

صص ۸۱-۹۵

## ارتباط بین سازندهای زمین شناسی و فرم منحنی میزان نقشه‌های توپوگرافی در بخشی از البرز شمالی و جنوبی

عیسی جوکار سرهنگی\*

دانشیار دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، گروه جغرافیا، دانشگاه مازندران، ایران

منصور بخشی

کارشناس ارشد هیدروژئومورفولوژی، دانشگاه مازندران، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۰/۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۴/۳۰

### چکیده

تهیه نقشه‌های ژئومورفولوژی مستلزم صرف وقت و هزینه‌های زیاد برای جمع آوری اطلاعات در زمینه‌های مواد مادری و لند فرم‌هاست. ثبت ویژگی‌های مواد مادری در نقشه‌های ژئومورفولوژی معمولاً بر اساس نقشه‌های زمین‌شناسی، عملیات صحرائی و تفسیر عکس‌های هوایی صورت می‌گیرد؛ اما با توجه به اینکه مقاومت سنگ‌ها در برابر فرسایش متفاوت است، شناسایی و تفکیک آن‌ها به کمک نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ و با مطالعه فرم منحنی میزان امکان‌پذیر می‌باشد. هدف از این پژوهش شناسایی فرم‌های منحنی میزان نقشه‌های توپوگرافی به کمک تفسیر بصری و یافتن ارتباط آن با سازندهای زمین‌شناسی منطقه در بخشی از البرز شمالی و جنوبی است. برای این منظور، فرم‌های منحنی میزان موجود شامل منحنی صاف، سینوسی ساده، سینوسی بلند و کشیده، سینوسی متراکم و پنجه‌ای و همچنین منحنی پالسی در نقشه‌های توپوگرافی منطقه تفکیک و طبقه‌بندی شده و با نقشه سازندهای منطقه که به کمک نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی کشور تهیه شد، همپوشانی شد. برای تحلیل ارتباط بین آن‌ها از آزمون‌های آماری کای دو ( $\chi^2$ ) استفاده شده است. نتایج نشان داد که فرم‌های منحنی میزان سازندهای زمین‌شناسی منطقه در سطح ۰/۰۱ تفاوت معنی‌داری با یکدیگر دارند. فرم‌های منحنی میزان صاف و ساده در سنگ‌های سخت و مقاوم و فرم‌های سینوسی متراکم در سازندهای سست غلبه داشته و از مقدار مورد انتظار بیشتر هستند؛ بنابراین جنس سنگ در ایجاد فرم‌های خاص منحنی میزان نقشه‌های توپوگرافی منطقه مؤثر است و از آنجا که تشخیص این فرم‌ها در این نقشه‌ها به راحتی امکان‌پذیر است، می‌توان از نقشه‌های توپوگرافی برای تهیه اطلاعات مواد مادری نقشه‌های ژئومورفولوژی بهره گرفت.

واژگان کلیدی: فرم منحنی میزان، نقشه توپوگرافی، سازندهای زمین‌شناسی، آزمون کای دو ( $\chi^2$ )، البرز.

## مقدمه

نقشه‌های ژئومورفولوژی مهم‌ترین منابع اطلاعاتی در برنامه‌ریزی کاربری اراضی، کشاورزی، جنگلداری و طراحی و احیای سکونتگاه‌ها، ایجاد خطوط حمل و نقل و مهندسی آب بوده و بخشی از برنامه‌ریزی کاربردی چشم‌اندازها هستند (رائو، ۱۹۷۸؛ به نقل از شایان و همکاران، ۱۳۹۰: ۳۹). ژئومورفولوژیست‌ها بیشتر بر این نکته تأکید دارند که با تکنیکی خاص اشکال را به صورت مفصل‌تری نسبت به آنچه که در نقشه‌های توپوگرافی معمول است، نمایش دهند. به علاوه، در تفسیر منشأ و چگونگی تکوین بسیاری از چشم‌اندازهای ژئومورفولوژی دانستن جنس و ماهیت رسوبات، تفاوت‌های زمین‌شناسی مواد مادری و وسعت آن‌ها ضروری است (رامشت، ۱۳۷۵: ۲۱۴). در واقع، پایه مطالعات در تهیه نقشه‌های ژئومورفولوژی، نقشه سنگ‌شناسی است که اساس واحدهای ژئومورفولوژی را تشکیل می‌دهد. همین واحدهای سنگ‌شناسی است که برحسب اثر عوامل تخریب و فرسایش، تیپ‌ها و رخساره‌های متفاوتی را در هر واحد مشخص می‌کنند. در ایران مطالعات سنگ‌شناسی به شکل ویژه انجام نمی‌شود، بنابراین با استفاده از مطالعات و نقشه‌های زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰ موجود، نقشه‌ای با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ تهیه می‌کنند (احمدی، ۱۳۹۱: ۳۵۷). در واقع ثبت انواع سنگ‌ها در نقشه‌های ژئومورفولوژی بیشتر بر اساس نقشه‌های زمین‌شناسی صورت می‌گیرد؛ اما زمین‌شناسان بر اساس شاخص‌های متعددی چون نوع کانی تشکیل‌دهنده سنگ و یا دما و حرارتی که در آن به وجود آمده صدها نوع سنگ را طبقه‌بندی و نام‌گذاری می‌کنند. حجم و تراکم اطلاعات نقشه‌های زمین‌شناسی بسیار زیاد است. چنانچه این اطلاعات همگی به نقشه ژئومورفولوژی انتقال یابند، نقشه تولید شده آن قدر مترکم و شلوغ می‌شود که در عمل نمی‌توان از آن استفاده کرد. از طرفی با توجه به اهداف نقشه‌های ژئومورفولوژی، بخش عمده اطلاعات موجود در نقشه‌های زمین‌شناسی مورد نیاز نیست. جنس سنگ‌ها در اهداف ژئومورفولوژی اغلب از نظر مقاومت و فرسایش‌پذیری بررسی می‌شود. از این‌رو برای انتقال داده‌های سنگ‌شناسی باید بسیار خلاصه شوند و در چند گروه محدود طبقه‌بندی شوند (یمانی، ۱۳۹۲: ۹۷) در واقع طبقه‌بندی سنگ‌ها از نظر ژئومورفولوژی با زمین‌شناسی متفاوت است، زیرا در طبقه‌بندی سنگ‌ها در ژئومورفولوژی بیشتر به شکل توپوگرافی زمین‌ها و تأثیر مقاومت و جنس سنگ‌ها در شکل ناهمواری‌ها توجه می‌شود و حال آنکه زمین‌شناسی بیشتر به جنس سنگ‌ها نظر دارد. طبقه‌بندی سنگ‌ها در ژئومورفولوژی بیشتر از لحاظ تأثیر عوامل خارجی در فرسایش سنگ‌ها است که هر کدام دارای خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوتی هستند (نگارش، ۱۳۹۱: ۱۷). از طرفی کار نقشه‌برداری یک حرفه تخصصی است و هزینه بالایی را تحمیل می‌کند. البته عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای بخصوص در مواردی که به دلیل صعب‌العبور بودن راه‌ها، دسترسی به محل وجود نداشته باشد و یا به دلیل پوشش گیاهی فراوان، کمک شایانی خواهند بود و بازدیدهای میدانی نیز در بسیاری از موارد لازم و ضروری هستند. در قدیم برای شناسایی واحدهای سنگ‌شناسی و زمین‌شناسی، به صورت حضوری همه بخش‌های منطقه و از همه قسمت‌های آن نمونه‌برداری می‌شد که هزینه بر و زمان بر بود. امروزه به کمک فنون نوین سنجش از دور همراه با بازدید زمینی در راستای تکمیل روش‌های سنتی، تفکیک واحدهای

زمین‌شناسی بهتر، کامل‌تر و در زمان کمتری انجام می‌شود (برزگری دهج و همکاران، ۱۳۹۷: ۲). تفکیک مواد مادری در اراضی با مطالعه فرم منحنی میزان در نقشه‌های توپوگرافی روش جدیدی در تشخیص جنس اراضی است که اولین بار در ایران بکار گرفته شد (رامشت، ۱۳۸۴: ۱۳۰).

در پژوهش‌های خارجی، نقشه‌های ژئومورفولوژیکی سنتی از زمانی که عکس‌های هوایی موجود بودند، تهیه شدند. نقشه‌کشی ژئومورفولوژیکی در مقایسه با نقشه‌کشی زمین‌شناسی یک تکنیک نسبتاً جدید محسوب می‌شود (رائو، ۲۰۰۲). فرانسوی‌ها نقشه‌های ژئومورفولوژیکی را بر اساس عناصر ساختمانی- لیتولوژیکی ترسیم می‌کنند که اطلاعات زیادی درباره ارتباط بین فرم منحنی میزان‌ها و لایه‌های زیرین می‌دهد. از طرف دیگر نقشه‌های ژئومورفولوژیکی لهستانی‌ها که بر پایه فرم منحنی میزان‌ها بود، اطلاعات زیادی درباره توسعه ناهمواری‌ها می‌دهند؛ اما ارتباط با ساختارهای زمین‌شناسی را نمایش نمی‌دهند. همکاری و هم‌ترازی بین این دو روش باعث تولید نقشه‌هایی می‌شود که دارای اطلاعات ساختمانی- لیتولوژیکی و در مواردی نیز اطلاعات ساختمانی هستند (گوستاوسون، ۲۰۰۵). (هیبرن ۲۰۱۹) با بررسی نقش ژئومورفولوژی در نقشه‌برداری و مدل‌سازی زمین‌شناسی مهندسی نتیجه گرفت که تا به حال ارزیابی ژئومورفولوژیک بایستی به جزء مهمی از بررسی و مدل‌سازی زمین‌شناسی مهندسی تبدیل می‌شد. هرچند برای استفاده از آن نگرانی‌هایی وجود دارد، اما رویه‌های اصلی را برای توسعه رویکردهای فراگیر ژئومورفولوژیکی پیشنهاد کرده است. نقشه ژئومورفولوژی ایران را برای نخستین بار ثروتی و همکاران (۱۳۸۱) در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ در زمره مجموعه‌ای از نقشه‌های منطقه خاور نزدیک در دانشگاه توپینگن آلمان تهیه و منتشر کردند. این نقشه با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی، عکس‌های هوایی، تصاویر ماهواره‌ای، مقالات و کتب محدود درباره ژئومورفولوژی و تا حدودی مطالعات روی زمین تهیه شد. رامشت (۱۳۸۴) در مطالعات خود پیرامون نقشه‌های ژئومورفولوژی عنوان کرد که نقشه‌های توپوگرافی مبنای تحلیل سه رکن از ارکان نمادین در نقشه‌های ژئومورفولوژی یعنی فرم‌های اراضی، فرایند و جنس مواد مادری قرار می‌گیرد. با تمسک به فرم خطوط در نقشه‌های توپوگرافی می‌توان جنس اراضی را تشخیص داد و داده‌های مورد نیاز نقشه‌های ژئومورفولوژی را فراهم آورد. این اطلاعات این امکان را فراهم می‌آورد که بدون بازدیدهای زمینی و یا حتی بدون بهره‌مندی از تصاویر هوایی و نقشه‌های زمین‌شناسی بتوانیم در بعضی از موارد تا ۸۰ درصد از داده‌های مورد نیاز نقشه‌های ژئومورفولوژی را فراهم کنیم. رجبی (۱۳۸۷) در پژوهشی با عنوان تجزیه و تحلیل لند فرم‌ها بر اساس عکس‌های هوایی و نقشه‌های توپوگرافی با ذکر مثال‌های موردی از آذربایجان نتیجه گرفت که در نقشه‌های توپوگرافی با مشاهده و تجزیه و تحلیل فرم خطوط منحنی میزان می‌توان لند فرم‌ها و فرایندهای ژئومورفیک به وجود آورنده آن را مشخص نموده و با توجه به مجموعه اشکال حتی سیستم‌های فرسایشی حاکم بر نواحی را تعیین کرد. باقرپور (۱۳۹۳) با استفاده هم‌زمان از نقشه زمین‌شناسی و توپوگرافی و با کمک تکنیک سنجش از دور و نرم‌افزار ArcGIS بر اساس توابع همپوشانی نقشه ژئومورفولوژی برای منطقه کردند واقع در شمال شرقی ایران را تهیه کرده است. جعفری و رستم خانی (۱۳۹۴) تحولات کواترنری دره‌های کوهستانی را با استفاده از خطوط منحنی میزان در

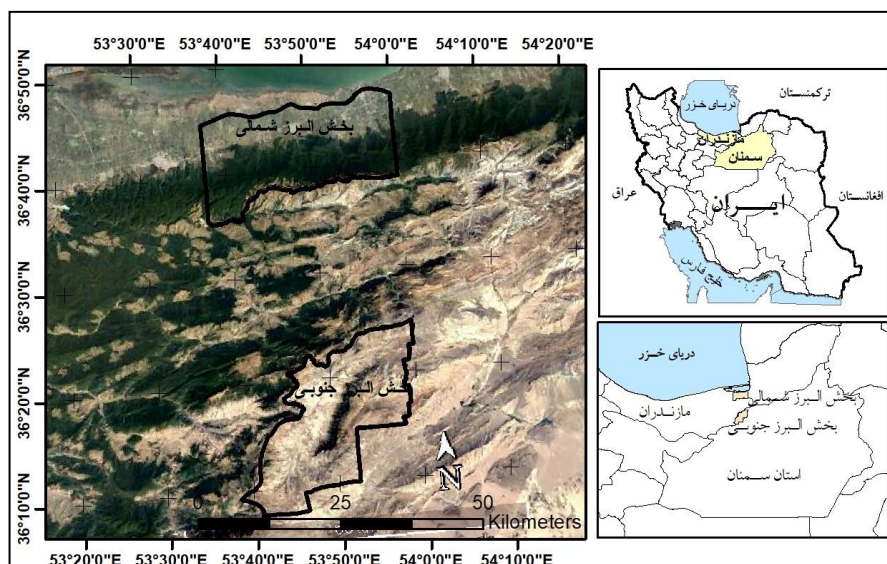
ارتفاعات سبلان مورد بررسی قرار دادند. در این مقاله، سعی شد از طریق روش‌های کلاسیک و تحلیل‌های ریاضی و با استفاده از ضریب خمیدگی خطوط منحنی میزان اصلی با فواصل ارتفاعی ۲۰۰ متری و در صورت نیاز با فاصله‌های کمتر (۵۰ متر)، به شناسایی قسمتی از کوهستان پرداخته شود که نشان‌دهنده محل تمرکز فرایندهای ژئومورفولوژی در طی زمان بوده است.

تاکنون پژوهش‌های زیادی در خصوص حساسیت سازندهای زمین‌شناسی به فرسایش نوشته شده است که از جمله آن‌ها می‌توان به فتحی زاد و همکاران (۱۳۹۵)، غیائی و همکاران (۱۳۹۶) و ایلدرمی و سپهری (۱۳۹۷) اشاره نمود. با این وجود از نتایج این پژوهش‌ها برای تهیه نقشه‌های سنگ‌شناسی و مواد مادری نقشه‌های ژئومورفولوژی استفاده چندانی صورت نگرفته است. از این‌رو، مقاله حاضر جز اولین تلاش‌هایی است که به‌طور موردی به ارتباط بین سازندهای زمین‌شناسی و فرم منحنی میزان نقشه‌های توپوگرافی پرداخته و داده نیز تولید کرده است. همچنین در این پژوهش از روش آمار استنباطی استفاده شده که در موضوع تعیین فرم‌های منحنی میزان و امکان استفاده از آن در تشخیص جنس اراضی یک منطقه، بی‌سابقه است. با توجه به اینکه تهیه اطلاعات مواد مادری برای نقشه‌های ژئومورفولوژی منطقه که بخشی از کوه‌های البرز شمالی و جنوبی در شمال ایران را شامل می‌شود، به دلیل وسعت زیاد آن، تنوع و شدت ناهمواری‌ها و همچنین وجود پوشش گیاهی انبوه در بخش البرز شمالی به‌راحتی مقدور نیست و از طرفی، طبقه‌بندی سنگ‌ها در نقشه‌های ژئومورفولوژی با نقشه‌های زمین‌شناسی متفاوت است و سنگ‌ها نیز در برابر عوامل فرسایش تفاوت‌هایی را نشان می‌دهند که امکان شناسایی آن‌ها را در نقشه‌های توپوگرافی فراهم می‌سازد، هدف از پژوهش حاضر یافتن ارتباط بین سازندهای زمین‌شناسی و فرم منحنی میزان نقشه‌های توپوگرافی و به‌کارگیری آن در تشخیص و تفکیک سازندها در دو بخش آب و هوایی متفاوت البرز شمالی و جنوبی است. لازم به ذکر است که تعیین جنس سنگ با استفاده از فرم منحنی‌های میزان، زمینه‌ای جدید و کاربردی به‌منظور شناخت و مطالعه بهتر شرایط سنگ‌شناسی و ژئومورفولوژی در سال‌های اخیر محسوب می‌شود.

### موقعیت منطقه مورد مطالعه

با توجه به وسعت بسیار زیاد ایران و تنوع و گوناگونی آب و هوا و پوشش سطح زمین، منطقه مورد مطالعه در بخشی از البرز شمالی و جنوبی در استان‌های مازندران و سمنان انتخاب شده است. انتخاب این محدوده‌ها با در نظر گرفتن وجود اطلاعات و داده‌های مورد نیاز و همچنین قابلیت دسترسی صورت پذیرفت. منطقه مطالعاتی در بخش البرز شمالی از نظر موقعیت جغرافیایی بین ۲۵' ۳۵" تا ۳۶° ۴۷' عرض شمالی و ۳۵' ۳۷" تا ۵۳° ۱" طول شرقی واقع گردیده است. این بخش از منطقه مورد مطالعه که در شرق استان مازندران واقع است، ۴۹۸۷۲ هکتار وسعت دارد و از شمال به جلگه خزر، از شرق به استان گلستان، از غرب به شهرستان بهشهر و از جنوب به کوه‌های البرز میانی محدود می‌باشد. این بخش بیشتر پوشیده از جنگل است. بخش البرز جنوبی با وسعتی معادل ۵۰۸۱۳ هکتار از کوه بادله و جنوب جنگل اروست شروع شده و به شمال جاده دامغان - سمنان ختم می‌گردد و از نظر موقعیت جغرافیایی بین (۳۲' ۷" تا ۳۶° ۴۶')

۳۶° ۲۴' عرض شمالی و ۵۳° ۳۸' ۳۵" تا ۵۴° طول شرقی واقع شده است (شکل ۱). این بخش از منطقه در قسمت شمالی از کوه‌های موازی با روند شرقی- غربی تشکیل شده است. معروف‌ترین آن‌ها چاه دره به ارتفاع ۳۰۵۰ متر و بادله کوه به ارتفاع ۳۲۰۱ متر از سطح دریا هستند. بخش عمده آب‌های جاری در دامنه‌های جنوبی وارد رود آستانه چشمه‌علی دامغان می‌شود. در حالی که جنوب آن، کاملاً خشک و در حاشیه کویر قرار گرفته است.



ماخذ: نگارندگان

شکل ۱: نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه

## روش پژوهش

از آنجا که هدف پژوهش حاضر یافتن میزان ارتباط بین سازندهای زمین‌شناسی (که خود از واحدهای مختلف سنگ‌شناسی تشکیل می‌شود) با فرم منحنی میزان نقشه‌های توپوگرافی منطقه مورد مطالعه است، سعی شد از عناصر موجود در این نقشه‌ها به‌خصوص فرم خطوط منحنی و مقایسه آن‌ها با جنس سنگ‌ها در نقشه‌های زمین‌شناسی استفاده گردد. برای این منظور، ابتدا نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ حاصل از DGN فایل‌های مربوط به بخش البرز شمالی شامل شیت‌های NE۶۷۶۳۲، NW۶۷۶۳۲ و NE۶۷۶۳۳ و همچنین در بخش البرز جنوبی شیت‌های SE۶۷۶۲۱، SW۶۷۶۲۱، NE۶۷۶۲۱، NW۶۷۶۲۲، NE۶۷۶۲۳ و SE۶۷۶۲۴ از سازمان نقشه‌برداری کشور تهیه و موزاییک گردیدند. سپس فرم‌های موجود خطوط در نقشه‌های مذکور شامل فرم‌های منحنی صاف، سینوسی ساده، سینوسی بلند و کشیده، سینوسی متراکم و پنجه‌ای و سرانجام منحنی پالسی با تفسیر بصری شناسایی، تفکیک و طبقه‌بندی شدند. در مرحله بعد، نقشه سازندهای زمین‌شناسی منطقه با استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ به‌شهر و کیاسر از سازمان زمین‌شناسی کشور آماده و به‌صورت رقومی لایه‌های آن‌ها در محیط ArcGIS تهیه (شکل‌های ۲ و ۳) و تلفیق شده است. برای تحلیل ارتباط بین آن‌ها از آزمون‌های آماری کای دو ( $\chi^2$ ) استفاده گردید. آزمون کای دو یک آزمون نا

پارامتری است که برای بررسی رابطه بین دو متغیر به کار می‌رود. در واقع استقلال دو متغیر را مورد بررسی قرار می‌دهد تا نشان دهد که آیا تفاوت بین فراوانی‌های مشاهده شده و فراوانی‌های مورد انتظار، واقعی و معنی‌دار است یا ناشی از شانس و تصادف می‌باشد. کای دو تنها آزمون موجود برای آزمون هم‌قواری در مورد متغیرهای مقیاس اسمی با بیش از دو مقوله است، بنابراین کاربرد خیلی بیشتری نسبت به آزمون‌های دیگر دارد (افشانی، ۱۳۸۷، ۷۷). این آزمون می‌تواند همخوانی فراوانی موارد انتظار و فراوانی مشاهده شده را باهم مقایسه کند، به شرط این که هیچ‌کدام از فراوانی‌های مورد انتظار، از ۵ کمتر نباشد. شکل توزیع کای دو برای مقادیر مختلف تابع درجه آزادی است. برای اجرای این آزمون، مراحل زیر انجام شده است (بی‌همتا و زارع چاهوکی، ۱۳۹۴، ۱۴۲):

- طبقه‌بندی اطلاعات؛

- محاسبه فراوانی‌های مورد انتظار بر اساس اطلاعات جمع‌آوری شده؛

- بیان فرض صفر به این صورت که بین فراوانی‌های مشاهده شده و فراوانی‌های مورد انتظار تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

- محاسبه آماره  $\chi^2$  با استفاده از فرمول مناسب که در این پژوهش از رابطه ۱ استفاده شده است:

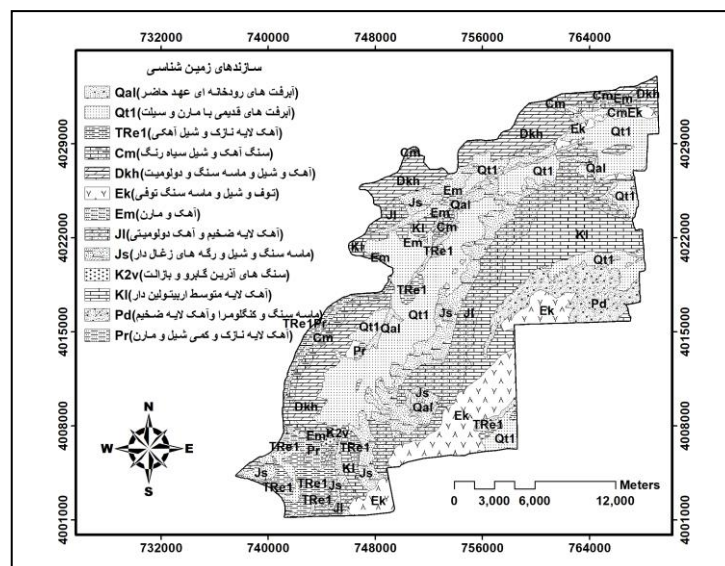
$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e} \quad (\text{رابطه ۱})$$

که در آن  $f_o$ : فراوانی مشاهده شده،  $f_e$ : فراوانی مورد انتظار و  $k$ : تعداد دسته‌هاست.

- تعیین احتمال اشتباه و محاسبه درجه آزادی؛

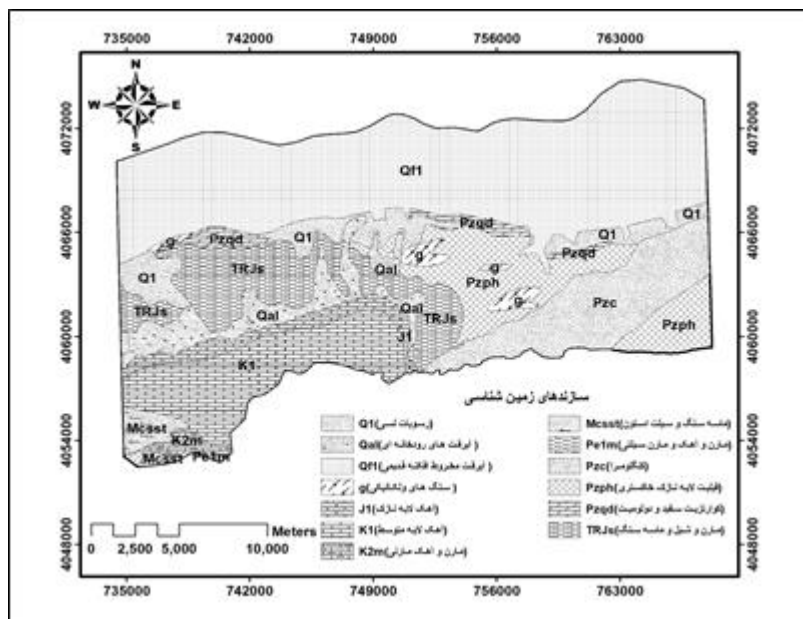
- استخراج  $\chi^2$  جدول با توجه به سطح معنی‌داری و درجه آزادی؛

- مقایسه  $\chi^2$  محاسبه شده و تصمیم‌گیری در مورد رد یا تأیید فرض صفر.



ماخذ: نقشه زمین‌شناسی بهشهر

شکل ۲: نقشه سازندهای زمین‌شناسی منطقه در بخش البرز شمالی

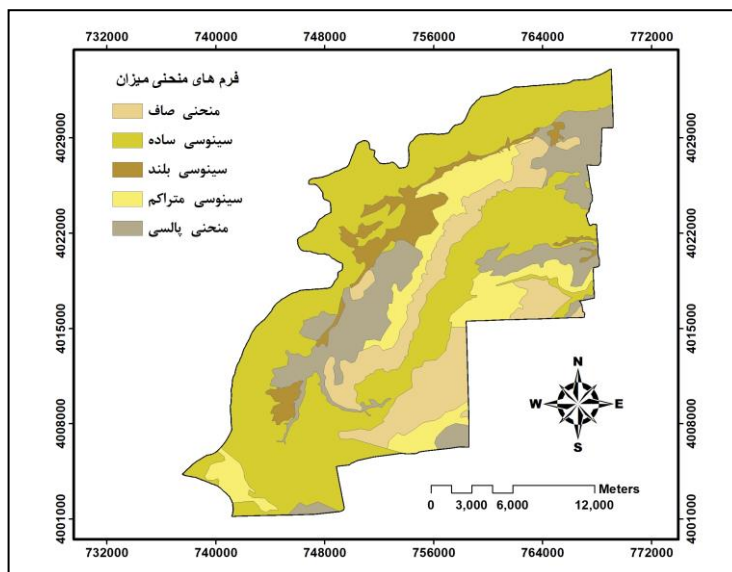


ماخذ: نقشه زمین شناسی کياسر

شکل ۳: نقشه سازندهای زمین شناسی منطقه در بخش البرز جنوبی

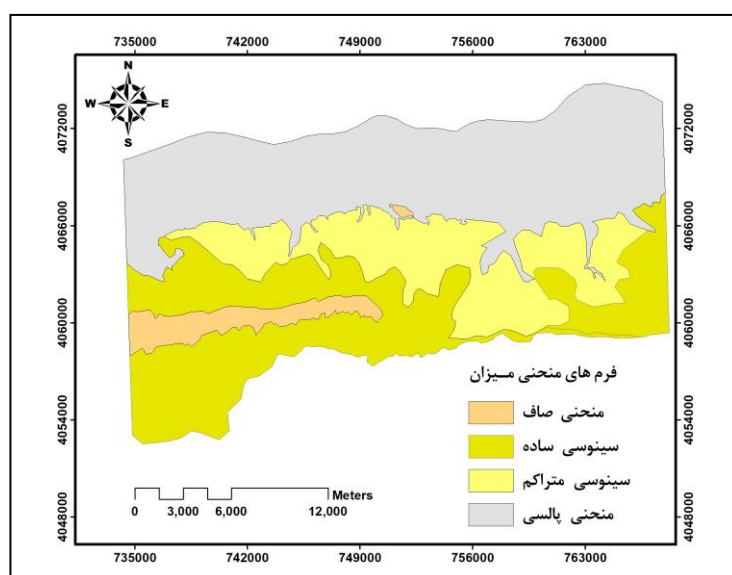
## یافته‌ها

برای تهیه نقشه فرم‌های منحنی میزان در منطقه از نقشه‌های توپوگرافی که شماره آن‌ها در روش پژوهش آمده، بهره گرفته شد. با تعیین حدود فرم‌های منحنی میزان در منطقه مورد مطالعه پنج فرم صاف، سینوسی ساده، سینوسی بلند و کشیده، سینوسی متراکم و پنجه‌ای و سرانجام منحنی پالسی تشخیص داده شدند. با تفکیک و تعیین حدود این فرم‌ها، نقشه پراکنش فرم‌های منحنی میزان در هر یک از بخش‌های مورد مطالعه تهیه گردید (شکل‌های ۴ و ۵). در بخش البرز شمالی فرم صاف ۲۲۸۴ هکتار، فرم سینوسی ساده ۱۵۷۲۳ هکتار، فرم سینوسی متراکم و پنجه‌ای ۱۰۳۵۸ هکتار و فرم پالسی ۲۱۵۰۷ هکتار از مساحت آن را به خود اختصاص داده‌اند. فرم سینوسی بلند و کشیده در این بخش از منطقه مورد مطالعه مشاهده نشده است؛ اما بیشترین فراوانی فرم‌ها در بخش البرز جنوبی مربوط به فرم سینوسی ساده است که ۲۵۵۴۶ هکتار از سطح آن را به خود اختصاص داده و پس از آن به ترتیب فرم پالسی ۸۱۸۷ هکتار، فرم صاف ۷۸۳۷ هکتار، فرم سینوسی متراکم و پنجه‌ای ۶۳۱۶ هکتار و فرم سینوسی بلند و کشیده در ۲۹۲۷ هکتار از سطح منطقه مشاهده شده‌اند. بدین ترتیب فرم سینوسی ساده در بخش البرز جنوبی با ۵۰/۲۸ درصد و فرم پالسی در البرز شمالی با ۴۳/۱ درصد بیشترین فراوانی را داشته و شکل غالب فرم‌های منحنی میزان در منطقه می‌باشند.



ماخذ: نگارندگان

شکل ۴: نقشه فرم‌های منحنی میزان در بخش البرز شمالی



ماخذ: نگارندگان

شکل ۵: نقشه فرم‌های منحنی میزان در بخش البرز جنوبی

نتایج همپوشانی و ارتباط فرم‌های منحنی میزان با جنس سنگ‌ها در بخش البرز شمالی و جنوبی در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است. با بررسی جدول ۱ در می‌یابیم که فرم منحنی میزان صاف در بخش البرز شمالی بیشتر در سنگ‌های آهکی J1 (۷۱۵ هکتار) و K1 (۴۵۸ هکتار) مشاهده شده که بیانگر فرسایش‌پذیری کمتر این سنگ‌ها است. تصویری از این سنگ‌ها در منطقه و ایجاد فرم منحنی میزان صاف در شکل ۶ آمده است. شایان ذکر است، وجود فرم منحنی صاف در سنگ‌های با جنس Qal به دلیل سن کمتر آن و حضور پوشش گیاهی انبوه جنگلی در منطقه است که سبب کاهش فرسایش‌پذیری آن گردیده است. در سنگ‌های J1 و K1 که مقاوم‌تر هستند، فرم منحنی میزان سینوسی متراکم و



پنجه‌ای مشاهده نشده است؛ اما این فراوانی در سنگ‌های Pzph و Pzc به ترتیب ۲۸۹۱ و ۲۶۱۵ هکتار است که بیانگر حساسیت این سنگ‌ها در برابر عوامل فرسایش می‌باشد. به همین دلیل فرم منحنی میزان صاف در این سنگ‌ها دیده نشده است. فرم منحنی میزان سینوسی ساده در سنگ‌های K1 (آهک لایه متوسط) و TRjs (مارن و شیل‌های آهکی و ماسه‌سنگ) نیز قابل توجه است (شکل ۷).

بررسی جدول ۲ نشان می‌دهد که بیشترین سطح فرم منحنی صاف بخش البرز جنوبی در سنگ‌های J1 با ۲۹۲۹ هکتار و Ek با ۲۰۶۲ هکتار مشاهده شده که مقاوم‌تر هستند. نتایج پژوهش رامشت (۱۳۸۴) نیز نشان داد سنگ‌های آهکی توده‌ای با لایه‌بندی ضخیم در نقشه‌های توپوگرافی سبب ایجاد منحنی صاف می‌شود. در مقابل فرم منحنی صاف در سنگ‌های Em، Dkh، Cm و K2v و Pr دیده نشده است. بیشترین سطح اشغال فرم منحنی سینوسی ساده در سنگ‌های K1 و Dkh به ترتیب با ۵۱۳۶ و ۵۱۲۷ هکتار مشاهده شده است که می‌تواند بیانگر فرسایش‌پذیری نسبتاً بیشتر این سنگ‌ها باشد. بیشترین فرم سینوسی بلند و کشیده نیز به ترتیب در سنگ‌های Qt1 و Qal با ۱۹۲۰ و ۵۳۶ هکتار بوده و در سنگ‌های K2v و Pr مشاهده نشده است. بیشترین فرم منحنی میزان سینوسی متراکم و موج‌دار و پنجه‌ای نیز به ترتیب در سنگ‌های Js، Ek و Qt1 به ترتیب با ۱۹۱۸، ۱۳۱۹ و ۱۲۹۳ هکتار پوشش سطحی دیده می‌شوند که می‌تواند بیانگر حساسیت زیاد این سنگ‌ها در برابر عوامل فرسایش باشد. سرانجام، فرم منحنی میزان پالسی در سنگ‌های Qt1 با ۶۷۵۴ هکتار بیشترین سطح را به خود اختصاص داده است (شکل ۸).

جدول ۱: مقادیر مشاهده شده مساحت (به هکتار) و درصد مساحت فرم‌های منحنی میزان در منطقه البرز شمالی

مجموع	جنس سنگ													فرم منحنی میزان
	TRJs	Qf1	Qal	Q1	Pzqd	Pzph	Pzc	Pelm	Mcsst	K2m	K1	J1	g	
۲۲۸۴	۱۳۵	۳	۸۵۹	۹۱	۲۳	۰	۰	۰	۰	۰	۴۵۸	۷۱۵	۰	فرم صاف
۱۰۰٪	۵/۹٪	۰/۱٪	۳۷/۶٪	۴٪	۱٪	۰٪	۰٪	۰٪	۰٪	۰٪	۲۰٪/۱	۳۱/۳٪	۰٪	
۱۵۷۲۳	۳۳۷۲	۱۳	۱۳۰۶	۵۱۱	۱۳	۱۸۹۲	۲۱۴۱	۳۴	۷۰۹	۳۸۳	۴۶۷۱	۶۶۲	۱۶	فرم سینوسی ساده
۱۰۰٪	۲۱/۴٪	۰/۱٪	۸/۳٪	۳/۳٪	۰/۱٪	۱۲٪	۱۳/۶٪	۰/۲٪	۴/۵٪	۲/۴٪	۲۹/۷٪	۴/۲٪	۰/۱٪	
۱۰۳۵۸	۱۷۴۹	۶۷	۵۳۲	۱۲۳۴	۶۳۸	۲۸۹۱	۲۶۱۵	۰	۰	۰	۰	۰	۶۳۲	فرم سینوسی متراکم و پنجه‌ای
۱۰۰٪	۱۶/۹٪	۰/۶٪	۵/۱٪	۱۱/۹٪	۶/۲٪	۲۷/۹٪	۲۵/۲٪	۰٪	۰٪	۰٪	۰٪	۰٪	۶/۱٪	
۲۱۵۰۷	۱۳	۱۹۸۰۸	۴	۱۰۲۲	۲۵۹	۲۹۷	۸۲	۰	۰	۰	۰	۰	۲۲	فرم پالسی
۱۰۰٪	۰/۱٪	۹۲/۱٪	۰٪	۴/۸٪	۱/۲٪	۱/۴٪	۰/۴٪	۰٪	۰٪	۰٪	۰٪	۰٪	۰/۱٪	
۴۹۸۷۲	۵۲۶۹	۱۹۸۹۱	۲۷۰۱	۲۸۵۸	۹۳۳	۵۰۸۰	۴۸۳۸	۳۴	۷۰۹	۳۸۳	۵۱۲۹	۱۳۷۷	۶۷۰	مجموع
۱۰۰٪	۱۰/۶٪	۳۹/۹٪	۵/۴٪	۵/۷٪	۱/۹٪	۱۰/۲٪	۹/۷٪	۰/۱٪	۱/۴٪	۰/۸٪	۱۰/۳٪	۲/۸٪	۱٪/۳	

ماخذ: نگارندگان

g: سنگ‌های ولکانیکی اسیدی و حد واسطه، J1: آهک لایه نازک، K1: آهک لایه متوسط، K2m: مارن و آهک مارنی Mcsst: ماسه‌سنگ و سیلت استون، Pelm: مارن و آهک و مارن سیلتی، Pzc: کنگلومرا Pzph: فیلیت لایه نازک خاکستری، Pzqd: کوآرتزیت سفید و دولومیت شیل، Q1: رسوبات لسی، Qal: آبرفت‌های رودخانه‌ای عهد حاضر، Qf1: آبرفت‌های مخروط افکنه ای قدیمی و TRjs: مارن و شیل و ماسه‌سنگ.

**جدول ۲:** مقادیر مشاهده شده مساحت (به هکتار) و درصد مساحت فرم‌های منحنی میزان در البرز جنوبی

مجموع	جنس سنگ													فرم منحنی میزان
	TReI	QtI	Qal	Pr	Pd	KI	K2v	Js	JI	Em	Ek	Dkh	*Cm	
۷۸۳۷	۲۱۲	۲۰۳	۵	۰	۸۲۷	۵۰۰	۰	۱۰۹۹	۲۹۲۹	۰	۲۰۶۲	۰	۰	فرم صاف
۱۰۰٪	٪۲/۷	٪۲/۶	٪۰/۱	۰٪	٪۱۰/۶	٪۶/۴	۰٪	٪۱۴	٪۳۷/۴	٪۰	٪۲۶/۳	۰٪	۰٪	
۲۵۵۴۶	۱۶۴۷	۲۲۹۴	۵۲	۹۳۰	۸۶۴	۵۱۲۷	۳۶	۳۰۶۸	۳۲۳۴	۳۱۶	۱۲۹۹	۵۱۳۶	۱۵۴۳	فرم سینوسی ساده
۱۰۰٪	٪۶/۴	٪۰/۹	٪۰/۲	٪۳/۶	٪۳/۴	٪۲۰/۱	٪۰/۱	٪۱۲	٪۱۲/۷	٪۱/۲	٪۵/۱	٪۲۰/۱	٪۶	
۲۹۲۷	۲۰	۱۹۲۰	۵۳۶	۰	۲۵	۱۶۵	۰	۱۴۵	۳	۷۲	۱۷	۱۰	۱۴	فرم سینوسی بلند و کشیده
۱۰۰٪	٪۰/۷	۶۵٪/۱۶	۱۸٪/۳	۰٪	۰٪/۹	۵٪/۱۶	۰٪	۵٪/۱۰	۰٪/۱	۲٪/۱۵	۰٪/۱۶	۰٪/۳	٪۰/۱۵	
۶۳۱۶	۴۱۷	۱۲۹۳	۳۹	۰	۱۱۱۸	۱۲	۰	۱۹۸۲	۱۳۶	۰	۱۳۱۹	۰	۰	فرم سینوسی متراکم و موجدار و پنجه‌ای
۱۰۰٪	٪۶/۱۶	۲۰٪/۱۵	٪۰/۱۶	۰٪	٪۱۷/۷	٪۰/۲	۰٪	٪۳۱/۴	٪۲/۲	۰٪	٪۲۰/۹	۰٪	۰٪	
۸۱۸۷	۱۹	۶۷۵۴	۱۷۴	۰	۳۲۰	۲۹۸	۲	۲۸۲	۵۱	۰	۲۶۴	۲۳	۰	فرم پالسی
۱۰۰٪	٪۰/۲	٪۸۲/۵	٪۲/۱	۰٪	٪۳/۹	٪۳/۶	۰٪	٪۳/۴	٪۰/۱۶	۰٪	٪۳/۲	٪۰/۳	۰٪	
۵۰۸۱۳	۲۳۱۵	۱۲۴۶۴	۸۰۶	۹۳۰	۳۱۵۴	۶۱۰۲	۳۸	۶۵۷۶	۶۳۵۳	۳۸۸	۴۹۶۱	۵۱۶۹	۱۵۵۷	مجموع
۱۰۰٪	٪۴/۱۶	٪۲۴/۵	٪۱/۶	٪۱/۸	٪۶/۲	٪۱۲	٪۰/۱	٪۱۲/۹	٪۱۲/۵	٪۰/۸	٪۹/۸	٪۱۰/۲	٪۲/۱	

ماخذ: نگارندگان

\*Cm: سنگ آهک و شیل سیاه رنگ، Dkh: آهک و شیل و ماسه‌سنگ و دولومیت، Ek: توف و شیل و ماسه‌سنگ توفی، Em: آهک و مارن، JI: آهک لایه ضخیم و آهک دولومیتی، Js: ماسه‌سنگ و شیل و رگه‌های زغال‌دار، K2v: سنگ‌های آذرین گابرو و بازالت، KI: آهک لایه متوسط اربیتولین دار، Pd: ماسه‌سنگ و کنگلومرا و آهک لایه نازک و کمی شیل و مارن، Qal: آبرفت‌های رودخانه‌ای عهد حاضر، QtI: آبرفت‌های قدیمی با مارن و سیلت و TReI: آهک لایه نازک و شیل آهکی.



ماخذ: نگارندگان

**شکل ۶:** آهک‌های ضخیم لایه در بخش البرز شمالی که در نقشه توپوگرافی سبب ایجاد میزان منحنی‌های صاف شده است.



ماخذ: نگارندگان

**شکل ۷:** مارن و شیل‌های آهکی و ماسه‌سنگ (TRJs) در بخش البرز شمالی که در نقشه توپوگرافی سبب ایجاد فرم منحنی سینوسی ساده شده است.



ماخذ: نگارندگان

**شکل ۸:** آبرفت‌های قدیمی با مارن و سیلت دارای سطوح نیمرخ مقعر در بخش البرز جنوبی که حاصل عملکرد آب به صورت غیرمتمرکز است و با چشم‌انداز دشتی و هرز آب‌های کوچک در نقشه توپوگرافی فرم میزان منحنی پالسی دارد.

برای بررسی معنی‌داری تغییرات فرم‌های منحنی میزان در سازندهای زمین‌شناسی منطقه نیز مقدار کای دو  $\chi^2$  محاسبه شده است که نتایج آن در جداول ۳ و ۴ ارائه شده است. همچنین مقادیر مورد انتظار مساحت هریک از فرم‌های منحنی میزان در سازندهای مختلف دو بخش البرز شمالی و جنوبی محاسبه و در جداول ۵ و ۶ ارائه شده است. همان‌طور که در جداول ۳ و ۴ مشاهده می‌شود، با توجه با اینکه مقدار بحرانی  $\chi^2$  به کمک برنامه spss محاسبه و رقم‌های  $70062/35$  برای البرز شمالی و  $48788/20$  برای البرز جنوبی به دست آمده در سطح معنی‌داری  $0/01$  بیانگر آن است که فرم‌های منحنی میزان در سنگ‌های موجود در منطقه تفاوت معنی‌داری دارد. مطالعات قبلی نیز نشان‌دهنده نقش تعیین کننده و تأثیرگذار جنس سنگ در میزان فرسایش و در نتیجه شکل‌گیری فرم‌های خاص منحنی میزان می‌باشد. سادیکی و فالح (۲۰۰۷) جنس سنگ را از عوامل مؤثر بر فرسایش معرفی کرده و علت این امر را مقاومت متفاوت سنگ‌ها در مقابل فرسایش می‌داند. بعلاوه میزان فرسایش را در رخساره‌های مختلف فرسایشی، متفاوت می‌داند که باید در تعیین میزان فرسایش مد نظر قرار گیرد. رامشت (۱۳۸۴) و رجبی (۱۳۸۷) نیز در مطالعات خود تأثیر جنس سنگ در ایجاد فرم‌های خاص منحنی میزان را مورد مطالعه قرار داده و تأیید نموده‌اند. شادفر (۱۳۹۰) در بررسی فرسایش آبکندی در

شهرستان رودبار با تعیین ضرایب وزنی عوامل و مقایسه زوجی آن‌ها با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی نشان داد که سنگ‌شناسی با ضریب وزنی ۰/۴۸ بیشترین تأثیر را در ایجاد آبکندها در حوضه مورد مطالعه داشته و کلیه مناطق تحت تأثیر این شکل فرسایش در قسمت‌هایی از حوضه که دارای واحدهای سنگ‌شناسی Ng2 و Qf1 می‌باشند قرار گرفته‌اند. به نظر یمانی (۱۳۹۲) نیز توپوگرافی سطحی اغلب به اختلاف مقاومت سنگ‌ها و ساختمان زمین‌شناسی وابسته است. از این‌رو در توجیه اختلاف شکل‌های سطحی ناشی از فرسایش، اولین عاملی که مورد توجه قرار می‌گیرد، ویژگی‌های چینه‌شناسی و لیتولوژی سنگ‌هاست. در موضوع فرسایش تفریقی، هر قدر سنگ‌ها سست‌تر باشند، فرسایش آن‌ها بیشتر است و سطوح پست‌تر با سازندهای سست انطباق دارد. به همین دلیل در گزارش نقشه‌ها لازم است طبقه‌بندی سنگ‌ها بر اساس لیتولوژی و فرسایش‌پذیری انجام پذیرد و فقط از روی نقشه‌های زمین‌شناسی نمی‌توان به‌طور قطع اختلاف مقاومت و فرسایش‌پذیری را تعیین کرد.

جدول ۳: نتایج آزمون کای دو ( $\chi^2$ ) در بخش البرز شمالی

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	۷۰۰۶۲/۳۴۸ <sup>a</sup>	۳۶	۰/۰۰۰
Likelihood Ratio	۷۴۹۰۰/۷۶۰	۳۶	۰/۰۰۰
N of Valid Cases	۴۹۸۷۲		

ماخذ: نگارندگان

a. 1 cells (1.9%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1.

جدول ۴: نتایج آزمون کای دو ( $\chi^2$ ) در بخش البرز جنوبی

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	۴۸۷۸۸/۲۰۳ <sup>a</sup>	۴۸	۰/۰۰۰
Likelihood Ratio	۴۵۱۷۳/۵۱۳	۴۸	۰/۰۰۰
N of Valid Cases	۵۰۸۱۳		

ماخذ: نگارندگان

a. 2 cells (3.1%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2.19.

جدول ۵: مقادیر سطح مورد انتظار فرم‌های منحنی میزان (به هکتار) در بخش البرز شمالی

جنس سنگ													فرم منحنی
TRjs	Qf1	Qal	Q1	Pzqd	Pzph	Pzc	Pe1m	Mcsst	K2m	Kl	Jl	g	میزان
۲۴۱/۳	۹۱۱	۱۲۳/۷	۱۳۰/۹	۴۲/۷	۲۳۲/۶	۲۲۱/۶	۱/۶	۳۲/۵	۱۷/۵	۲۳۴/۹	۶۳/۱	۳۰/۷	صاف
۱۶۶۱/۱	۷۱/۶۲	۸۵۱/۵	۹۰۱	۲۹۴/۱	۱۶۰۱/۶	۱۵۲۵/۳	۱۰/۷	۲۲۳/۵	۱۲۰/۷	۱۶۱۷	۴۳۴/۱	۲۱۱/۲	سینوسی ساده
۱۰۹۴/۳	۴۱۳۱/۲	۵۶۱	۵۹۳/۶	۱۹۳/۸	۱۰۵۵/۱	۱۰۰۴/۸	۷/۱	۱۴۷/۳	۷۹/۵	۱۰۶۵/۳	۲۸۶	۱۳۹/۲	سینوسی متراکم
۲۲۷۲/۲	۸۵۷۷/۹	۱۱۶۴/۸	۱۲۳۲/۵	۴۰۲/۴	۲۱۹۰/۷	۲۰۸۶/۴	۱۴/۷	۳۰۵/۸	۱۶۵/۲	۲۲۱۱/۹	۵۹۳/۸	۲۸۸/۹	پالسی

ماخذ: نگارندگان

جدول ۶: مقادیر سطح مورد انتظار فرمهای منحنی میزان (به هکتار) در بخش البرز جنوبی

فرم منحنی میزان	جنس سنگ												
	TRel	QtI	Qal	Pr	Pd	KI	K2v	Js	Jl	Em	Ek	Dkh	Cm
صاف	۳۵۷	۱۹۲۲/۳	۱۲۴/۳	۱۴۳/۴	۴۸۶/۴	۹۴۱/۱	۵/۹	۱۰۱۴/۲	۹۷۹/۸	۵۹/۸	۷۶۵/۱	۷۹۷/۲	۲۴۰/۱
سینوسی ساده	۱۱۶۳/۹	۶۲۶۶/۲	۴۰۵/۲	۴۶۷/۶	۱۵۸۵/۷	۳۰۶۷/۸	۱۹/۱	۳۳۰۶/۱	۳۱۹۳/۹	۱۹۵/۱	۲۴۹۴/۱	۲۵۹۸/۷	۷۸۲/۸
سینوسی بلند	۱۳۳/۴	۷۱۸	۴۶/۴	۵۳/۶	۱۸۱/۷	۳۵۱/۵	۲/۲	۳۷۸/۸	۳۶۶	۲۲/۴	۲۸۵/۸	۲۹۷/۸	۸۹/۷
سینوسی متراکم	۲۸۷/۸	۱۵۴۹/۳	۱۰۰/۲	۱۱۵/۶	۳۹۲	۷۵۸/۵	۴/۷	۸۱۷/۴	۷۸۹/۷	۴۸/۲	۶۱۶/۶	۶۴۲/۵	۱۹۳/۵
پالسی	۳۷۳	۲۰۰۸/۲	۱۲۹/۹	۱۴۹/۸	۵۰۸/۲	۹۸۳/۲	۶/۱	۱۰۵۹/۵	۱۰۲۳/۶	۶۲/۵	۷۹۹/۳	۸۳۲/۸	۲۵۰/۹

ماخذ: نگارندگان

### نتیجه گیری

طبقه بندی سازندهای زمین شناسی با توجه به میزان مقاومت آن‌ها در برابر عوامل تخریب و فرسایش از جمله موارد مهمی است که مطالعات و پژوهش‌های مورد نیاز در تهیه نقشه‌های ژئومورفولوژی را تشکیل می‌دهد. واکنش انواع سازندهای زمین شناسی در مقابل عوامل فرسایش در منطقه مورد مطالعه منجر به شکل گیری فرم‌های مختلف منحنی میزان شامل فرم‌های منحنی صاف، سینوسی ساده، سینوسی بلند و کشیده، سینوسی متراکم و پنجه‌ای و منحنی پالسی شده است. به منظور بررسی ارتباط بین سازندهای زمین شناسی و فرم‌های منحنی میزان در منطقه، این فرم‌ها از روی نقشه‌های توپوگرافی تعیین حدود شد و با سازندهای زمین شناسی منطقه همپوشانی گردید. براین اساس، سطح هریک از فرم‌ها در سازندهای منطقه که خود از واحدهای مختلف سنگ شناسی تشکیل شده، به دست آمد. نتیجه آزمون آماری کای دو ( $\chi^2$ ) در این پژوهش مؤید نقش جنس سنگ در گوناگونی فرم‌های منحنی میزان در منطقه می‌باشد. بررسی ارتباط بین جنس سنگ با شکل گیری فرم‌های منحنی میزان در نقشه‌های توپوگرافی با استفاده از آزمون کای دو نشان داد که چون ( $\text{sig} < 0.01$ ) است، فرم‌های منحنی میزان در سازندهای زمین شناسی بخش‌های مورد بررسی در این پژوهش تفاوت معنی داری با یکدیگر دارند و این بدان معنی است که جنس سنگ‌ها در ایجاد فرم‌های مختلف منحنی میزان در نقشه‌های توپوگرافی مؤثر است؛ به طوری که با افزایش مقاومت سازندهای زمین شناسی در مقابل فرسایش در منطقه بر مقدار منحنی‌های میزان صاف افزوده می‌شود؛ اما با کاهش مقاومت در مقابل فرسایش از مقدار سطح فرم منحنی میزان صاف کاسته و به مقدار منحنی‌های سینوسی بلند و متراکم افزوده می‌گردد. در سازندهای سخت البرز شمالی، فرم میزان منحنی صاف از فراوانی مورد انتظار (جدول ۵) بیشتر هستند. برای مثال مساحت این فرم‌ها در سازند JI، ۷۱۵ هکتار و در سازند kI، ۴۵۱ هکتار است که از مقدار مساحت مورد انتظار آن‌ها (به ترتیب ۶۳/۱ و ۲۳۴/۹ هکتار) بسیار بیشتر می‌باشد. در مقابل در سازندهای سست، فرم منحنی میزان سینوسی از فراوانی مورد انتظار بیشتر هستند. مساحت این فرم‌ها در سازند Pzph و Pzc به ترتیب ۲۸۹۱ و ۲۶۱۵ هکتار است، در حالی که مساحت مورد انتظار آن‌ها به ترتیب ۱۰۵۵/۱ و ۱۰۰۴/۸ هکتار می‌باشد. در بخش البرز جنوبی نیز فراوانی مشاهده شده منحنی میزان صاف در سازندهای مقاوم از مقدار مورد انتظار بیشتر هستند. برای مثال سطح سازند JI، ۲۹۲۹ هکتار است که بسیار بیشتر از

مقدار مورد انتظار آن، یعنی ۹۷۹/۸ هکتار می‌باشد؛ اما فراوانی مشاهده شده همین سازند با فرم سینوسی متراکم (که با سنگ‌های سست ارتباط بیشتری دارد) تنها ۱۳۶ هکتار است که از فراوانی مورد انتظار آن یعنی ۷۸۹/۷ هکتار بسیار کمتر است. در مقابل، فراوانی مشاهده شده فرم سینوسی متراکم از مقدار مورد انتظار در سازندهای سست غلبه دارند، به طوری که این فراوانی در سازند سست JS، ۱۹۸۲ هکتار است و از مقدار مورد انتظار آن (۸۱۷/۴ هکتار) بسیار بیشتر است. از این‌رو، سازندهای سست با ایجاد فرم سینوسی متراکم در نقشه‌های توپوگرافی قابل شناسایی خواهند بود. به این ترتیب نتایج پژوهش نشان داد که از روی فرم‌های منحنی میزان نقشه‌های توپوگرافی می‌توان سازندهای اصلی زمین‌شناسی منطقه را شناسایی نمود، زیرا پستی و بلندی و فرم منحنی میزان در ابتدا به مقاومت سنگ‌ها در برابر عوامل فرسایش وابسته است. در واقع در هر سازند زمین‌شناسی، فرم منحنی میزان خاصی به وجود می‌آید که مربوط به میزان مقاومت آن در برابر عوامل تخریب و فرسایش در منطقه است؛ اما برای اینکه بتوان با در اختیار داشتن فرم‌های منحنی میزان نقشه‌های توپوگرافی راجع به سازندهای اصلی زمین‌شناسی مناطق دیگر نیز قضاوت نمود، لازم است پژوهش‌های بیشتری در مناطق مختلف صورت گیرد، چرا که عوامل متعددی غیر از جنس سنگ در فرم‌های منحنی میزان توپوگرافی تأثیرگذار می‌باشند. در این صورت می‌توان نتایج پژوهش را به سایر نقاط تعمیم داد و با تبدیل شدن به یک قاعده کلی از آن برای تهیه اطلاعات مواد مادری نقشه‌های ژئومورفولوژی استفاده نمود.

## منابع

- ۱- احمدی، حسن (۱۳۹۱): ژئومورفولوژی کاربردی، جلد ۱ (فرسایش آبی)، چاپ هشتم، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۲- افشانی، علیرضا (۱۳۸۷): آموزش کاربردی spss در علوم اجتماعی و رفتاری، دانشگاه یزد.
- ۳- ایلدرمی، علیرضا، سپهری، مهدی (۱۳۹۷): فرسایش‌پذیری سازندهای زمین‌شناسی با استفاده از تحلیل بعد فرکتال شبکه زهکشی (مطالعه موردی: دامنه‌های شمالی همدان)، پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، سال ششم، شماره ۴، صص ۷۰-۸۷.
- ۴- باقرپور، سید مهدی (۱۳۹۳): تهیه نقشه ژئومورفولوژی تفصیلی با کمک تکنیک‌های همپوشانی و GIS (بخش شرقی منطقه کرد)، اولین همایش علوم جغرافیایی ایران، صص ۷-۱.
- ۵- برزگری دهج، ودیعه، زارع، محمد، مختاری، محمدحسین، اختصاصی، محمدرضا (۱۳۹۷): بررسی عملکرد روش‌های گوناگون بازسازی تصاویر ماهواره‌ای در جداسازی واحدهای زمین‌شناسی، مجله سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، سال نهم، شماره ۱، صص ۲۳-۱.
- ۶- بی‌همتا، محمدرضا، زارع چاهوکی، محمدعلی (۱۳۹۴): اصول آمار در علوم منابع طبیعی، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ چهارم.
- ۷- ثروتی، محمدرضا (۱۳۸۱)، ژئومورفولوژی منطقه‌ای ایران، انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح.
- ۸- جعفری، غلامحسین، رستم خانی، اصغر (۱۳۹۴): بررسی تحولات کوآترنری دره‌های کوهستانی با استفاده از خطوط منحنی میزان (مطالعه موردی ارتفاعات سبلان)، فصل‌نامه تحقیقات جغرافیایی، سال ۳۰، شماره ۳، شماره پیاپی ۱۱۸، صص ۱۳۸-۱۲۱.
- ۹- رامشت، محمدحسین (۱۳۷۵): کاربرد ژئومورفولوژی در برنامه‌ریزی، دانشگاه اصفهان.



- ۱۰- رامشت، محمدحسین (۱۳۸۴): نقشه‌های ژئومورفولوژی (نمادها و مجازها)، انتشارات سمت.
- ۱۱- رجبی، معصومه (۱۳۸۷): تجزیه و تحلیل لند فرم‌ها بر اساس عکس‌های هوایی و نقشه‌های توپوگرافی، مثال‌های موردی از آذربایجان، مجله سپهر، شماره ۶۷، صص ۶۸-۶۲.
- ۱۲- سازمان زمین‌شناسی کشور (۱۳۷۱): نقشه زمین‌شناسی مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ ورقه بهشهر.
- ۱۳- سازمان زمین‌شناسی کشور (۱۳۷۱): نقشه زمین‌شناسی مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ ورقه کیاسر.
- ۱۴- سازمان نقشه‌برداری کشور، نقشه‌های توپوگرافی مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ حاصل از DGN فایل‌ها (شیت‌های NE۶۷۶۳۲، NE۶۷۶۲۱، SE۶۷۶۲۱، SW۶۷۶۲۱، NE۶۷۶۲۱، NW۶۷۶۲۲، NE۶۷۶۲۳ و SE۶۷۶۲۴).
- ۱۵- شادفر، صمد (۱۳۹۰): بررسی فرسایش خندقی با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی در شهرستان رودبار استان گیلان، پژوهش‌های فرسایش محیطی، شماره ۳، صص ۲۸-۱۷.
- ۱۶- شایان، سیاوش، زارع، غلامرضا، امیری، شهرام (۱۳۹۰): نقشه‌های ژئومورفولوژی، تاریخچه، ضرورت و کاربرد، مجله سپهر، دوره بیستم، شماره ۷۹، صص ۴۵-۳۷.
- ۱۷- غیائی، سعید، فیض‌نیا، سادات، مقدم نیا، علیرضا، ناجی راد، سمیه (۱۳۹۶): بررسی حساسیت واحدهای سنگی به فرسایش با استفاده از ویژگی‌های کانی‌شناسی، نشریه حفاظت منابع آب و خاک، دوره ششم، شماره ۳، صص ۱۶-۱.
- ۱۸- فتحی‌زاد، حسن، کریمی، حاجی، توکلی، محسن (۱۳۹۵): نقش حساسیت به فرسایش سازندهای زمین‌شناسی در فرسایش و تولید رسوب مطالعه موردی: زیر حوزه‌های رودخانه دویرج استان ایلام، پژوهش‌نامه مدیریت حوزه آبخیز، سال هفتم، صص ۲۰۸-۱۹۳.
- ۱۹- نگارش، حسین (۱۳۹۱): ژئومورفولوژی ساختمانی و دینامیک، انتشارات دانشگاه سیستان و بلوچستان.
- ۲۰- یمانی، مجتبی (۱۳۹۲): نقشه‌های ژئومورفولوژی، روش‌ها و تکنیک‌ها، انتشارات دانشگاه تهران.

- 21- Gustavsson, M. (2005): Development Of A Detailed Geomorphological Mapping System And Geo Database In Sweden, Licentiate Thesis Supervised By Else Kolstrup And Arir C. Seijmonbergen.
- 22- Hearn, G.J. (2019): Geomorphology In Engineering Geological Mapping And Modelling, Bull Eng Geo Environ, 78, 723-742.
- 23- Rao, D.P. (2002): Remote Sensing Application In Geomorphology. Journal Of Tropical Ecology International Society For Tropical Ecology.
- 24- Sadiki, Abdelhamid. Ali. Faleh. (2007): Assessing Soil Erosion And Control Factors By The Radiometric Technique In The Boussouab Catchment, Eastern Rif, Morocco. Catena, 71, 13-20.