیجانی و همکاران در سال ۱۳۹۱ انجام شد. در این مطالعه شاخص موقعیت توپوگرافی ارتفاع هر نقطه در مدل رقومی ارتفاع را با متوسط نقاط اطراف مقایسه کرده و برای هر منطقه مقادیر کمی بین ۱- تا ۱ را ارائه می‌دهد. بر این اساس تعداد هشت نوع لندفرم در منطقه شناسایی شد. مکرم و نگهبان (۱۳۹۳) از روش TPI به منظور طبقه بندی لندفرم‌ها در جنوب شهرستان داراب استفاده نمودند. نتایج طبقه‌بندی مورفولوژیکی منطقه مورد مطالعه نشان داد که منطقه شامل ۱۰ نوع لندفرم (آبراهه، دره‌های آبراهه‌های میانی، زهکش‌های مرتفع، بالا رود، دره‌های U شکل، دشت‌های کوچک، شیب‌های باز، شیب‌های بالایی، یال‌های مرتفع، یال‌های شیب میانی، قله کوه) است. بیشترین نوع لندفرم در منطقه مورد مطالعه مربوط به آبراهه (۳۲/۱۹٪) و بعد از آن قله‌ها (۲۵/۳۶٪) می‌باشد. آمانی و نجفی نژاد (۱۳۹۳) اولویت بندی زیرحوزه‌های آبخیز لهندر واقع در شرق استان گلستان را با استفاده از آنالیز مورفومتری، فنون سنجش از دور و GIS انجام دادند و چنین نتیجه گرفتند که زیر حوزه A5 دارای وضعیت بحرانی تر بوده و نیاز به مدیریت بیشتری نسبت به دیگر زیر حوزه‌ها دارد و ویژگی‌های مورفومتری یک حوزه آبخیز نقش بسیار مهمی در تشخیص ویژگی‌های هیدرولوژیکی، وضعیت آب‌های زیر زمینی و غیره را نیز دارا می‌باشد. مکرم و همکاران (۲۰۱۵) در پژوهشی به طبقه بندی لندفرم‌های منطقه کرسیا در داراب پرداختند و چنین نتیجه گرفتند که این منطقه با توجه به اینکه گنبد نمکی بزرگی در آن واقع شده از نظر لندفرم‌ها دارای تنوع بسیار زیادی می‌باشد. هدف از این پژوهش طبقه بندی لندفرم‌های غرب شهرستان جهرم با استفاده از شاخص موقعیت توپوگرافی می‌باشد. همچنین ارتباط بین هر یک از طبقات لندفرم با واحدهای زمین شناسی بررسی می‌گردد.

محدوده مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه حوزه آبخیز حکان می‌باشد که در مرکز شهرستان جهرم واقع شده است. این حوزه شامل رودخانه شورجهرم از تلاقی بارودخانه مند تا پایین دست تلاقی شور قطب آباد (خروجی دشت جهرم) است. این منطقه در عرض جغرافیائی ۲۸°۳۳'۲۴" تا ۲۸°۴۳'۴۸" شمالی و طول جغرافیائی ۵۳°۰۹'۰۰" تا ۵۳°۲۶'۲۴" شرقی واقع شده است. مساحت منطقه مورد مطالعه ۳۳۶/۶۲ کیلومتر مربع می‌باشد (شکل ۱).



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

روش تحقیق:

مقیاس

با توجه به اینکه مقیاس در مطالعه لندفرم بسیار مهم است، ابتدا از روش توزیع چند جمله‌ای برای تعیین بهترین مقیاس برای تفکیک لندفرم‌ها استفاده شد (Wood, 1996).

وود (۱۹۹۶) از اندازه‌های مختلف برای محاسبه مقیاس استفاده کرد. در این روش از مشتقات شیب و انحنا برای طبقه بندی مقیاس‌ها استفاده کرد. بر طبق نتایج کارهای فلورینسکی^{۱۱} (۱۹۹۸) و اسچمیدت و همکاران^{۱۲} (۱۹۹۸) بدین صورت بود که حداقل مربعات برای یک تابع چند جمله‌ای درجه دوم مناسب است:

$$\begin{pmatrix} \sum x_i^4 & \sum x_i^2 y_i^2 & 0 & 0 & 0 & \sum x_i^2 \\ \sum x_i^2 y_i^2 & \sum x_i^4 & 0 & 0 & 0 & \sum x_i^2 \\ 0 & 0 & \sum x_i^2 y_i^2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \sum x_i^2 y_i^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \sum x_i^2 & 0 \\ \sum x_i^2 & 0 & 0 & 0 & 0 & N \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a \\ b \\ c \\ d \\ e \\ f \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sum z_i x_i^2 \\ \sum z_i y_i^2 \\ \sum z_i x_i y_i \\ \sum z_i x_i \\ \sum z_i y_i \\ \sum z_i \end{pmatrix} \quad \text{معادله ۱}$$

N تعداد سلول‌ها در اندازه پنجره‌های انتخاب شده، و مجموع محاسبه شدند از مختصات سلول (X_i, Y_i, Z_i) . کاربر باید یک پنجره مناسب برای استخراج ویژگی‌های هندسی که مرتبط با ویژگی چشم اندازه‌ها و مقیاس است انتخاب کند، اگر جزئیات خوبی از چشم اندازه مورد نیاز باشد باید اندازه پنجره را کوچک‌تر در نظر گرفت. با توجه به اندازه میانگین هر یک از عناصر (چاله‌ها، قله‌ها و ...) برای مناطق مطالعاتی متفاوت باید اندازه پنجره‌های مختلفی را انتخاب کرد. نتایج حاصل از این روش نقشه‌های شیب، با انحناهای مختلف در یک مقیاس خاص جهانی است (Esmith et al, 2003. Sheriv et al, 2002).

۲-۳ روش TPI

برای جداسازی لندفرم‌های منطقه از مدل رقومی ارتفاع با رزولوشن ۳۰ متر در نرم افزار GIS استفاده شد. تعداد ۱۰ نوع لندفرم بر اساس TPI یا شاخص موقعیت توپوگرافی شناسایی شد (Weiss, 2006).

به منظور محاسبه TPI طبق معادله زیر ارتفاع هر سلول در یک مدل رقومی ارتفاع با میانگین ارتفاع سلول‌های همسایه بررسی می‌شود. در نهایت ارتفاع میانگین از مقدار ارتفاع در مرکز کم می‌شود.

$$TPI_i = Z_0 - \sum_{n=1}^{n-1} Z_n / n \quad \text{معادله (۲)}$$

^{۱۱} Florinski^{۱۲} Eschmidet

که

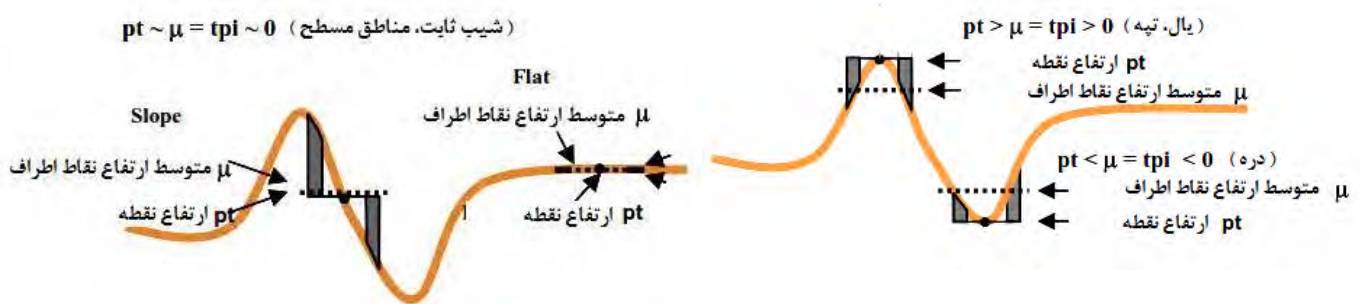
Z_0 = ارتفاع نقطه مدل تحت ارزیابی

Z_n = ارتفاع از شبکه

n = تعداد کل نقاط اطراف در نظر گرفته شده در ارزیابی

ترکیب TPI در مقیاس کوچک و بزرگ اجاز می‌دهد تا انواع اشکال ایجاد شود (جدول ۱). برای طبقه‌بندی بهتر می‌توان از در بین کلاس‌ها نیز طبقه‌بندی به صورت دستی انجام داد تا یک طبقه‌بندی بهینه برای چشم انداز منطقه مورد مطالعه داشته باشیم. شاخص موقعیت توپوگرافی، ارتفاع هر پیکسل در مدل رقومی ارتفاع را با پیکسل مشخص اطراف آن پیکسل مقایسه می‌کند (شکل ۲).

مقادیر مثبت TPI نشان دهنده مناطقی است که بالاتر از نقاط اطراف قرار گرفته (تپه‌ها) و مقادیر منفی TPI نشان دهنده مناطقی است که پایین تر از اطرافشان هستند (دره‌ها). مقادیر صفر و نزدیک صفر نیز نشان دهنده مناطق مسطح (جایی که شیب نزدیک صفر است) یا مناطقی با شیب ثابت هستند.



شکل ۲. نمایش شاخص موقعیت توپوگرافی (ویز، ۲۰۰۶)

جدول ۱: طبقه بندی انواع لندفرم‌ها بر اساس شاخص موقعیت توپوگرافی

مقدار TPI	نوع لندفرم
$TPI \leq -1$	دره های باریک، آبراهه ها
$-1 < TPI < 1$	زهکش های شیب میانی، دره های کم عمق
$TPI \geq 1$	زهکش های مناطق مرتفع
$TPI \leq -1$	دره های U شکل
$-1 < TPI < 1$, $Slope \leq 5^\circ$	دشت
$-1 < TPI < 1$, $Slope > 5^\circ$	شیب های باز
$TPI \geq 1$	شیب های بالایی، مساهها
$TPI \leq -1$	یال های موضعی، تپه های موجود در دره
$-1 < TPI < 1$	یال های شیب میانی، تپه های کوچک موجود در دشت
$TPI \geq 1$	قله کوه، یال های مرتفع

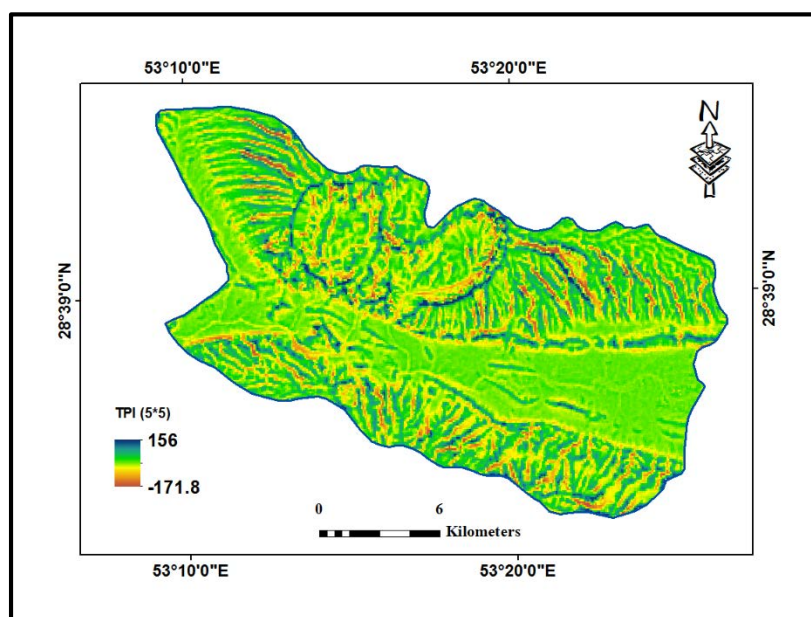
بر اساس مقادیر TPI یک طبقه‌بندی برای لندفرم صورت گرفته است که به صورت جدول زیر می‌باشد:

جدول ۲: طبقه بندی لندفرم ها بر اساس روش TPI

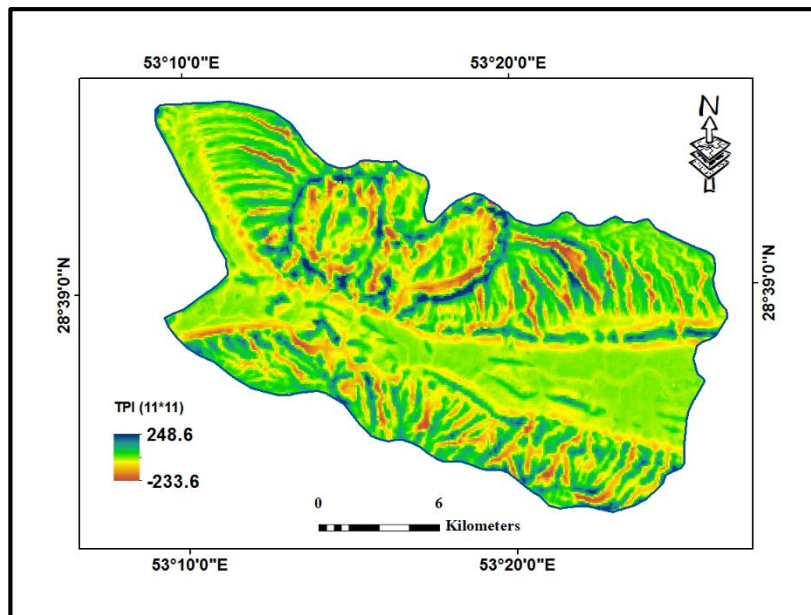
نوع لندفرم	توصیفات
Canyons, Deeply Incised Streams	آبراهه
Midslope Drainages, Shallow Valleys	دره‌های آبراهه‌های میانی
Upland Drainages, Headwaters	زهکش‌های مرتفع، بالا رود
U-shaped Valleys	دره های u شکل
Plains Small	دشت‌های کوچک
Open Slopes	شیب‌های باز
Upper Slopes, Mesas	شیب‌های بالایی
Local Ridges/Hills in Valleys	یال های مرتفع
Mid slope Ridges, Small Hills in Plains	یال‌های شیب میانی
Mountain Tops, High Ridges	یال های مرتفع، قله کوه

نتایج

نتایج حاصل از اعمال تابع توزیع چند جمله‌ای به منظور انتخاب بهترین مقیاس به منظور تفکیک لندفرم‌ها در شکل زیر نشان داده شده است. با توجه به شکل‌های شماره ۳ و ۴ مشخص می‌شود که از دو پنجره ۵*۵ (حداقل مقیاس) و ۱۱*۱۱ (حداکثر مقیاس) به منظور تهیه نقشه TPI و در نهایت تهیه نقشه لندفرم‌های منطقه مورد مطالعه استفاده شد. این دو مقیاس با توجه به کوچکتر بودن مقادیر RMSE نسبت به دیگر مقیاس‌ها انتخاب شده است.

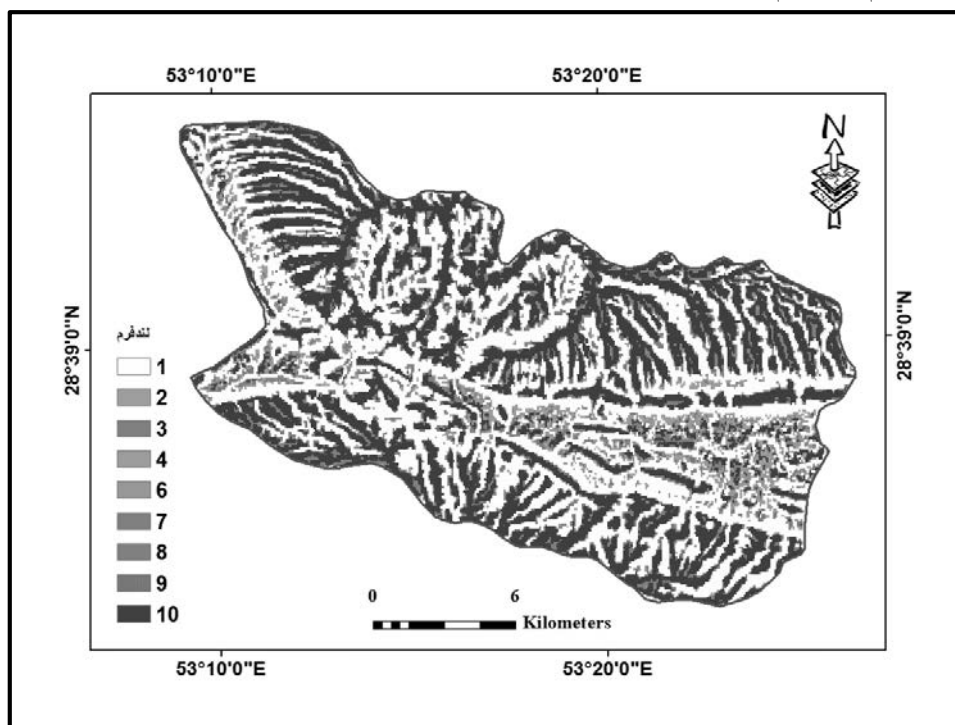


شکل ۳: نقشه TPI حداقل مقیاس (۵*۵) منطقه مورد مطالعه



شکل ۴: نقشه TPI حداکثر مقیاس (۱۱*۱۱) منطقه مورد مطالعه

نتایج نشان می‌دهد که مقادیر TPI منطقه مورد مطالعه بین ۱۷۱ - تا ۱۵۶ برای مقیاس ۵*۵ و ۲۳۳/۶ - تا ۲۴۸/۶ برای مقیاس ۱۱*۱۱ است. با توجه به اینکه مقدار RMSE برای مقیاس ۵*۵ کمتر از مقیاس ۱۱*۱۱ می‌باشد از این مقیاس برای استخراج لندفرم‌های محدوده مورد مطالعه استفاده شد. همانطور که در شکل ۵ نشان داده شده است، مناطق مرتفع مانند یال و تپه‌ها دارای مقادیر TPI نزدیک به صفر هستند. همچنین مناطق مسطح یا مناطقی با تغییرات شیب کم دارای مقادیر TPI صفر و یا منفی می‌باشند. هر کدام از لندفرم‌های طبقه بندی شده بخشی از منطقه را در بر می‌گیرند که در شکل ۴ نشان داده شده است.

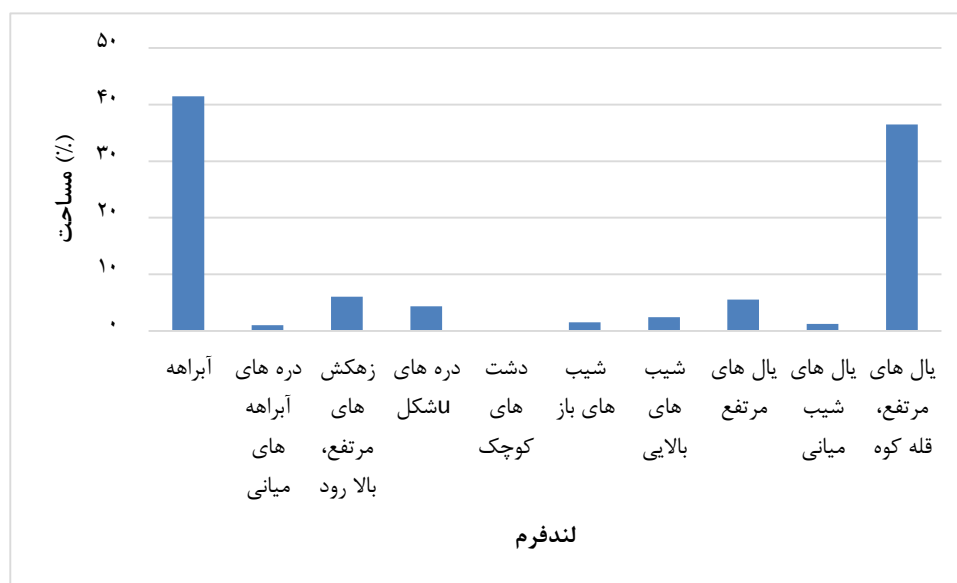


شکل ۵: نقشه لندفرم‌های منطقه مورد مطالعه

با توجه به شکل ۵ مشخص می‌شود که لندفرم‌های واقع در مناطق مرتفع دارای مقادیر ارتفاعی بیشتری نسبت به نقاط اطرافشان می‌باشند. همچنین لندفرم‌های تعیین شده در مناطق مسطح و پست دارای ارتفاع کمتری نسبت به نقاط اطرافشان می‌باشند. میزان مساحت هر یک از لندفرم‌ها بر حسب کیلومتر مربع در جدول شماره ۳ و شکل شماره ۶ آمده است.

جدول ۳: مساحت هر یک از لندفرم‌ها در منطقه مورد مطالعه

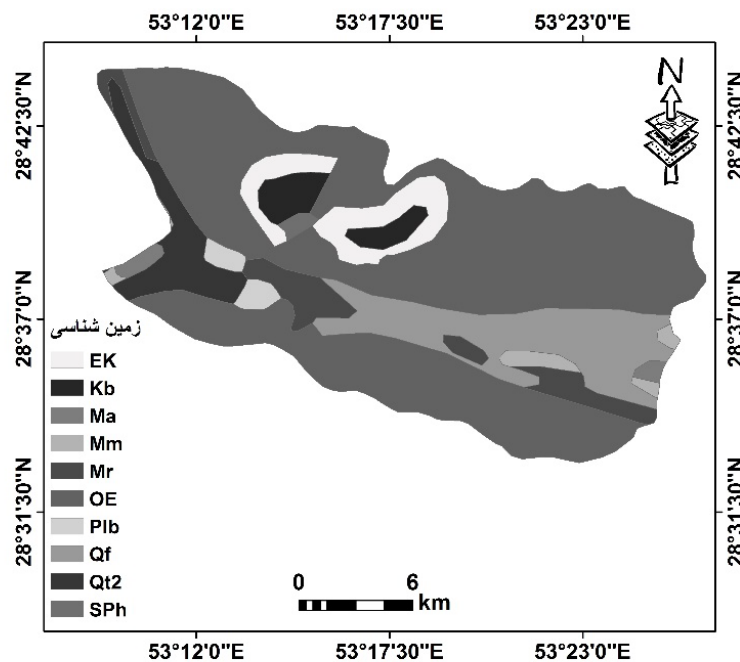
نوع لندفرم	مساحت بر حسب کیلومتر مربع
آبراهه	۱۳۹/۶۳
دره‌های آبراهه-های میانی	۳/۴۰
زهکش‌های مرتفع، بالا رود	۲۰/۳۶
دره‌های U شکل	۱۴/۶۱
دشت‌های کوچک	۰/۰۰
شیب‌های باز	۵/۰۹
شیب‌های بالایی	۸/۱۸
یال‌های مرتفع	۱۸/۵۵
یال‌های شیب میانی	۴/۰۵
یال‌های مرتفع، قله کوه	۱۲۲/۷۶
مجموع	۳۳۶/۶۲



شکل ۶. درصد مساحت هر یک از لندفرم‌های منطقه مورد مطالعه

همانطور که در شکل ۷ مشخص شده است، ده نوع لندفرم به نام‌های آبراهه، دره‌های آبراهه‌های میانی، زهکش‌های مرتفع، بالا رود، دره‌های U شکل، دشت‌های کوچک، شیب‌های باز، شیب‌های بالایی، یال‌های مرتفع، یال‌های شیب میانی، یال

های مرتفع، قله کوه در منطقه شناسایی شد. لندفرم‌های آبراهه بیشترین بخش منطقه را تشکیل داده و لندفرم‌های غالب منطقه محسوب می‌شوند و توزیع مناسبی در قسمت‌های مختلف دارد ولی لندفرم‌های دشت کوچک با حداقل مساحت فقط بخش محدودی از منطقه مورد مطالعه را تشکیل می‌دهند.



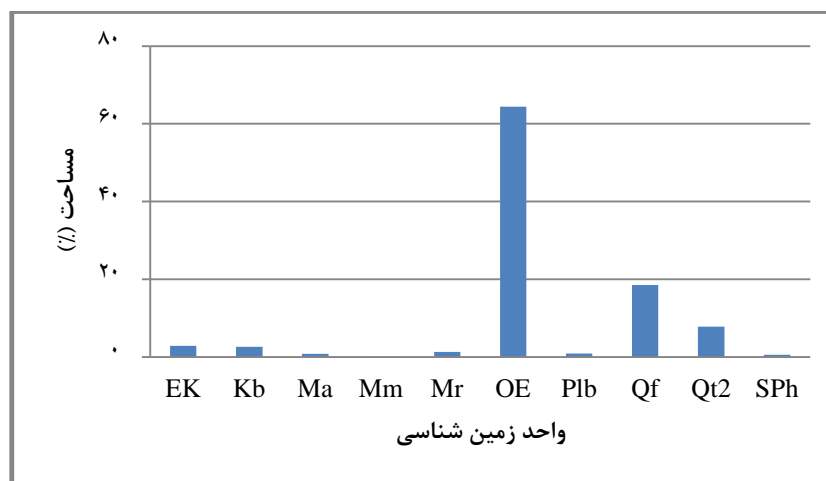
شکل ۷: نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه

به منظور بررسی ارتباط بین لندفرم‌ها و واحد‌های زمین شناسی ابتدا نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه تهیه شد که در شکل ۷ آمده است. توصیف مربوط به هر یک واحدهای زمین شناسی در جدول ۴ نشان داده شده است:

جدول ۴: ویژگی هر یک از واحدهای زمین شناسی

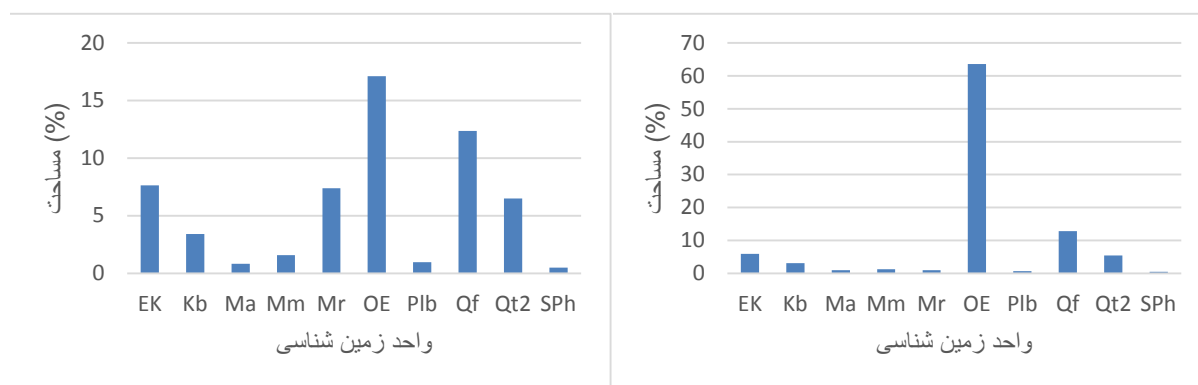
واحد زمین شناسی	توصیف
EK	
Kb	Undivided Bangestan Group , mainly limestone and shale , Albian to Companion, comprising the following formations : Kazhdumi , Sarvak , Surgah and Ilam FORMATIONS)
Ma	Brown to grey, calcareous, feature - forming sandstone and low weathering, gypsum - veind, red marl and siltstone (AGHAJARI FM.)
Mm	Low weathering grey marls alternating with bands of more resistant shelly limestone (MISHAN FM.)
Mr	
OE	Undivided Asmari and Jahrum Formation , regardless to the disconformity separates them
Plb	Low weathering grey marls alternating with bands of more resistant shelly limestone (MISHAN FM.)
Qf	Low level piedmont fan and valley terraces deposit
Qt2	Low level piedmont fan and valley terraces deposit
SPh	

درصد مساحت هر یک از واحدهای زمین شناسی در شکل ۸ نشان داده شده است. با توجه به نمودار مشخص می شود که بیشترین واحد زمین شناسی در منطقه مورد مطالعه OE، QF و QT2 می باشد.



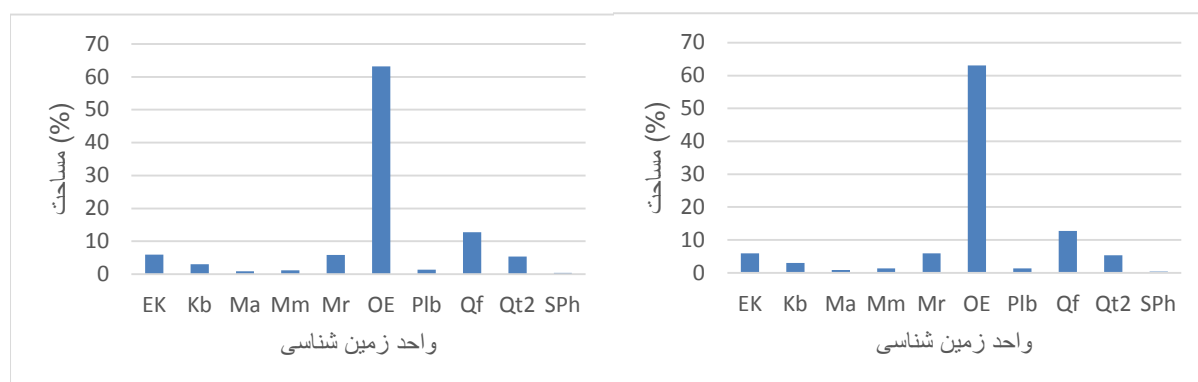
شکل ۸: مساحت هر یک از واحدهای زمین شناسی

به منظور بررسی ارتباط بین هر یک از واحدهای لندفرم با ویژگی های زمین شناسی منطقه مورد مطالعه درصد مساحت مربوط به هر یک از واحدها در هر یک از کلاس های لندفرم تعیین شد که در شکل ۹ نشان داده شده است:



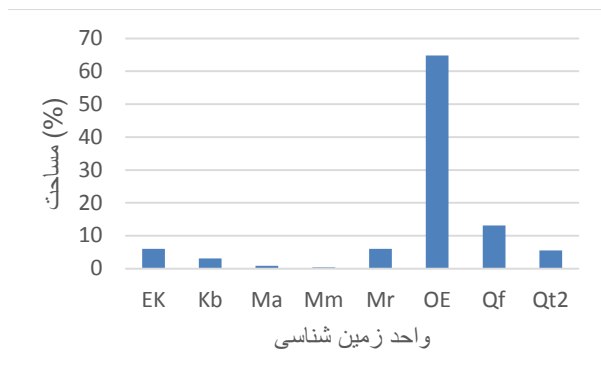
آبراهه

دره های آبراهه های میانی

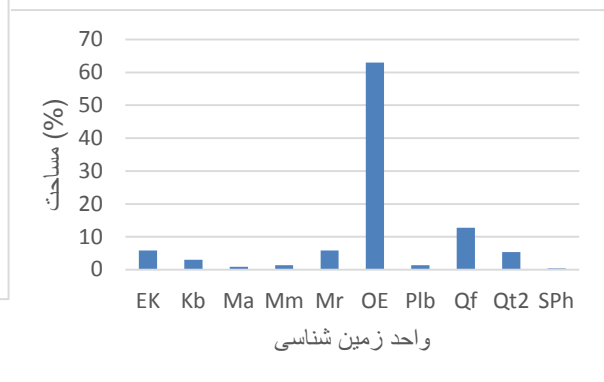


زهکش های مرتفع، بالا رود

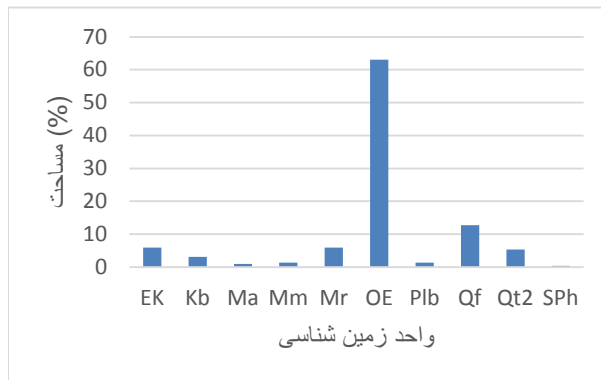
دره های U شکل



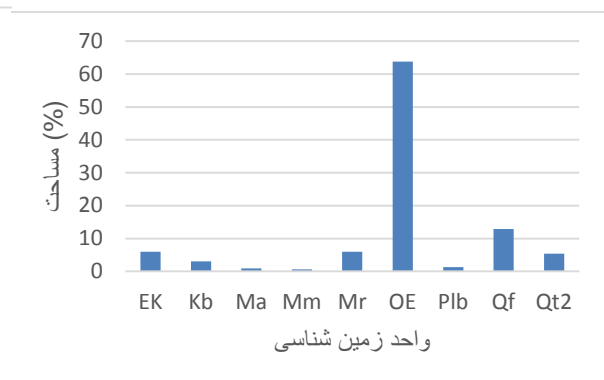
شیب‌های باز



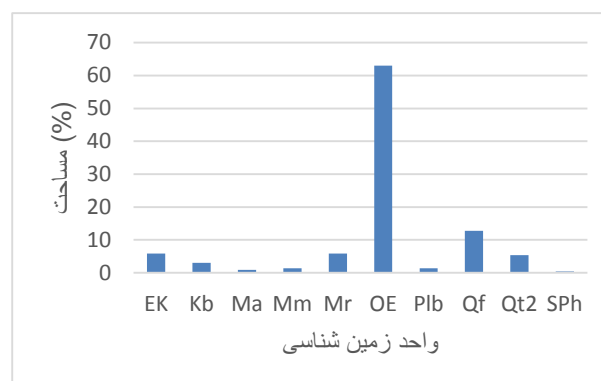
شیب‌های بالایی



یال‌های مرتفع



یال‌های شیب میانی



یال‌های مرتفع، قله کوه

شکل ۹. درصد واحدهای زمین شناسی در هر یک از کلاس‌های لندفرم منطقه مورد مطالعه

نتایج حاصل از بررسی ارتباط بین واحدهای زمین شناسی و نوع لندفرم نشان داد بیشترین درصد واحد زمین شناسی OE بوده که در همه‌ی لندفرم‌ها دارای بیشترین درصد می‌باشد. بعد از آن به جز لندفرم‌های کلاس ۱ (آبراهه) بقیه لندفرم‌ها دارای بیشترین درصد واحد زمین شناسی QF می‌باشند. لندفرم‌های کلاس ۱ دارای درصد بیشتری از واحدهای زمین شناسی Qt2, EK, Kb, Mm, Mr, OE, Qf نسبت به بقیه لندفرم‌ها است.

نتیجه گیری

سطح زمین دارای پیچیدگی های زیادی می باشد، و این پیچیدگی ها را می توان با استفاده از روش های کمی و تقسیم سطح به واحدهای کوچکتر و همسان، ساده تر نمود. با توجه به اینکه طبقه بندی لندفرم های حوزه های آبخیز به بخش های یکنواخت و همگن به مدیریت و برنامه ریزی حوزه آبخیز با دقت و سرعت بیشتر کمک شایانی می کند، استفاده از روش های کمی به منظور طبقه بندی لندفرم ها ضروری به نظر می رسد. در این پژوهش با استفاده از شاخص موقعیت توپوگرافی به طبقه بندی لندفرم های غربی شهرستان جهرم پرداخته شد. نتایج نشان داد که مقادیر TPI منطقه مورد مطالعه بین ۱۷۱ - تا ۱۵۶ برای مقیاس ۵٪ و ۲۳۳/۶ - تا ۲۴۸/۶ برای مقیاس ۱۱٪ بود که مناطق مرتفع مانند یال و تپه ها دارای مقادیر نزدیک به صفر بوده و مناطق مسطح یا مناطقی با تغییرات شیب کم دارای مقادیر منفی بوده که نشان دهنده مناطق پست مثل دره ها و آبراهه ها می باشد. نتایج نشان داد که ده نوع لندفرم به نام های آبراهه، دره های آبراهه های میانی، زهکش های مرتفع، بالا رود، دره های u شکل، دشت های کوچک، شیب های باز، شیب های بالایی، یال های مرتفع، یال های شیب میانی، یال های مرتفع، قله کوه در منطقه شناسایی شد. همچنین با توجه به نتایج مشخص شد که لندفرم های واقع در مناطق مرتفع مانند تپه ها دارای مقادیر ارتفاعی بیشتری نسبت به نقاط اطرافشان می باشند. همچنین لندفرم های تعیین شده در مناطق مسطح و پست مانند دشت ها و گودال ها دارای ارتفاع کمتری نسبت به نقاط اطرافشان می باشند. بنابراین از این نوع طبقه بندی لندفرم ها می توان به عنوان یک الگو برای طبقه بندی و تعیین لندفرم های در مناطق مختلف استفاده نمود. نتایج حاصل از بررسی ارتباط بین واحدهای زمین شناسی و نوع لندفرم نشان داد بیشترین درصد واحد زمین شناسی OE بوده که در همه ی لندفرم ها دارای بیشترین درصد می باشد. بعد از آن به جز لندفرم های کلاس ۱ (آبراهه) بقیه لندفرم ها دارای بیشترین درصد واحد زمین شناسی QF می باشند. لندفرم های کلاس ۱ دارای درصد بیشتری از واحدهای زمین شناسی Qf, OE, Mr, Mm, Kb, EK نسبت به بقیه لندفرم ها است. با توجه به مطالعه انجام شده می توان به این نتیجه رسید که استفاده از روش TPI به منظور طبقه بندی لندفرم های مناطق مختلف کاری آسان و کاربردی می باشد. به طوری که می توان با استفاده از نقشه های تهیه شده توسط این روش، ارتباط بین لندفرم ها با پارامترهای مختلف از جمله جنس سازند، شوری خاک، پوشش گیاهی و ... بررسی نمود و در نهایت مشخص نمود هر یک از کلاس های لندفرم دارای چه خصوصیتی (خاک، پوشش گیاهی و ...) هستند و از آن ها در پیش بینی پارامترهای مختلف از جمله نوع پوشش گیاهی، درصد پوشش گیاهی و ویژگی های خاک و ... استفاده نمود.

منابع

۱. آمانی، محمد؛ علی نجفی نژاد. ۱۳۹۳. اولویت بندی زیر حوزه ها با استفاده از آنالیز مورفومتری، فنون سنجش از دور و GIS، حوزه آبخیز لهندر، استان گلستان. پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز سال پنجم/ شماره ۹.
۲. محمودی، فرج الله. ۱۳۸۳. ژئومورفولوژی ساختمانی. تهران: دانشگاه پیام نور، ۱۳۸۳.
۳. مکرّم، مرضیه، نگهبان، سعید. ۱۳۹۳. طبقه بندی لندفرم ها با استفاده از شاخص موقعیت توپوگرافی (TPI) مطالعه موردی: منطقه جنوبی شهرستان داراب). اطلاعات جغرافیایی سپهر. دوره ۲۳، شماره ۹۲، صفحه ۵۷-۶۵.
4. Bishop, M.P. & Shroder, JF. (2000). Remote sensing and geo-morphometric assessment of topographic complexity and erosion dynamics in the Nanga Parbat massif. Geological Society London, Special Publication, 170: 181-199.
5. Brabyn, L. (1998). GIS analysis of macro landform. Department of geology, University of Waikato, Hamilton, New Zealand. Proceeding of the Spatial Information Research Centers. Presented at the 10th Colloquium of the Spatial Information Research Centers, University of Otago, New Zealand. 16-19 November.
6. Bull, W. B. (1991). Geomorphic response to climatic change. Oxford University Press, New York.

7. Dehn, M. Holger, G. and Richard, D. (2001). Principles of semantic modeling of landform structures, *Computer and science*, 27: 1005-1010.
8. Etzelmüller, B. and Sulebak, JR. (2000). Developments in the use of digital elevation models in periglacial geomorphology and glaciology, *Physische Geographie*, p. 41.
9. Gallant, J.C. And Wilson, DJ. (2000). Primary topographic attributes. In: D.J. Wilson and J.C. Gallant (Editors), *Terrain Analysis: Principles and Applications*. John Willey & Sons, INC, New York, pp. 51-85.
10. Hengl, T., Reuter, H.I. (Eds.), 2009. *Geomorphometry: Geomorphometry: Concepts, Software, And Applications*. Developments in Soil Science, vol. 33. Elsevier, Amsterdam.
11. <http://www.gdem.aster.ersdac.or.jp/search.jsp>.
12. Hugget, R. and Cheesman, J. (2002). *Topography and the environment*. Pearson Education Limited, Harlow.
13. Jones, K. and Bruce et al. (2000). Assessing Landscape Conditions Relative to Water Resources in the Western United States: A Strategic Approach. *Environmental Monitoring and Assessment*, 64: 227-245.
14. Marzieh Mokarram, Gholamreza Roshan, Saeed Negahban. 2015. Landform classification using topography position index (case study: salt dome of Korsia-Darab plain, Iran). *Modeling Earth Systems and Environment*. Volume 1, Issue 4. Springer online.
15. Moravej, K. and Karimian Eghball, M. (2012), Comparison of automated and manual landform delineation in semi detailed soil survey procedure, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Ir. *African Journal of Agricultural Research* Vol. 7(17), pp. 2592-2600, 5 May, 2012.
16. Mousavi, SR. Fallah, A. Abbasnejad, RA. & Shabani, M. (2007). The Aster DEM Generation for geomorphometric analysis of central alborz mountains, Iran. www.isprs2007ist.itu.edu.tr/18.pdf.
17. Schmidt J, Hennrich K, Dikau R (1998) Scales and similarities in runoff processes with respect to geomorphometry. In: *Geocomputation 1998: Proceedings of the 3rd International Conference on GeoComputation*. University of Bristol United Kingdom 17–19 September 1998. University of Bristol Bristol UK 20 pp.
18. Tucker, GE. Catani, F. Rinaldo, A. and Bras, RL. (2001). Statistical analysis of drainage density from digital terrain data. *Geomorphology*, 36: 187-202.
19. Ventura, SJ. And Irvin, BJ. (2000). Automated landform classification methods for soil landscape studies, In: D.J.
20. Weiss, A. (2006). Topographic Position and landforms Analysis. Poster presentation, ESRI user Conference, San Diego, C.A.
21. Wilson and J.C. Gallant (Editors), *Terrain Analysis: Principles and Applications*. John Wiley & Sons, INC, New York, pp. 267-290.
22. Wilson, JP. And Gallant, JC. (2000). *Terrain analysis, principles and applications*. ISBN 0-471-32188-5, John Wiley and Sons, Inc.
23. Zink, JA. (1988). *Physiography & Soils*. ITC Lecture Notes. Enscheda, the Netherlands.



Environmental Erosion Research

journal homepage: <http://magazine.hormozgan.ac.ir>



Landform classification using Topography Position Index and relationship between it and characteristics of geology (Case Study: Hakan Watershed, Jahrom City)

Negahban, S.^{1*}, Mokarram, M.²

1. Department of Geography, Shiraz University, shiraz, Iran.

2. Rangeland & Watershed Management Department, Faculty of Agricultural & Natural Resources, Shiraz University

Abstract

In the study area aim is determination and classification of landform in Hakan watershed. Also the aim of the study area is investigation of landform classification and geology. Landform is a complication of land or landscape the establishment of which is formed by natural processes that can be described and defined by diagnosis index and if detected, the Landform information about the restructure and composition, texture or its integrated offers. Landform variety and diversity of participants, mainly by changing the shape and position of the controls placed. So, classify and identify different areas according to their morphologic characteristics is essential. This research is analysis based on quantitative methods, field and modeling software Where the TPI method were used for the identification and classification of Landforms the study area. The model input data, including slope, curvature width, curvature minimum and maximum curvatures. The results of the study showed that the morphological classification of the study area includes 10 Landform (stream, mid-stream valleys, drainage, high, u-shaped valleys, plains small, open slopes, steep upper edge eight, middle edge of the slope, the high ridge, and mountain). Also in order to investigation of landform and characteristics of geology used geology map. In the study area geology units was consist of SPh, Qt2, Qf, Plb, OE, Mr, Mm, Ma, Kb, EK. The results show that OE had the highest area in the study that in the all of the landform classes was the highest. Also the results show that the landform of class 1 had the highest of Qt2, Qf, OE, Mr, Mm, Kb, EK.

Article History:

Received:

15 June 2015

Revised:

30 October 2015

Accepted:

21 January 2016

Keywords:

Geomorphology

Morphometry

Landform

classification

TPI method

Hakan watershed

* Corresponding Author Email: Snegahban@Shirazu.ac.ir.com