

## طبقه‌بندی انواع دشت سر مبتنی بر رویکرد ژئومورفومتری در منطقه اشکذر

### یزد

علی احمد آبادی، استادیار گروه ژئومورفولوژی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی تهران  
معصومه هاشمی<sup>۱</sup>، دانشجوی دکتری رشته ژئومورفولوژی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی تهران

### چکیده

دشت سر از مهم ترین واحد های ژئومورفولوژی محسوب شده و شناسایی و طبقه بندی آنها از اهمیت زیادی در تهیه نقشه ژئومورفولوژی برخوردار است، بطورکلی واحد دشت سر به سه تیپ؛ دست سر فرسایشی، آپانداژ و پوشیده تقسیم می شود. رویکرد غالب در شناسایی انواع دشت سر مبتنی بر تفسیر بصری از روی داده های هوایی و ماهواره ای است که دارای سرعت کم و وابسته به دانش مفسر است. امروزه رویکرد ژئومورفومتری که بر مبنای سنجش و اندازه گیری اشکال ژئومورفولوژی است می تواند در شناسایی لندفرم ها کمک نماید. در این تحقیق بر اساس رویکرد ژئومورفومتری و با استفاده از مدل رقومی ارتفاعی ASTERGDEM، شاخصهای انحنا و شاخص RTP انواع دشت سر در منطقه اشکذر یزد شناسایی و استخراج شده است. نتایج نشان می دهد شاخص های ژئومورفومتری شامل: انحنا ی پروفیل، انحنا ی پلانیمتری، انحنا ی طولی و انحنا ی کلی به دلیل میزان اختلاف میانگین های محاسبه شده قدرت تفکیک پذیری مناسبی برای تفکیک تیپ های مختلف دشت سر از یکدیگر دارند و می توان با استفاده از این پارامترها به تفکیک واحد های دشت سر پرداخت و در بین آنها پارامتر انحنا ی پلانیمتری و پروفیل و شاخص RTP دقت بیشتری در تفکیک واحدهای دشت سر دارند.

کلمات کلیدی: اشکذر، پارامترهای ژئومورفومتری، دشت سر، شاخص Rtp.

## مقدمه

دشت سرها یکی از مهم‌ترین واحدهای ژئومورفولوژی در مناطق خشک می‌باشند. این واحد از حد کوهستان که با خط کنیک از دشت سر جدا می‌شود مشخص می‌گردد، عناصر تشکیل دهنده دشت سرها رسوبات آبرفتی دوره چهارم می‌باشند. تحول دشت سرها بستگی به وضعیت حوزه آبخیز بالادست آن دارد. دشت سر از نظر وضعیت توپوگرافی، رسوب و نحوه عمل فرسایش به سه تیپ تقسیم می‌گردند. یکی از ویژگی‌هایی که در طبقه بندی دشت سرهای مناطق بیابانی مورد استفاده قرار می‌گیرد، سنگ فرش بیابانی است. سنگ فرش بیابانی یکی از مواردی است که در اغلب دشت‌های مناطق بیابانی دیده می‌شود. ویژگی‌های سنگ فرش بیابانی، تابعی از شرایط ژئومورفولوژیکی می‌باشد. سنگفرش بیابان با شیب کم بر روی لندفرم‌هایی مانند مخروط افکنه، جریان‌ات گدازه، سواحل دریاچه‌های بارانی گذشته و تراس‌های آبرفتی قدیمی تشکیل می‌گردد (کوک<sup>۱</sup> و همکاران، ۱۹۹۳). هنگامی که پهنه‌های تحت تاثیر باد از رسوبهای تخریبی ریز و درشت پوشیده شده باشد بواسطه عمل باد مواد ریزدانه از محل خارج می‌شود و بیابانی که سطح آن پوشیده از قطعات نسبتاً درشت و زاویه دار است بصورت یک سنگفرش ظاهر می‌شود (محمودی، ۱۳۷۷). قطعات سنگی این بیابانها عمدتاً از جنس کوارتزیت می‌باشند که بر اثر عمل مشترک باد و آبهای جاری موقتی بوجود آمده‌اند (شایان، ۱۳۶۹) به این پهنه دشت ریگی یا رگ<sup>۲</sup> نیز می‌گویند (محمودی، ۱۳۷۷). بیش از ۵۰ درصد سطوح بیابانی در آمریکای شمالی سنگفرش بیابانی است (ایوناری<sup>۳</sup>، ۱۹۸۵). سنگفرش بیابان، به منزله یک پوشش محافظ خاک زیرین در مقابل فرسایش بادی عمل کرده و هرچه تراکم و قطر ذرات آن بیشتر باشد، عملکرد حفاظتی بیشتری خواهد داشت. همچنین قطر ذرات سنگفرش بیابان با فاصله گرفتن از واحد کوهستان کاهش می‌یابد. به علاوه، هرچه از مناطق دشتی بالادست به سمت پایین دست

---

<sup>1</sup> Cooke

<sup>2</sup> Reg

<sup>3</sup> Evenari

حرکت کنیم، تراکم این پوشش سنگفرشی نیز کاهش می‌یابد. این تغییرات تابعی از ویژگیهای ژئومورفولوژی منطقه است (تازه و همکاران، ۱۳۹۲) سنگفرش بیابان از مهمترین ویژگیهای ژئومورفولوژی دشتهای فلات مرکزی ایران به عنوان عامل ایمنی طبیعی است. به عبارت دیگر سنگفرش در مناطق خشک و فراخشک نقش پوشش گیاهی در مناطق مرطوب را ایفا میکند. وجود سنگ و سنگریزه در سطح خاک خواص فیزیکی خاک را متأثر می‌سازد و در کنترل فرسایش آبی و بادی نقش آفرین است (عظیم زاده و همکاران، ۱۳۸۱؛ عظیم زاده و اختصاصی، ۱۳۸۱؛ فتوحی و همکاران، ۱۳۸۹). با توجه به اینکه سطوح وسیعی از اراضی حوزه های آبخیز عمدتاً دشت سرهای لخت و پانداژ با مقدار قابل ملاحظه ای از سنگ و سنگریزه پوشیده شده است، توجه به پوشش سنگفرش از اهمیت دوچندانی برخوردار میباشد. ساختار سطحی در دشت سرهای لخت عمدتاً سنگفرش درشت است که ۷۰-۹۰٪ سطح را پوشانیده است. در دشت سرهای پانداژ تراکم سنگفرش متوسط در حدود ۴۵-۷۰٪ سطح را پوشش میدهد (عظیم زاده و اختصاصی، ۱۳۸۱). دشت سرها گسترده ترین واحد ژئومورفولوژی در دنیا می باشند. مناطق دشتی بستر زیستی و سکونت بشری را تشکیل داده و از لحاظ موارد مختلفی همچون آب های زیر زمینی، منابع و معادن، جنگل ها و مراتع و سایر عرصه ها، مهمترین واحد از واحدهای ژئومورفولوژی می باشند (تازه و همکاران، ۱۳۹۳) طبق تعریف ژئومورفولوژیست آمریکایی، دشت سر عبارت است از ادامه لایه سنگ اصلی کوهستان در امتداد دشت سرها که به شکل سطح مقعری در قاعده ارتفاعات ظاهر می شود (احمدی و همکاران، ۱۳۸۸) بنابراین دشت سر، سطحی است با شیب ملایم بین ۱ تا ۷ درجه که گاهی تا ۱۱ درجه هم می رسد. چنین سطحی غالباً در مقطع طولی خود محدب می باشد. لازمه شناخت این واحدها، تجزیه و تحلیل عوارض سطح زمین می باشد. تجزیه و تحلیل عوارض سطحی زمین یکی از اساسی ترین بخش های علم منابع طبیعی می باشد. عوارض سطح زمین با مورفولوژی های مختلف قابل تفکیک می باشند. تجزیه و تحلیل عوارض سطح زمین موضوع علم ژئومورفومتری می باشد. تاکنون فرضیه‌ها، نظریه ها و

مدل‌های مختلفی نیز جهت شکل‌گیری و توسعه و تکوین آنها ارائه شده است (پلتیر<sup>۱</sup>، ۲۰۱۰). مطالعات مناطق دشتی دارای سابقه طولانی در مطالعات ژئومورفولوژی می‌باشند، روشها و طبقه‌بندیهای مختلفی نیز برای تفکیک و طبقه‌بندی انواع دشت‌ها ارائه شده است. براساس یکی از آنها، دشت‌ها را بطور کلی می‌توان به دو دسته مختلف تقسیم نمود، سطوح دشتی شکل گرفته در مناطق با مقاومت کمتر سنگ بستر در محل تماس با شیب‌های تندتر و دشتهای سنگی که دارای سنگ‌شناسی یکسانی بوده و معمولاً از جنس گرانیت، گرانودیوریت، کوارتر و تشکیلات سنگی دیگر می‌باشند. ژئومورفومتری یک زیرمجموعه از ژئومورفولوژی می‌باشد که دارای رویکرد اندازه‌گیری کمی و کیفی عوارض سطح زمین می‌باشد (پیکه<sup>۲</sup>، ۲۰۰۲؛ دهن<sup>۳</sup>، ۲۰۰۱؛ پیکه و دیاکو<sup>۴</sup>، ۱۹۹۵). پارامترهای مورفولوژیک بیانگر مشخصات فرم و شکل سطح زمین و همچنین فرایندهای ایجادکننده آن شکل‌ها هستند (جامیسون<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۰۴) پایه اصلی ژئومورفومتری بر وجود ارتباط بین ناهمواری و پارامترهای عددی مذکور می‌باشد که در فرایند تکامل و شکل‌گیری لندفرمها نقش دارند. بنیان و اساس شناسایی و طبقه‌بندی لندفرمها بر پایه ژئومورفومتری است. ژئومورفومتری به کمیت عناصر اصلی ریخت‌شناسی زمین، از جمله شیب، جهت شیب، ارتفاع و اختلاف ارتفاع نسبی عناصر، موقعیت مکانی عناصر نسبت به هم، وضعیت شبکه زهکشی و میزان تحدب و تعقر عناصر می‌پردازد (گرسک، ۲۰۱۰) از اهداف ژئومورفولوژیست‌ها در کار با مدل‌های لندفرمهای مختلف به دست آوردن روابط بهتر درک واقعیت‌های فیزیکی محیط می‌باشد. اشتقاق واحد‌های لندفرم می‌تواند با استفاده از رویکردهای مختلفی شامل طبقه‌بندی پارامترهای مورفومتری، استفاده از فیلترهای مختلف، آنالیز خوشه‌ای و آمار چند متغیره باشد (اددیران<sup>۶</sup>، ۲۰۰۴)؛

<sup>1</sup> Pelletier

<sup>2</sup> Pike

<sup>3</sup> Dehn

<sup>4</sup> Pike&Dikau

<sup>5</sup> Jamieson

<sup>6</sup> Adediran

اتزلمکولر<sup>۱</sup> و سولبک<sup>۲</sup>، ۲۰۰۰)

سامرول<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۰۵) اقدام به کمی کردن لندفرم های مختلف با توجه به موقعیت قرار گرفتن در مناطق بالا دست و پایین دست نمودند. همچنین با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی می توان به مدل های نیمه خودکاری در جهت تجزیه و تحلیل عناصر مختلف عوارض سطح زمین دست یافت.

هنگل<sup>۴</sup> و رویتر<sup>۵</sup> (۲۰۰۹) و احسانی و کثول (۲۰۰۷) کاربرد مدل های رقومی ارتفاعی در ژئومورفومتری و ژئومورفولوژی، در قرن حاضر در مواردی همچون تفسیر بصری مدل های رقومی ارتفاعی، شامل تشخیص و تشریح عوارض ژئومورفومتریک، تشخیص خودکار و کمی کردن ویژگی های ژئومورفولوژیکی، شامل استخراج و استفاده از پارامترهای مورفومتری کمی و عوارض سطح زمین (شیب، جهت، انحنا)، و تجزیه و تحلیل های ژئومورفولوژیکی و تشخیص ساختارها، استخراج خودکار لندفرم های مختلف، استخراج لندفرمها و اجزای لندفرمها با استفاده الگوریتمهای خودکار و نیمه خودکار دسته بندی می کنند.

گورابی و همکاران (۱۳۹۱) اقدام به ارائه روشی جدید در استخراج مخروط افکنه ها از مدل رقومی ارتفاع نمودند. برای ارزیابی دقت این روش، مرز استخراجی روی تصاویر ماهواره ای نقشه توپوگرافی و شبکه زهکشی منطقه هم پوشانی شده اند. نتایج پژوهش نشان می دهد روش مدل قرینه Dem، از نظر دقت نتایج، سادگی، سرعت انجام و بهره گیری از حداقل داده ها بر روش های دیگر برتری دارد.

شایان و همکاران (۱۳۹۱)، اقدام به ارزیابی کارایی شاخص های ژئومورفومتریک به روش وود در طبقه بندی لندفرمهای مناطق خشک نمودند. نتایج تحقیق آنها نشان داد روش وود در زمینه ژئومورفومتری عمومی کارایی لازم را در استخراج طبقات اصلی

<sup>1</sup> Etzelmqller

<sup>2</sup> Sulebak

<sup>3</sup> Sommerl

<sup>4</sup> Hengl

<sup>5</sup> Reuter

مورفومتریک منطقه کویر مرنجاب نداشته و کلاس‌های اصلی را در یک سطح پیوسته با استفاده از مدل رقومی ارتفاع *srtm* استخراج کرده است. ولی در زمینه ژئومورفومتری خاص و استخراج لندفرمهای مجزا، نیازمند توسعه و بهبود کارایی است.

احسانی (۱۳۸۹) ژئومورفومتری مگایاردانگ‌های لوت را مورد بررسی قرار داده است و در مطالعه خود از داده‌های راداری در مدل‌های رقومی ارتفاعی با قدرت تفکیک ۹۰ متری استفاده کرده است. همچنین در مطالعه خود از این پارامترها، به عنوان ورودی الگوریتم‌های شبکه خود سازمان استفاده کرده است.

تازه و همکاران (۱۳۹۳) طبقه‌بندی دشت سر‌های مناطق بیابانی (عقدا، یزد) براساس پارامترهای ژئومورفومتری مورد بررسی قرار داده است. وی در این تحقیق اقدام به معرفی و استفاده از شاخص‌های جدید ژئومورفومتری تعیین دامنه کمی برای آنها در جهت تفکیک تیپ‌های مختلف دشت سر کرده است. شاخص‌های ژئومورفومتری مورد استفاده شامل درصد شیب، انحنا، سطح، انحنا، مقطع، انحنا، حداقل، انحنا، حداکثر، انحنا، متقاطع، انحنا، طولی و انحنا، گوسی می‌باشند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد، در بین پارامترهای ژئومورفومتری مذکور، پارامترهای شیب، انحنا، حداقل، انحنا، مقطع، انحنا، طول و انحنا، متقاطع دارای کارایی بیشتری از سایر پارامترهای ژئومورفومتری در طبقه‌بندی تیپ‌های مختلف دشت سر می‌باشد.

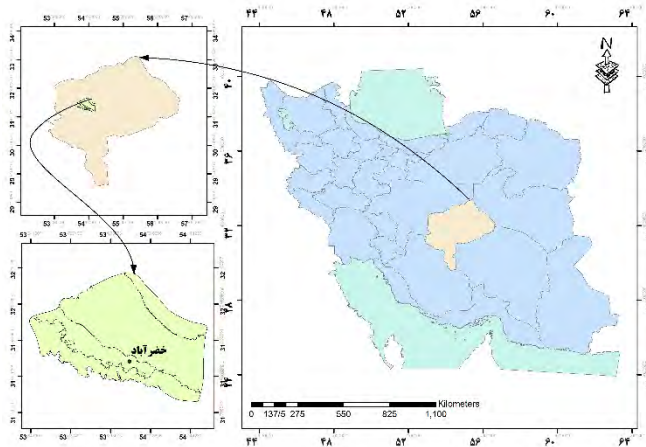
تازه و همکاران (۱۳۹۳) مهم‌ترین پارامترهای گرانولومتری سنگ فرش بیابان در رابطه با تفکیک تیپ‌های مختلف دشت سر خضر آباد مورد بررسی قرار داده است و تعداد ۱۲۴ نمونه از سنگ فرش‌های مناطق بیابانی در قالب تیپ دشت سر لخت، آپانداز و پوشیده واقع در منطقه نمونه برداری و آزمایشات دانه‌بندی بر روی آنها انجام گرفت که نتایج منحنی دانه‌بندی و محاسبه این شاخص‌ها در تمام ۱۲۴ نقطه نشان داد شاخص‌های قطر ۲۰٪، قطر ۲۵٪ و قطر ۵۰٪، کارایی بیشتری را نسبت به بقیه قطر‌ها در تفکیک تیپ‌های مختلف دشت سر بر اساس وضعیت دانه‌بندی سنگ فرش از خود نشان می‌دهد. در این پژوهش اقدام به بررسی قابلیت پارامترهای ژئومورفومتری در تفکیک

تیپ‌های مختلف دشت سر، با استفاده از پارامترهای ژئومورفومتری، بجای پارامترها و روش‌های سنتی شده است و به منظور استخراج Topographic roughness یا زیری سطح از شاخص rtp استفاده کردیم (جننزا، ۲۰۰۲).

### منطقه مورد مطالعه

پهنه مورد مطالعه، در حاشیه غرب تا شمال غرب مسیر یزد - اردکان در فاصله ۱۵ تا ۲۵ کیلومتری از شهر یزد، واقع شده است، به طوری که شهر اشکذر در منتهی الیه جنوب شرق منطقه قرار گرفته است. این منطقه با مساحت 1427.1 کیلومتر مربع، به گونه ای انتخاب شده است که از تنوع ژئومورفولوژیکی خوبی برخوردار بوده و انواع مختلف دشت سرهای مناطق بیابانی در آن وجود دارد. گستره مطالعاتی دارای طول جغرافیایی  $31^{\circ}44'26''$  تا درجه  $32^{\circ}38'28''$  شمالی است در این تحقیق تیپهای مختلف دشت سر شامل دشت سر لخت، اپانداژ و پوشیده مورد بررسی قرار گرفته است. در دشت سرفسایشی سنگ بستر در عمق کم قرار گرفته و یا در سطح خاک نمایان می باشد. شیب طولی دشت سر بین ۸-۱۲ درصد که گاهی به ۲۰ درصد رسیده و شیب عرضی آن تقریباً صفر است. رسوبات از عناصر درشت شامل تخته سنگ، قلوه سنگ، ریگ و شن می باشد که ضخامت آن کم و حداکثر از چندین متر تجاوز نمی کند. دشت سر اپانداژ، همان مشخصات دشت سر فرسایشی را دارا می باشد، با این تفاوت که ضخامت مواد زیادتر است و به چند متر می رسد و عناصر تشکیل دهنده آن کوچکتر است. شیب طولی این دشت سرها بین ۳ تا ۸ درصد می باشد. و شیب دشت سر پوشیده، بین ۱-۳ درصد تغییر می کند. ضخامت رسوبات بیش از صد متر است. بنابراین این دشت با شیب کم و ضخامت قابل ملاحظه رسوبات مشخص می شود. خاک عمیق با بافت ریزدانه بوده بطوریکه تمام اراضی کشاورزی در این مناطق بر روی این دشت سر قرار گرفته اند (احمدی، ۱۳۸۷).

<sup>1</sup> Jenness



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

#### داده‌ها و روش‌ها

به منظور استخراج شاخص‌های ژئومورفومتریک منطقه جنوب غرب اشکذر از مدل رقومی ارتفاع srtm منطقه با قدرت تفکیک اسمی ۳۰ متر- استفاده گردیده است در واقع ژئومورفومتری، علم کمی سازی عوارض توپوگرافی، با تمرکز بر استخراج پارامترهای عوارض سطح زمین براساس مدل رقومی ارتفاعی می باشد. داده ورودی در مطالعات ژئومورفومتری، مدل رقومی ارتفاعی به صورت رستری و با سلول‌های مربعی می باشد. پارامتری کردن ناهمواری‌ها و آنالیز مکانی داده‌ها، به منظور یافتن ارتباط بین اشکال واقعی و مقادیر عددی می باشد (وود<sup>۱</sup>، ۱۹۹۶). قواعد تعریف شده برای هرکلاس مورفومتری، برپایه مقدار شیب و تعقر آن بنا شده که هر دو از مدل رقومی ارتفاعی استخراج می گردد. استفاده از پارامترهای مورفومتریک، بیانگر پیشرفت در توصیف ویژگی‌های هر یک از اجزای مدل‌های رقومی ارتفاعی می باشد و این پارامترها به طور کامل بیان کننده ترکیب و ارتباط پیکسل‌ها در بیان لندفرم‌های مختلف می باشد (بلونگارو<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۵). نحوه محاسبه پارامترهای مورفومتری بدین گونه است.

<sup>1</sup> wood

<sup>2</sup> Bolongaro



رابطه	پارامتر
$\frac{p^2r + 2pqs + q2t}{(p2 + q2)(\sqrt{1 + p^2 + q^2})^3}$	انحنای پروفیل
$-2\left(\frac{p^2r + 2pqs + q2t}{p2 + q2}\right)$	انحنای طولی
$\frac{p^2r + 2pqs + q2t}{(\sqrt{p^2 + q^2})^3}$	انحنای پلانیمتریک
$r^2 + 2s^2 + t^2$	انحنای کلی

به منظور طبقه بندی واحد های دشت سر منطقه اشکذر، ابتدا پارامتر های ژئومورفومتریک محاسبه شد. در این تحقیق با به کارگیری ۵ شاخص ژئومورفولوژیک اقدام به طبقه بندی لندفرمها شد و شاخص ها با استفاده از روابط جدول در قسمت تحلیل های ژئومورفومتریک نرم افزار GIS محاسبه گردید و نقشه هر یک از شاخص بدست آمد. و سپس به منظور استخراج Topographic roughness یا زبری سطح (جنز، ۲۰۰۲) از شاخص rtp استفاده کردیم که از این رابطه محاسبه شد

$$RTP = (s_d - \min_d) / (\max_d - \min_d)$$

$S_d$  شاخص معیار مدل رقومی ارتفاع smosing

$\min_d$  مقادیری حداقل مدل رقومی ارتفاع

$\max_d$  مقادیری حداکثری مدل رقومی ارتفاع

## نتایج و بحث

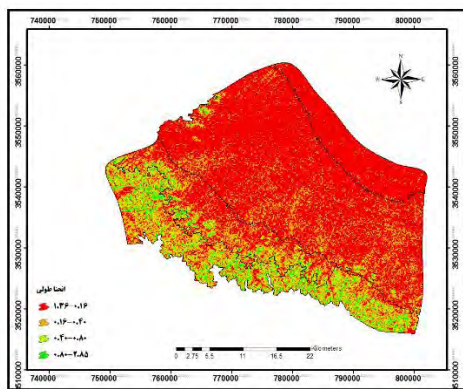
در دشت سرهای منطقه مورد مطالعه ضخامت زیادی از آبرفت شامل مواد تخریبی در ابعاد متفاوت دیده می شود. جریان های آبی که از مناطق کوهستانی سرچشمه میگیرند از طریق دشت سرهای منطقه وارد دق یا پلایا می گردند. این واحد شامل سه تیپ مختلف دشت سر فرسایشی، دشت سر انتهایی و دشت سر پوشیده است که بر اساس

نقشه توپوگرافی 1:50000 و نقشه شیب مرز آنها از یکدیگر تفکیک گردید. رسوبات تیپ دشت سر فرسایشی ضخامت کمی داشته و در مقابل عوامل فرسایشی مقاومت چندانی ندارند. رسوبات آن اغلب شامل تخته سنگ، قلوه سنگ، و ریگ در بخش‌های پر شیب تر و بالادست و ریگ، شن و ماسه و گاه سیلت در بخش‌های پائین دست می‌باشد در دشت سر فرسایشی، سنگ بستر در عمق کم قرار گرفته و یا در سطح خاک نمایان می‌شود به طور کلی رسوبات دشت سر فرسایشی ضخامت چندانی نداشته و اغلب سطحی بوده و ضخامت رسوبات آن به ۱-۳ متر می‌رسد. در این تیپ، رخساره مخروط افکنه‌های قدیمی و جوان در محل خروج آب از کوهستان که شیب کاهش یافته و رسوبگذاری انجام شده، تشکیل گردیده است. ذرات تشکیل دهنده این مخروط افکنه‌ها اغلب درشت دانه بوده است. دشت سر انتهایی شبکه آب یا آپانداژ که تفاوت چندانی با دشت سر فرسایشی ندارد، در سطح شامل آثار فرسایش‌های آبی و بادی است. آبراهه‌های فصلی جاری بر آن دارای ابعاد متفاوتی بوده و با توجه به شیب، قدرت تخریبی آب متفاوت است. تفکیک دشت سر آپانداژ از دشت سر فرسایشی در بالادست و با دشت سر پوشیده در پائین دست بر اساس شیب صورت گرفته است. تیپ دارای دو رخساره فرسایش آبی و رخساره منطقه حمل است. رخساره فرسایش آبی شامل خشک رودهایی است که از ارتفاعات شمالی و جنوبی منطقه سرچشمه می‌گیرند. در بخش‌هایی از این رخساره آثار فرسایش بادی نیز مشهود است. در رخساره منطقه حمل، آثار حمل بصورت نیکاهای بسیار کوچکی که در حال انتقال و جابجایی هستند مشاهده می‌گردد. ضمن اینکه برداشت جزئی نیز توسط باد صورت می‌گیرد. به طور کلی تغییرات شیب در این نوع دشت سرها بسیار جزئی است. تیپ دشت سر پوشیده دارای رسوبات با ضخامت زیاد است. این تیپ دارای خاک عمیق، بافت ریزدانه و سبک است و رخساره تپه‌های ماسه‌ای با اشکال مختلف بر روی این تیپ گسترش یافته است. بنابراین فرسایش بادی در این دشت سر فعال است. باد در این منطقه عامل اصلی فرسایش و شکل دهی آن است. شکل کلی منطقه متأثر از فرسایش‌های بادی

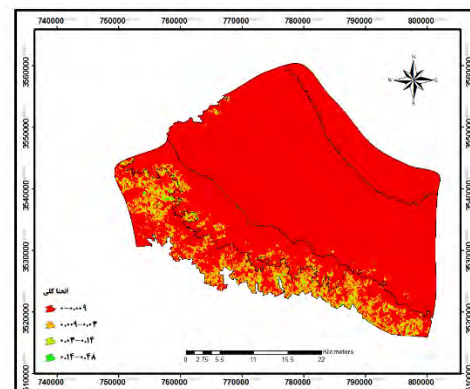
است که اشکال مختلفی از تپه های ماسه ای را ایجاد نموده است. این منطقه که از نظر بارندگی بسیار فقیر است بدلیل کمبود مواد آلی و کلوئیدی در خاک در مقابل عوامل فرساینده بسیار آسیب پذیر بوده و باد منشاء برداشت رسوب و نهایتاً محل برجای گذاشتن آن می گردد که ناهمواری های ماسه ای را به وجود می آورد شکل گیری اشکال تپه های ماسه ای در منطقه ارتباط نزدیکی با ویژگی های باد داشته است. تپه های ماسه ای هلالی شکل در مرکز منطقه گسترش زیادی دارند. این تپه ها بسیار متحرک و حساس می باشند. برخان ها از مهمترین اشکال ناهمواری های ماسه ای است که در نتیجه فرسایش بادی و تجمع ذرات ماسه به وجود می آید پس از تهیه نقشه پارامترهای ژئومورفومتری، اقدام به بررسی تغییرات هر یک از این پارامتر ها در تیپ های مختلف دشت سر گردید و سپس تغییرات هر یک از این پارامتر ها در تیپ های مختلف مورد بررسی قرار گرفت.

در ابتدا تغییرات پارامتر های محاسبه شده در هر یک از تیپ های دشتی، به تفکیک نوع تیپ دشت سر و پارامتر ژئومورفولوژی در نقشه های ترسیم و سپس تحلیل شد. نقشه تغییرات پارامتر انحنا پلانیمتریک نشان می دهد این پارامتر و اغلب پارامتر های ژئومورفومتری به صورت مثبت و منفی تغییر می کنند. و هرچه

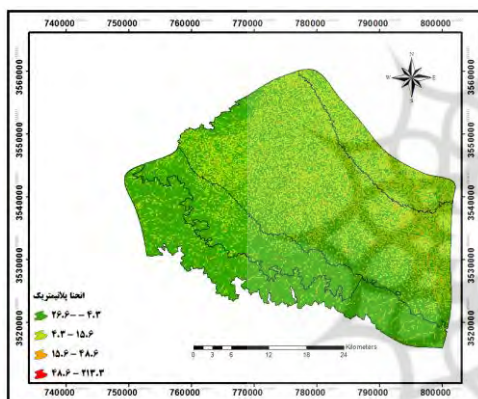
مقدار قدر مطلق این پارامتر ها بزرگتر باشد، نوسانات و تغییرات ارتفاعی در آن مناطق بیشتر خواهد بود. به عبارت دیگر پارامتر های ژئومورفومتریک در نقاطی که دارای فاصله بیشتری از مقدار صفر باشد، شدید تر بوده و می تواند به صورت محدب و یا به صورت مقعر تغییر کند. انحنا پلانیمتریک، اندازه ی تغییر جهت در طول یک منحنی میزان را نشان داده و بیانگر واگرایی و همگرایی توپوگرافیکی است. این مقادیر در انحنا پلانیمتریکی میانگین در محدوده دشت سر لخت کم بوده و مقادیر آن به سمت دشت سر پوشیده افزایش می یابد که می توان به خوبی با استفاده از این پارامتر به تفکیک انواع دشت سرهای منطقه پرداخت. در واقع میزان تغییرات در انحنا پلانیمتریکی بالعکس می باشد دامنه تغییرات پارامتر میانگین انحنا پروفیل در تیپ دشت سر لخت



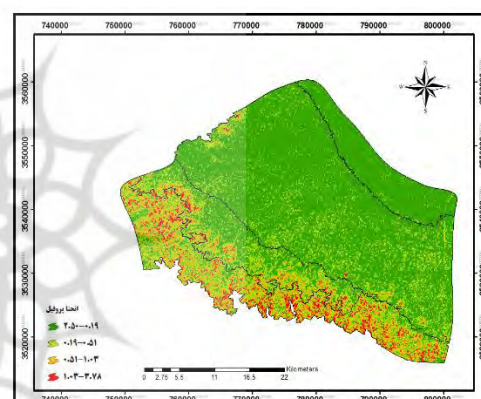
شکل ۳- انحنا طولی



شکل ۲- انحنا کلی



شکل ۵- انحنا پلانیمتریک



شکل ۴- انحنا پروفیل

زیاد بوده و به ترتیب تا دشت سرآپانداژ و پوشیده کاهش می‌یابد که نشان دهنده اندازه ی کاهش تغییر شیب منحنی میزان در طول یک مسیر جریان است. تغییرات پارامتر میانگین انحنای کلی در تپ دشت سرلخت، حداکثر بوده و در تپ دشت سرآپانداژ، مقدار نسبی و همچنین تغییرات آن کاهش می‌یابد مقادیر این پارامتر در تپ دشت سر پوشیده به کمترین مقدار می‌رسد. از آنجایی که دشت سر پوشیده اغلب مناطق با سطوح صاف را تشکیل می‌دهد، این پارامتر، پارامتر مناسبی در تشخیص و تفکیک دشت سر پوشیده از سایر تپ‌های دشتی محسوب نمی‌شود. دامنه تغییرات انحنای طولی در تپ دشت سرلخت زیاد بوده و به ترتیب تا دشت سرآپانداژ، و پوشیده کاهش می‌یابد. این

پارامتر نیز به طور نسبی تفکیک پذیری تیپ های مختلف دشت سر را از یکدیگر نشان می دهد. جدول زیر نشان دهنده میزان انحنا (حداقل، حداکثر، میانگین) هر کدام از این پارامتر های ژئومورفومتری در تیپ های مختلف دشت سر ها می باشد.

جدول ۱- میزان انحنا هر یک از پارامترهای ژئومورفومتری

لندفرم پارامتر	کوهستان	دشت سر لخت	دشت سر آپانداژ	دشت سر پوشیده
انحنای پروفیل حداقل	۱/۰۲	۰/۲۸	۰/۲۹	۰/۰۴۰
انحنای پروفیل حداکثر	۳/۸۰	۳/۱۶	۲/۱۹	۰/۰۵۷
انحنای پروفیل میانگین	۰/۵۱	۰/۲۸	۰/۱۴	۰/۱۱
انحنای پلانیمتری حداقل	۱/۹۹	۰/۸۸	۳/۳۸	۰/۸۹
انحنای پلانیمتری حداکثر	۲۱۳/۳۳	۵۳/۳۳	۸۰	۵۳/۳۳
انحنای پلانیمتری میانگین	۲/۳۶	۲/۸۲	۵/۴۷	۶/۷۸
انحنای طولی حداقل	۰/۶۹	۰/۲۲	۰/۱۵	۰/۰۲
انحنای طولی حداکثر	۲/۸۵	۲/۳۰	۱/۷۶	۰/۳۳
انحنای طولی میانگین	۰/۴۲	۰/۲۲	۰/۱۲	۰/۰۹
انحنای کلی حداقل	۰	۰	۰	۰
انحنای کلی حداکثر	۰/۴۸	۰/۲۰	۰/۰۹	۰/۰۰۳
انحنای کلی میانگین	۰/۰۱۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۶	۰/۰۰۰۲۵

جدول ۲- مساحت هر یک از لندفرم ها در منطقه مور مطالعه

لندفرم	مساحت به کیلومتر مربع
۱ کوهستان	۳۰۸/۶۸
۲ دشت سر لخت	۲۰۷/۲۳
۳ دشت سر آپانداژ	۷۶۸/۷
۴ دشت سر پوشیده	۱۴۲/۴۶

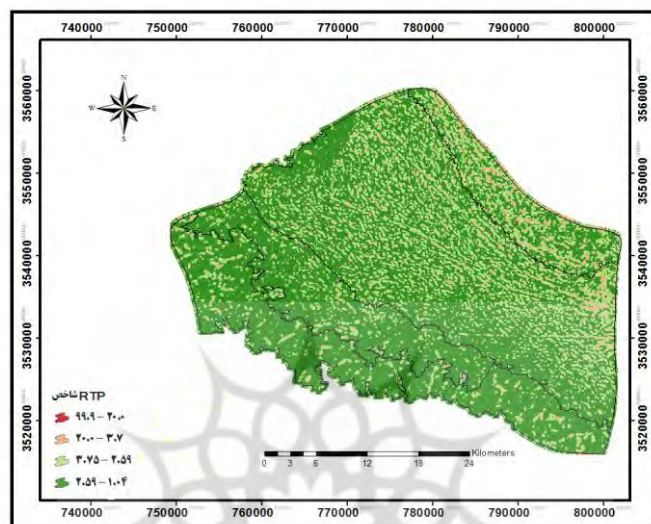
شاخص  $Itp$ : برآمدگی های سطح زمین تخت عنوان زبری مطرح اند که انواع مختلفی دارد (عظیم زاده و همکاران، ۱۳۹۳). اولین تشریح از زبری را کوپرز ارائه نمود که در آن، سطح زبری به صورت مجموعه ای از نقاط تصور می شود. مطابق این تعریف انحراف از معیار ارتفاع نقطه ها به عنوان شاخص زبری در نظر گرفته شده است. رومکنز و وانگ

پستی و بلندی‌های کوچک را براساس فراوانی و مساحت اشغال نموده در سطح معرفی کردند. زبری در دشت سر‌های لخت دارای میانگین و انحراف از معیار بیشتر از دشت سر‌های آپانداژ و پوشیده است. بررسی مورفولوژی اجزاء سطح زمین در سه رخساره دشت سر نشان می‌دهد که زبری در دشت سر لخت عمدتاً ناشی از وجود قله سنگ‌های درشت است. زبری در دشت سر‌های لخت در طول سال پایدار است، زیرا ناشی از پوشش اجزاء درشت سنگی است زبری موجود در دشت سر‌های پوشیده ناشی از فرایند‌های طبیعی در جابه‌جایی ذرات ماسه و خاک در سطح و فعالیت‌های انسان و دخل و تصرف در سطوح طبیعی است. به سبب عدم وجود اجزاء سنگی در سطوح اراضی رخساره‌های دشت سر پوشیده و همچنین سرعت بیشتر باد در این عرصه نسبت به دشت سر‌های آپانداژ و لخت، پتانسیل پوشش توسط ماسه‌های روان و سایش زبری در طول سال وجود دارد لذا زبری سطح موقتی است و پایدار نمی‌باشد. به نحوی که با گذشت زمان در طول سال متغیر است. دشت سر‌های آپانداژ دارای شرایط حد واسطی است زیرا دو ویژگی یاد شده در دشت سر‌های لخت و پوشیده را باهم دارند. بدین ترتیب که هم دارای پوششی متوسط از سنگ فرش است و هم سله‌ای با ضخامت تقریباً ۵ میلی‌متر را دارا می‌باشد.

به طور کلی زبری سطح در دشت سر‌های لخت و آپانداژ تحت تاثیر ویژگی‌های پوشش سنگ فرش بیابانی و در دشت سر‌های پوشیده وابسته به عوامل محیطی و نوع کاربری است. زبری موجود در دشت سر‌های پوشیده ناشی از تاخت و تاز باد و فعالیت‌های انسان و دخل و تصرف در سطوح طبیعی است.

شاخص rtp به زبری سطح منطقه مورد مطالعه می‌پردازد، و منطقه مورد مطالعه را از نظر زبری سطح بررسی می‌کند. با استفاده از این شاخص می‌توان به بررسی ویژگی‌های سنگ فرش بیابانی در تیپ‌های مختلف دشت سر و بررسی شاخص‌های مختلف آنها در هر یک از تیپ‌های دشت سر پرداخت تا با تطابق ویژگی‌های سنگ فرش بیابانی در تیپ‌های مختلف دشت سر و طبقه‌بندی آنها دامنه تغییرات هر یک از آنها مورد

بررسی قرار گیرد و با استفاده از این شاخص آیا می‌توان به طبقه‌بندی دشت سرها پرداخت.



شکل ۶- نقشه شاخص rtp

جدول ۳- داده‌های انحنای شاخص rtp

دشت سر پوشیده	دشت سر آپانداژ	دشت سر لخت	کوهستان	لندفرم پارامتر
۰/۱۰	۰/۰۶۷	۰/۱۳۹	۰/۱۲۶	انحنای حداقل rtp
۰/۹۸۹	۰/۸۸۹	۰/۸۳۶	۰/۸۲۸	انحنای حداکثر rtp
۰/۴۸۳	۰/۴۹۳	۰/۴۷۱	۰/۴۷۵	انحنای میانگین rtp

با نگاهی به داده‌های انحنای میانگین شاخص rtp نشان می‌دهد که می‌توان از این شاخص به تفکیک انواع تپ‌های دشت سر پرداخت و کارایی زیادی در تفکیک انواع دشت سرها دارد به این ترتیب که این شاخص می‌تواند به نحو موثری در تفکیک تپ‌های مختلف مورد استفاده قرار بگیرد و همانطور که ملاحظه می‌شود، در بیشتر موارد از روند مشخصی پیروی می‌کنند. از این رو شاخص rtp دارای تفکیک‌پذیری

مناسبی بوده و می‌توان از آن در تفکیک تیپ‌های مختلف دشتی استفاده نمود. با استفاده از جدول فوق، می‌توان میزان انحنای میانگین شاخص rtp را در تیپ‌های مختلف دشت سر ملاحظه نمود.

### نتیجه‌گیری

ژئومورفومتری به عنوان یک علم نوین در حوزه ژئومورفولوژی کمی می‌باشد که تلفیقی از علم ژئومورفولوژی با علم ریاضی و کامپیوتر میباشد. از آنجاکه محاسبات ژئومورفومتری بر روی مدل رقومی ارتفاعی انجام میگردد ابعاد پیکسل مدل رقومی ارتفاعی تأثیر قابل توجهی بر روی مقادیر پارامترهای ژئومورفومتری دارد.

مدلهای رقومی ارتفاعی به عنوان یکی از مهم‌ترین داده‌ها در جهت استخراج عوارض مختلف و تحلیل‌های رقومی عوارض سطح زمین میباشند. پردازش رقومی این اطلاعات بر مبنای انجام محاسبات ریاضی و اعمال معادلات عددی بر روی مدل رقومی ارتفاعی میباشد.

با توجه به نقشه‌های ترسیم شده از پارامترهای ژئومورفومتری در محیط ARC GIS می‌توان چنین تحلیل کرد که از پارامترهای ژئومورفومتری می‌توان برای تفکیک تیپ‌های مختلف دشت سر استفاده کرد با نگاهی به جدول مقادیر شاخص‌های مورفومتری می‌توان متوجه شد که دامنه انحنای تغییرات از کوهستان به سمت دشت سر پوشیده کاهش می‌یابد به گونه‌ای که میانگین انحنای در کوهستان زیاد و در دشت سر پوشیده بسیار کاهش می‌یابد پس می‌توان از پارامترهای ژئومورفومتری برای تفکیک تیپ‌های مناطق مختلف دشتی استفاده کرد.

تاکنون مطالعه اندکی در زمینه قابلیت پارامترهای ژئومورفومتری در تشخیص و تفکیک دشت سر انجام شده، از جمله استفاده از پارامترهای مذکور در تفکیک تیپ‌های مختلف دشت سر در تحقیقات تازه و همکاران (۱۳۹۳) انحنای مقطع در تفکیک تیپ‌های مختلف دشت سر قابلیت بیشتری نسبت به انحنای سطحی از خود نشان می‌دهند. بررسی



پارامترهای ژئومورفومتری نیز نشان می‌دهد با استفاده از میزان اختلاف میانگین این پارامترها می‌توان به قدرت تفکیک پذیری تیپ‌های مختلف دشت سر از روی مقادیر میانگین این پارامترها پرداخت در زمینه شاخص rtp نیز برای محاسبه زبری سطح منطقه باید چنین بیان نمود این شاخص نیز می‌تواند به عنوان یک شاخص کمی در تفکیک تیپ‌های مختلف دشت سر پردازد چرا که قدرت تفکیک پذیری این شاخص در زمینه زبری سطح به خوبی نشان داده می‌شود و میزان اختلاف داده‌های مقادیر میانگین در تیپ‌های مختلف دشت سر نشان می‌دهد که اختلاف بارزی بین آنها دیده می‌شود. در نهایت می‌توان از جمع بندی فوق چنین نتیجه گرفت که چنانچه استفاده از پارامترهای ژئومورفومتری در تفکیک تیپ-های مختلف دشت سر، به تنهایی مدنظر باشد، پارامترهای انحنا، پلانیمتری و پروفیل و شاخص RTP دقت بیشتری در تفکیک واحدهای دشت سر دارند. بنابراین می‌توان از این پارامترها به منظور تفکیک تیپ‌های دشت سر استفاده نمود از آنجاکه این مطالعات در دنیا و به خصوص در ایران، در مراحل اولیه خود می‌باشد، لذا توصیه می‌شود مطالعات بیشتری در این زمینه، به منظور بررسی قابلیت‌های مختلف این پارامترها در مطالعات ژئومورفولوژی صورت گیرد. با توجه به اینکه پارامترهای ژئومورفومتری، تأثیرپذیری زیادی از مقیاس و ابعاد پیکسل مدل رقومی ارتفاعی دارند، پیشنهاد می‌شود در سایر مطالعات، تأثیر ابعاد پیکسل مدل رقومی ارتفاعی روی نتایج به دست آمده بررسی شود.

#### منابع

1. Adediran, A.O., Parcharidis, I., Poscolieri, M., Pavlopoulos, K., (2004). Computerassisted discrimination of morphological units on north-central Crete (Greece) by applying multivariate statistics to local relief gradients. *Geomorphology* 58, 357–370.
2. Ahmadi, Hassan.(2009). *Applied Geomorphology, Vol 2, Desert and Wind Erosion*. University of Tehran.
3. Azimzadeh, Hamid Reza, Mohammad Reza Ekhtesassi (2002). Wind erosion: A study of the effect of soil physical and chemical properties on erosion susceptibility and its predictive direction in Yazd-Ardakan difficulty.

- Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, number 1, pp139- 152
4. Bolongaro-Crevenna, A., Torres-Rodríguez, V., Sorani, V., Frame, D., Ortiz, M.A.,(2005). Geomorphometric analysis for characterizing landforms in Morelos State, Mexico. *Geomorphology* 67, 407–422.
  5. Cooke, R.U., Warren, A. & Goudie, A. (1993). *Desert Geomorphology*. London: UCL Press, Ltd. 526 pp.
  6. Dehn, m., holger, g. and Richard, d. (2001). Principles of semantic modelling of landform structures, *computer and science*, 27: 1005-1010
  7. Ehsani, Amir Hoshang. (2010). Mega Yardong Geomorphometry of Lut, *Natural Geography Research*, No. 74
  8. Evenari, M. (1985). The desert environment. In: Evenari, M., Noy-Meir, I. & Goodall, D.W. (Eds), *Hot Deserts and Arid Shrublands, Part A*, pp. 1–22. New York, NY: Elsevier Science Publishing Company. pp. 365
  9. Etzelmqller, B., Sulebak, J.R., (2000). Developments in the use of digital elevation models in periglacial geomorphology and glaciology. *Physische Geographie*, vol. 41. Geographisches Institute der Universit7t Zqrich, pp. 35– 58
  10. Ehsani, Amir Houshang, Quiel, F, A (2009). semi-automatic method for analysis of landscape elements using Shuttle Radar Topography Mission and Landsat ETM+ data, *Computers & Geosciences* 35 , pp 373–389
  11. Fotouhi, Farzaneh. Hamidreza Azimzadeh, Mohammad Reza Ekhtesasi & Ali Talebi (2010). Investigation of Hazard Reduction of Arid Landscapes Due to Desert Pavement and its Impact on Adaptation Erosion and Wind Erosion Threshold Speed (Case Study: Part of Yazd-Ardakan Plain, First National Desert Conference, Opportunities and Threats. Birjand University.
  12. Gorabi, Abolghasem, Mostafa Karimi (2012). A New Method to Extract Alluvial Cones from Digital Elevation Modeling, *Quantitative Geomorphology Research*, No. 3, pp. 89- 100
  13. Hengl, T., Reuter, H, *Development in Soil Science*, Vol 33. Geomorphometry.(2009) - Napieralski.J, Nalepa.N ,2010, The application of control charts to determine the effect of grid cell size on landform morphometry, *Computers & Geosciences* ,36, pp.222–230
  14. Jamieson, S.S.R., Sinclair, H.D., Kirstein, L.A., Purves, R.S., (2004), Tectonic Forcing of Longitudinal Valleys in the Himalaya: Morphological Analysis of the Ladakh Batholith, North India, *Geomorphology* 58, PP. 49– 65.
  15. Jenness, J., (200۲), Topographic Position Index (tpi\_jen.avx) Extension for ArcView 3.x, JennessEnterprises, Retrieved from: <http://www.jennessent.com>.
  16. Mahmoudi, Farajollah (1998). *Dynamic Geomorphology*, Payame Noor University

17. Pelletier, Jon D. How do pediments form?: A numerical modeling investigation with comparison to pediments in southern Arizona, USA, Department of Geosciences, University of Arizona, Geological Society of America, 2010
18. Pike, R.J., Dikau, R., 1995. Advances in geomorphometry. Z. Geomorphol., N.F. Suppl. Bd. 101, 238.
19. Pike, R.J., I.S. Evans and T. Hengl, (2009) Geomorphometry: A Brief Guide, Developments in Soil Science, Volume 33, chapture 1, Elsevier,
20. Shayan, Siavash, Ali Ahmad Abadi, Mojtaba Yamani, Manouchehr Farajzadeh Asl, Ehsanullah Kabir. (2012), Evaluation of Geomorphometric Indicators Performance by Wood Method in Dry Land Classification, Space Planning and Planning, Vol 16 - Number 5
21. Shayan, Siavash. (1991). Culture of Natural Geography, School Publications.
22. Summerell, G.K., Vaze, J., Tuteja, N.K., Grayson, R.B., Beale, G., Dowling, T.I., (2005). Delineating the major landforms of catchments using an objective hydrological terrain analysis method. Water Resources Research 41, 1-12 (W12416).
23. Tazeh, Mehdi; Gholamreza Zahhtabian; Hasan Ahmadi; Ali Akbar Nazari Samani & Amiroushang Ehsani (2014). Determination of the most important granulometric parameters of desert pavement in different types of plain head (Case Study: Khazrabad), Quantitative Geomorphology Research, No. 2, pp. 31-43
24. Tazeh, Mehdi; Gholamreza Zahhtabian, Hasan Ahmadi, Ali Akbar Nazari Samani, Amir Hooshang Ehsani (2013). Determine the most suitable plot size for the sample of paving the desert, Quantitative Geomorphology Research, No. 4, pp. 61-72
25. Wood, J., (1996). The Geomorphological Characterization of Digital Elevation Models, in Department of Geography, Leicester: University of Leicester, UK.

## Classification of pediments based on a geomorphometric approach in Ashkezar zone, Yazd

**Ali Ahmadabadi**, Assistant Professor, Department of Geomorphology, Faculty of Geographical Sciences, Kharazmi University of Tehran

**Masoomeh Hashemi\***, Ph.D. student of geomorphology, Faculty of Geographical Sciences, Kharazmi University of Tehran

---

Received: 29-10-2018

Accepted: 03-09-2019

---

### Abstract

Pediments are one of the most important natural formations whose identification and classification helps to make geomorphological maps. In general, pediments are divided into three types: eroded, mantled, and covered. The dominant approach in identifying types of plains is the visual interpretation of low-velocity aerial and satellite data and dependency on the interpreter's background knowledge. Nowadays, a geomorphometric approach based on measuring geomorphological forms can help to identify landforms. In this research, based on the geomorphometric approach and using the ASTERGDEM digital elevation model, the curvature indices and the RTP index of various plains in Ashkezar area of Yazd are identified and extracted. The results show that the geomorphometric indices including profile curvature, planimetric curvature, longitudinal curvature and general curvature have a good resolution to differentiate the different types of plains from one another. Due to the differences among the calculated mean values for the mentioned parameters, it is possible to classify pediments. Of the parameters studied, In addition, the profile and planimetric curvatures and the RTP index the most accurate parameters for the classification of pediments.

**Keywords:** Ashkezar, Geomorphometric parameter, Pediment, RTP index.

---

\* Corresponding Author Email: Masoomehhashemi66@gmail.com