

دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر فصلنامهی علمی فضای جغرافیایی

سال بیستم، شمارهی ۷۲ زمستان ۱۳۹۹، صفحات ۱۲۲–۱۰۳

محمد شريفي پيچون (

بررسی منشأ کوهریگهای حاشیه دغ ارنان-جنوب یزد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۰٦

تاريخ پذيرش: ١٣٩٨/٠٧/٢٥

چکيده

کوهریگ یکی از انواع تپههای ماسه ی است که بر روی دامنه برخی کوههای مناطق خشک و نیمهخشک قابل مشاهده است. این رسوبات اغلب توسط باد حمل و پس از برخورد با موانع توپوگرافی محلی بر جای گذاشته می-شوند. برخلاف تپههای ماسه ی بیابانی که تنها توسط فرآیند بادی به وجود می آیند، فرآیندهای آبی و دامنه ای نیز در شکل گیری و تحول کوهریگها نقش دارند. هدف این پژوهش بررسی منشأ کوهریگهای واقع در دامنه کوههای تنگ حوضکی و تنگ چنار در حاشیه دغ ارنان است. برای انجام این پژوهش از نقشههای زمین شناسی، توپوگرافی، نقشه رقومی ارتفاعی و مشاهدات میدانی استفاده شده است. در بازدید میدانی چند نمونه رسوب برداشت و مطالعات دانه سنجی، کانی شناسی و مورفوسکپی روی آنها انجام شد. یافته ها نشان داد که دانههای رسوبات کوهریگ از ماسههای درشت دانه و کانی های تشکیل دهنده آنها منطبق بر مونزو گرانیتهای دامنه ماش قری شیر کوه مطالعات دانه سنجی، کانی شناسی و مورفوسکپی روی آنها انجام شد. یافته ها نشان داد که دانه های رسوبات وهریگ از ماسههای درشت دانه و کانی های تشکیل دهنده آنها منطبق بر مونزو گرانیتهای دامنه های شیر کوه موهریگ از ماسههای درشت دانه و کانی های تشکیل دهنده آنها منطبق بر مونزو گرانیتهای دامنه های شیر کوه مواد همراه زبانه های یخی و یا جریان آب رودخانه تشکیل ده در شرایط جنب یخچالی پلئیستوسن به شدت هوازه و این مواد همراه زبانه های یخی و یا جریان آب رودخانه تنگ چنار به سمت سطح اساس، دریاچه ارنان انتقال پیدا کرده و در ساحل رودخانه و دریاچه ته شدست پیدا کرده و توسط بادهای جنوب و جنوب غربی دوره گذشته بر روی کوههای تنگ حوضکی و تنگ چنار پاشیده شده و از دامنه کوهها بالا رفته اند. در برخی موارد آنها از قله عبور و در در ماحل رودخانه و دریاچه ته نشست پیدا کرده و توسط بادهای جنوبیو و مورد آنها از قله عبور و در دامنه بادیناه پایین آمده از

کلید واژهها: کوهریگ، دغ ارنان، مناطق خشک، شیرکوه، فرآیند بادی.

۱– گروه ژئومورفولوژی، جغرافیا، دانشگاه یزد.

E-mail:mscharifi@Yazd.ac.ir.com

مقدمه

کوهریگ' یکی از انواع تپههای ماسهای است که بر روی دامنه برخی کوههای مناطق خشک و نیمهخشک قابل مشاهده است. در واقع، بادهای حاوی رسوبات ماسه پس از برخورد با کوههای نسبتا بلند این مناطق رسوبات خود را بر جای می گذارند (Bertram, 2003: 15; Bateman et al, 2012: 93). در صورت ارتفاع کم کوهها و یا شدت بادها، رسوبات تا بالای کوه انتقال و بر روی دامنه بادپناه به شکل نزولی پایین می آیند (Thomas et al., 1997: 155) Sharifi Paichoon, 2020: 1). برخلاف تپههای ماسهای بیابانی که تنها توسط فرآیند بادی بهوجود میآیند، فرآیندهای آبی و دامنهای نیز در شکلگیری و تحول کوهریگها نقش دارند. بر این اساس، در داخل لایههای رسوبی بادی، لایههای رسوبی اَبرفتی و کوه ریختی نیز وجود دارد؛ بنابراین، این لندفرمها از نظر ساختار، فراَیندهای بهوجود آورنده، ژنز و برآیش بسیار پیچیدهتر از تپههای ماسهای بیابانی هستند. بعلاوه، به دلیل پراکندگی کم این تپهها نسبت به سایر انواع تپههای ماسهای بیابانی و ساحلی، مطالعات بسیار کمتری در سطح جهان در مورد آنها انجام گرفته است و هنوز در مورد منشأ، شرایط و محیط شکلگیری آنها اختلافنظر وجود دارد. همچنین در برخی مناطق این عارضهها زیر رسوبات آواری دامنهها مدفون شده و قابل مشاهده نیستند (Barking and Schuet, 2011) Shaifi Paichoon & Tajbakhsh, 2018: 21). در کشور ایران این عارضه تنها بهصورت محدود در نواحی ایران مرکزی و در استان های یزد و به صورت محدودتری کرمان شکل گرفته است (Mehrshahi, 2011: 159; Sharifi) 2 :Paichoon & Dehghan, 2016). کو هریگ، یکی از پیچیدهترین لند فرمهای موجود بر سطح زمین از نظر شرایط تشکیل و برأیش است (Livingstone& Warren, 1996: Sharifi Paichoon et al., 2018: 118). که در دورههای گذشته زمین با شرایط محیطی و ابوهوایی متفاوت ایجاد شدهاند. از اینرو، اطلاعات بسیار غنی از شرایط زیستمحیطی گذشته را در خود نهفته دارند. بهویژه آنکه این عارضهها امروز در مناطق خشک و نیمه خشکی قرار گرفتهاند که از لحاظ زیستمحیطی در زمره مناطق بسیار فقیر قرار دارند (Tchakerian & Pease, 2003: 20; Rowell et al., 2017: 150). در مورد ساختار، رسوبات، منشأ، فرآیندهای بهوجود آورنده و شرایط و محیط شکل گیری کوهریگها مطالعات پراکندهای در نقاط مختلف جهان انجام گرفته است. بهنظر میرسد اصطلاح کوهریگ اولین بار توسط Tchakerian در سال ۱۹۸۹ برای یک سری عارضه بیابانی در بیابان موهاو^۳ در کالیفرنیا مورد استفاده قرار گرفت. با این وجود، به نظر میرسد اولین پژوهش منتشر شده در زمینه کوهریگها متعلق به Zimbelman, 1995 به سال ۱۹۹۵ باشد که در مورد کوهریگهای همان منطقه انجام شده است. نتایج آنها نشان داد که کوهریگ در مناطقی شکل میگیرد که موانعی مانند دامنه تپهها و کوهها در مسیر حرکت ماسههای بادی قرار بگیرد. (Livingstone & Warren (1996 در مطالعاتی که در این زمینه انجام دادند به این مهم دست یافتند که کوهریگها از جمله لند فرمهای پیچیدهای بوده که ممکن است در اثر صعود یا نزول ماسهها و دانههای رسوبی از دامنه کوهها بهوجود بیایند. از نظر آنها نیز کوهریگها ترکیبی از ماسههای بادی، نهشتههای تالوس، جریانهای

2- Sand ramp 3- Mojave

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 12:14 IRDT on Saturday May 17th 2025

^{2022 - 202 -}

تخریبی و نهشتههای آبرفتی و کوهرفتیاند. (Lancaster & Tchakerian (1996 با مطالعه کوهریگهای موهاو در کالیفرنیا اظهار داشتند که کوهریگ تجمعی از نهشتههای بادرفتی، آبرفتی و تالوس ها است که در نتیجه بر همکنش فرآیند بادی و فرآیندهای دامنهای در نواحی بیابانی در مجاورت ناهمواریها شکل می گیرند. Tchakerian & Pease, 2003 در بررسی ژئوشیمیایی رسوبات کوهریگهای جنوبشرق همان منطقه بیان داشتند که توپوگرافی این عارضه-ها توسط باد، نهشتههای تالوس و آبرفتها ایجاد شدهاند. نتایج مطالعات آنها نشان داد که منابع ماسه برای هر کوهریگ در این منطقه در طول زمان تغییر پیدا کرده است. (Bertram (2003) مشاهده نمود که کوهریگها در دو مقطع زمانی متفاوت ایجاد شدهاند. در داخل رسوبهای مقطع زمانی قدیمی تر بازالتها به شکل فراوان وجود دارند که در نسل جدید آنها این نوع کانی بسیار کمتر است. از نظر او، مشخصترین ویژگی رسوبی کوهریگها شکل گیری آنها توسط رسوبگذاری بادها و آبشستگی دامنههاست. (Mahan et al (2007 نشان دادند تشکیل کوهریگهای بیابان موهاو به دورههای سرد یخچالی برمیگردد؛ اما این عارضهها در طول هولوسن هم بسته به جهت و میزان ماسههای بادآورده امکان تراکم پیدا کردهاند. (2012) Bateman et al در بررسی شکل گیری کوهریگ-ها 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 رسوب گذاری وجود داشته باشد. (2012) Telfer et al به مطالعه کوهریگ-های پارک ملی گلدن گیت٤ در افریقای 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 ۱۲ تا ٤٥ هزار سال پیش اتفاق افتاده است. (Kumar et al (2016 در بررسی کوهریگهای منطقه لداخ[°] در هندوستان مشاهده نمودند که این لندفرمها در اثر ترکیبی از فعالیتهای بادی، فرسایش دامنهها و فعالیتهای رسوبهای جریانی-دریاچه ای بهوجود آمده است. (Rowell et al (2017) در مطالعه خود بر روی شکل گیری کوهریگهای جنوب نامیبیا به این نتیجه رسیدند که فعالیتهای بادرفتی و کوهرفتی بهطور همزمان در شکل گیری کوهریگها مؤثر بودهاند. آنها زمینه شکلگیری کوهریگها را در چهار دسته شامل وجود رسوبهای کافی برای حملونقل بادی، وجود فضای مناسب برای نهشته گذاری، وجود بادهای غالب و مداوم با انرژی کافی برای انتقال ماسه و وجود آبوهوای خشک و نیمه-خشک با نوسانات فصلی یا فصول طولانی را برای شکل گیری کو هریگ های این منطقه مطرح نمودند. Ventra et al (2017) رسوبشناسی و پایداری رسوبها بر روی مناطق پرشیب در سواحل آتاکاما در جنوب شیلی را بررسی نمودند و به این نتیجه دست پیدا کردند که مورفولوژی و فرآیندهای دامنهای دو مولفه اصلی در توسعه یا کنترل فرسایش بادی در منطقه کوهستانی هستند. از نظر آنها پایداری ساختار کوهریگ در طولانیمدت بستگی به اقلیم و توپوگرافی دارد. املا شکل گیری و توسعه اولیه آنها احتمالا توسط عوامل ژئومورفولوژیکی محلی کنترل می شدهاند. همچنین، (2018) Rowell et al کوهریگهای کلیپکرال واقع در افریقای جنوبی را مطالعه نمودند و بیان داشتند که

6- Klip Kraal

⁴⁻ Golden Gate

⁵⁻ Ladakh

این عارضهها بین حدود ۱۰۰ هزار تا ۱۶ هزار سال پیش و در یک بازه زمانی کوتاه شکل گرفته و یکی از مهمترین آرشیو برای مطالعات جغرافیا و محیط دیرینه در مناطق خشک و نیمهخشک هستند. می توان گفت که بسیاری از مطالعات دهه ۹۰ و حتی در دهه اول قرن بیستویکم بر روی کرونولوژی^۷ کوهریگها با استفاده از تکنیک لومينيسانس[^] متمركز بود از جمله (Clarke et al (1996a) Clarke et al Rendell et al., (1994)، Clarke (1994) Clarke et al (1996a) دادیا داد دادی در داند دادی در داند دادی در داند (مینه دادی در داند) در داند (مینه دادی در داند) در داد مطالعات دیگری Batemen et al (2012); Tchakerian & Lancaster (2002) ;Lancaster & Tchakerian (1996), نيز انجام گرفته است. در ايران نيز مطالعه بر روى عارضه كوهريگ به (Mehrshahi (2000, 2002, 2011)) نيز انجام Paichoon & Dehghan (2017), Sharifi Paichoon et al (2018), Sharifi Paichoon & Tajbakhsh (2018), Sharifi Paichoon (2020) محدود می شود. مهرشاهی در اولین پژوهش خود در این زمینه به مطالعه تشکیل، تحول و تعیین سن کوهریگهای اردکان پرداخت (Mehrshahi et al., 2000: 102). نتایج حاصل از بررسیهای او نشان داد که شرایط در زمان حداکثر آخرین دوره یخچالی جهت حمل و تراکم ماسه بادی در این منطقه مناسبتر از حال حاضر بوده است. چرا که در حال حاضر ماسه زیادی برای تغذیه آن وجود ندارد. همچنین، آنها در نتیجه مطالعه خود اظهار داشتند که جهت بادها در زمان شکل گیری این تپهها با جهت بادهای کنونی متفاوت بوده است. از نظر آنها، افت دما سبب افزایش هوازدگی فیزیکی شده و این امر واریزهها را بیشتر نموده است. نوع رسوبها نیز دال بر سلطه آبوهوایی سرد، خشک و احتمالا طوفانی تر از امروز در محل است. همچنین، ایشان در سال (۱۳۷۹)، به مطالعه کوهریگشناسی در استان یزد در سه منطقه کوهریگهای معدن حوض سفید (اردکان یزد)؛ کوهریگهای بغدادآباد (مهریز) و کوهریگهای شیرکوه یرداخت. Mehrshahi & Khosrowyani (2010) در مطالعه کوهریگهای دامنه باختری تپههای بغداد آباد مهریز، به دنبال منشایابی ماسههای کوهریگهای منطقه مذکور بوده و برای دستیابی به این هدف از ترکیب دادهها و روشهای ژئومورفولوژی، کانی شناسی، سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده نمودهاند. (Sharifi Paichoon & Dehghan (2016) به بررسی فرآیندهای موثر بر شکل گیری و توسعه کوهریگهای محدوده تنگ چنار در جنوب مهریز در استان یزد پرداختند و اظهار داشتند که فرآیندهای دامنهای، کوهریختی، فلوویالی، بادی و بادی-آبی مهمترین فرآیندهای موثر در تشکیل و توسعه کوهریگها در این منطقه بوده است. همچنین، (Sharifi Paichoon et al., (2018) چگونگی تشکیل و توسعه کوهریگهای دشت ابراهیمآباد در غرب شهر مهریز را مطالعه نمودند. نتایج آنها نشان میدهد که شاکله اصلی کوهریگهای دشت ابراهیم آباد حاصل فرآیند پایین آمدن دانههای ماسه پس از تخریب به شکل هوازدگی فیزیکی کنگلومرای کرمان در دورههای سرد گذشته تحت تاثیر نیروی ثقل میباشد. پس از شکل گیری شاکله اصلی کوهریگ بر روی دامنه، بادها نیز اثرگذار بوده و دانههای ریزتر را از بخش دشت و از داخل رسوبات آبرفتی و مخروط افکنهای به داخل کوهریگ ها منتقل نموده و پس از برخورد با دامنه کوه رسوب پیدا کرده است. همچنین، Sharifi Paichoon & Tajbakhsh

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 12:14 IRDT on Saturday May 17th 2025

⁷⁻ Choronology

⁸⁻ Luminiscence

(2018) و (2020) Sharifi Paichoon کوه ریگهای واقع در دامنههای شرقی کوه شیرکوه در جنوب یزد را مطالعه نمودند. بر اساس تحقیقات آنها شرایط اقلیمی جنب یخچالی و سنگهای گرانیتی مهمترین عامل در شکلگیری این عارضه بوده است. هدف این پژوهش، بررسی منشأ ماسههای کوهریگهای واقع در حوالی دغ ارنان بر روی دامنه کوههای تنگحوضکی و تنگچنار است. جایی که بر روی دامنه این کوهها در جهات مختلف تپههای ماسهای متعدد با حجم زیاد رسوب قرار گرفته است.

موقعيت جغرافيايي منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در جنوب شرق شهر یزد و جنوب شهر مهریزد در حاشیه جاده یزد-مهریز-دهشیر و بین دو روستای تنگ چنار و ارنان واقع شده است. این منطقه در دامنههای جنوب شرقی شیرکوه قرار گرفته و از نظر زمین ساختی و لیتولوژی جزء شیرکوه محسوب می شود. جایی که گرانیت های شیرکوه بیش ترین رخنمون پیدا کردهاند. کوهریگها بر روی دامنه کوههای تنگ حوضکی و تنگ چنار در جهات مختلف قرار گرفته اند. ماسه ها بر روی دامنه کوه ها تا ارتفاع بیش از ۲٤۰۰ متر و شیب بیش از ۳۰ درصد بالا رفته اند (شکل ۱). بر روی تعدادی از کوه ریگ ها مواد دامنه ای درشت یا پوشش گیاهی نسبتا متراکم قرار گرفته و آن ها را در حال حاضر به شکل ثابتی در آورده است (شکل ۲).



شکل ۱: موقعیت کوه ریگها در حاشیه دشت ارنان Figure 1: Location of the sand ramps around Ernan plain



شکل ۲: نمایش دو تصویر از کوه ریگهای منطقه، تصویر سمت چپ تثبیت کوه ریگ توسط پوشش گیاهی و مواد دامنهای را نشان میدهد Figure 2: Presentation of two photos of the sand ramps in the studied area, the image on the left shows the stabilization of a sand ramp by vegetation and colluvial materials

وضعيت سنگشناسي

منطقه مورد مطالعه در دامنههای جنوب شرقی کوه شیرکوه قرار گرفته است. شیرکوه یک توده باتولیتی با وسعتی بیش از از ۱۰۰۰ کیلومتر مربع است (Amini & Kalantari, 1997). سنگهای آن گرانیت و گرانیتوئید بوده که بیش از ۳۰۰۰ متر از رسوب های آهکی و دولومیتی کرتاسه را بر سیمای خود دارد (شکل ۳). این توده به داخل سنگهای شیل و ماسه سنگ سازند نایبند نفوذ و سنگهای آهکی کرتاسه به همراه تشکیلات ماسه سنگ و کنگلومرای سنگستان به سن ژوراسیک بالایی –کرتاسه زیرین به صورت دگرشیب و ناپیوستگی آذرین بر روی آن قرار دارند؛ سال نشان می دهد. بر این اساس، باتولیت شیرکوه ابتدا رسوب های ژوراسیک را بریده و سپس با پیشروی دریای سال نشان می دهد. بر این اساس، باتولیت شیرکوه ابتدا رسوب های ژوراسیک را بریده و سپس با پیشروی دریای با کرتاسه، کنگلومرای قاعده کرتاسه و آهک این دوره به حالت دگرشیب روی آن گذاشته شده است. این رسوب ها نیز فلد سپات پتاسیم دار کانی های اصلی تشکیل دهنده گرانیتوئیدها هستند با دوی آن گذاشته شده است. (Amini & Kalantari, 1997; Sheibi et al. با یولیت، سیلیمانیت، زیرکن، آپاتیت و ایلمنیت نیز به صورت کانی فلد سپات پتاسیم دار کانی های اصلی تشکیل دهنده گرانیتوئیدها هستند با داد و ایلمنیت نیز به صورت کانی فلد می می می می این می می این اصلی تشکیل دهنده گرانیتوئیدها هستند با های زیرکن، آپاتیت و ایلمنیت نیز به صورت کانی فرعی در برخی از بخشهای گرانیت شیرکوه قابل مشاهده هستند (۲۹۵۲) اسک (۲۹۰۵).



شکل ۳: نمایش نیمرخ زمین شناسی توده گرانیتوئیدی شیر کوه (اقتباس از نقشه ۱:۱۰۰۰۰ نیر سازمان زمین شناسی) Figure 3: Geological Profile Of Shirkuh Granitoid Massif (Adapted From The 1: 100000 Nir Map Of The Geological Survey

باتولیت گرانیتوئیدی شیرکوه از نظر پتروگرافی شامل سه واحد عمده گرانودیوریت، مونزوگرانیت و لوکوگرانیت است. در بخشهای جنوبی شیرکوه، لوکوگرانیتها رخنمون دارند. لوکوگرانیتها در اصل از کوارتز، فلدسپار پتاسیمدار، پلاژیوکلاز سدیک و به مقدار کمتر بیوتیت تشکیل شدهاند. پلاژیوکلازها (۲۰ تا ٤۱ درصد) بیشترین سهم کانیایی را بهخود اختصاص دادهاند. کوارتز (۳٤ تا ٤٧ درصد) بهصورت درشت بلورهایی با مقادیر کمتر فلدسپار پتاسیمدار (۱۲ تا ۱۶ درصد) همراه شده است. بیوتیت هم با فراوانی ۱۰ تا ۲۵ درصد مهمترین کانی مافیک تشکیل دهنده این واحد است که به دو صورت بیوتیت ورقهای و درشتدانه و بیوتیتهای ریزدانه قابل مشاهده است (Sheibi et al., 2013). واحد مونزوگرانیتی گستردهترین بخش سنگهای باتولیت شیرکوه را تشکیل و بیشتر در بخشهای میانی و شرقی شیرکوه قابل مشاهدهاند (2009) و درختوانه و سنگهای بستر و رخنمون یافته منطقه مورد مطالعه را تشکیل میدهند. از نظر پتروگرافی، اعضاء مافیکتر که بخشهای شرقیتر را بهخود اختصاص دادهاند سنگهای گرانیتی متوسط تا درشتدانه غنی از بیوتیت و کردیریت هستند. این سنگها از مجموعه پلاژیوکلازها، فلدسپار قلیایی، کوارتز، بیوتیت، کردیریت، گارنت، مسکویت، تورمالین و کانیهای فرعی زیرکن آپاتیت، مونازیت و کدر تشکیل شدهاند (Sheibi & Esmaelly, 2009)؛ اما کانیهای عمده این سنگها شامل کوارتز (۱۶ تا ۵۱ درصد)، پلاژیوکلاز (۱۵ تا ۷۰ درصد) و آلکالی فلدسپار (۵ تا ۲۰ درصد) می باشد. بیوتیتها نیز به مقادیر متفاوتی بین (۵ تا ۲۲ درصد) در بین کانیهای تشکیل دهنده گرانیتها به دو صورت ورقههای مجزا و یا دانههای کوچک همراه با سایر بیوتیتها یا بلورهای پلاژیوکلاز وجود دارد (Sheibi & Esmaelly, 2009).



شکل ۳: نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه (اقتباس از نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ نیر) Figure 3: Geological map of the studied area

مواد و روشها

برای بررسی منشأ کوهریگهای حاشیه دغ ارنان، از نقشههای توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، نقشه زمین شناسی 1:100000 نیر سازمان زمین شناسی کشور، تصاویر گوگل ارث، نقشههای رقومی ارتفاعی و مشاهدات میدانی استفاده گردید. در بازدیدهای میدانی یکی از کوه ریگهای بزرگ منطقه (با ارتفاع ۳۵ متر) واقع بر دامنههای جنوب غربی کوه تنگچنار با موقعیت جغرافیایی ٥٤ درجه و ١٧ دقیقه و ٥٥ ثانیه طول شرقی و ٣١ درجه و ٣٢ دقیقه و ٦ ثانیه عرض شمالی به عنوان نمونه مطالعه انتخاب گردید و سپس در امتداد نیمرخ عمودی آن ١٢ نمونه رسوبی در طبقات ارتفاعی مختلف و در امتداد نیمرخ افقی ٦ نمونه در فواصل مختلف برداشت گردید (شکل ٤). همچنین، از یکی از کوه ریگهای در حال توسعه در ارتفاع حدود ۲٤۰۰ متری با مختصات ٥٤ درجه و

۱۹ دقیقه و ۵۲ ثانیه طول شرقی و ۳۱ درجه و ۲۵ دقیقه و ۲۲ ثانیه عرض شمالی، ۳ نمونه رسوبی برداشت گردید. بعلاوه، از سنگ گرانیت واقع در منطقه پیرامون رسوبهای ماسهای، یک نمونه سنگ برداشت گردید. در ادامه، نمونههای رسوبی برداشت شده مورد بررسی گرانولومتری قرار گرفتند. در واقع، قطر دانههای رسوبی در لایههای مختلف ارتفاعی و همچنین در امتداد نیمرخ طولی بهمنظور بررسی میزان جابجایی رسوبات و دخالت فرآیندهای مختلف بررسی گردید. سپس با استفاده از روش XRD، ۸ مورد از نمونههای رسوبی برداشت شده شامل ٥ نمونه در امتداد نیمرخ عمودی و ۳ نمونه در امتداد نیمرخ افقی کانیسنجی شدند. همچنین، به منظور تحلیلهای دقیقتر کانی ها، از برخی نمونه کانی ها و همچنین نمونه سنگ گرانیت، مقطع نازک[°] تهیه گردید و این مقاطع به زیر میکروسکپ پلاریزان انتقال و از زوایای مختلف آنها با استفاده از دوربینهای واقع بر روی میکروسکپ، عکس گرفته شد. همچنین، برای مشاهده دقیقتر ویژگیهای دانههای رسوبی از جمله گردشدگی و زاویهدار بودن، تعدادی از نمونهها با استفاده از میکروسکپ الکترونی [.] روبشی STM () مورفوسکپی شدند. STM ساختار سطحی نمونه را بررسی میکند. بر این اساس، تصویری سه بعدی از سطح نمونهها حاصل گردید. با استفاده از این دستگاه دانههای رسوبی به مقدار ۲۰ و ۱۲۰ برابر بزرگنمایی شدند و از زوایای مختلف مورد بررسی قرار گرفتند. بدین ترتیب، شکل دانه، میزان گردشدگی و زاویهدار بودن دانههای رسوبی مورد تحلیل های دقیقتری قرار گرفت.



شکل ٤: نمایش تصویر یکی از کوه ریگ مورد بررسی با مختصات جغرافیایی ٥٤ درجه و ١٧ دقیقه و ٥٥ ثانیه طول شرقی و ٣١ درجه و ٢٣ دقیقه و ٦ ثانیه عرض شمالی با ۳٤ متر ضخامت

Figuere 4: Presentation of a picture of the examined sand ramp with coordinate system 54°17' 55" E and 31°23'6" N

يافتهها و بحث

در این تحقیق ابتدا دانههای رسوبی برداشت شده از کوه ریگهای منطقه مورد مطالعه دانهسنجی شدند. نتایج دانه سنجی بر اساس نمودارهای توزیع نرمال و نمودارهای تجمعی آورده شده است. سپس، کانیهای تشکیل دهنده این رسوبات مشخص گردید و در ادامه شکل دانههای رسوبی و مقدار گردشدگی و زاویهدار بودن آنها مورد تحلیل قرار گرفته است.

⁹⁻ Thin Section

¹⁰⁻ Electron Microscopy

¹¹⁻ Scanning Electron Microscope

نتایج دانهسنجی رسوبات نتایج دانهسنجی رسوبات کوهریگ در امتدد نیمرخ عمودی همان طور که در بحث مواد و روش اشاره گردید در امتداد دیواره کوه ریگ مورد مطالعه به ارتفاع ۳۲ متر، ۱۲ نمونه رسوبی از پایین (نیم متری کف دره) تا بالا (ارتفاع ۳۲ متری از سطح زمین) برداشت و در آزمایشگاه دانهسنجی شدند. ترسیم منحنیهای توزیع نرمال کوه ریگ مورد مطالعه در امتداد نیمرخ عمودی نشان می دهد که نمونه رسوبی ۳ در (شکل ۵) متقارن و نسبتا متقارن بوده و توزیع دانههای رسوبی در این نمونهها تقریبا یکسان و یکنواخت است. نمونههای ۸ ۹ و ۱۰ نیز از این حیث از شرایط مناسبی برخوردار هستند؛ اما نمونههای ۷ و ۱۲ (شکل ۵) بسیار نامتقارن بوده و انحراف معیار بالایی را نشان می دهند. محور نمودارهای این نمونهها به سمت راست، یعنی دانههای درشت متمایل شده و بدین ترتیب کچ شدگی منفی را نشان می دهند (شکل ۵).



شکل ۵: نمایش ٤ نمونه از منحنی های توزیع نرمال کو هریگ در امتداد نیمرخ عمودی در ارتفاعات مختلف Figure 5: Presentation of 4 samples of normal distribution curves of the sand ramp along vertical profile at different, hight

بررسی منحنیهای تجمعی اندازه قطر رسوبات نشان میدهد که نمونه ٤ دارای کمترین انحراف معیار و بیشترین جورشدگی است و نمونههای ۱۱ و ۱۲ از انحراف معیار بالا و جورشدگی کمتری برخوردار هستند. در نمونه ۷ نیز، دانههای رسوبی از قطرهای مختلف و متفاوتی برخوردار هستند. به همین دلیل چندین شکستگی در امتداد نیمرخ آنها قابل مشاهده است (شکل ٦). در واقع، بر خلاف تصور اولیه، اندازه قطر رسوبات کوهریگ در ارتفاع ۳۰ متری بسیار درشت ر از اندازه قطر آنها در ارتفاعات سطح دامنه و نزدیک آن است. این امر بسیار متفاوت از تپههای ماسهای بادی در مناطق بیابانها و سواحل است. این مساله به دلیل تفاوت زمان شکلگیری آنها و تغییر در شدت بادهای حاکم بر این منطقه بوده است.



شکل ٦: نمایش منحنی های تجمعی ۱۲ نمونه رسوبی کو هریگ در امتداد نیمرخ عمودی Figure 6: Cumulative curves of 12 samples of sand ramp sediments along the vertical profile

نتایج دانهسنجی رسوبات در امتداد نیمرخ افقی در امتداد نیمرخ طولی کوهریگ در فاصله حدود ۲۰ متر از دره رودخانه اصلی 7 نمونه رسوبی برداشت گردید. بررسی دانهسنجی رسوبات این نمونهها نشان داد که منحنی توزیع نرمال همه نمونهها نزدیک هم بوده به گونهای که همه آنها کج شدگی منفی داشته و منحنی آنها به سمت راست چولگی پیدا کرده است؛ اما نمونه ۲ (شکل ۷) چولگی بیشتری به نسبت نمونههای دیگر داشته است؛ بنابراین، این نمونه از بیشترین انحراف معیار و کمترین جورشدگی برخوردار است (شکل ۷).





ترسیم و تحلیل منحنیهای تجمعی نمونههای رسوبی نیمرخ طولی کوه ریگ نشان داد که منحنی نمونههای ۲ و ۳ (شکل ۸) متفاوت از بقیه بوده و بیشترین شکست و تغییرات را نشان میدهند. در واقع، این نمونهها از انحراف



معیار بالاتر و جورشدگی کمتری برخوردار هستند. با این وجود، شباهت منحنیها بیشتر از مقدار اختلاف آنهاست (شکل ۸).



نتایج دانهسنجی رسوبات کوه ریگ در حال توسعه برای ارزیابی دقیقتر شکلگیری کوه ریگها، یکی از کوه ریگهای در حال شکلگیری و توسعه را در گستره ارتفاعی بین ۱٤۰۰ تا ۱۵۰۰ متر مورد بررسی دانهسنجی قرار گرفت. برای این منظور ۳ نمونه رسوبی از آن برداشت و مورد تحلیل قرار گرفت. بدین روی، منحنیهای توزیع نرمال و تجمعی این رسوبات ترسیم گردید. بر این اساس، در کوه ریگ در حال توسعه، رسوبات مانند کوه ریگ مورد بررسی از جورشدگی و پراکندگی ذرات رسوبی متوسطی برخوردار بودند. در واقع منحنی توزیع نرمال آنها به سمت راست کج شده است؛ اما در کوه ریگ تثبیت-شده پای دامنه در ارتفاع حدود ۱٤۰۰ متری این منطقه پراکندگی رسوبات بسیار ناهمسان و غیریکنواخت بوده و آنها دخالت کردهاند از جمله نیروی ثقل، آبهای جاری و باد.



شکل ۹: نمایش منحنی های توزیع نرمال از کوه ریگ های در حال توسعه Figure 9: Normal distribution curves of the developing sand ramps

بررسی منحنیهای تجمعی کوه ریگهای در حال توسعه نیز تفاوتهای چشمگیری را با رسوبات کوه ریگ اصلی نشان داد به گونهای که این کوه ریگها در دوره اخیر در شرایط نوسانات زیاد اقلیمی شکل گرفتهاند. بدین ترتیب، رسوبات آنها از انحراف معیار بالاتری برخوردار بوده و در بین لایههای رسوبی ماسه، مواد دامنهای حاصل از نیروی ثقل نیز قابل مشاهده است (شکل ۱۰).



شکل ۱۰: نمایش منحنی های تجمعی کوه ریگ در حال توسعه Figure 10: Cumulative curves of the developing sand ramps

نتایج کانی شناسی رسوبات در امتداد نیمرخ عمودی در نیمرخ عمودی کوه ریگ مورد مطالعه، در بخش های پایین مقدار آهک بسیار بیش تر است و آهک ها هم گرد شده هستند. حجم عمده رسوبات را فلدسپار و به ویژه فلدسپارهای پلاژیوکلاز تشکیل می دهد (شکل ۱۱، تصویر ۱). فلدسپارها در امتداد نیمرخ عمودی اغلب سالم هستند (شکل ۱۱، تصاویر ۱ و ۳) و تنها برخی از آنها در حال سیلیسته شدن هستند. این امر عدم وجود آب چه به هنگام تخریب گرانیتها و حتی دوره های شکل گیری کوه زیرگ ها و زمان تثبیت آن ها برای تجزیه شیمیایی گرانیت بوده است و نشان می دهد که تخریب گرانیتها بیش تر برمی گیرند و حداکثر حجم آن ها برای تجزیه شیمیایی گرانیت بوده است و نشان می دهد که تخریب گرانیت ها بیش تر برمی گیرند و حداکثر حجم آن ها برای تجزیه شیمیایی گرانیت بوده است. کوار تزها مقدار کم تری از رسوبات را در کوار تز کم تری دادند. کوار ترها به ٤٠ درصد نمی رسد. نمونه کانی شناسی سنگ گرانیت نیز نشان می دهد که کانی های تشکیل دهنده گرانیت ها در این محدوده بیش تر فلدسپارها بوده اند و گرانیت ها و یژگی گرانیتوئیدی با حجم رو برخی نسبتا گرد شده و برخی زاویه های را به مای در می مورد مطالعه یکنواخت و همسان نیستند. برخی از آن ها یک کوار تز کم تری دارند. کوار ترها هم در نمونه های مورد مطالعه یکنواخت و همسان نیستند. برخی از آن ها یک و برخی نسبتا گرد شده و برخی زاویه دار هستند. این امر حاکی از تفاوت مسافت حمل و البته منشأ آن ها ست. در کریستالی و برخی چند کریستالی اند (شکل ۱۱، تصویر ۲). برخی از کوار تزها گرد شده هستند (شکل ۱۱، تصویر ۲) و برخی نسبتا گرد شده و برخی زاویه دار هستند. این امر حاکی از تفاوت مسافت حمل و البته منشأ آن ها ست. در بیش تر نمونه های رسوبی بیوتیت ها، یکی از کانی های اصلی گرانیتوئیدهای منطقه، وجود دارند (شکل ۱۱، تصاویر ۳ و یک در برخی از رسوبات بیوتیت ها، یکی از کانی های اسلی گرانیتوئیدهای منطقه، وجود دارند (شکل ۱۱، می و ی ای می فره

نتايج كانىشناسى

تر شبیه گرانیتهای تخریب شده به شکل فیزیکی همان منطقه هستند. وجود کانیهای بیوتیت، اپیدیت، کلریت، آمفیبول و خردهسنگهای فراوان، بلورهای فلدسپات سالم و عدم وجود دانههای آهک حاکی از جابجایی کم یا عدم جابجایی رسوبات در این منطقه هستند (شکل ۱۱، تصویر ۳). دانههای رسوبی آهک هم به مقدار کمی در داخل نمونههای رسوبی نیمرخ، بهویژه نزدیک کف دره قابل مشاهده است. آهکها اغلب حاوی میکروفسیل و یا چرت دار هستند و در بیشتر موارد، برعکس کانیهای دیگر به شدت گرد شده هستند (شکل ۱۱، تصویر ۱)؛ بنابراین منشأ آهکها بسیار متفاوت از منشأ سایر رسوبات و کانیهای دیگر است. خردهسنگهای نسبتا سالم هم در بیشتر نمونههای رسوبی قابل مشاهده است که این خردهسنگها ویژگی گرانیتوئیدهای منطقه را به خوبی نشان می دهند.

نتایج کانیشناسی رسوبات کوه ریگ در امتداد نیمرخ افقی

بررسی کانی شناسی نمونه های نیمرخ طولی نشان داد که حجم عمده رسوبات از فلدسپارها و فلدسپارهای پلاژیوکلاز سالم و تخریب نشده تشکیل شده است. بعضا بلور پلاژیوکلاز وجود دارد. وجود بلور پلاژیوکلاز و کانی های مسکویت و سالم بودن آن ها (شکل ۱۱، تصاویر ٤ و ٥) حاکی از آن است که این رسوبات یا بر جا هستند یا مسافت بسیار کمی را طی کرده اند. پلاژیوکلاز ها در این نیمرخ نیز زیاد هستند (شکل ۱۱، تصاویر ٤ و ٥) و بیش تر آن ها سالم باقی مانده اند و حتی بلور فلدسپات نیز در بین رسوب ها قابل مشاهده است. هر چند که در برخی نمونه ها فلدسپارها در حال تجزیه و سیلیستی شدن هستند (تصاویر ٤ و ٥). کوار تزها هم بین ۲۰ تا ٤۰ درصد حجم رسوبات را به خود اختصاص داده اند. اغلب کوار تزها زاویه دار هستند (تصویر ٤)؛ اما تعدادی کمی از آن ها نیز نسبتا گرد شدگی را نشان می دهند (شکل ۱۱، تصویر ٥). این امر نشان دهنده دو منشأ بودن این رسوبات است. حجم نسبتا بالایی از رسوبات خرده سنگهای گرانیتی سالم هستند (شکل ۱۱، تصاویر ۳ و ٥). کانی پرتیت نیز به صورت موردی در رسوبات قابل مشاهده است.

نتایج کانیشناسی رسوبات کوه ریگ در حال توسعه

در تراز ارتفاعی بین ۲۵۰۰ و ۲۵۰۰ متری منطقه مورد مطالعه در دامنه های شرقی شیرکوه، یکی از کوه ریگ ها در حال تشکیل و توسعه است. جایی که گرانیت ها برونزدگی داشته و در حال حاضر تحت تاثیر هوازدگی فیزیکی در حال تخریب و دانه ای شدن هستند و تحت تأثیر نیروی ثقل به پایین در پای دامنه کشیده می شوند. نمونه رسوبی روی دامنه در ارتفاع ۲۵۰۰ متری (توتک بالا) به شکل خرده گرانیت ها دیده می شود و اغلب از فلدسپار و کوارتز و تا حدودی بیوتیت تشکیل شده است (شکل ۱۱، تصویر ۲). فلدسپارها بیش از ۲۰ درصد حجم رسوبات را در بر می گیرند. اغلب این کانی ها سالم مانده و آثار حمل را نشان نمی دهند. کوارتزهای موجود در رسوبات بیش تر پلی-کریستالین و زاویه دار بوده و آن ها نیز آثار حمل را نشان نمی دهند. یک دانه رسوبی آهکی هم در بین رسوبات این منطقه دیده می شود (شکل ۱۱، تصویر ۲). نمونه در ارتفاع ۲۰۰۰ متری (توتک پایین) که از یک تپه حدود ۵ متری اخذ شده، بهطور کامل خرده گرانیت را نشان میدهد. در این نمونه ساخت و بافت گرانیتهای منطقه شیرکوه بهطور کامل قابل مشاهده است. فلدسپار پلاژیوکلازدار و بیوتیت سالم در نمونههای رسوبی حاکی از عدم جابجایی و یا انتقال بسیار کم و کوتاه آنهاست (شکل ۱۱، تصویر ۷). همچنین، از سنگ گرانیت منطقه در پیرامون کوه ریگهای در حال توسعه نمونهای برداشت شد و مورد کانیسنجی قرار گرفت که کانیهای تشکیل-دهنده آن عبارتند از: پلاژیوکلاز، آلکالی فلدسپار، کوارتز، بیوتیت، مقدار کمی مسکویت و آپاتیت (شکل ۱۱، تصویر ۸).



شکل ۱۱: تصاویر کانی های تشکیل دهنده نمونه های رسوبی مورد مطالعه Figure 11: Images of minerals constitutive the studied sedimentary samples

نتايج مورفوسكپي دانههاي رسوبي

برای بررسی مورفوسکپی دانههای رسوبی میزان گردشدگی، میزان تخریب فیزیکی وشیمیایی آنها و همچنین کدر شدگی، سایش و خوردگی ذرات مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت. برای این منظور از میکروسکوپ الکترونی روبشی با قابیلت عکسبرداری از سطوح با بزرگنمایی ۱۰ تا ۷۰۰ هزار برابر استفاده شد. در این راستا ٤ نمونه از رسوبات اخذ شده شامل دو نمونه در نیمرخ عمودی (نمونههای ۳ و ۱۱)، ۲ نمونه در نیمرخ طولی (شکل ۱۲) تصاویر ۱ و ۵) زیر میکروسکپ قرار داده شده و از زوایای مختلف مورد بررسی قرار گرفتند. در نمونههای رسوبی اخذ شده می توان مشاهده نمود که اغلب آنها زاویهدار بوده و بهندرت عمل حفر و سائیدگی بر روی آنها قابل مشاهده است. آنها برخلاف رسوبات ماسهای بادی کدر و مات نیستند. برخی از آنها به شکل خردهسنگ جلوه می کنند و به نظر برجای هستند یا دستکم مسافت بسیار کمی را طی کردهاند (شکل ۱۲، تصویر ۲). سطوح دانهها در هیچ کدام از نمونهها کدر نبوده و شکستگیهای صدفی ناشی از برخوردهای مکانیکی در آنها مشاهده نمی شود (تصاویر ۱، ۲ و ۳). با این وجود، بیش تر نمونههای رسوبی زاویهدار و گرد ناشده هستند (شکل ۱۲، تصویر ۲). و تعداد کمی از دانههای رسوبی بزرگنمایی شده مقدار کمی گردشدگی را نشان می دهند (شکل ۲۱، تصویر ۶). این امر حماویر ۱، ۲ و ۳). با این وجود، بیش تر نمونههای رسوبی زاویهدار و گرد ناشده هستند (شکل ۱۲، تصویر ۱) و کمی و تعداد کمی از دانه مای رسوبی بزرگنمایی شده مقدار کمی گردشدگی را نشان می دهند (شکل ۱۲، مویر ٤). این امر حاکی از آن است که منشا و خاستگاه ماسهها یکسان نیست، دست کم از نظر فاصلهای که طی کردهاند؛ اما به ور کلی رسوبات آثار حمل و جابجایی زیاد را نشان نمی دست کم از نظر مواصلهای که طی کردهاند؛ اما به طور



شکل ۱۲: نمایش تصاویری از مورفوسکپی کانی های رسوبات کوه ریگ با بزرگنمایی ۲۰ و ۱۲۰ برابر با استفاده از میکروسکپ الکترونی روبشی Figure 12: Morphoscopic images of minerals of sand ramps sediments with 60 and 120x magnification using scanning electron microscopy

نتيجه گيري

کوه ریگها از نظر موقعیت جغرافیای، مکان استقرار، مورفولوژی، شیب، شرایط و محیط شکل گیری بسیار متفاوت از سایر تپههای ماسهای بیابانی هستند. اگر چه این تپهها نیز در مناطق خشک و نیمهخشک کره زمین قرار گرفتهاند، اما بیشتر آنها در زمان گذشته زمینشناسی شکل گرفتهاند. بررسی کوه ریگهای حاشیه دغ ارنان نیز چنین ویژگی را نشان میدهد. در واقع، بیشتر آنها در حال حاضر تثبیت شده هستند و توسط مواد واریزهای دامنهها یا در بیشتر موارد پوشش گیاهی نسبتا متراکم پوشیده شده هستند. مشاهدات میدانی نشان میدهد که تعداد زیادی از کوه ریگهای این منطقه زیر مواد کوه ریختی دامنهای مدفون هستند. بررسی دانهسنجی رسوبات کوه ریگ نشان داد که اندازه قطر دانهها به نسبت تپههای ماسهای بسیار بزرگتر بوده و بیشتر از ماسه متوسط و درشتدانه تشکیل شده است؛ بنابراین، بادها می توانستهاند این ذرات را از مناطق خیلی دوردست انتقال داده باشند. هر چند که قطر نمونهها در ارتفاعات مختلف کوه ریگ مورد مطالعه نیز یکسان نبوده و بزرگترین قطرها در بالاترین ارتفاعات قرار گرفتهاند. مطالعات کانیشناسی رسوبات نیز نشان داد که کانیهای تشکیلدهنده کوه ریگ تقریبا همان کانیهای تشکیلدهنده مونزوگرانیتهای دامنههای شرقی شیرکوه هستند. بررسی کانی شناسی نشان داد که فلدسپارها و پلاژیوکلازها هم از نظر حجم و هم از نظر فراوانی بیشترین کانیهای تشکیلدهنده نمونههای رسوبی در همه انواع آن اعم از رسوبات نیمرخ طولی، نیمرخ عمودی و یا کوه ریگ در حال توسعه است. مقدار آن در همه نمونهها به بیش از ۵۰ درصد میرسد. فلدسپارها اغلب پلاژیوکلازردار بوده و بسیاری از آنها هنوز به شکل سالم و دست نخورده باقیماندهاند. پس از آن کانی کوارتز با فراوانی ۲۰ تا ٤٠ درصد بیشترین کانی تشکیل دهنده رسوبات است. بیوتیتها نیز حجم بالایی از ترکیب کانی شناسی دانههای رسوبی را به خود اختصاص میدهند. این کانی ها سالم مانده و کمتر در معرض تخریب و هوازدگی بهویژه هوازدگی شیمیایی قرارگرفتهاند. برخی از نمونهها بیشتر شبیه خردهسنگهای گرانیتی هستند و همان ترکیبات گرانیتهای منطقه مورد مطالعه در آنها وجود دارد. دانههای رسوبی آهکی به شکل موردی و بسیار محدود در برخی نمونههای رسوبی قابل مشاهده است. نکته قابل توجه آن است که دانههای رسوبی آهکی در همه نمونههای رسوبی کاملا گرد شده بودند. بدینترتیب، بر اساس ویژگیهای دانه سنجی، کانی شناسی و مورفوسکپی رسوبات میتوان بیان داشت که رسوبات خاستگاه گرانیتی دارند. برای اطمینان بیشتر، یک نمونه از گرانیتهای منطقه مورد مطالعه مورد بررسی کانی شناسی قرار گرفت. نتایج آن نشان داد که گرانیتهای این منطقه گرانیتوئیدی بوده و مقدار فلدسپات آن بسیار بیش تر از مقدار کوارتز بوده و همچنین کانی بیوتیت در ترکیب این سنگ از فراوانی زیادی برخوردار است؛ بنابراین، بر اساس مطالعات دانهسنجی، ماسهها درشتدانه بوده و از کانون اولیه خود خیلی دور نشدهاند. بر حسب ویژگی کانیهای رسوبات از قبیل سالم ماندن بيوتيتها، أمفيبوالها و مسكويتها و همچنين عدم هوازدگي فلدسپارها و پلاژيوكلازها رسوبات كوه ريگ خاستگاه محلی داشته و مسافت زیادی را طی نکردهاند. بعلاوه، کانی های رسوبات کوه ریگ با کانی های تشکیل دهنده سنگهای مونزوگرانیت شیرکوه انطباق نسبتا کاملی را نشان میدهند. نتایج مورفولوژی رسوبات نیز نشان داد که به جز دانههای آهکی که کمتر از ۱ درصد رسوبات کوه ریگها را بهخود اختصاص دادهاند، سایر رسوبات زاویهدار و کشیده بوده و اثرات حمل بر روی آنها بسیار ناچیز است. بدین ترتیب، میتوان اظهار داشت که مونزوگرانیتهای دامنههای شرقی شیرکوه در دوره آب و هوایی سرد و نسبتا مرطوب جنب یخچالی پلئیستوسن به شدت هوازده شده

(Sharifi Paichoon, 2020) و همراه زبانههای یخی و یا جریان آب رودخانه تنگچنار به سمت سطح اساس، دریاچه ارنان انتقال پیدا کرده است. این دریاچه در حال حاضر خشک شده و به شکل یک دغ (کویر رسوبی) سطح محدودی را میپوشاند؛ اما در گذشته سطح آب بالاتر بوده و بخشهای بزرگتری را در بر میگرفته است (شکل ۱۳).



شکل ۱۳: نمایش محل قرارگیری کوه ریگها در مجاورت دریاچه دوران چهارم ارنان Figure 13: The location of the sand ramps near the Quaternary Ernan Lake

بدین سخن، رسوبات تخریبی گرانیتهای بالادست در ساحل رودخانه و دریاچه تهنشست پیدا کرده و توسط بادهای جنوب و جنوبغربی دوره گذشته (احتمالا با شدت و قدرت بیشتر از حال حاضر)، بر روی کوهها پاشیده شده و از دامنه کوهها بالا رفتهاند. در برخی موارد آنها از قله عبور و در دامنه بادپناه نیز پایین آمدهاند؛ که در این صورت حجم آنها بسیار کمتر و رسوبات آنها بسیار ریزدانهتر است. بر این اساس، مقدار گردشدگی و زاویهدار بودن کوارتز تفاوتهای ناچیزی را نشان میدهد. آنهایی که از ساحل دریاچه با مسافت ۲۰۰ متر یا بیشتر آورده شده گردشدگی بیشتری به نسبت آنهایی دارند که از ساحل رودخانه بر روی دامنهها پاشیده شدهاند. همچنین، در کوه ریگهای پای رخنمونهای گرانیتی، واریزههای آرنی در توسعه و فرگشت کوه ریگها نقش داشتهاند.

سپاسگزاری

نویسنده لازم میداند از دکتر داریوش مهرشاهی، استاد بازنشسته ژئومورفولوژی دانشگاه یزد که نویسنده را با پدیده کوه ریگ آشنا نمودند و راهنماییهای ارزندهای در موضوع کوه ریگهای استان یزد به او داشتهاند، تشکر و قدردانی نماید.

References

- Amini, S., Kalantari, M. R., (1997), "Study of petrology and geochemistry of granitoid's batolith of Shirkouh-Yazd", *the first annual scientific conference of the Iran Geological Society*, Geological survey & Mineral exploration of Iran, Tehran, 26 August: 61-64. [In Persian].

- Bertram, S., (2003), "*Late Quaternary sand ramps insouth -western Namibia: nature, originand palaeoclimatological significance*", Unpublished doctoral thesis, Würzburg. University. [on line]: http://www.opus-bayern.de/uni-wuerzburg/volltexte/617/2003/pdf/.

- 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*, 161-162: 93-109.

- Braga, M. A. S., Paquet, H., Begonha, A., (2002), "Weathering of granites in a temperate climate (NW Portugal): granitic saprolites and arenization", *Catena*, 49: 41-56.

- Clarke, M. L., Richardson, C. A., Rendell, H. M., (1996a.), "Luminescence dating of the Mojave desert sands", Quaternary Science Reviews, 14: 783-789.

- Clarke, M. L., Wintle, A. G., Lancaster, N., (1996b), "Infra-red stimulated luminescence dating of sands from the Cronese Basins, Mojave Desert", *Geomorphology*, 17: 199-206.

- Durgin, P. B., (1977), "Landslides and the weathering of granitic rocks", *Reviews in Engineering Geology*, 3: 127-131.

- Goudie, A. S., (1989), "Weathering processes, In: Thomas, D. S. G. (Ed.)", *Arid Zone Geomorphology*: Halsted Press, New York: 11-24.

- Hill, S. M., (1996), "The differential weathering of granitic rocks in Victoria, Australia", *AGSO Journal of Australian Geology & Geophysics*, 16 (3): 271-276.

- Kanamaru, T., Suganuma, Y., Oiwane, H., Miura, H., Miura, M., Okuno, J., Hayakawa, H., (2018), The weathering of granitic rocks in a hyper-arid and hypothermal environment: A case study from the Sør-Rondane Mountains, East Antarctica, *Geomorphology*, 317: 62-74.

- Lancaster, N., Tchakerian, V., P., (1996), "Geomorphology and sediments of sand ramps in the Mojave Desert", *Geomorphology*, 17 (1): 151-165

- Kumar, A., Srivastava, P., Meena, N. K., (2016), "Late Pleistocene Aeolian in the cold desert of Ladakh: A record from sand ramps", *Quaternary international*, Volume 443 (B): 13-28.

- Livingstone, I., Warren, A., (1996), "Aeolian Geomorphology", Longman, London.

- Mahan, S. A., Miller, D. M., MEnges, C. M., Yount, J. C., (2007), "late quaternary stratigraphy and luminescence geochronology of the northeastern Mjave Desert", *Quaternary International*, 166: 66-78.

- Matthess, G., (1964), "Zur Vergrussung der Magmatischen Tiefengesteine des Odenwaldes", *Notizbl. Hess. LA f. Bodenfor-schung*, 92: 160-178. [In Germany].

- Mehrshahi, D., Khosrowyani, F., (2010), "Determination of the origin of the sand ramp using geomorphology, mineralogy, remote sensing and geographic information systems data, in the Baghdadabad of Mehriz", <u>2nd national erosion conference</u>, <u>Yazd</u>, <u>26 February</u>. [In Persian].

- Mehrshahi, D., Thomas, D., Bitman, M., Ohara, S., (1998), "The formation, Changing and dating of Ardakan Kuhrig", *Geographical Researches*, 51: 102-120.

Migon, P., (2006), "Granite landscapes of the world", Oxford university press, 417 pages.

- Rendell, H. M., Sheffer, N. L., (1996), "Luminescence dating of sand ramps in the Eastern Mojave Desert", *Geomorphology*, 17: 187-197.

- Rahnamarad, J., Sahebzadeh, B., Mirhajizadeh, A. A., (2008), "Weathering and weakness of Zahedan granitoids: a rock engineering point of view", *applied geology*, 4: 247-257. [In Persian].

- Rowell, A., Thomas, D., Bailey, R., Stone, A., Garzanti, E., Padonan, M., (2017), "Controls on sand ramp formation in southern Namibia", *Earth surface processes and landforms*, [Online]: http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002.

- Rowell, L. K., Thomas, D. S. G., Bailey, R. M., Holmes, P. J., (2018), "Sand ramps as palaeoenvironmental archives: Integrating general principles and regional contexts through reanalysis of the Klipkraal Sands, South Africa", *Geomorphology*, 311: 103-113.

- Sharifi Paichoon, M., (2018), "Cryopediments and Cryoplanations as heritages of periglacial periods (Case Study: Eastern slopes of Shirkuh)", *Physical Geography Research*, 50 (2): 221-239. [In Persian].

- Sharifi Paichoon, M., Dehghan. F., (2017), "Evaluation of effective processes on the creation and development of sand ramps (Case study: Tang-e-Chenar basin)", *Quantitative Geomorphological Researches*, 5: 1-19. [In Persian].

- Sharifi Paichoon, M., Farahbakhsh, Z., (2016a), "Studying temperature and humidity anomalies between Pleistocene and present times; and reconstruction of climate condition using geomorphic evidences (Case study: KhezrAbad-yazd)", *Physical Geography research Quaterly*, 47: 583-605. [In Persian].

- Sharifi Paichoon, M., Farahbakhsh, Z., (2016b), "Study of Quaternary landform traces of the glacier and changes in morphoclimatic and morphodynamic systems in Khezrabad basin-Yzad", *Geography and Environmental planning*, 27: 19-39. [In Persian].

- Sharifi Paichoon, M., Zare, F., Taherinejad, K., (2018), "Geomorphological Study of formation and developments of Sand Ramps (Case study: Ebrahimabad Plain-Mehriz)", *Geography and Development*, 52: 117-140. [In Persian].

- Sharifi Paichoon, M., Tajbakhsh, G. R., (2018), "The Effects of Climate and Lithology on the Formation of Sand Ramps around Ernan Plain (South of Yazd)", *Journal of Arid Regions Geographics Studies*, 9 (33): 20-36. [In Persian].

- Sharifi Paichoon M., (2020), "Analysis of the origin, formation and development of sand ramps on the Eastern slopes of Shirkouh, Yazd, Central Iran", *Geomorphology*, 51 (16): 35-50.

- Sheibi, M., Esmaelly, D., (2009), "Geological and residual evidence of restoration in anataksi shirkouh granite, southeast of Yazd", *Iranian Journal of Crystallography and Mineralogy*, 18: 135-146. [In Persian].

- Sheibi, M., Esmaelly, D., Bouchez, J. L., (2013), "Emplacement Mechanism of ShirKouh Granitoid Batholith with Using AMS Method", *Geoscience Quarterly*, 22: 113-122.

- 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.

- Tchakerian, V. P., Pease, P., (2003), "Geochemistry of sediments from quaternary sand ramps in the southeastern Mojave Desert, California", *Quaternary International*, 104 (1): 19-29.

- 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.

فصلنامهی علمی فضای جغرافیایی، سال بیستم، شمار م ۷۲، زمستان ۱۳۹۹

- Thomas, D. S. G., Bateman, M. D., Mehrshahi, D., OHara, S. L., (1997), "Development and environmental significance of an Aeolian sand ramp of last-glacial age", central Iran, *Quaternary Research*, 48: 155-161.

- Twidale, C. R., Bourne, J. A., (2003), "Orogin and inversion of fluting in granitic rocks", *Australian J. Earth Sci*, 50: 543-552.

- Vázquez, M., Ramírez, S., Morata, D., Reich, M., Braun, J. J., Carretier, S., (2016), "Regolith production and chemical weathering of granitic rocks in central Chile", *Chemical Geology*, 446: 87-98.

- Ventra, D., Rodríguez-López, J. P., Boer, P. L., (2017), "Sedimentology and preservation of aeolian sediments on steep terrains: Incipient sand ramps on the Atacama coast (northern Chile)", *Geomorphology*, 285: 162-185.

- Warcke, P. A., Smith, B. J., (1994), "Short-term rock temperature fluctuations under simulated hot desert conditions: some preliminary results", In: Robinson, D. A., Williams, R., B. G., (Eds), "Rock weathering and landform evolution", John Wiley & Sons Ltd., Chichester, UK: 57-70.

- Zimbelman, J. R., Williams, S. H., Tchakerian, V. P., (1995), "Sand transport paths in the Mojave Desert, sout hwestern, United States", *In Desert aeolian processes*, 101-129.