

بررسی تشابه دانه‌بندی و کانی‌شناسی رخساره‌های ژئومورفولوژیک با رسوبات بادی عبوری از جاده یزد- میبد

علی محمدیان بهبهانی^{۱*}، سادات فیض‌نیا^۲، محمدرضا اختصاصی^۳، حسن احمدی^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۵/۳

چکیده

انتشار گرد و خاک و حرکت ماسه‌های روان از متداول‌ترین خطرات طبیعی بر جاده‌های بیابانی مناطق خشک کشور به‌شمار می‌رود که عمدتاً از رخساره‌های ژئومورفیک حاشیه جاده منشأ می‌گیرند. لذا شناسایی و کنترل رخساره‌های حساس منطقه برداشت و تعیین سهم هریک در تولید ماسه‌های روان و ریزگردها اثر قابل توجهی بر روی کاهش خسارات ناشی از این پدیده‌ها دارد. در این تحقیق، ابتدا واحدهای ژئومورفولوژیک حاشیه جاده یزد- میبد شناسایی شد، سپس نسبت به نمونه‌برداری از این رخساره‌ها به‌عنوان مناطق منشأ و همچنین رسوبات حمل‌شده بر سطح جاده، اقدام شد. نمونه‌ها به دو روش دانه‌بندی (شاخص‌های مورفومتری ذرات) و کانی‌شناسی، آنالیز شده و با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج بررسی مورفومتری ذرات نشان داد که اندازه قطر میانه و میانگین رسوبات حمل‌شده بر سطح جاده، به ترتیب برابر با ۲۰۸ و ۲۲۴ میکرون است که باتوجه به رابطه قطر ذرات منطقه رسوب‌گذاری با فاصله حمل، بیانگر نزدیکی منشأ رسوبات حمل‌شده بر سطح جاده است. همچنین بررسی شاخص کج‌شدگی نشان داد که وضعیت تقارن منحنی دانه‌بندی رسوبات گرفته‌شده از سطح و حاشیه جاده، به سمت ذرات درشت‌دانه تمایل داشته و عمدتاً جورشدگی ضعیفی دارند که نشان‌دهنده محلی بودن منطقه حمل آن است. نتایج کانی‌شناسی بین رسوبات حمل‌شده بر سطح جاده و رخساره‌های فرسایش بادی نشان داد که رسوبات حمل‌شده، بر سطح جاده بیشترین درصد تشابه را با عناصر رخساره‌های پهنه‌های ماسه‌ای و تپه‌های ماسه‌ای حاشیه دارد که به‌عنوان منشأ رسوبات جاده‌ای مسیر ترانزیتی یزد- میبد معرفی شد.

واژه‌های کلیدی: آنالیز خوشه‌ای، فرسایش بادی، ژئومورفولوژی، جاده یزد- میبد.

۱. استادیار گروه آبخیزداری و مدیریت مناطق بیابانی دانشکده مرتع و آبخیزداری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، نویسنده مسئول

Email: mohammadian@gau.ac.ir

۲. استاد گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

۳. استاد گروه مرتع و آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی دانشگاه یزد

۴. استاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

مقدمه

تپه‌های ماسه‌ای عمان را تعیین کنند. زادی^۵ و همکاران (۲۰۰۹) با بررسی شاخص‌های مورفومتری و مورفوسکوپی از جمله شکل، اندازه و شاخص کشیدگی ذرات به منشأیابی ماسه‌های بخش شرقی بیابان نقب پرداختند. همچنین محققان ایرانی از جمله دهواری (۱۹۹۴) در بررسی دانه‌بندی و کانی‌شناسی تپه‌های ماسه‌ای منطقه سرراوان بلوچستان، حسینی مرنندی و فیض‌نیا (۲۰۰۸) در ارزیابی منشأ تپه‌های ماسه‌ای غرب ایران‌شهر، یمانی و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی نحوه استقرار ریگ کرمان، شهریار و همکاران (۲۰۱۳) در نهشته‌های ماسه‌ای ریگ مرنجاب و ساحل جاسک، محمدخان و کشفی (۲۰۱۵) در نحوه انتقال ماسه‌های بادی منطقه اردستان، هریک به‌نوعی مطالعات مورفوسکوپی و مورفومتری رسوبات بادی و تپه‌های ماسه‌ای را عمدتاً با هدف منشأیابی و تعیین فاصله حمل رسوبات انجام دادند.

به نظر می‌رسد بین وقوع سالانه طوفان‌های گرد و خاک و حرکت ماسه‌های روان بر سطح جاده یزد- میبد با رخساره‌های ژئومورفیک حاشیه و نزدیک جاده که در راستای جهت باد اصلی (غربی- شرقی) هستند، ارتباط مستقیمی وجود دارد. از این رو در این تحقیق سعی شده است با مقایسه نتایج مورفومتری (دانه‌بندی) و کانی‌شناسی نمونه‌های سطحی رخساره‌ها و رسوبات حمل شده بر سطح جاده یزد- میبد، این تشابه با استفاده از روش آنالیز خوشه‌ای ارزیابی شود.

مواد و روش‌ها

محدوده مورد مطالعه از چهار طرف توسط جاده محصور شده است؛ از قسمت شمال به جاده کمربندی میبد، از جنوب به کمربندی یزد، از غرب به جاده خضرآباد و از شرق به جاده یزد- میبد منتهی می‌شود. مساحت محدوده مورد مطالعه ۶۹۰۴۵ هکتار است که در بخش مرکزی حوزه دشت یزد- اردکان از فلات مرکزی ایران قرار دارد و حدوداً ۴/۳ درصد از مساحت این حوزه را شامل می‌گردد و در محدوده عرض شمالی ۵۳°۵۰ تا ۵۴°۵۰ و طول شرقی ۳۲°۰۰ تا ۳۲°۱۵ قرار گرفته است (شکل ۱).

کاهش پدیداری هوا و افزایش شاخص غبارناکی و در نتیجه انحراف ماشین‌ها، وقوع تصادف‌های جاده‌ای و تخریب جاده‌ها در اثر برخورد ذرات ماسه با آن‌ها و پوشیده شدن آن‌ها توسط ماسه‌ها و از بین رفتن کیفیت تابلوهای علائم و راهنمای نصب‌شده در سطح جاده‌ها، همه از پیامدهای حرکت ماسه‌های روان و طوفان‌های گرد و خاک بر جاده‌های مناطق بیابانی است که سالانه خسارات قابل توجه جانی و مالی را بر کشور تحمیل می‌کند. اختصاصی (۲۰۰۴)، در تحقیقی اظهار داشتند که وقوع طوفان گرد و خاک تنها در سال ۱۳۷۶ در مسیر جاده یزد- میبد موجب برخورد ۳۰ دستگاه خودرو و کشته شدن یک نفر شد. در سال ۱۳۷۵ نیز وقوع طوفان گرد و خاک منجر به برخورد ۴۵ دستگاه وسیله نقلیه و قطع عضو یک نفر در جاده یزد- میبد شده بود. باتوجه به اینکه مناطق منشأ برداشت ماسه‌های عبوری از جاده‌ها عمدتاً شامل رسوبات انتقال‌یافته از رخساره‌های ژئومورفولوژیک است؛ از این رو شناسایی و کنترل رخساره‌های حساس و تعیین سهم هریک در تولید ماسه‌های روان، اثر شگفتی بر روی کاهش خسارات ناشی از این پدیده دارد. برای این منظور، استفاده از روش‌های تشابه‌سنجی نمونه‌های منطقه منشأ با نمونه‌های مناطق حمل و رسوب‌گذاری، روش قابل‌اعتمادی در تشخیص رخساره‌های منطقه برداشت دارد. آلبرانت^۱ (۱۹۷۴) برای شناخت منشأ اولیه ماسه‌ها در ارگ کیل‌پیکر^۲ براساس اطلاعات حاصل از تجزیه و تحلیل کانی‌های سنگین، پارامتر اندازه ذرات و موقعیت مکانی بیرون‌زدگی‌هایی که منشأ احتمالی ماسه‌ها را تشکیل می‌دهند، به این نتیجه رسید که باتوجه به اینکه منشأ از مواد رسوبی است، می‌توان به‌طور موفقیت‌آمیزی از روش‌های کانی‌های سنگین برای منشأیابی استفاده کرد. گودی^۳ و همکاران (۱۹۸۷) برای تعیین منشأهای احتمالی رسوبات بادی در ارگ وهیبا^۴ عمان با استفاده از ویژگی‌های بافتی (اندازه ذرات، گرد شدگی و...)، رنگ ماسه‌ها و درصد کربنات کلسیم موفق شدند منشأ

1. Albrandt
2. Killpecker
3. Goudie
4. Wahiba

مورفودینامیک رسوبات آن‌ها براساس معادلات زیر انجام گردید:

الف. قطر میانه^۲: میانه عبارت است از قطر معادل ۵۰ درصد ذرات رخصاره‌ها که از روی نمودار فراوانی جمع‌ی ذرات آن‌ها محاسبه شده و آن را با Md نشان می‌دهند؛ میانه ساده‌ترین پارامتر شاخص قطر ذرات است. اما با توجه به اینکه این پارامتر تنها یک نقطه از نمودار جمع‌ی را در نظر می‌گیرد و از دیگر قسمت‌های نمودار صرف‌نظر می‌شود، پارامتر دقیقی برای بیان حد وسط قطر ذرات نیست و برای این منظور از پارامترهای کمکی دیگری استفاده می‌شود.

ب. میانگین^۳: میانگین عبارت است از حد متوسط اندازه ذرات در رسوب که با علامت Mz نشان داده می‌شود، میانگین قطر ذرات از فرمول (۱) محاسبه می‌گردد:

$$Mz = \frac{\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}}{3} \quad (1)$$

Mz : میانگین قطر ذرات در مقیاس فی

ϕ_{16} : قطر ذرات معادل ۱۶ درصد در نمودار فراوانی

جمع‌ی برحسب فی

ϕ_{50} : قطر ذرات معادل ۵۰ درصد در نمودار فراوانی

جمع‌ی برحسب فی

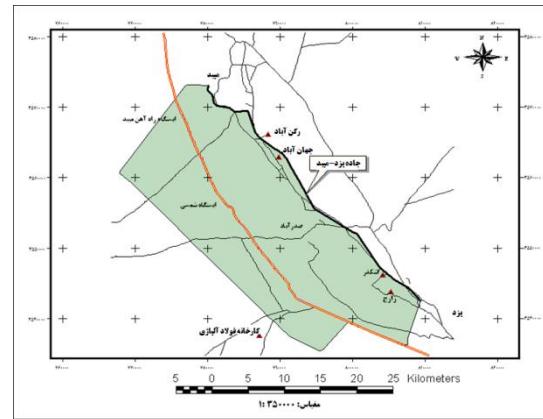
ϕ_{84} : قطر ذرات معادل ۸۴ درصد در نمودار فراوانی

جمع‌ی برحسب فی

توضیح اینکه در رسم نمودار جمع‌ی، از دو مقیاس برای قطر ذرات می‌توان استفاده کرد: یکی مقیاس متریک برحسب میلی‌متر یا میکرون است که در آن، ذرات ریز در سمت چپ نمودار و ذرات درشت در سمت راست نمودار واقع می‌شود، و دوم مقیاس فی (ϕ) می‌باشد که از فرمول (۲) به‌دست می‌آید:

$$\phi = -\log d = \frac{-\log 10d}{0.3} \quad (2)$$

در این فرمول d برحسب میلی‌متر قرار داده می‌شود؛ در این مقیاس ذرات درشت در سمت چپ نمودار و ذرات ریز در سمت راست نمودار قرار می‌گیرند. ویژگی این شاخص آن کامل بودن اعداد در رسم نمودار و محاسبات عددی است.



شکل (۱): نقشه محدوده مورد مطالعه و راه‌های ارتباطی آن

در این مطالعه، به‌منظور تعیین تشابه دانه‌بندی و کانی‌شناسی ماسه‌های روان، ابتدا برای شناسایی رخصاره‌های ژئومورفولوژیک به عنوان منشأ برداشت رسوبات بادی بر روی جاده یزد- میبد به طول ۵۴ کیلومتر اقدام شد، سپس به‌منظور تعیین ارتباط ژنتیکی رسوبات حمل‌شده بر سطح جاده‌ها و رخصاره‌های فرسایش‌بادی موجود در منطقه از سطح این رخصاره‌ها نمونه‌برداری گردید. فاصله نمونه‌برداری در محدوده رخصاره تپه‌های ماسه‌ای حاشیه جاده حداکثر به فاصله ۲ کیلومتر از هم (۲۰ نمونه از تپه‌های ماسه‌ای) و در سایر رخصاره‌ها حداقل ۴ نمونه تصادفی از خاک سطحی به عمق صفر تا ۵ سانتی‌متر برداشته شد که در مجموع، ۴۴ نمونه از سطح رخصاره‌ها تهیه شد. همچنین در ۷ نقطه از جاده یزد- میبد اقدام به تهیه نمونه‌برداری از رسوبات حمل‌شده بر سطح جاده و به تله افتاده توسط موانع سیمانی وسط جاده گردید. میزان ۵۰۰ گرم از نمونه‌های جمع‌آوری‌شده از رخصاره‌های مناطق برداشت و رسوبات جاده‌ای، پس از انتقال به آزمایشگاه، با استفاده از دستگاه شیکر و روش استاندارد ASTM الک خشک از سری الک‌های ۶۳، ۷۵، ۱۵۰، ۲۸۰، ۶۰۰، ۱۱۹۰، ۲۸۰۰ و ۴۰۰۰ میکرون عبور داده شد و با توزین محتوی رسوب باقی‌مانده بر روی هر الک، نمونه‌ها دانه‌بندی گردیدند. محاسبه شاخص‌های مورفومتری ذرات با استفاده از روابط فولک^۱ (۱۹۷۴) از جمله قطر میانه، میانگین، جورشدگی و کج‌شدگی برای تحلیل روند رسوب‌گذاری دور یا نزدیک بودن مناطق منشأ رسوبات حمل‌شده بر سطح جاده و شرایط

2. Median
3. Mean

1. Folk

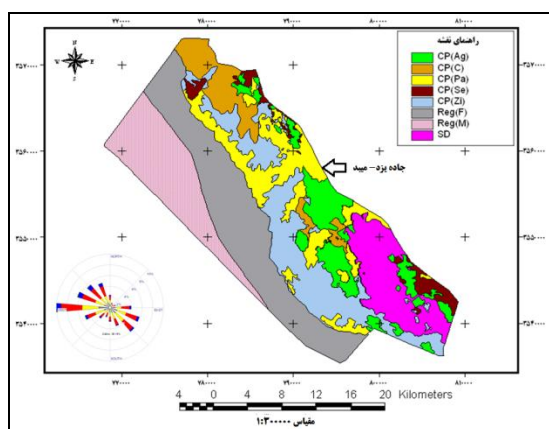
هم زمان با استفاده از روش فاصله اقلیدسی و روش گروه‌بندی مرکزی استفاده شد که در آن، شباهت سایت‌هایی (نمونه‌هایی) که در یک خوشه یا زیر خوشه قرار گرفته‌اند، نسبت به سایت‌هایی که در زیر خوشه‌های دیگر قرار دارند، با استفاده از خط برشی^۴ در یک مقدار از درصد تشابه بر روی دندروگرام^۵ مقایسه و جداسازی می‌شوند. برای انجام این تحلیل آماری از نرم‌افزار PC-ord (version 4.0) استفاده شد.

جدول (۱): معیار انتخاب روش‌های آماری (لجندر^۶، ۱۹۸۴)

متغیر وابسته	متغیر مستقل	
	حاضر (یک یا چند عدد)	غایب
۱	رگرسیون ساده	استفاده از توزیع‌های آماری
	رگرسیون چندگانه	روش‌های آماری چندمتغیره
۲	-Cluster Analysis - PCA	

نتایج

محدوده مورد مطالعه از نظر ژئومورفولوژی، شامل واحد دشت سر می‌باشد که دربرگیرنده دو تیپ دشت سر اپانداز (پخش سیلاب) و دشت سر پوشیده است. در مجموع، هشت نوع رخساره ژئومورفولوژی در منطقه مورد مطالعه شناسایی شد که در حکم مبنای این مطالعات به‌عنوان رخساره‌های اراضی مناطق برداشت در نظر گرفته شد (شکل ۲) که در دو دسته اصلی اراضی دشت ریگی (رگ) با دو رخساره و دشت رسی با شش رخساره قرار می‌گیرند.



شکل (۲): نقشه رخساره‌های ژئومورفولوژی منطقه مورد مطالعه

ج. جورشدگی^۱: شاخصی است که یکنواختی ذرات تشکیل دهنده رسوب و نزدیک بودن قطر آن‌ها به یکدیگر را نشان می‌دهد و با استفاده از روش انحراف معیار ترسیمی جامع فولک (۱۹۷۴) براساس فرمول (۳) محاسبه می‌شود:

$$\sigma_f = \frac{\phi 84 - \phi 16}{4} + \frac{\phi 95 - \phi 5}{6.6} \quad (3)$$

د. کج‌شدگی^۲: این شاخص وضعیت تقارن منحنی‌های توزیع نرمال دانه‌بندی ذرات و تمایل آن‌ها به سمت ذرات ریز (کج‌شدگی مثبت) و به سمت ذرات درشت (کج‌شدگی منفی) و یا متقارن (کج‌شدگی صفر) را مشخص می‌کند و از طریق فرمول (۴) به دست می‌آید:

$$SKI = \frac{\phi 16 + \phi 84 - 2\phi 50}{2(\phi 84 - \phi 16)} - \frac{\phi 5 + \phi 95 - 2\phi 50}{2(\phi 95 - \phi 5)} \quad (4)$$

به منظور انجام مطالعات میکروسکوپی جهت شناسایی نمونه‌های برداشت‌شده از رخساره‌های فرسایش بادی و رسوبات جاده‌ای، عناصر ماسه‌ای با قطر بین ۲۵۰ تا ۵۰۰ میکرون، به عنوان شاخص فراوان‌ترین ذرات، انتخاب و درصد کانی‌های موجود در هر نمونه تعیین شد. برای محاسبه شاخص‌های دانه‌بندی و ترسیم منحنی‌های مربوطه از نرم‌افزار GR graph 2.0 استفاده شد. این نرم‌افزار که نسخه ایرانی و کامل‌شده بسته نرم‌افزاری Gradistat بوده و دارای خروجی‌های متنی و گرافیکی مناسبی برای استفاده کاربران است (محمدیان بهبهانی، ۲۰۰۷). در این تحقیق، همچنین باتوجه به ماهیت داده‌های کمی نتایج دانه‌بندی و کانی‌شناسی، از روش‌های پارامتری برای تحلیل داده‌های دانه‌بندی و کانی‌شناسی استفاده شد. باتوجه به معیار انتخاب روش‌های آماری (جدول ۱) از بین روش‌های تجزیه و تحلیل پارامتری، به دلیل وجود تعداد متغیرهای مستقل و وابسته زیاد در ارتباط با نتایج دانه‌بندی و کانی‌شناسی، از روش‌های چندمتغیره برای تحلیل داده‌ها استفاده شد. در این تحقیق، به منظور تحلیل نتایج مورفومتری و کانی‌شناسی اقدام به استفاده از روش آماری تحلیل خوشه‌ای^۳ گردید.

در انجام تحلیل داده‌ها توسط آنالیز خوشه‌ای، از الگوی

4. Cut off line
5. Dendrogram
6. Legendre

1. Sorting
2. Skewness
3. Cluster analysis

در مجموع رخساره دشت سنگریزه‌ای ریزدانه با ۱۶۹۲۶ مناطق مسکونی و صنعتی با ۲۱۰۹ هکتار، کم‌مساحت‌ترین هکتار، وسیع‌ترین و رخساره اراضی دشت رسی با کاربری رخساره محدوده مورد مطالعه شناسایی شد (جدول ۲).

جدول (۲): اجزای واحدهای ژئومورفولوژی محدوده مورد مطالعه

واحد	تیپ	رخساره	واحد ژئومورفیک	مساحت (هکتار)
	دشت‌سر	رگ یا دشت سنگریزه‌ای متوسط دانه	Reg _M	۱۰۵۱۳
	اپانداز	دشت سنگریزه‌ای ریزدانه	Reg _F	۱۶۹۲۶
دشت رسی	دشت رسی	اراضی دشت رسی با آثار شلجمی شکل	CP _{pa}	۸۶۵۲
		اراضی دشت رسی + کلوتک	CP _C	۴۹۲۶
		اراضی دشت رسی + ریپل مارک و زیبار	CP _{Zi}	۱۲۰۳۷
		اراضی دشت رسی + اراضی زراعی	CP _{Ag}	۶۶۶۱
		اراضی دشت رسی + مناطق مسکونی و صنعتی	CP _{Se}	۲۱۰۹
		اراضی دشت رسی + تپه‌های ماسه‌ای	Sd	۷۲۷۵

به‌غیر از اراضی دشت سنگریزه‌ای ریز و متوسط دانه ذرات با اندازه بیش از ۴۰۰۰ میکرون کمترین فراوانی را داشتند. در نمونه رسوبات حمل‌شده بر سطح جاده، بیشترین فراوانی مربوط به ذرات با قطر ۷۵ تا ۲۸۰ میکرون است که نشان می‌دهد عمده عناصر حمل‌شده بر سطح جاده، شامل ذرات با اندازه ماسه ریزدانه تا ماسه متوسط‌دانه هستند.

تشابه رسوبات حمل‌شده بر سطح جاده با استفاده از روش مورفومتری

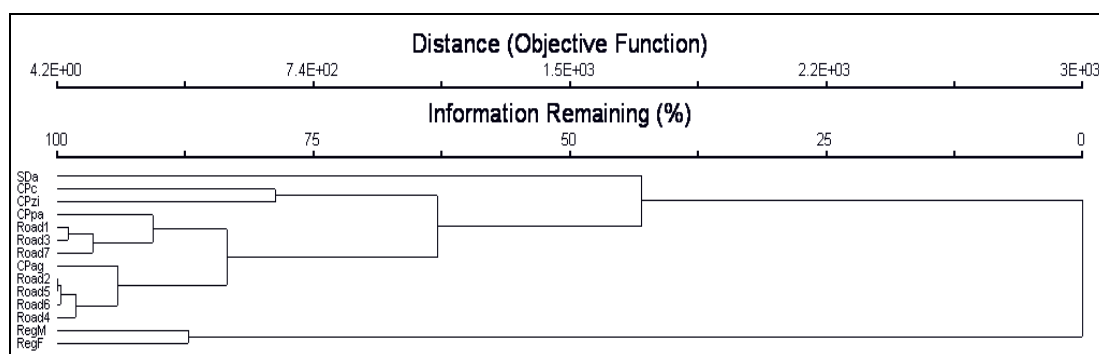
جدول (۳) نتایج دانه‌بندی توزیع اندازه ذرات نمونه رخساره‌های محدوده مورد مطالعه و برخی رسوبات حمل‌شده بر سطح جاده (نمونه رسوبات جاده ای، Road 1) را نشان می‌دهد. در اغلب رخساره‌ها و رسوبات جاده‌ای ذرات با اندازه ۱۵۰ تا ۲۸۰ میکرون دارای بیشترین فراوانی و

جدول (۳): نتایج درصد دانه‌بندی برخی نمونه رخساره‌های محدوده طرح و رسوبات حمل‌شده بر سطح جاده

Road (3)	Road (2)	Road (1)	Reg _M	Reg _F	CP _{Ag}	CP _{Zi}	CP _{Pa}	CP _C	Sd	کد نمونه / قطر (میکرون)
۱/۶۳	۳/۰۳	۱/۷۶	۱/۲۲	۰/۷۱	۳/۸۵	۱/۲۴	۴/۸۴۶	۰/۴۴	۰/۷۹	کوچک‌تر از ۶۳
۱/۹۹	۴/۴۲	۳/۴۲	۳/۹۹	۵/۴۹	۵/۱۶	۱/۰۷۲	۴/۶۸	۱/۴۹	۰/۷۶	۶۳-۷۵
۲۲/۰۵	۲۹/۷۲	۲۵/۲۱	۹/۴۹	۱۶/۵۴	۳۸/۸۲	۱۶/۴۷	۳۳/۲۷	۹/۵۷	۲۳/۶۶	۷۵-۱۵۰
۲۷/۱۲	۳۶/۵۸	۲۷/۰۴	۷/۴۲	۱۰/۷۲	۳۲/۵۰	۲۷/۱۴	۲۳/۸۴	۱۹/۵۷	۶۱/۲۶	۱۵۰-۲۸۰
۲۱/۸۱	۱۷/۰۶	۱۸/۴۷	۵/۴۶	۶/۰۴	۸/۹۹	۲۶/۹۲	۱۳/۰۳	۲۴/۷۵	۱۳/۲۲	۲۸۰-۶۰۰
۱۹/۵۵	۷/۳۲	۱۵/۵۹	۷/۹۸	۱۰/۴۰	۸/۵۴	۲۶/۹۰	۱۶/۲۳	۳۸/۸۲	۰/۳۲	۶۰۰-۱۱۹۰
۴/۱۴	۱/۰۵	۵/۲۴	۱۱/۴۲	۱۰/۴۱	۲/۱۴	۰/۲۵۴	۴/۱۲	۵/۳۷	۰	۱۱۹۰-۲۸۰۰
۰/۹۹	۰/۳۶	۲/۱۷	۹/۰۹	۷/۴۴	۰	۰	۰	۰	۰	۲۸۰۰-۴۰۰۰
۰/۷۳	۰/۴۵	۱/۱۱	۴۳/۹۴	۳۲/۲۵	۰	۰	۰	۰	۰	بزرگ‌تر از ۴۰۰۰

سایت‌های دیگر از خود نشان می‌دهند (تشابه کمتر از ۵۰ درصد). نتایج این بخش نشان می‌دهد که نمونه رسوبات حمل شده بر سطح جاده، علاوه بر اینکه با خودشان بیشترین همبستگی و تشابه را دارند و همگی در یک گروه دانه‌بندی قرار می‌گیرند، بیشترین تشابه نمونه رسوبات حمل شده بر سطح جاده نیز به ترتیب با رخساره‌های اراضی کشاورزی، زیبار و تپه‌های ماسه‌ای است.

همان‌طور که از دندروگرام حاصل از نتایج تحلیل خوشه‌ای ویژگی‌های دانه‌بندی ذرات (شکل ۳) مشاهده می‌شود، نمونه‌های جاده باهم بیشترین درصد شباهت (۹۵ درصد) را دارند و نمونه رخساره‌های اراضی دشت سنگریزه‌ای متوسط‌دانه (RegM) و ریزدانه (RegF) در کمترین حد تشابه (صفر درصد) با سایر رخساره‌های فرسایش بادی و رسوبات جاده‌ای قرار دارند. همچنین علاوه بر رگ‌ها، نمونه‌های حاصل از کلوک‌ها نیز کمترین تشابه را از نظر دانه‌بندی با سایر



شکل (۳): دندروگرام (نمودار با ساختار درختی) نمونه‌های دانه‌بندی رخساره‌های فرسایش بادی و رسوبات جاده‌ای در محدوده مورد مطالعه

همچنین باتوجه به آنکه ویژگی‌های دانه‌بندی ذرات خود به‌نوعی نشان‌دهنده مقاومت آن‌ها در برابر عامل فرساینده و فاصله حمل آن‌هاست، این شاخص‌های مورفومتری

رخساره‌های مناطق برداشت و رسوبات جاده‌ای به شرح جدول (۴) تعیین شد.

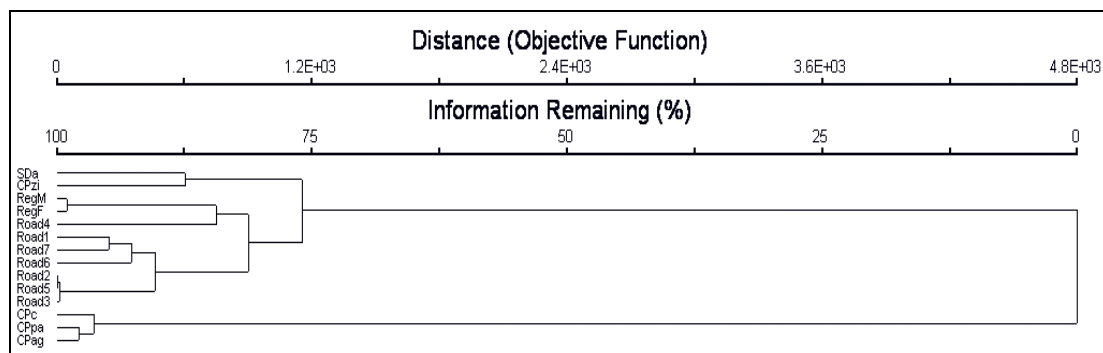
جدول (۴): شاخص‌های مورفومتری نمونه‌های جمع‌آوری شده از رخساره‌ها و رسوبات حمل شده بر سطح جاده

کد نمونه	Sd	CP _C	CP _{Pa}	CP _{Zi}	CP _{Ag}	Reg _F	Reg _M	Road (1)	Road (2)	Road (3)	Road (4)	Road (5)	Road (6)	Road (7)
میانه (فی)	۲/۳۷	۰/۹۹	۲/۴۶	۱/۶۷	۲/۶۸	-۰/۲۶	-۱/۶۶	۲/۰۸	۲/۴۲	۱/۹۳	۲/۵۲	۲/۳۶	۲/۴۳	۲/۱۶
میانگین (فی)	۲/۴۶	۱/۱۸	۲/۱۶	۱/۶۳	۲/۵۴	۰/۶۳	۰/۰۶	۱/۸۷	۲/۳۵	۱/۷۹	۲/۴۶	۲/۲۶	۲/۳۷	۲/۰۶
ضریب گردشگی	۰/۶۹	۱/۱۹	۱/۳۸	۱/۲۰	۱/۱۱	۱/۶۵	۱/۴۳	۱/۵۰	۱/۱۲	۱/۳۶	۰/۹۹	۱/۱۳	۱/۰۲	۱/۱۵
ضریب کج‌شدگی	۰/۰۹	۰/۲۶	-۰/۳۰	۰/۰۰۱	-۰/۲۸	۰/۸۱	۰/۸۲	-۰/۲۶	-۰/۱۶	-۰/۱۵	-۰/۱۵	-۰/۱۵	-۰/۱۹	-۰/۱۸

نتایج نشان داد که میانگین قطر میانه برای رسوبات حمل شده بر سطح جاده یزد- میبد برابر با ۲/۷۲ فی یا تقریباً ۲۰۸ میکرون است. این شاخص بیانگر این موضوع است که منطقه برداشت رسوبات جاده‌ای اغلب محل ترانزیت

سنگریزه‌های متوسط و ریزدانه که جزو رخساره‌های تثبیت شده و تقریباً غیرفعال‌اند، اصلی‌ترین مناطق برداشت رسوبات حمل شده بر سطح جاده یزد- میبد را رخساره اراضی تپه ماسه‌ای فعال تشکیل می‌دهد. همچنین اراضی منطقه ریپل مارک (زیبار) پس از تپه‌های ماسه‌ای بیشترین سهم (بیش از ۷۵ درصد) را در رسوبات عبوری جاده مذکور داشته‌اند.

دندروگرام حاصل از مطالعات کانی‌شناسی به روش تحلیل خوشه‌ای، حاکی از درصد تشابه بسیار بالا بین نمونه‌های رخساره‌های فرسایش بادی (به جز اراضی زراعی و شلجمی شکل) و رسوبات جاده‌ای است؛ اما برخلاف نتایج دانه‌بندی نمونه رخساره‌های اراضی زراعی کمترین درصد تشابه با نمونه رسوبات گرفته شده از سطح جاده را دارند (شکل ۴).



شکل (۴): دندروگرام نمونه‌های کانی‌شناسی رخساره‌های فرسایش بادی و رسوبات جاده‌ای در محدوده مورد مطالعه

رخساره‌های فرسایش بادی و رسوبات جاده‌ای قرار دارند. اگرچه تشابه کانی‌شناسی رخساره اراضی دشت سنگریزه‌ای با رسوبات جاده در حد تشابه بیش از ۸۰ درصد قرار داشت، به نظر می‌رسد با توجه به اینکه تراکم سنگ و سنگریزه به خصوص در سطح این رخساره‌ها که خود در گذشته منشأ تپه‌های ماسه‌ای بوده‌اند اما امروزه مانع از برداشت رسوبات بادی می‌گردد و این رخساره براساس نتایج اختصاصی (۲۰۰۴) تقریباً تثبیت شده به شمار می‌آید، علت این تشابه را می‌توان در این موضوع دانست که دشت سنگریزه‌ای منشأ اولیه برداشت رسوبات تپه‌های ماسه بوده‌اند و از طرفی تپه‌های ماسه‌ای خود منشأ برداشت رسوبات بر سطح جاده‌ها هستند. نتایج آنالیز خوشه‌ای کانی‌شناسی تشابه در سطح بیش از ۷۵ درصد را بین نمونه رسوبات جاده‌ای با مناطق تپه‌ماسه‌ای نشان می‌دهد. بنابراین تپه‌های ماسه‌ای به‌عنوان رخساره شاخص ژئومورفولوژی منطقه رسوب‌گذاری در فرایند فرسایش بادی، از سوی دیگر خود به‌عنوان رخساره منطقه برداشت رسوبات بادی بر روی جاده عمل می‌کنند. در تحلیل مورفومتری ذرات، متوسط تا درشت بودن ذرات

بحث و نتیجه‌گیری

تجزیه و تحلیل مقایسه‌ای نتایج کانی‌شناسی بین رسوبات حمل شده بر سطح جاده و رخساره‌های فرسایش بادی نشان داد که به‌طور کلی رسوبات حمل شده بر سطح جاده، بیشترین درصد تشابه را با رخساره‌های پهنه‌های ماسه‌ای و تپه‌های ماسه‌ای دارند. از طرف دیگر، نتایج تحلیل خوشه‌ای در بخش دانه‌بندی نیز نشان داد که بیشترین همبستگی بین رسوبات حمل شده بر سطح جاده‌ها با رخساره‌های فرسایش بادی تپه‌ماسه‌ای فعال، پهنه‌های ماسه‌ای یا زیبار و اراضی زراعی است. به عبارتی می‌توان گفت که منشأ رسوبات حمل شده بر سطح جاده یزد- میبد، از نظر روش دانه‌بندی می‌تواند از این رخساره‌ها باشد. همچنین دو رخساره دشت سنگریزه‌ای متوسط دانه و ریزدانه از نظر مورفومتری، در عدم تشابه با رسوبات جاده‌ای قرار گرفتند؛ به طوری که در آن نمونه رسوبات جاده خود باهم بیشترین درصد شباهت (۹۵ درصد) را دارند و نمونه رخساره‌های دشت سنگریزه‌ای (متوسط دانه و ریزدانه) در کمترین حد تشابه (صفر درصد) با سایر

می‌باید، یعنی در جوار محدوده ارگ اشکذر قرار دارد. این نتایج با تحقیقات اختصاصی (۲۰۰۴) مطابقت دارد. همچنین از یک طرف، وجود کانی‌های سنگین‌وزن از جمله گرانیت، آمفیبول بازالت در رسوبات جاده‌ای نیز نزدیکی نقاط برداشت را تأیید می‌کند که با نتایج آلبرانت (۱۹۷۴) و اختصاصی (۲۰۰۴) مطابقت دارد. از طرف دیگر، فراوانی کانی‌های حساس و ناپایدار از جمله بیوتیت، ژیس، فلدسپات و کلوخه‌های رسی در رسوبات جاده‌ای نیز نشان‌دهنده نزدیکی بسیار زیاد نقاط منشأ است.

تشکیل‌دهنده بخشی از رسوبات جاده‌ای (با قطر میانه ۲۵۰ تا ۳۵۰ میکرون) و نیز وجود عناصر ماسه‌ای با قطر ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ میکرون در نمونه رسوبات جاده‌ای محلی بودن عبور این رسوبات از رخساره‌های حاشیه جاده را تأیید می‌کند. به عبارتی، رسوبات حمل‌شده بر سطح جاده یزد- میبد، دارای منشأ نسبتاً نزدیک تا محلی است که باتوجه به رابطه قطر ذرات منطقه رسوب‌گذاری با فاصله حمل نتایج حاکی از نزدیک بودن منشأ رسوبات حمل‌شده بر سطح جاده یزد- میبد دارد. بنابراین به طور کلی، مناطق برداشت ماسه‌های حمل‌شده بر سطح جاده باتوجه به موارد گفته‌شده در سمت غرب جاده یزد-

منابع

- Albrandt, T.S., 1974. The source of sand for Killpecker sand dune field, Southwestern Wyoming. *Journal of Sedimentary Geology* 2: 39-57.
- Dehvari, A., 1994. Assessment of windy sand of Saravan in Balouchestan, Msc thesis, University of Tehran.
- Ekhtesasi, M.R., 2004. Investigating the morphometric and morphodynamic characteristics of wind erosion in Yazd plain and determining their indices for desertification. PhD thesis, Department of Natural Resources, Tehran University.
- Folk, R.L., 1974. *Petrology of sedimentary rocks*. Hemphill Publishing Company, Austin Texas, 182 p.
- Goudie A., Warren A., Jones D., and Cook C., 1987. The character and possible origins of aeolian sediment of wahiba sand sea, Oman. *Geographical Journal* 153: 231-256.
- Hoseini-Marandi, H., Feiznia, S., 2008. The role of textural and mineralogical characteristics of sediments in source studies of sand dunes (Case study: West of Iranshahr). *Journal of Iranian Natural Resources* 61(2): 297-309.
- Legendre, L., and Legendre, P., 1984, *Ecologie numerique*, 1&2, Masson, Paris.
- Mohammad-khan, Sh., Kashafi, F.S., 2015. The directions of aeolian sand transportation by temporal comparison of sand dunes morphometry and wind characteristics in Ardestan. *Journal of Quantitative geomorphological researches* 1: 59-74.
- Mohammadian Behbahani, A., 2007. Investigation and determination on hazard and sand movement on desert roads and its control. MSc thesis, University of Tehran.
- Shahriyar, A., Lorestani, Gh, Maghsoudi, M., 2013. Investigation of shape and sand granulometry in Interior and coastal regions (Mranjab reg- Jask beach). *Journal of geographical explorations of desert regions* 2: 17-35.
- Ymani, M., Zahab Nazouri, S., Gourabi, A., 2011. Investigation of morphometry and the reason of establishment of Kerman reg using sand granulometry and wind characteristics. *Journal of geographical arid lands studies* 4: 17-33.
- Zaady, E., Dody, A., Weiner, D., Barkai, D., Offer, ZY., 2009. A comprehensive method for Aeolian particle granulometry and micromorphology analyses. *Journal of environmental monitoring and assessment* 155(1-4): 169-75.

Investigating the Granulometry and Mineralogical Similarities of Geomorphological Facies with Aeolian Sediments Crossing Yazd-Meybod Road

Ali Mohammadian Behbahani^{1*}, Sadat Feiznia², Mohammad Reza Ekhtesasi³,
Hasan Ahmadi⁴

Received: 6/4/2017

Accepted: 25/7/2017

Abstract

Dust emission and sand mobilization are the common natural hazards in desert roads of Iran, which originate from geomorphological facies of road margin. In this study, the geomorphological units of Yazd-Meybod road margin were distinguished, and the samples were taken from these facies as origin area while roads sediment as the transition area of sediments. The samples were analyzed using morphometric indices and microscopic mineralogy; then, its results were compared using cluster analysis method. The results showed that the median and mean of road sediment grain is 208 and 224 μm , respectively which according to the relationship between transportation distance and diameter of grains in deposition area prove that the origin area could be close to sedimentation area. The skewness index of grain size distribution tend to show coarser grains and poor sorting for road sediments which revealed the local transportation area of sediment particles. The results of mineralogy between road sediments and geomorphological facies around the road showed that the aeolian sediments crossing the road were more similar to sand sheets and sand dunes which can be introduced as the source area of aeolian sediments on the Yazd- Meybod road.

Keywords: Cluster Analysis, Wind Erosion, Geomorphology, Yazd- Meybod Road.

1. Assistant Professor, Faculty of Range and Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources (GUASNR), Corresponding Author: Email: mohammadian@gau.ac.ir

2. Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran.

3. Professor, Faculty of Natural Resources and Desert Studies, University of Yazd.

4. Professor, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Science and Research Branch, Islamic Azad University