

## ارزیابی فرایندهای مؤثر بر شکل‌گیری و تحول کوهریگ‌ها (مورد مطالعه: کوهریگ‌های تنگ چنار)

محمد شریفی پیچون\* - استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه یزد  
فاطمه دهقان - کارشناس ارشد ژئومورفولوژی، گروه جغرافیا، دانشگاه یزد

پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۰۵/۰۷      تأیید نهایی: ۱۳۹۵/۱۱/۲۶

### چکیده

کوهریگ‌ها گونه‌ای از تهنسست‌های رسوبی ماسه‌ای هستند که در دامنه برخی تپه‌ها و کوه‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک تشکیل می‌شوند. در محدوده تنگ چنار در پای دامنه و بر روی دامنه کوه‌ها تجمعات ماسه‌ای با مورفولوژی‌های متفاوت دیده می‌شود که اغلب آن‌ها در شرایط کنونی ثابت بوده و احتمالاً مربوط به شرایط اقلیمی گذشته‌اند. هدف این پژوهش بررسی این عارضه‌ها به منظور شناخت شرایط و محیط شکل‌گیری و فرایندهای مؤثر در تشکیل آن‌ها می‌باشد. برای انجام این کار به دانه سنجی و تحلیل رسوب کوهریگ‌ها در بخش‌های مختلف منطقه پرداخته شد. بدین ترتیب، در مرحله اول ۱۶ نمونه رسوبی از منطقه مورد مطالعه برداشت و پس از دانه سنجی، تحلیل و پارامترهای آماری رسوبات بررسی شدند. به دلیل شباهت در مناطق نمونه‌برداری و همچنین نتایج تحلیل پارامترهای رسوبی، نمونه‌ها به پنج جامعه آماری با ویژگی‌های تقریباً مشابه تقسیم و مورد تحلیل قرار گرفتند. همچنین، از تحلیل واریانس یک‌راهه و آزمون توکی جهت بررسی معنی‌دار بودن اختلاف بین متغیرهای مختلف در سطح ۹۵ درصد برای بررسی فرایندهای مؤثر در جابجایی و نهشته‌گذاری آن‌ها استفاده گردید. مشاهده اندازه دانه‌ها و سرت‌شدگی ظاهری آن‌ها در نگاه اول حاکی از دخالت فرایند بادی در جابجایی و رسوب‌گذاری آن‌ها به شکل تپه‌های ماسه‌ای بیابانی است. اما، بررسی و آزمایش ویژگی‌های رسوبی مانند شکل، اندازه ذرات و پارامترهای مختلف آماری و همچنین نمودار هیستوگرام کوهریگ‌ها در بخش‌های مختلف منطقه حاکی از تفاوت رسوبات به شکل چشمگیر از نظر نوع فرایند، مسافت انتقال و چگونگی نهشته‌گذاری در منطقه مورد مطالعه است. نتایج نشان داد که فرایندهای دامنه‌ای، کوه‌ریختی، فلوویالی، بادی، بادی-آبی در قلمرو مورفوننتیک و مورفوکلیماتیک جنب یخچالی با رخنمون سنگ‌های دانه‌ای مانند گرانیت‌ها در شکل‌گیری و توسعه این کوهریگ‌ها نقش اصلی را بر عهده داشته‌اند.

واژگان کلیدی: حوضه تنگ چنار، کوهریگ، فرایند بادی، دانه سنجی.

## مقدمه

کوهریگ<sup>۱</sup> یکی از انواع تجمع رسوبات ماسه‌ای است که در دامنه برخی کوه‌ها و تپه‌های نواحی خشک و نیمه‌خشک قرار گرفته است. این اصلاح را مردم استان یزد و کرمان از قدیم‌الایام برای این نوع عارضه به کار می‌برده‌اند. این پدیده در جاهای دیگر دنیا ماسه بالارونده<sup>۲</sup> خوانده می‌شده‌اند (لنکستر و چاکرین، ۱۹۹۶ به نقل از مهر شاهی ۱۳۷۷: ۱۰۹). نهشته‌های ماسه‌های ساحلی و مجرای رودخانه‌ها، تپه‌های ماسه‌ای بیابانی، لس‌ها، نهشته‌های یخچالی همه از انواع رسوب‌های شناخته‌شده هستند. کوهریگ هم از انواع دیگر نهشته‌های رسوبی است که در بیابان‌ها شکل گرفته است. بررسی کوهریگ‌ها در مناطق مختلف نشان می‌دهد که با وجود آنکه مواد تشکیل‌دهنده این تپه‌ها اغلب از ماسه‌بادی بوده و شکل لندفرم‌های ماسه در پایکوهها متراکم شده‌اند ولی در داخل آن‌ها لایه‌های نامنظمی از رسوبات آبرفتی و دامنه‌ای نیز مشاهده می‌شود. وجود رسوبات غیر بادی در کوهریگ‌ها، نشانه تأثیر متناوب فرآیندهای غیر بادی در تشکیل و تکامل این پدیده به شمار رفته و این می‌تواند مهم‌ترین تفاوت این ژئوفرم با تل‌ماسه‌های بادی باشد. این عارضه در برخی مناطق بیابانی دنیا و اغلب در پای دامنه کوه‌ها شکل گرفته است. با این وجود، در بیشتر موارد سطح آن‌ها توسط مواد رسوبی یا سنگ‌های پایین آمده از دامنه‌ها و حتی پوشش گیاهی پوشانده شده و ممکن است به سادگی در این بیابان‌ها هم قابل مشاهده نباشند. کوهریگ‌ها هم به عنوان تپه‌های توپوگرافی مجاور و متصل به کوه‌ها و هم به شکل مخروط‌های افکنه و مخروط‌های تالوس (با سطح سنگی) قابل مشاهده هستند. با این حال، تنها جایی که بریدگی یا ترانشه‌هایی - به شکل طبیعی یا انسان‌ساخت در کوهریگ‌ها ایجاد شده باشد ماهیت واقعی آن‌ها قابل بررسی و مطالعه است.

در مورد انواع رسوبات و ماسه‌های بادی، به‌ویژه تپه‌های ماسه‌ای بادی مطالعات نسبتاً مفصلی در سراسر جهان انجام گرفته است اما، مطالعه کوهریگ‌ها چندان قدیمی نیست و به حدود دهه ۹۰ میلادی برمی‌گردد. اصطلاح کوهریگ اولین بار توسط چاکریان<sup>۳</sup> در رساله دکتری در ۱۹۸۹ برای یک سری عارضه بیابانی در بیابان موجاو در کالیفرنیا مورد استفاده قرار گرفت و در مقالات و نوشته‌های بعدی او در دهه ۹۰ تکرار گردید (چاکریان، ۱۹۹۱، لنکستر و چاکریان، ۱۹۹۶، چاکریان و لنکستر، ۲۰۰۲). از نظر او حوضه و بستر توپوگرافیکی مناسب امکان تجمع رسوبات ریزدانه را بر روی دامنه‌ها توسط باد در نواحی بیابانی فراهم می‌کنند. به نظر می‌رسد اولین پژوهش منتشر شده در زمینه کوهریگ‌ها متعلق به زیمبلمن<sup>۴</sup> و همکاران او (۱۹۹۵) در مورد کوهریگ‌های بیابان موجاو در کالیفرنیا تعلق دارد. آن‌ها در این پژوهش به بررسی پراکنش و مشخصات رسوبی کوهریگ‌ها پرداختند و با استفاده از سنجش‌ازدور فعال بودن و یا عدم فعالیت این تپه‌های رسوبی را مشخص نمودند. آن‌ها همچنین اظهار داشتند که کوهریگ‌ها در جاهایی شکل می‌گیرند که موانعی مانند دامنه تپه‌ها و کوه‌ها در مسیر حرکت ماسه‌های بادی قرار بگیرد. وارن و لیوینگستون<sup>۶</sup> (۱۹۹۶) بیان کردند که کوهریگ‌ها عارضه پیچیده‌ای هستند که ممکن است در اثر صعود یا نزول ماسه‌ها و دانه‌های رسوبی از دامنه کوه‌ها به وجود بیایند. بنابراین در اثر فرایندهای جریانی یا نیروی ثقل به پای دامنه کوه‌ها می‌ریزند. از نظر آن‌ها نیز کوهریگ‌ها ترکیبی از ماسه‌های بادی، نهشته‌های تالوس، جریان‌های تخریبی و نهشته‌های آبرفتی و کوهرفتی‌اند. هرچند که ممکن است در ایجاد کوهریگ یکی یا چند تا از این عوامل نقش ایفا کنند. این پیچیدگی و تشکیل شدن شان توسط فرایندهای مختلف مانند باد، آب و حرکات توده‌ای گویای آن است که کوهریگ‌ها اطلاعات دیرینه محیطی غنی را در خود نهفته دارند. لانکستر (۱۹۹۶) با مطالعه کوهریگ‌های موجاو در کالیفرنیا بیان داشت که کوهریگ‌ها تجمعی از نهشته‌های بادرفتی،

1 - Sand Ramps

2 - Sand Ramps

3 - Tchakerian

4 - Zimbelman et al

5 - Mojave

6 - Warren &amp; Livingstone

آبرفتی و تالوس‌ها است که نتیجه برهمکنش فرایند بادی و فرایندهای دامنه‌ای در مجاورت ناهمواری‌ها هستند و جنب‌کریدرهای انتقال ماسه به شکل محلی و منطقه‌ای اتفاق می‌افتند. به هنگام پایداری این عارضه‌ها، تالوس‌ها و پالتوسل‌ها بر روی آن‌ها قرار گرفته و آن‌ها را می‌پوشانند. بررسی کوهریگ‌های جنوب نامیبیا نشان داده است که این لند فرم‌ها در دو مقطع زمانی متفاوت ایجاد شده‌اند. برخی از آن‌ها که قدیمی‌تر بوده از کانی‌های بازالتی بیشتری نسبت به کوهریگ‌های جدیدتر برخوردارند (برترام ۲۰۰۳). او در بررسی‌های خود مشاهده می‌کند که حجم زیادی از کوهریگ‌ها جدید بوده که از نظر شکلی آن‌ها را به سه دسته تقسیم می‌کند: در دامنه بادگیر حجم زیادی از رسوب‌ها به شکل کوهریگ قرار گرفته‌اند. در بخش بادپناه دامنه‌ها حجم رسوبات بسیار کمتر است. همچنین، برخی از آن‌ها در زاویه‌های پرشیب و برخی در زاویه‌های کم شیب تری قرار گرفته‌اند. از نظر او، مشخص‌ترین ویژگی رسوبی کوهریگ‌ها شکل‌گیری آن‌ها توسط رسوب‌گذاری بادی و آبستنگی دامنه‌هاست. ماهان و همکاران (۲۰۰۷)، ضمن مطالعه رسوبات آبرفتی و سیلابی کواترنری در شمال شرق بیابان موهاو برای سن‌گذاری لومینسانس مقاطعی از کوهریگ‌های این منطقه اقدام کردند که زمان تشکیل این کوهریگ‌ها نشان داد که اگرچه عمده سابقه تشکیل آن‌ها به دوره‌های سرد یخچالی می‌رسد ولی حتی در طول هولوسن هم بسته به جهت و میزان ماسه‌های بادآورده امکان تراکم آن‌ها وجود دارد. بیت‌من و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۱۲) در مطالعه خود بر روی شکل‌گیری کوهریگ‌ها در بیابان موهاو به این نتیجه رسیدند که کوهریگ‌ها با سرعت بالایی تشکیل می‌شوند؛ به‌ویژه جایی که منابع ماسه کافی در اختیار بوده و بستر مناسب برای رسوب‌گذاری وجود داشته باشد. بنابراین در طولانی‌مدت بر روی زمین باقی‌مانده و کمتر تحت تأثیر نوسانات اقلیمی قرار می‌گیرند/تلفر و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۱۲) به مطالعه کوهریگ‌های پارک ملی گلدن گیت<sup>۵</sup> در آفریقای جنوبی پرداختند و مشاهده نمودند که انباشت رسوب‌ها به شکل کوهریگ پس از آخرین دوره یخچالی و دوره حاکمیت جنب یخچالی در منطقه در بازه زمانی ۱۶ تا ۴۵ هزار سال پیش اتفاق افتاده است. کومار و همکاران<sup>۶</sup> (۲۰۱۶) به بررسی کوهریگ‌های منطقه لداخ<sup>۷</sup> در هندوستان و سن سنجی<sup>۸</sup> آن بر اساس تکنیک لومینسانس<sup>۹</sup> پرداختند. نتایج مطالعات آن‌ها نشان داد که کوهریگ‌ها در این منطقه در اثر ترکیبی از فعالیت‌های بادی، فرسایش دامنه‌ها و فعالیت‌های رسوب‌های جریانی-دریاچه‌ای به وجود آمده است.

می‌توان گفت که بسیاری از مطالعات دهه ۹۰ و حتی در دهه اول قرن بیست و یکم بر روی سن سنجی<sup>۹</sup> کوهریگ‌ها با استفاده از تکنیک لومینسانس<sup>۱۰</sup> متمرکز بود از جمله کلارک<sup>۱۱</sup> (۱۹۹۴)، رندل<sup>۱۲</sup> و همکاران<sup>۱۳</sup> (۱۹۹۴)، کلارک و همکاران<sup>۱۴</sup> (۱۹۹۶)، کلارک و همکاران<sup>۱۵</sup> (۱۹۹۶)، رندل و شافر<sup>۱۶</sup> (۱۹۹۶)، کلارک و رندل<sup>۱۷</sup> (۱۹۹۸) و برترام<sup>۱۸</sup> (۲۰۰۳) انجام گرفت. همچنین در زمینه ژئومورفولوژی کوهریگ‌ها توسط لانکستر و چاکریان<sup>۱۹</sup> (۱۹۹۶ و ۲۰۰۳)، چاکریان و لانکستر<sup>۲۰</sup> (۲۰۰۲) و بیت‌من و همکاران<sup>۲۱</sup> (۲۰۱۲) مطالعات دیگری نیز انجام گرفته است. در ایران نیز مطالعات بر روی عارضه کوهریگ به مهرشاهی<sup>۲۲</sup> (۱۳۷۷، ۱۳۷۹، ۱۳۹۰) محدود شده است. ایشان در اولین پژوهش خود در این زمینه به مطالعه تشکیل، تحول و تعیین سن کوهریگ‌های اردکان پرداخت (مهرشاهی و همکاران، ۱۳۷۷). نتایج حاصل از این پژوهش

1 -Paleosol

2 -Bertram

3 -Bateman

4 - Telfer

5 -Golden Gate

6 -Ladakh

7 -Choronology

8 -Luminescence

9 -Choronology

10 -Luminescence

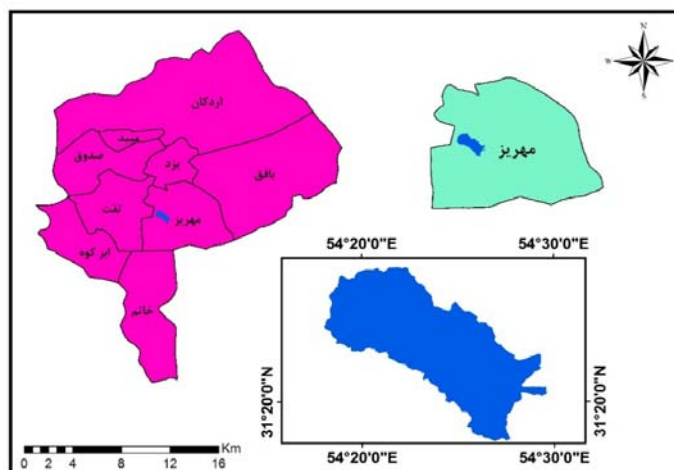
11 -Clarke

12 -Rendell

نشان داد که شرایط در زمان حداکثر آخرین دوره یخچالی جهت حمل و تراکم ماسه‌بادی در این منطقه مناسب‌تر از حال حاضر بوده است. چراکه در حال حاضر ماسه زیادی برای تغذیه آن وجود ندارد. همچنین، آن‌ها در نتیجه مطالعه خود اظهار داشتند که جهت بادها در زمان شکل‌گیری این تپه‌ها با جهت بادهای کنونی متفاوت بوده است. از نظر آن‌ها، افت دما سبب افزایش هوازدگی فیزیکی شده و این خود واریزه‌ها را بیشتر نموده است. سن‌یابی نوری حدود ۲۵ متر از نهشته‌های بادی و واریزه‌ای به وجود آورنده کوهریگ اردکان در حدود حداکثر آخرین دوره یخچالی به‌جا گذاشته شده‌اند. نوع رسوب‌ها دال بر سلطه آب‌وهوایی سرد، خشک و احتمالاً طوفانی‌تر از امروز در محل است. این شرایط حداقل برای یک دوره ۵۰۰۰ ساله به هنگام استقرار پرفشار سیبری در ناحیه وجود داشته است (تامس و همکاران، ۱۹۹۷). همچنین، ایشان در سال (۱۳۷۹)، به مطالعه کوهریگ شناسی در استان یزد در سه منطقه کوهریگ‌های معدن حوض سفید (اردکان یزد)؛ کوهریگ‌های بغدادآباد (مهریز)؛ کوهریگ‌های شیرکوه در استان یزد با استفاده از ۳ روش مروری، توصیفی و میدانی پرداخته است که هدف از آن را معرفی این پدیده، بررسی ویژگی‌های رسوب‌شناسی و موقعیت استقرار کوهریگ‌ها را در استان یزد مطرح نموده است. مهرشاهی و خسرویانی (۱۳۸۹)، در مطالعه کوهریگ‌های دامنه باختری تپه‌های بغدادآباد مهریز، به دنبال منشایابی ماسه‌های کوهریگ‌های منطقه مذکور بوده و برای دستیابی به این هدف از ترکیب داده‌ها و روش‌های ژئومورفولوژی، کانی‌شناسی، سنجش‌ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده نموده‌اند. این پژوهش نیز به دنبال بررسی شرایط شکل‌گیری عارضه کوهریگ و نقش فرایندهای مختلف در به وجود آوردن آن‌ها در محدوده حوضه تنگ چنار در جنوب شهرستان مهریز است. رسوبات کوهریگ در منطقه مورد مطالعه، برخلاف تپه‌های ماسه‌ای، در مناطق پرشیب‌تر با ظاهر و مورفولوژی متفاوت در پای دامنه و حتی بر روی دامنه کوه‌ها در ارتفاعات اغلب بالا شکل گرفته است. این عارضه‌ها در حال حاضر اغلب به شکل تثبیت‌شده درآمده و در دوره‌های گذشته زمین‌شناسی با شرایط اقلیمی متفاوت از نظر رطوبتی و برودتی به وجود آمده است. از این‌رو، بررسی آن‌ها در بازسازی شرایط محیطی دیرینه و درک رخدادهای گذشته حائز اهمیت زیادی است. همچنین، مطالعه آن‌ها تفاوت‌شان را با تپه‌های ماسه‌ای از نظر مورفودینامیک و مورفوکلماتیک مشخص می‌سازد.

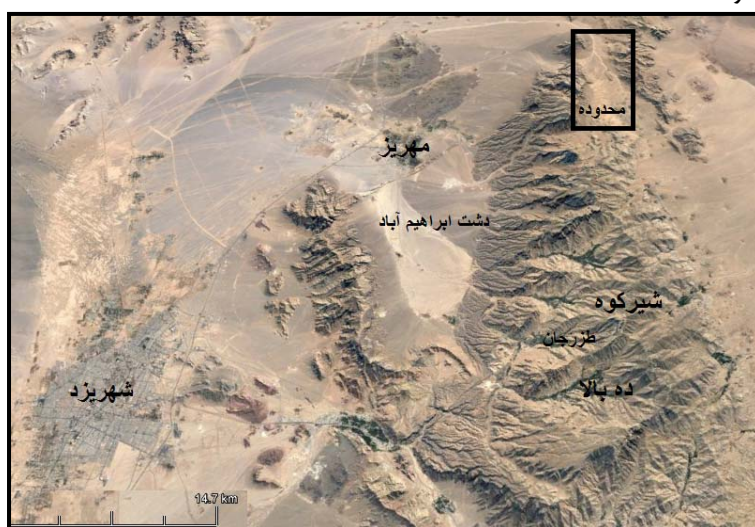
#### محدوده مورد مطالعه

محدوده مطالعاتی در جنوب استان یزد و در شهرستان مهریز واقع شده است. این محدوده از ۵۴ درجه و ۱۸ دقیقه تا ۵۴ درجه و ۲۹ دقیقه طول شرقی و ۳۱ درجه و ۱۸ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۲۶ دقیقه عرض شمالی گسترش یافته است (شکل ۱).



شکل ۱: موقعیت منطقه تنگ چنار

منطقه مورد مطالعه در دامنه‌های جنوب شرقی شیرکوه به شکل یک ناودیس یا چاله فرسایشی قرار گرفته و سبب جدایی بخشی از این دامنه‌ها از کوه بزرگ شیرکوه گردیده است. بدین روی، از نظر زمین‌شناسی، چه به لحاظ ساختاری و چه لیتولوژی جزئی از شیرکوه به شمار می‌آید (شکل ۲). شیرکوه از نظر ژئومورفولوژی جزء کوه‌های پراکنده ایران مرکزی به شمار رفته و از نظر ساختمان زمین‌شناسی در نزدیکی مرز زون ایران مرکزی و کمربند ارومیه دختر قرار گرفته است. قدیمی‌ترین سنگ‌های رخنمون یافته در سطح منطقه را سنگ‌های دگرگون شده هم‌ارز سازند که تشکیل می‌دهد. واحدهای چینه‌شناسی پرکامبرین تا پالئوزوئیک در طول ارتفاعات حاشیه شمالی و جنوبی منطقه گسترش یافته و بیشترین رخنمون‌های موجود در این ارتفاعات را سنگ‌های آذرین و رسوبی سنوزوئیک تشکیل می‌دهد. در دوره ژوراسیک میانی، باتولیت گرانیته شیرکوه در منطقه نفوذ و در فاصله زمانی ژوراسیک بالا-کرتاسه زیرین واحد تخریبی سنگستان با ناپیوستگی آذرین بر روی گرانیته شیرکوه رسوب کرده است. سنگ‌های گرانیته در شمال غرب و واحدهای سنگی مزوزوئیک نیز در شمال، جنوب شرق و جنوب غرب منطقه برونزد دارد. متوسط بارش سالانه حوضه برابر با ۲۲۶ میلی‌متر است. ماه دی با دارا بودن بیش از ۲۰ درصد بارندگی سالیانه پرباران‌ترین ماه سال می‌باشد. بیشتر بخش‌های محدوده تنگ چنار از رسوب‌های ماسه‌ای تشکیل شده و تنها در بعضی بخش‌های آن خاک فقیر و نیمه تکامل قابل مشاهده است. بر همین اساس، پوشش گیاهی منطقه هم مرتع فقیر بوده و تنها در بعضی بخش‌های منطقه زمین‌های زراعی وجود دارد.



شکل ۲: محدوده مورد مطالعه، اقتباس از گوگل ارث

### روش تحقیق

به منظور بررسی کوهریگ‌های منطقه مورد مطالعه، در دو بازه زمانی مختلف یعنی تاریخ ۹۳/۷/۸ و ۹۴/۸/۲۲ از محدوده مورد مطالعه بازدید به عمل آمد. در مطالعات میدانی ضمن بررسی و کنترل نقشه‌های اولیه و مشاهده ویژگی‌های کوهریگ‌ها به برداشت نمونه‌هایی از رسوب‌های کوهریگ‌ها در امتداد دره، بر روی دامنه و در ارتفاعات و جایی که رسوب‌ها از نظر مورفولوژی، رنگ، بافت و حجم متفاوت به نظر می‌رسیدند اقدام گردید. نحوه نمونه‌برداری به این صورت بود که در امتداد دره اصلی حوضه، از بالادست حوضه تا بخش‌های پایین‌دست حوضه در مناطقی که رسوبات از نظر شکل، حجم، رنگ، ضخامت و ارتفاع تفاوت‌هایی باهم داشتند نمونه‌برداری انجام گرفت. در بازدید اول ۱۵ نوع نمونه رسوب ماسه‌ای برداشت گردید و در بازدید دوم بر روی دامنه ارتفاعات بالادست حوضه و در ارتفاع حدود ۲۴۰۰ متری رسوب‌هایی مشاهده گردید که از ۱۵ نمونه قبلی متفاوت بود. از این‌رو، از این رسوب‌ها نیز یک نمونه برداشت شد. بدین صورت در مجموع ۱۶ نمونه رسوبی از منطقه مورد مطالعه اخذ گردید. در دو بخش از منطقه که دو مقطع یا نیمرخ

عمودی (یکی در کنار رودخانه در بخش‌های میانی حوضه و یکی به شکل مصنوعی) به عمق ۱۵ و ۲۰ متری ایجاد شده بود نمونه‌برداری از لایه‌های رسوبی ماسه‌های زیرزمین انجام گرفت (جدول ۱).

جدول شماره ۱: موقعیت جامعه نمونه‌های برداشت شده از کوه‌ریگها

جامعه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	فراوانی جامعه	ارتفاع سطح زمین (متر)	عمق برداشت از سطح زمین
۱	۵۴° ۲۲' ۱۲"	۳۱° ۲۲' ۰۶"	۲	۱۹۵۰ و ۱۹۰۰ متر	۱۰ سانتی‌متر
۲	۵۴° ۲۵' ۱۴"	۳۱° ۲۳' ۳۷"	۴	۲۲۳۰	عمق‌های ۱، ۴، ۱۰ و ۱۵ متر
۳	۵۴° ۲۳' ۳۱"	۳۱° ۲۴' ۳۳"	۴	۲۲۵۰	۱۵ سانتی‌متر
۴	۵۴° ۲۰' ۰۷"	۳۱° ۲۵' ۱۶"	۵	۲۰۱۰	عمق‌های ۱، ۴، ۵، ۱۰ و ۲۰ متر
۵	۵۴° ۲۱' ۱۵"	۳۱° ۲۱' ۴۶"	۱	۲۳۸۰	۱۰ سانتی‌متر

رسوب‌های برداشت شده را داخل بسته‌های مخصوص قرار داده و به آزمایشگاه منتقل شدند. در این مرحله به منظور بررسی شاخص‌های دانه‌بندی (گرانولومتری)، ابتدا نمونه‌های برداشت شده از عرصه در سینی ریخته شد تا از بقایای گیاهی و ذرات اضافی پاک شوند. سپس دانه‌بندی نمونه‌ها، براساس روش الک خشک ۱ که به نام آنالیز الک ۲ معروف است، انجام گرفت. بدین منظور با استفاده از الک‌های ۱۰۰۰، ۶۰۰، ۵۰۰، ۲۵۰، ۱۸۰، ۱۲۵، ۹۰، ۴۵ و کمتر از ۴۵ میکرون، از هر نمونه در حدود ۴۵۰ گرم به مدت ۲۰ دقیقه الک شد و محتوی رسوب باقی‌مانده بر روی هر الک به دقت وزن گردید. به منظور تعیین شاخص‌های دانه‌بندی از نرم‌افزار Gradistat استفاده شد و پارامترهای آماری از قبیل قطر میانگین ۳، میانه، نما، جورشدگی ۴، کج‌شدگی ۵، کشیدگی ۶ و همچنین هیستوگرام برای مشخص نمودن منشأ رسوبات تعیین گردید. سپس مقایسه‌های آماری و بررسی معنی‌دار بودن اختلاف بین متغیرهای موردنظر در نمونه‌های تهیه شده با استفاده از نرم‌افزار SPSS و روش واریانس یک‌راهه و آزمون توکی صورت گرفت تا رابطه بین این پارامترها با همدیگر مقایسه و سنجیده شده و در نهایت با تحلیل این آمارها فرایندهای اثرگذار بر شکل‌گیری و تحول کوه‌ریگ‌ها مشخص شود.

### یافته‌های تحقیق

پس از گرانولومتری نمونه‌های رسوبی در آزمایشگاه و مشخص نمودن قطر دانه‌های رسوبی برای هر نمونه، با استفاده از نرم‌افزار Gradistat به تحلیل پارامترهای آماری نمونه پرداخته شد که نتایج آن در جدول زیر (جدول ۲) آمده است:

جدول ۲: تحلیل پارامترهای آماری رسوبی کوه‌ریگ‌های محدوده تنگ چنار

شماره نمونه	نوع رسوب	ارتفاع نمونه	جامعه	میانگین	میانه	نما	جور شدگی	کشیدگی	چولگی	تعداد نما
۱	ماسه درشت	۲۲۵۰	۳	۱/۲۳۸	۱/۳۴۵	۱/۵	۰/۸۴۴	۱/۰۲۷	۰/۰۹۷	یک نما
۲	ماسه متوسط	۲۲۳۰	۲	۰/۸۲۲	۰/۵۸۲	۰/۳۶۸	۰/۹۰۴	۱/۰۳۸	۰/۵۵۳	یک نما
۳	ماسه درشت	۲۲۵۰	۳	۱/۲۵۰	۱/۱۰۰	۰/۸۶۸	۰/۹۵۸	۰/۸۷۶	۰/۲۶۳	چند نما
۴	ماسه درشت	۲۲۳۲	۲	۱/۰۵۲	۰/۸۴۷	۰/۳۶۸	۱/۰۳۸	۰/۶۵۸	۰/۳۵۵	چند نما
۵	ماسه درشت	۲۲۳۵	۲	۱/۲۱۱	۱/۰۲۲	۰/۸۶۸	۱/۰۷۶	۰/۶۴۸	۰/۱۱۸	چند نما

1/ Dry sieve

2/ Sieve Analysis

3/ Mean Diameter

4/ Sorting

5/ Skewness

6/ Kurtosis

چند نما	۱/۰۰۰	۱/۳۲۱	۰/۶۹۹	۰/۳۶۸	۰/۴۱۲	۰/۴۴۸	۴	۲۰۳۰	ماسه متوسط	۶
چند نما	۰/۰۷۸	۰/۸۲۵	۰/۸۹۱	۰/۸۶۸	۱/۰۸۰	۱/۰۴۴	۱	۱۹۰۰	ماسه درشت	۷
چند نما	۰/۶۵۱	۰/۸۵۴	۰/۸۴۸	۰/۳۶۸	۰/۳۷۱	۰/۷۰۵	۱	۱۹۵۰	ماسه متوسط	۸
چند نما	۰/۱۰۳	۱/۰۲۶	۰/۶۷۸	۱/۵۰	۱/۳۲۴	۱/۲۴۴	۳	۲۲۵۰	ماسه درشت	۹
چند نما	۰/۱۹۸	۰/۶۴۹	۰/۹۵۹	۱/۵۰	۰/۹۷۲	۱/۰۳۲	۳	۲۲۵۰	ماسه درشت	۱۰
دو نما	۰/۷۲۲	۱/۵۱۱	۰/۸۹۴	۰/۲۲۲	۰/۲۴۷	۰/۲۵۷	۴	۲۰۱۵	ماسه ریز	۱۱
دو نما	۰/۸۴۱	۱/۷۲۳	۰/۷۵۳	۰/۲۸۴	۰/۲۰۴	۰/۱۳۱	۴	۲۰۲۰	ماسه خیلی ریز	۱۲
دو نما	۰/۹۴۳	۱/۸۱	۱/۰۱۴	۰/۲۳۷	۰/۲۶۱	۰/۲۶۹	۴	۲۰۱۴	ماسه ریز	۱۳
چند نما	۱/۰۰۰	۴/۰۳۴	۱/۱۷۳	۰/۳۶۸	۰/۲۳۱	۰/۴۲۲	۲	۲۲۴۵	ماسه ریز	۱۴
چند نما	۰/۹۴۷	۳/۰۲۴	۱/۰۱۸	۰/۳۶۸	۰/۲۳۴	۰/۲۰۹	۴	۲۰۱۰	ماسه ریز	۱۵
یک نما	۱/۰۲۶	۰/۱۰۳	۰/۶۷۸	۱/۵	۱/۳۲۴	۱/۲۸۶	۵	۲۳۸۰	ماسه درشت	۱۶

پس از تحلیل اولیه رسوبها (جدول ۲) مشاهده گردید که برخی از این نمونه‌ها از نظر مناطق نمونه‌برداری شده و ویژگی‌های رسوبی شباهت‌های زیادی باهم دارند. بنابراین نمونه‌های رسوبی برداشت‌شده به پنج جامعه مختلف تقسیم و تحلیل‌ها به‌جای نمونه آماری رسوبها بر روی جوامع آماری انجام گرفت. در زیر، نمایی از نقاط نمونه‌برداری شده و تصاویر مربوط به کوه‌ریگ‌های مورد مطالعه نشان داده شده است (شکل‌های ۳ و ۴).



شکل ۳: مناطق نمونه‌برداری شده در محدوده تنگ چنار بر روی تصویر گوگل ارث



شکل ۴: نمونه‌های از کوهریگ‌های مربوط به جوامع آماری مورد مطالعه، که شماره هر جامعه روی تصویر نوشته شده است. در واقع، برای هر جامعه یک تصویر آورده شده است.

پس از تحلیل رسوب‌های مربوط به کوهریگ‌ها و دسته‌بندی آن‌ها در پنج جامعه، هم‌اکنون ویژگی‌های کلی هر کدام از جوامع به شرح زیر بیان شده است:

**جامعه اول:** شامل حجم نسبتاً زیادی از رسوب‌ها به شکل ماسه در بخش‌های پایین دست حوضه بوده که در ارتفاعات حدود ۲۲۰۰ متر به بالا در منطقه مورد مطالعه بر روی دامنه جای گذاشته شده‌اند و تا جایی که شیب دامنه‌ها اجازه داده به سمت کوه‌ها پیشروی کرده‌اند. بررسی‌های میدانی حاکی از نهشته‌گذاری این رسوب‌ها به شکل نزولی و از بالا به پایین دامنه‌ها در جهت نیروی ثقل می‌باشد. چراکه مورفولوژی بخشی از این ماسه‌ها به شکل تالوس بوده که رأس آن‌ها



به سمت دامنه کوه است. بنابراین فرایند غالب و مؤثر در ایجاد آن‌ها فرایند دامنه‌ای و تخریب سنگ‌های گرانیتهی به شکل دانه‌ای تحت تأثیر یخبندان و ذوب یخ می‌باشد. به همین دلیل، مورفولوژی و توپوگرافی کوه‌ریگ‌ها کاملاً متأثر از شیب دامنه‌ها است. از آنجایی که شیب دامنه‌ها زیاد بوده، دانه‌های رسوبی نیز بر توپوگرافی پرشیب نهشته شده‌اند به گونه‌ای که شیب بیشتر آن‌ها بیش از ۷۰ درصد می‌باشد. نمونه‌های شماره ۷ و ۸ مربوط به این جامعه هستند. با توجه به نتایج به دست آمده از تحلیل‌های آماری مشخص گردید که این نمونه‌ها، دارای جورشدگی متوسط بوده و نیز از لحاظ کشیدگی پهن هستند. نمونه ۷ از نظر کج شدگی متقارن بوده و نمونه ۸ دارای کج شدگی منفی است (تمایل به سمت ذرات درشت‌دانه). همچنین دانه‌های ماسه در نمونه ۷ دارای قطر ۲۵۰-۶۰۰ میکرون بوده درحالی‌که بیشتر دانه‌ها در نمونه ۸ در حدود ۱۰۰۰ میکرون هستند و قطری بین ۶۰۰-۱۰۰۰ میکرون دارند.

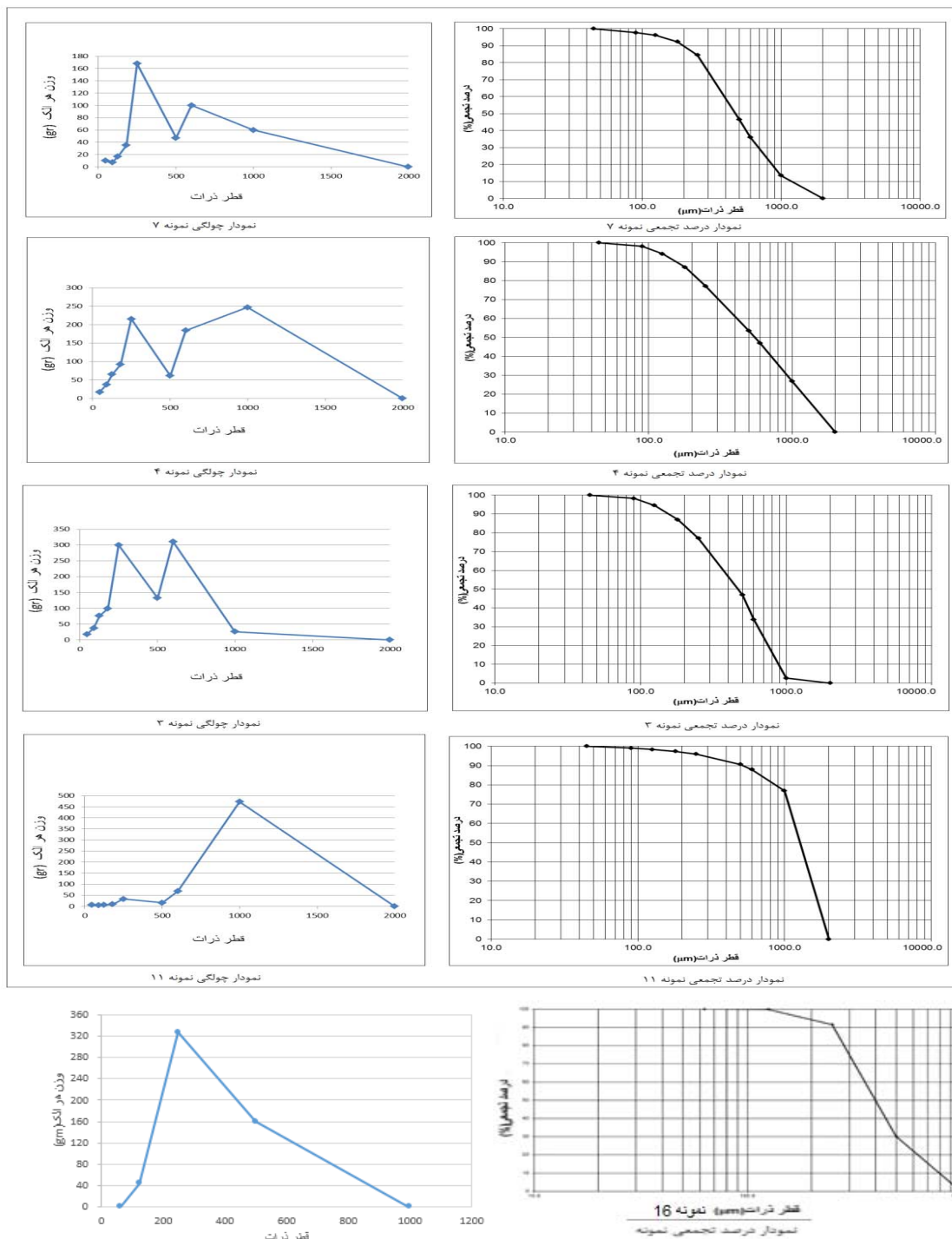
**جامعه دوم:** رسوب‌های جامعه دوم از یک ترانشه در کنار دره رودخانه‌ای برداشت شده است. این ترانشه ۲۰ متر ضخامت داشته و ۴ نمونه رسوبی از آن در عمق‌های ۲۰، ۱۵، ۱۰ و ۵ متری برداشت گردیده است. نمونه‌های ۲ و ۴ و ۵ و ۱۴ جزء این جامعه هستند. از نظر رسوب‌شناسی همه آن‌ها ماسه‌های درشت‌دانه تا گراول‌ها را شامل می‌شوند. رسوب‌های نزدیک سطح زمین از قطر درشت‌تری به نسبت لایه‌های رسوبی زیرین برخوردارند. به طوری که نمونه ۵ این جامعه قطر بالای ۱۰۰۰ میکرون دارد. از نظر منشأ شکل‌گیری، تنها هیستوگرام نمونه ۲ این جامعه تک نما بوده و بقیه نمونه‌های رسوبی حاکی از دست‌کم دو یا سه منشأ بودن رسوبات دارند. تحلیل‌های رسوبی همچنین نشان می‌دهد که هیچ‌کدام از نمونه‌های موجود در این جامعه جور شده نبوده اما همه آن‌ها از کج شدگی منفی برخوردارند. از نظر کشیدگی نیز هیچ‌کدام از نمونه کشیدگی بالایی را نشان نمی‌دهند.

**جامعه سوم:** رسوب‌های این جامعه در بخش‌های میانی حوضه و اغلب در اطراف رودخانه فرعی بزرگ و مخروط‌افکنه بسیار بزرگ این رودخانه قرار گرفته است. حجم رسوب‌ها در این منطقه بسیار زیاد است که دلیل آن رسوبات آبرفتی مخروط‌افکنه و رودخانه است که بخش زیادی از آن‌ها توسط باده‌ها جابجا شده است. بنابراین عوامل اصلی تأثیرگذار در این بخش رودخانه‌ها بوده که حجم زیادی از ماسه‌ها را به این بخش انتقال و سپس نهشته‌ای-ماسه‌ای رسوبی توسط باده‌ها جابجا و به سمت دامنه کوه‌ها حرکت کرده‌اند. بنابراین هم در مناطق کم شیب تر و هم در پای دامنه‌ها این رسوبات انباشته شده است. نمونه‌های ۱، ۳، ۹ و ۱۰ مربوط به این جامعه هستند. با توجه تحلیل رسوبات مشخص گردید که جورشدگی نمونه‌ها نسبتاً خوب بوده و تنها نمونه ۹ جورشدگی خیلی ضعیف دارد. از نظر کج شدگی نمونه ۱ متقارن بوده درحالی‌که سایر نمونه‌ها کج شدگی منفی (تمایل به سمت ذرات درشت‌دانه) دارند. همچنین نمونه ۱ کشیده بوده و سایر نمونه‌ها پهن و خیلی پهن هستند. همه نمونه‌ها دارای قطری بین ۲۵۰-۱۰۰۰ میکرون هستند که نشان می‌دهد سرعت فرایندهای انتقال‌دهنده و احتمالاً باد غالب متفاوت بوده است. در جامعه ۳ نیز با توجه به درشت‌دانه بودن ذرات مشخص می‌گردد که رسوب‌گذاری در یک محیط پرانرژی و نزدیک صورت گرفته است.

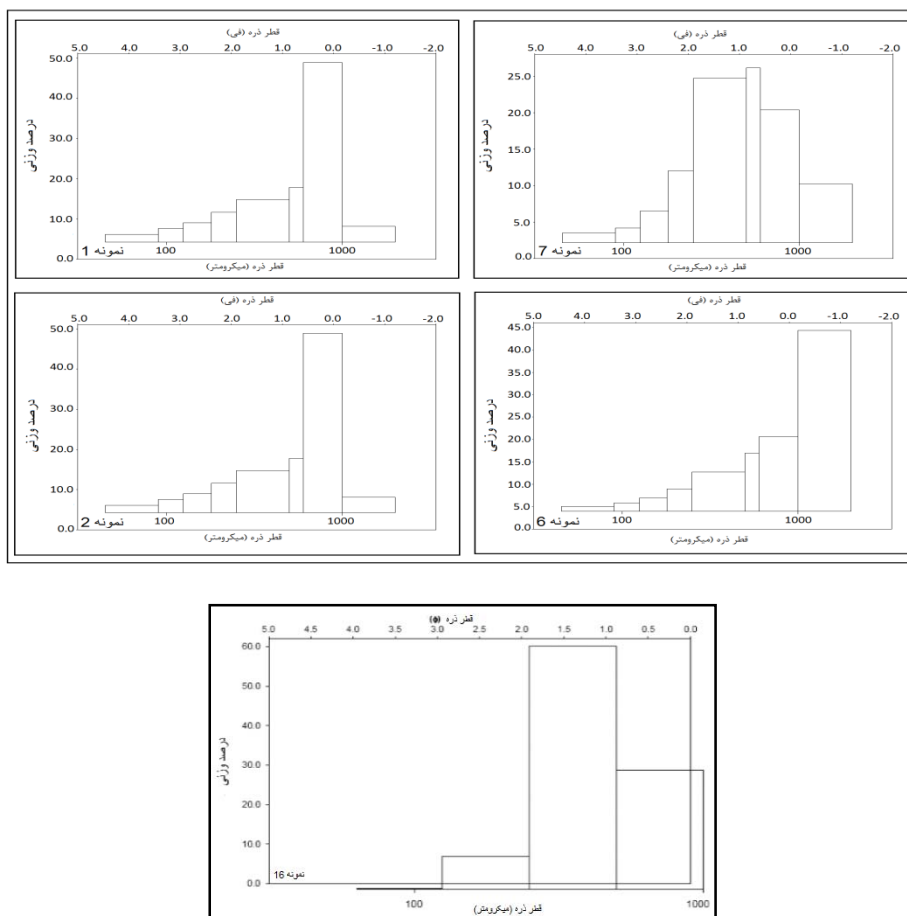
**جامعه چهارم:** نمونه‌های رسوبی این جامعه در بخش‌های بالادست حوضه و از یک سطح نسبتاً هموار و کم شیب برداشت شده است. رسوب‌های این منطقه ظاهراً از فرایندهای بادی متأثر بوده و مطالعات دانه‌سنجی نیز این موضوع را تأیید نمود. در واقع، رودخانه رسوب‌های ماسه‌ای بالادست رو به این بخش منتقل و سپس باده‌ها آن را در سطح پراکنده‌اند. در این بخش ماسه‌ها لایه‌بندی مشخصی نداشته و لندفرم خاصی را هم به وجود نیآورده‌اند. چراکه برخلاف تپه‌های ماسه‌ای میدان و گستره مناسبی برای این کار در داخل دره پیدا نکرده‌اند. در بخش‌های بالایی این محدوده رسوب‌ها از فرایندهای دامنه‌ای نیز اثر پذیرفته و قطعه‌سنگ‌های نسبتاً بزرگی در داخل رسوب‌ها بر جای گذاشته‌اند. نمونه‌های ۶، ۱۱، ۱۲ و ۱۳ و ۱۵ مربوط به جامعه چهارم هستند. با توجه به نتایج به دست آمده از تحلیل پارامترهای آماری مشخص گردید که نمونه‌ها کج شدگی بسیار منفی (تمایل به سمت ذرات درشت‌دانه) دارند. همچنین از لحاظ کشیدگی، نمونه ۶ کشیده و سایر نمونه به دلیل وجود قله‌سنگ بسیار کشیده هستند. جورشدگی در نمونه‌های ۶ و ۱۲ نسبتاً خوب و در سایر

نمونه‌ها متوسط است. قطر ذرات در نمونه‌ها بیشتر کمتر از ۵۰۰ میکرون بوده که البته ذرات ریزتر غالب هستند. به دلیل وجود قلوه‌سنگ‌ها در این جامعه رسوبی، میانگین قطر ذرات بیشتر بوده و از این نظر می‌توان بیان داشت که از نظر فرایند جابجایی، انتقال و رسوب‌گذاری این جامعه به دو منطقه ناهمگون قابل تقسیم است که حاکی از تفاوت در نوع فرایند، میزان و مقدار جابجایی و میزان نزدیکی به دامنه‌های بالادست است.

**جامعه پنجم:** در این جامعه تنها یک نمونه رسوبی برداشت شده است. دلیل آن مشخصه یکسان رسوب‌های این بخش از منطقه مورد مطالعه است. این نمونه رسوبی از ارتفاع 2380 متر منطقه و در بخش پایین‌دست حوضه آبریز بر روی دامنه‌های شرقی شیرکوه برداشت گردیده است. رسوب‌ها به شکل واریزه‌های دامنه‌ای از بالا به پایین قرار گرفته‌اند و در حال حاضر در مرحله شکل زایی‌اند. فرایند غالب ایجاد آن تخریب و هوازدگی و پایین آمدن رسوب‌ها تحت تأثیر نیروی ثقل است. بنابراین فرایندهای آبی-بادی نقشی در ایجاد یا تغییر آن‌ها ندارند. نمونه رسوبی ۱۶ تنها نمونه مربوط به این جامعه آماری است. در شکل (۵) نمودارهای درصد تجمعی و چولگی، در شکل (۶) نمودارهای ستونی برخی از نمونه‌ها برای مقایسه آن‌ها با همدیگر آورده شده است.



شکل ۵: نمایش نمودارهای تجمعی و چولگی پنج جامعه آماری مورد مطالعه که شماره نمودار در پایین هر کدام از نمودارها آورده شده است.



شکل ۶: نمودار ستونی (هیستوگرام) توزیع اندازه ذرات و نمایش تعداد نمای آن‌ها، شماره نمونه در پایین نمودارها آمده است.

به منظور تجزیه و تحلیل دانه بندی رسوبات و پارامترهای آماری به دست آمده در نتیجه گرانولومتری و تحلیل آن‌ها و همچنین بررسی فرایندهای مؤثر در انتقال، جابجایی و نهشته گذاری دانه‌های رسوبی و تفاوت در نوع فرایند، با استفاده از نرم افزار SPSS و روش واریانس یک راهه و آزمون توکی، معنی دار بودن اختلاف بین متغیرهای مختلف در سطح ۹۵ درصد در کوهریگ‌ها به شرح زیر مورد بررسی قرار گرفت. در جدول زیر آنالیز واریانس متغیر قطر میانگین نشان داده شده است.

جدول ۳: آنالیز واریانس متغیر قطر میانگین

سطح معنی داری	آزمون فیشر	میانگین مربعات	درجه آزادی	جمع مربعات	تغییرات بین گروه‌ها
/000	17/364	401104/785	۳	1203314/355	تغییرات بین گروه‌ها
		23100/410	۱۲	277204/915	تغییرات داخل گروه‌ها
			۱۵	1480519/270	کل

با توجه به جدول (۳) مشاهده می‌شود که سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۱ است. بنابراین در مورد قطر میانگین تفاوت معنی‌دار بین ۴ گروه کوه‌ریگ وجود دارد. به‌منظور بررسی این موضوع، آزمون توکی صورت پذیرفت که نتایج آن در جدول (۴) نشان داده شده است.

جدول ۴: نتایج آزمون توکی برای متغیر قطر میانگین

جامعه (I)	جامعه (J)	اختلاف میانگین (I-J)	خطای استاندارد	سطح معنی‌داری	فاصله‌ی اطمینان ۹۵٪	
					حد پایینی	حد بالایی
جامعه ۱	جامعه ۲	-38/775000	131/625633	/991	-429/55849	352/00849
	جامعه ۳	99/775000	131/625633	/872	-291/00849	490/55849
	جامعه ۴	-532/600000*	124/097837	/005	-901/03421	-164/16579
جامعه ۲	جامعه ۱	38/775000	131/625633	/991	-352/00849	429/55849
	جامعه ۳	138/550000	107/471879	/586	-180/52338	457/62338
	جامعه ۴	-493/825000*	98/107954	/001	-785/09781	-202/55219
جامعه ۳	جامعه ۱	-99/775000	131/625633	/872	-490/55849	291/00849
	جامعه ۲	-138/550000	107/471879	/586	-457/62338	180/52338
	جامعه ۴	-632/375000*	98/107954	/000	-923/64781	-341/10219
جامعه ۴	جامعه ۱	532/600000*	124/097837	/005	164/16579	901/03421
	جامعه ۲	493/825000*	98/107954	/001	202/55219	785/09781
	جامعه ۳	632/375000*	98/107954	/000	341/10219	923/64781

با توجه به جدول (۴) مشاهده می‌شود که نمونه‌های جامعه ۴ از نظر قطر میانگین دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد با سایر نمونه‌ها هستند (سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۱)، در حالی که رسوب‌های ۱، ۲ و ۳ با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند. بنابراین با توجه به نزدیک بودن عدد سطح معنی‌داری آن‌ها، رسوبات ۱، ۲ و ۳ در یک گروه و رسوب ۴ در گروه جداگانه قرار می‌گیرند. در زیر جدول (جدول ۵) آنالیز واریانس متغیر جورشدهگی نشان آورده شده است.

جدول (۵) آنالیز واریانس متغیر جورشدهگی

جمع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آزمون فیشر	سطح معنی‌داری %
5/258	/015	/146	3	/437
		/028	12	/332
		/146	15	/769

با توجه به جدول (۵) مشاهده می‌شود که سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۱ است. بنابراین در مورد جورشدگی تفاوت معنی-دار بین ۴ گروه کوهریگ وجود دارد. بنابراین آزمون توکی صورت پذیرفت که نتایج آن در جدول (۶) نشان داده شده است.

جدول ۶: نتایج آزمون توکی برای متغیر جورشدگی

(I) جامعه	(J) جامعه	اختلاف میانگین (I-J)	خطای استاندارد	سطح معنی‌داری	فاصله‌ی اطمینان ۹۵٪	
					حد پایینی	حد بالایی
جامعه ۱	جامعه ۲	-/099500	/144114	/899	-/52736	/32836
	جامعه ۳	/049000	/144114	/986	-/37886	/47686
	جامعه ۴	/303000	/135872	/170	-/10039	/70639
جامعه ۲	جامعه ۱	/099500	/144114	/899	-/32836	/52736
	جامعه ۳	/148500	/117669	/602	-/20085	/49785
	جامعه ۴	/402500*	/107416	/013	/08359	/72141
جامعه ۳	جامعه ۱	-/049000	/144114	/986	-/47686	/37886
	جامعه ۲	-/148500	/117669	/602	-/49785	/20085
	جامعه ۴	/254000	/107416	/138	-/06491	/57291
جامعه ۴	جامعه ۱	-/303000	/135872	/170	-/70639	/10039
	جامعه ۲	-/402500*	/107416	/013	-/72141	-/08359
	جامعه ۳	-/254000	/107416	/138	-/57291	/06491

با توجه به جدول (۶) مشاهده می‌شود که جامعه ۲ و ۴ از نظر جورشدگی دارای تفاوت معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد هستند. در زیر جدول آنالیز واریانس (جدول ۷) متغیر چولگی نشان داده شده است.

جدول ۷: آنالیز واریانس متغیر چولگی

	جمع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آزمون فیشر	سطح معنی‌داری /
تغییرات بین گروه‌ها	20/611	3	6/870	12/787	/000
تغییرات داخل گروه‌ها	6/447	12	/537		

سطح معنی‌داری /	آزمون فیشر	میانگین مربعات	درجه آزادی	جمع مربعات	تغییرات بین گروه‌ها
/000	12/787	6/870	3	20/611	
		/537	12	6/447	تغییرات داخل گروه‌ها
			15	27/058	کل

با توجه به جدول (۷) مشاهده می‌شود که سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۱ است. بنابراین در مورد چولگی تفاوت معنی-دار بین ۴ گروه کوه‌ریگ وجود دارد. بنابراین آزمون توکی صورت پذیرفت که نتایج آن در جدول (۸) نشان داده شده است.

جدول ۸: نتایج آزمون توکی برای متغیر چولگی

جامعه (I)	جامعه (J)	اختلاف میانگین (I-J)	خطای استاندارد	سطح معنی‌داری	فاصله‌ی اطمینان ۹۵٪	
					حد پایینی	حد پایینی
جامعه ۱	جامعه ۲	/212500	/634787	/986	-1/67212	2/09712
	جامعه ۳	-/390000	/634787	/926	-2/27462	1/49462
	جامعه ۴	2/231000*	/598483	/013	/45416	4/00784
جامعه ۲	جامعه ۱	-/212500	/634787	/986	-2/09712	1/67212
	جامعه ۳	-/602500	/518301	/660	-2/14128	/93628
	جامعه ۴	2/018500*	/473142	/005	/61379	3/42321
جامعه ۳	جامعه ۱	/390000	/634787	/926	-1/49462	2/27462
	جامعه ۲	/602500	/518301	/660	-/93628	2/14128
	جامعه ۴	2/621000*	/473142	/001	1/21629	4/02571
جامعه ۴	جامعه ۱	-2/231000*	/598483	/013	-4/00784	-/45416
	جامعه ۲	-2/018500*	/473142	/005	-3/42321	-/61379
	جامعه ۳	-2/621000*	/473142	/001	-4/02571	-1/21629

نتایج جدول (۸) نیز نشان می‌دهد که مانند متغیر قطر میانگین، چولگی نیز بین جامعه ۴ و سایر نمونه‌ها تفاوت معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد دارد. بنابراین رسوبات ۱، ۲ و ۳ در یک گروه و رسوب ۴ در گروه دیگر قرار می‌گیرند. در زیر جدول آنالیز واریانس (جدول ۹) متغیر کشیدگی نشان داده شده است.

جدول ۹: آنالیز واریانس متغیر کشیدگی

سطح معنی داری /	آزمون فیشر	میانگین مربعات	درجه آزادی	جمع مربعات	
/005	7/218	106/191	3	318/574	تغییرات بین گروه‌ها
		14/713	12	176/553	تغییرات داخل گروه‌ها
			15	495/126	کل

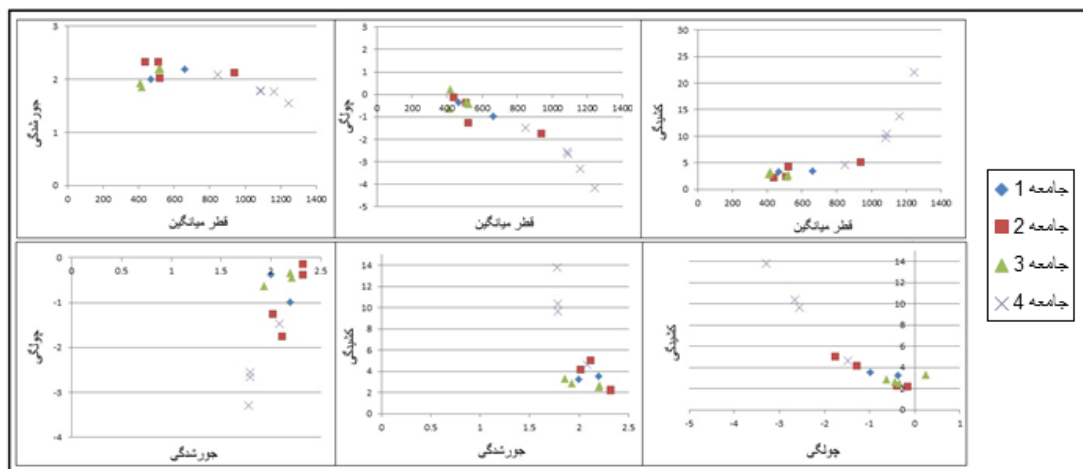
با توجه به جدول (۹) مشاهده می‌شود که سطح معنی داری کمتر از ۰/۰۱ است. بنابراین در مورد کشیدگی تفاوت معنی دار بین ۴ گروه کوهریگ وجود دارد. بنابراین آزمون توکی صورت پذیرفت که نتایج آن در جدول (۱۰) نشان داده شده است.

جدول ۱۰: نتایج آزمون توکی برای متغیر کشیدگی

جامعه (I)	جامعه (J)	اختلاف میانگین (I-J)	خطای استاندارد	سطح معنی داری	فاصله‌ی اطمینان ۹۵٪	
					حد پایینی	حد پایینی
جامعه ۱	جامعه ۲	-/000750	3/321829	1/000	-9/86293	9/86143
	جامعه ۳	/551750	3/321829	/998	-9/31043	10/41393
	جامعه ۴	-8/986000	3/131850	/059	-18/28415	/31215
جامعه ۲	جامعه ۱	/000750	3/321829	1/000	-9/86143	9/86293
	جامعه ۳	/552500	2/712262	/997	-7/49994	8/60494
	جامعه ۴	-8/985250*	2/475945	/016	-16/33609	-1/63441
جامعه ۳	جامعه ۱	-/551750	3/321829	/998	-10/41393	9/31043
	جامعه ۲	-/552500	2/712262	/997	-8/60494	7/49994
	جامعه ۴	-9/537750*	2/475945	/011	-16/88859	-2/18691
جامعه ۴	جامعه ۱	8/986000	3/131850	/059	-/31215	18/28415
	جامعه ۲	8/985250*	2/475945	/016	1/63441	16/33609
	جامعه ۳	9/537750*	2/475945	/011	2/18691	16/88859

نتایج جدول ۱۰ نیز نشان می‌دهد که از نظر متغیر کشیدگی بین جامعه ۴ و جوامع ۲ و ۳ تفاوت معنی دار در سطح ۹۵ درصد دارد. همچنین به منظور بررسی اختلافات در متغیرهای مورد مطالعه در ۱۵ نمونه مورد مطالعه، آنالیز دومتغیره صورت پذیرفت و منحنی‌های بایوپلات ترسیم گردید که در شکل ۴-۲۰ نشان داده شده است:





شکل ۷: آنالیز دومتغیره نمونه‌های مورد مطالعه

با توجه به شکل (۷) مشاهده می‌شود که نمونه‌های رسوبی جوامع مختلف به لحاظ دو پارامتر آماری مورد بررسی یعنی چوردگی و قطر میانگین تفاوت‌های زیادی باهم دارند. بر اساس این مقایسه، حداکثر تفاوت بین همه جوامع، مربوط به جامعه چهار بوده که از نظر چوردگی و میانگین قطر رسوبات با جوامع دیگر خیلی متفاوت است. تفاوت چشمگیر بین نمونه‌های رسوبی جوامع حاکی از نقش فرایندهای مختلف در شکل‌گیری و تحول کوهریگ‌ها دارد. چراکه محیط‌ها و فرایندهای مختلف هر یک نوع خاصی از رسوبات را انتقال و رسوب‌گذاری می‌کنند. فرایند بادی چوردگی بیشتری به همراه دارد اما فرایندهای آبی و دامنه‌ای از چوردگی کتر و میانگین قطر رسوبات بیشتر برخوردارند.

### نتیجه‌گیری

نتایج بررسی کوهریگ‌های منطقه تنگ چنار نشان داد که این عارضه نوع خاص و منحصر به فردی از انباشت دانه‌های رسوبی عمدتاً ماسه در مناطق بیابانی با آب‌وهوای خشک به شمار آورد که برخلاف تصور اولیه بادها نقش اصلی را در شکل‌گیری و به‌ویژه توسعه و تکامل آن ایفا نکرده‌اند. هرچند که ویژگی‌های رسوبی آن‌ها به‌ظاهر بسیار مشابه مشخصات رسوبی تپه‌های ماسه‌ای با منشأ و دخالت فرایند بادهای غالب است. اما بررسی‌های بیشتر و آزمایش‌های رسوب‌شناسی بر روی رسوبات کوهریگ‌های حوضه آبریز تنگ چنار تفاوت در شرایط محیطی و اقلیمی شکل‌گیری و همچنین پروسه توسعه و تحول و همچنین فرگشت آن‌ها را با تپه‌های ماسه‌ای و سایر رسوبات دانه‌ای و ماسه‌ای نشان داد. برای مثال، بسیاری از این رسوبات بر روی دامنه‌های پرشیب و در پای این دامنه‌ها و همچنین بر روی سطوح هموار و کم شیب قرار گرفته‌اند. درحالی‌که بادها قادر به انتقال رسوبات درشت‌دانه بر روی این ارتفاعات با شیب بیش از ۳۰ درصد، آن‌هم برخلاف جهت شیب نیست. قرارگیری آن‌ها نیز در یک جهت خاص جغرافیایی نبوده بلکه در همه جهات پراکنده‌اند. بعلاوه، در بین لایه‌های رسوبی ماسه‌ای، به‌ویژه در نقاط پای دامنه‌ها و یا نزدیک به دامنه‌ها گراول‌ها و قلوه‌سنگ‌های درشت‌دانه‌ای نیز وجود دارد که این امر به دلیل دخالت فرایندهای دامنه‌ای در توسعه و برآیش این رسوبات است. در سواحل رودخانه‌ها و همچنین مناطق هموار در پایین‌دست حوضه، در بین رسوبات ریزدانه آبرفت‌ها با لایه‌های متناوب و بعضاً ضخیم نیز مشاهده می‌شود که حاکی از دوره‌های متناوب و متفاوت اقلیمی در اثنای شکل‌گیری و تحول کوهریگ‌ها می‌باشد. برای مقایسه رسوبات جوامع مختلف با یکدیگر از نظر پارامترهای آماری، از نرم‌افزار SPSS و روش واریانس یک‌راهه و آزمون توکی نیز استفاده گردید. بررسی و تحلیل نمونه‌های رسوبی برداشت‌شده از منطقه نشان داد که رسوبات کوهریگ‌ها در بخش‌های مختلف از نظر میانگین، میانه، نما، چوردگی، کشیدگی و کج‌شدگی از همدیگر تفاوت‌های چشمگیری دارند. برخی از نمونه‌ها از چوردگی بسیار خوبی برخوردار بوده درحالی‌که برخی دیگر از نمونه‌ها از این نظر بسیار جور نشده بودند. از نظر میانگین نیز، از حدود ۴۰۰ میکرون تا بیشتر از ۱۲۰۰ میکرون را

می‌توان در بین نمونه‌ها مشاهده نمود/ کشیدگی و چولگی رسوبات نیز در نمونه‌ها و جوامع مختلف با همدیگر بسیار متفاوت است. این بدین معنی است که یک فرایند واحد مانند باد در تشکیل همه کوهریگ‌های منطقه به‌تنهایی عمل نکرده است. بلکه، فرایندهای دیگری مانند فرایندهای دامنه‌ای و آب‌های جاری نیز هرکدام به‌طور جداگانه یا به شکل ترکیبی در به وجود آوردن تهنسست‌های رسوبی نقش داشته‌اند. بر این اساس، شکل منحنی‌های نرمال، منحنی-های تجمعی و هیستوگرام‌های ترسیمی از کوهریگ‌ها با اشکال حاصله از ویژگی‌های رسوبی مناطق بیابانی و ساحلی و دیگر مناطق رسوبی با منشأهای مختلف بادی، رودخانه‌ای، یخچالی، آبی-بادی و غیره متفاوت است. همان‌طور که از مشاهده اشکال هیستوگرام نمونه‌ها و جوامع مختلف رسوبی برمی‌آید اغلب دو یا چند فرایند در نهشته‌گذاری رسوبی کوهریگ‌های این محدوده نقش داشته‌اند. همچنین، تحلیل دقیق‌تر نمونه‌ها و جوامع رسوبی حاکی از دخالت فرایندهای دامنه‌ای، کوه‌ریختی، فلوویالی، بادی، بادی-آبی در قلمرو مورفوژنتیک و مورفوکلیماتیک جنب یخچالی با رخنمون سنگ‌های دانه‌ای مانند گرانیت‌ها در محدوده مطالعاتی می‌باشد. بدین شکل طبیعی است که انحراف معیار در نمونه‌های مختلف جوامع پنج‌گانه زیاد است. از این‌رو، منحنی‌های تجمعی، در جوامع مختلف مورد بررسی به یک‌شکل نبوده و این بدین معنی است که ذرات به شکل یکسان و یکنواخت پخش نشده‌اند. منحنی‌های ترسیم‌شده و شکستگی در امتداد آن‌ها برای جوامع و نمونه‌های مختلف حاکی از آن است که مکانیسم‌های حمل در نمونه‌های رسوبی متفاوت است. شاید یکی از نقاط مشترک همه نمونه‌های رسوبی برداشت‌شده آن است که این رسوبات در مقایسه با پهنه‌های رسوبی دیگر عمدتاً از قطره‌های بزرگ‌تری تشکیل شده‌اند اما تفاوت عمده این رسوب‌ها با همه انواع دیگر رسوب‌های ماسه‌ای، تفاوت در پارامترهای هندسی رسوبات از جمله قطر متوسط، میانگین، میانه، نما، جور شدگی، کشیدگی و پهن‌شدگی این رسوبات از یک‌سو و نقش فرایندهای دامنه‌ای در فرگشت آن‌ها به شکل قرارگیری تخته‌سنگ و قلوه‌سنگ در میان لایه‌های رسوبی ریزدانه است. اغلب نمونه‌ها قطر متوسط بیشتر از ۵۰۰ میکرون داشته و قطر برخی از دانه‌های رسوبی داخل نمونه (جامعه ۲ و ۳) بیش از ۴ میلی‌متر بودند. بنابراین، باد با هیچ شدتی قادر به جابجایی آن‌ها نبوده و به دلیل یکسانی و همگونی در اندازه دانه‌های بزرگ برخی نمونه‌ها، به نظر می‌رسد که آن‌ها از روی دامنه‌ها و تحت تأثیر نیروی گرانی زمین پایین آمده باشند. بررسی‌های میدانی نشان داد که اغلب این کوهریگ‌ها در حال حاضر ثابت بوده و فعالیت ندارند. از این‌رو، احتمالاً این عارضه‌ها در دوره‌های اقلیمی سرد و مرطوب گذشته ایجاد شده و توسعه پیدا نموده‌اند. دمای سرد شرایط یخبندان و ذوب یخ را فراهم نموده و سنگ‌ها پس از متلاشی و تخریب شدن به شکل فیزیکی به شکل دانه‌های رسوبی به‌پای دامنه‌ها ریخته و توسط جریان آب ناشی از ذوب یخ به سمت شیب‌های پایین‌تر حرکت نموده‌اند. در این قسمت‌ها، به دلیل همواری بیشتر زمین، بخشی از این ذرات رسوبی توسط بادهای نیز انتقال پیدا کرده و به اطراف پراکنده شده‌اند.

## منابع

- مهرشاهی، داریوش؛ تامس، دیوید؛ بیتمن، مارک و اوهارا، سارا (۱۳۷۷) چگونگی تشکیل، تحول و تعیین سن کوهریگ اردکان یزد، تحقیقات جغرافیایی، شماره ۵۱، صص. ۱۰۲-۱۲۰
- مهرشاهی، داریوش و فرزاد خسرویانی، ۱۳۸۹، تعیین منشأ کوهریگ‌های دامنه باختری تپه‌های بغداد آباد مهریز با ترکیب داده‌های ژئومورفولوژی، کانی‌شناسی، سنجش‌ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دومین همایش ملی فرسایش بادی، یزد، انجمن علمی مدیریت و کنترل مناطق بیابانی ایران.
- مهرشاهی، داریوش، ۱۳۹۰، کوهریگ‌شناسی: مطالعات موردی در استان یزد، جغرافیا و توسعه، شماره ۲۵: ۱۵۹-۱۷۸.

- -Bertram, S., ۲۰۰۳, *Late Quaternary sand ramps insouth -western Namibia: nature, originand palaeoclimatological significance*, Unpublished doctoral thesis, Universität Würzburg , Available online at *Dissertation\_Silke\_Bertram*, pdfaccessed ۰۴,۰۵,۱۱,
- -Bateman, M., D.; Bryant, R., G.; Foster, I.; Livingstone, I., And Parsons, A., J,(2012) *on the formation of sand ramps: A case study from the Mojave Desert*, *Geomorphology*, vol 161-162, pp, 93-109
- -Clarke, M.L., Richardson, C.A., Rendell, H.M., ۱۹۹۶a, *Luminescence dating of the Mojave desert sands*, *Quaternary Science Reviews* ۱۴, ۷۸۳-۷۸۹
- -Clarke, M.L., Wintle, A.G., Lancaster, N., ۱۹۹۶b, *Infra-red stimulated luminescence dating of sands from the Cronese Basins, Mojave Desert*, *Geomorphology*, 17, ۱۹۹-۲۰۶
- -Lancaster, N, and J.R., Hallward(1984) *A bibliography of desert dunes*, Cape Town: Department of Environmental and Geographical Sciences, Univ, Cape Town,
- -Lancaster, N., 1995, *Geomorphology of Desert Dunes: London*, Rutledge, 290 p,
- -Lancaster, N., and Tchakerian, V., P, (1996) *Geomorphology and sediments of sand ramps in the Mojave Desert*, *Geomorphology*, 17(1): 151-165
- -Lancaster, N,( 1990) *Dune morphology and chronology, Kelso Dunes, Mojave Desert, California: Geological Society of America Abstracts with Programs*, v, 22, p, A86,
- -Kumar, A.; Srivastava, P. and Meena, N., K, (2016) *Late Pleistocene Aeolian in the cold desert of Ladakh: A record from sand ramps*, *Quaternary international*, in press
- -Livingstone, I. & A, Warren (1996): *Aeolian Geomorphology*, Longman, London,
- -Rendell, H.M., Sheffer, N.L., 1996, *Luminescence dating of sand ramps in the Eastern Mojave Desert*, *Geomorphology* 17, 187-197.
- -Tchakerian, V.P., 1991, *Late Quaternary aeolian geomorphology of the Dale Lake sand Sheet, southern Mojave Desert, California*, *Physical Geography* 12, 347-437,
- Tchakerian, V.P., Lancaster, N, (2002) *Late Quaternary arid/humid cycles in the Mojave desert and -western Great Basin of North America*, *Quaternary Science Reviews* 21,799-810,
- -Telfer, M.W., Thomas, Z.A., Breman, B, (2012) *Sand ramps in the Golden Gate Highlands National Park, South Africa: evidence of periglacial Aeolian activity during the Last glacial*, *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology* 313-4, 59-69,
- -Thomas, D.S.G., Bateman, M.D., Mehrshahi, D., OHara, S.L,(1997) *Development and en-vironmental significance of an Aeolian sand ramp of last-glacial age, central Iran*, *Quaternary Research* 48, 155-161,
- -Turner, B.R., Makhlof, I, (2002) *recent colluvial sedimentation in Jordan: fans evolving into sand ramps*, *Sedimentology* 49, 1283-1298,
- Zimbelman, J.R., Williams, S.H. and Tchakerian, V.P. (1995)*Sand transport paths in the Mojave Desert, southwestern United States*. In: V.P. Tchakerian (Editor), *Desert Aeolian Processes*. Chapman and Hall, London, pp. 101-130.