

کاربرد ویژگی‌های رسوب‌شناسی برای تعیین منشأ تپه‌های ماسه‌ای حاشیه غربی دریاچه ارومیه

لیلا بیابانی¹، حسن احمدی²، حسن خسروی³، علی اکبر نظری سامانی³، جعفر لطفی⁴

1. دانشجوی کارشناسی ارشد بیابان زدایی، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.
 2. استاد، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.
 3. دانشیار، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.
 4. دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.
- * نویسنده مسئول: hakhosravi@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: 1396/11/06 تاریخ پذیرش: 1397/03/02

چکیده

شناخت دقیق منشأ رسوبات تپه‌های ماسه‌ای و تعیین حساسیت آنها به فرسایش از اهمیت بالایی برخوردار است که موجب می‌گردد فعالیت‌های اجرایی مبارزه با فرسایش در مناطق حساس‌تر متمرکز شود. هدف از پژوهش حاضر بررسی خصوصیات رسوب‌شناسی و طبقه‌بندی تپه‌های ماسه‌ای ایجاد شده در حاشیه غربی دریاچه ارومیه است. در پژوهش، ابتدا نقشه رخساره‌های ژئومورفولوژی منطقه تهیه و سپس به ترتیب 21 نمونه از منطقه برداشت و 12 نمونه از تپه‌های ماسه‌ای (رو و پشت به باد) برداشت شد. نتایج دانه‌بندی مشخص کرد که فراوانی قطر ذرات در تپه‌های ماسه‌ای 125-500 میکرون است که نشانه فاصله حمل کوتاه و نزدیک بودن محل برداشت رسوبات است. همچنین جورشدگی ذرات در منطقه برداشت رسوب ضعیف و در تپه‌های ماسه‌ای خوب تا متوسط هستند. از نظر چولگی نیز از ذرات خیلی ریز، ریز، متقارن، درشت و خیلی درشت و از نظر پخ شدگی نیز از خیلی پهن، پهن و متوسط متغیرند. نتایج مورفوسکوپی دانه‌های کوارتز در الک 250 میکرون نیز مشخص کرد که در رسوبات تپه‌های ماسه‌ای حدود 53% دانه‌ها به صورت هاله و 14/4% درخشان که بیانگر تأثیر فرایندهای آبی و حدود 40% دانه‌ها نیز به صورت مات که نشان از حمل ذرات توسط باد دارند. از نظر مقدار شوری بر اساس طبقه‌بندی بسلر، تپه‌ها در گروه شور و شدیداً شور قرار گرفته است که این موضوع نشان می‌دهد بادهای محلی ذرات ریز نمک را از سمت دریاچه ارومیه به طرف تپه‌ها حمل نموده است. زسروی سطح دریاچه و ایجاد اراضی شور جدید از یک سو و خشکتر شدن اراضی حاشیه مرطوب موجب ایجاد منابع برداشت رسوب و تشکیل تپه‌های ماسه‌ای جدید شده است.

واژگان کلیدی: مورفومتری؛ مورفوسکوپی؛ شوری؛ طبقه بندی تپه‌های ماسه‌ای؛ نسبت همگنی

n مقدمه

شده اند، عوامل آب و هوایی روی آن اثر گذاشته و موجب فرسایش خاک شده است (23). اما در عصر حاضر به دلیل افزایش چشمگیر جمعیت و بهره برداری بی‌رویه و غیر اصولی از منابع آب، خاک و اراضی و سایر عوامل

امروزه کمتر منطقه‌ای در سطح زمین و همچنین ایران را می‌توان یافت که در معرض تخریب و فرسایش قرار نگرفته باشد. از زمانی که ناهمواری‌ها از آب خارج

(1)، تپه‌های ماسه‌ای دشت یزد- اردکان (16) و شناسایی منابع ماسه در جنوب سمنان (10) با بهره‌گیری از بررسی‌های مورفومتری و مورفوسکوپی رسوبات تپه‌های ماسه‌ای و ارتباط آنها با رخساره‌های منطقه برداشت به این نتیجه رسیدند که فاصله حمل ذرات کم و منشأ محلی دارند و تقریباً نتایج مذکور با یکدیگر همخوانی دارند. همچنین با مقایسه تپه‌های ماسه‌ای بیابان گبی، و تپه‌های ماسه‌ای اژینا¹ پایین تر از حوزه بیابانی رودخانه هیل مشخص شد که تپه‌های ماسه‌ای گبی بیشتر ریزدانه و جور شدگی خوب دارد درحالیکه تپه‌های اژینا دارای ذرات درشت دانه با جورشدگی ضعیف می‌باشد که نشان می‌دهد دو شرایط متفاوت حمل و نقل بادی و به احتمال حرکت ذرات در حالت جهش جدا از هم و در جهت جریان مخالف باد حاکم بوده است و به نظر می‌رسد که علت تنوع دانه‌بندی ماسه‌های روان بیابان اژینا به دلیل متغیرهای محلی، مانند فرایندهای هیدرولوژیک و مواد منبع رسوب می‌باشد (32). برای تشخیص منشأ تپه‌های ماسه‌ای شمال آمریکا، آفریقا و استرالیا و با تاکید بر کانی کوارتز، به عنوان مهم ترین شاخص، موس² توانست نقاط برداشت رسوب را شناسایی کند (26). همچنین برای تعیین منشأ رسوبات بادی ارگ وهیبای عمان با استفاده از ویژگی‌های بافتی (اندازه ذرات، گرد شدگی)، رنگ ماسه‌ها و درصد کربنات کلسیم منشأ تپه‌ها را تعیین گردید (22).

تعیین رابطه بین شوری و مقدار یون نمک ماسه‌ها در محلول آبی توسط اسکولسر³ مورد بررسی قرار گرفت. نامبرده شوری را تحت عنوان هدایت الکتریکی اندازه‌گیری و آنرا برابر با مجموع مقدار نمک موجود در ماسه‌ها بیان کرده (28).

متاسفانه طی دهه گذشته حوضه آبخیز دریاچه ارومیه قربانی طرح‌های توسعه ناپایدار شده و موجب بروز ناهنجاری‌های محیط زیستی در اطراف این منابع آبی شده است. خشک شدن حدود 70 درصد بستر این دریاچه موجب ایجاد رخساره‌های جدید در حاشیه آن شده است (30). آنچه مسلم است به دلیل تغییرات سریع افت آب،

تشدیدکننده فرسایش که اغلب جنبه انسانی دارد، شاهد تشدید بیش از پیش فرسایش خاک از طریق فرسایش آبی و هم از طریق فرسایش بادی هستیم (27).

در طول رخداد فرسایش بادی، عوامل متعدد طبیعی شامل کمبود ریزش‌های جوی، پراکنش نامناسب باران، پتانسیل تبخیر بالا، تشدید کمبود رطوبت خاک (10)، کمبود پوشش گیاهی برای حفاظت سطح خاک در برابر تنش باد (14)، ویژگی‌های پوشش سطح زمین شامل بافت، ترکیب و تراکم خاک، توپوگرافی، زبری آئرودینامیک و عوامل انسانی شامل نحوه بهره‌برداری از منابع و کاربری زمین مانند کشاورزی، مرتع، معدن و نبودن سیستم‌های حفاظتی از جمله بادشکن (23) در بروز آن نقش دارند. در نهایت عوامل فوق به عنوان فرایندهای فرسایش عمل می‌نمایند (3) و بر اساس دینامیک باد، حمل ذرات خاک یا رسوب و همچنین بر پایه شدت فرسایش یا رسوب‌گذاری، منجر به ایجاد و تکامل اشکال مختلف ناهمواری‌های منطق خشک و به ویژه تپه‌های ماسه‌ای می‌شود (24). علی‌رغم شناسایی سریع و آسان نقاط تپه‌های ماسه‌ای، شناخت دقیق منشأ رسوبات آن از پیچیدگی و ظرافت خاصی برخوردار است. با شناسایی مناطق برداشت می‌توان علت‌ها را شناسایی نمود و فعالیت‌های اجرایی مبارزه با فرسایش را در این مناطق متمرکز کرد (19).

تعیین منشأ رسوبات تپه‌های ماسه‌ای از مهمترین و اصولی‌ترین گام در مبارزه با فرسایش بادی است که با تفکیک رخساره‌های ژئومورفولوژی و مقایسه خاک آنها با رسوبات تپه‌های ماسه‌ای که بیشتر ویژگی‌های شیمیایی، فیزیکی و بیوژنتیک رسوبات می‌باشد، و می‌توان منابع برداشت رسوب و سهم آنها را در تولید رسوبات تپه‌های ماسه‌ای تعیین نمود (5). در رابطه با منشأیابی تپه‌های ماسه‌ای پژوهش‌های زیادی انجام شده است که به طور خلاصه می‌توان به منشأ یابی تپه‌های ماسه‌ای بافق (3)، منطقه فدیشه نیشابور (25)، تپه‌های ماسه‌ای شندان- سراوان (15)، عشق‌آباد نیشابور (4)، منطقه دشت کاربردسیر استان کرمان (29)، تپه‌های ماسه‌ای بلوچستان

³ Scholsser

¹ Ejina

² Muhs

رسوب بر پایه ویژگی‌های رسوب شناسی در رخساره‌های مختلف ژئومورفولوژی منطقه است.

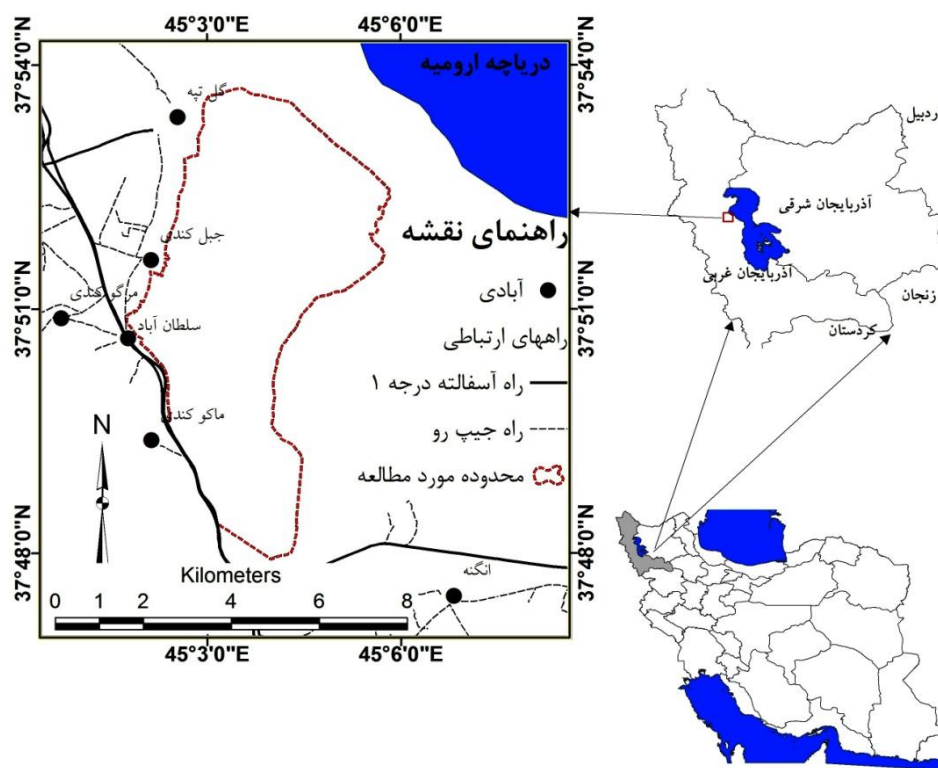
n مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

تپه‌های ماسه‌ای ایجاد شده در سواحل غربی دریاچه ارومیه با وسعت حدود 10 کیلومتر مربع و در فاصله 28 کیلومتری شمال شرقی شهر ارومیه با مختصات جغرافیایی $37^{\circ} 48'$ تا $37^{\circ} 54'$ طول شرقی و $45^{\circ} 02'$ تا $45^{\circ} 06'$ عرض شمالی واقع شده است (شکل 1). این منطقه به صورت دشت و فاقد پستی و بلندی قابل ذکری است به طوری که حداقل و حداکثر ارتفاع آن به ترتیب 1273 متر و 1283 متر از سطح دریا می‌باشد.

کاهش پوشش گیاهی در حاشیه دریاچه ارومیه و وجود عامل فرساینده باد، منابع بالقوه تولید رسوبات بادی و ذرات نمک برای مناطق همجوار و اراضی کشاورزی فراهم شده است که این شرایط روند بیابان‌زایی را به صورت گسترده تسریع کرده است. همچنین پیدایش تپه‌های ماسه‌ای حاوی رسوبات سست و ریزدانه نمکی و غیر نمکی به همراه باد شدید، شرایط اقتصادی، اجتماعی، بهداشتی، زیست محیطی جوامع ساکن در حاشیه دریاچه را تهدید نموده و منجر به مهاجرت و تخریب اکوسیستم حیاتی منطقه گردیده است (8).

با توجه به پیدایش تپه‌های ماسه‌ای و مشکلات حادث شده ناشی از آن در حاشیه غربی دریاچه ارومیه، هدف پژوهش حاضر تعیین مناطق احتمالی برداشت



شکل 1. موقعیت منطقه مورد مطالعه

دما از مرداد ماه به تدریج آغاز و در دی ماه به حداقل خود می‌رسد و سپس از بهمن ماه روند صعودی افزایش درجه حرارت آغاز و تا اواخر تیر ماه سال بعد تداوم دارد (6). بادهای نیز علاوه بر جابجایی توده‌های هوای مرطوب و فراهم نمودن زمینه‌های بارندگی در ماه‌های باران‌زا، در

میانگین بارندگی سالانه ثبت شده در نزدیکترین ایستگاه (ایستگاه سینوپتیک کهریز) حدود 252/4 میلیمتر است که از پراکنش زمانی مناسبی برخوردار نبوده و از سالی به سال دیگر متغیر می‌باشد. میانگین سالانه دمای منطقه 11/7 درجه و دارای نوسان است به طوری که کاهش

اندازه ذرات درشت تا متوسط است و بافت خاک سبک تا متوسط می‌باشد. پوشش گیاهی نیز عمدتاً پراکنده تا متوسط و شامل گیاهان مقاوم به شوری و شورپسند هستند. هر چند در بعضی قسمت‌ها بخصوص در داخل و حاشیه خشک‌رودها پوشش‌های نیمه متراکم و متراکم گز نیز دیده شده است (9).

تپه‌های ماسه ای ایجاد شده در منطقه طی 10 سال اخیر تشکیل شده اند و بیشتر از نوع بارخان و بارخانوئید نامتقارن و ارتفاع کمتر از 5 متر هستند. علت تشکیل تپه‌های ماسه‌ای در این بخش فراهم بودن منابع ماسه از یکسو و کم شدن نیروی باد است.

نمونه‌برداری میدانی

قبل از انجام نمونه برداری صحرائی، ابتدا نقشه‌زمین شناسی منطقه (18) تهیه و سپس بر اساس بازدیدهای میدانی و با کمک نرم افزار Google Earth (21) رخساره‌های ژئومورفولوژی منطقه تفکیک گردید. ویژگی‌های نقاط نمونه‌برداری در جدول (1) و موقعیت نقاط نمونه‌برداری در هر یک از رخساره‌های ژئومورفولوژی در شکل (2) نمایش داده شده است.

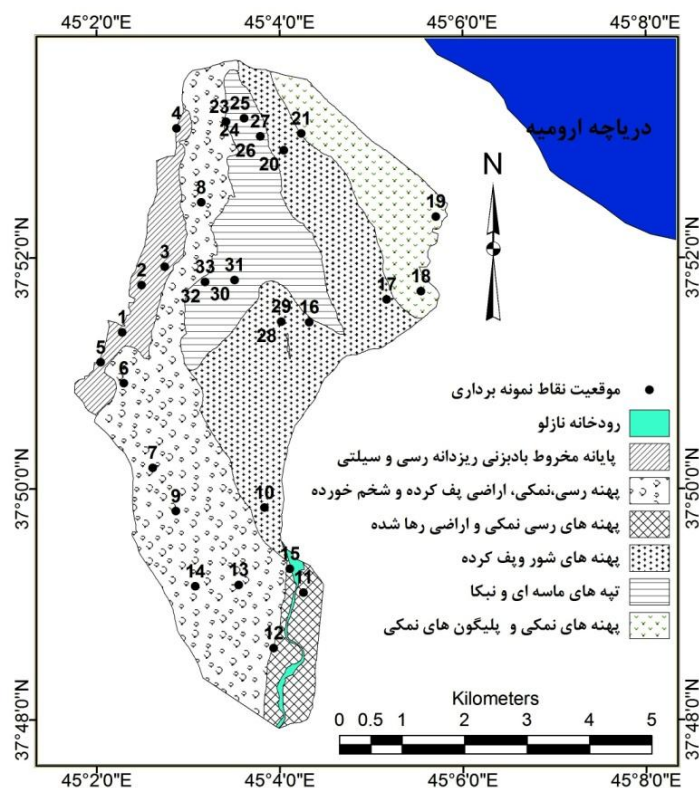
ماه‌های خشک و کم باران، عامل اصلی در افزایش مقدار تبخیر از سطح آب، تبخیر و تعرق گیاهی و فرسایش بادی است. گل‌بادها و گل‌توفان‌های ترسیم شده از ایستگاه سینوپتیک که‌رئیز که نزدیکترین ایستگاه به منطقه مورد مطالعه می‌باشد جهت باد غالب و فرساینده را غربی و جنوب‌غرب و پتانسیل حمل ماسه را در جهت شمال‌شرق نشان داده است. همچنین بادهای محلی شدید با جهت شمال - شمال‌غرب و جنوب - جنوب‌شرقی از طرف دریاچه ارومیه در فصول بهار و پاییز، منطقه را متاثر نموده است (13). عمده رسوبات منطقه متعلق به دوره کواترنری می‌باشد و بیشترین مساحت منطقه رسوبات نمکی و شورزارها و واحد پلایا، تیپ جلگه رسی و رخساره زمین‌های پف کرده و شخم‌خورده تشکیل داده است (7). خاک‌های منطقه نیز دارای تغییرات ژنتیکی - تکاملی زیادی نیستند و بیشتر شامل رسوبات نسبتاً جوانی هستند که در اثر فرسایش و رسوبگذاری مناطق بالادست بخصوص طغیان رودخانه‌ها و آبراهه‌های متعدد به این قسمت منتقل شده‌اند. این رسوبات تحت تاثیر جریان‌های سطحی و پیشروی و پسروی آب دریاچه طی دورانهای پرآبی و کم آبی همچنین املاح بسیار زیاد آب و تبخیر از سطح خاک دارای شرایط متغیری بوده است.

جدول 1. مشخصات نقاط نمونه برداری

ردیف	واحد - تیپ	کدر رخساره	رخساره	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	توضیحات
1	دشت سر پوشیده	2-2-4	پایانه مخروط بادبزنی ریزدانه	45° 2' 16"	37° 51' 21"	
2	دشت سر پوشیده	2-2-4	پایانه مخروط بادبزنی ریزدانه	45° 2' 29"	37° 51' 46"	
3	دشت سر پوشیده	2-2-4	پایانه مخروط بادبزنی ریزدانه	45° 2' 44"	37° 51' 55"	
4	دشت سر پوشیده	2-2-4	پایانه مخروط بادبزنی ریزدانه	45° 2' 2"	37° 51' 05"	
5	دشت سر پوشیده	2-2-4	پایانه مخروط بادبزنی ریزدانه	45° 2' 17"	37° 50' 55"	
6	پلایا - جلگه رسی	3-1-1	پهنه رسی، نمکی، اراضی پف کرده و شخم خورده	45° 2' 36"	37° 50' 11"	منطقه برداشت رسوب
7	پلایا - جلگه رسی	3-1-1	پهنه رسی، نمکی، اراضی پف کرده و شخم خورده	45° 3' 8"	37° 52' 28"	
8	پلایا - جلگه رسی	3-1-1	پهنه رسی، نمکی، اراضی پف کرده و شخم خورده	45° 2' 51"	37° 49' 48"	
9	پلایا - جلگه رسی	3-1-1	پهنه‌های شور و پف کرده	45° 3' 49"	37° 49' 50"	
10	پلایا - جلگه رسی	3-1-3	پهنه‌ها رسی، نمکی و اراضی رها شده	45° 4' 15"	37° 49' 6"	
11	پلایا - جلگه رسی	3-1-2	پهنه‌ها رسی، نمکی و اراضی رها شده	45° 3' 55"	37° 48' 37"	
12	پلایا - جلگه رسی	3-1-2	پهنه رسی، نمکی، اراضی پف کرده و شخم خورده	45° 3' 33"	37° 49' 10"	
13	پلایا - جلگه رسی	3-1-1	پهنه رسی، نمکی، اراضی پف کرده و شخم خورده	45° 3' 4"	37° 49' 9"	
14	پلایا - جلگه رسی	3-1-1	پهنه‌های رسی، نمکی و اراضی رها شده	45° 4' 6"	37° 49' 18"	

ادامه جدول 1. مشخصات نقاط نمونه برداری

ردیف	واحد - تیپ	کدر خساره	رخساره	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	توضیحات
15	پلایا - جلگه رسی	3-1-2	پهنه‌های شور و پف کرده	45° 4' 19"	37° 51' 26"	منطقه برداشت رسوب
16	پلایا - جلگه رسی	3-1-3	پهنه‌های شور و پف کرده	45° 5' 10"	37° 51' 38"	
17	پلایا - جلگه رسی	3-1-3	پهنه‌های نمکی و پلیگون‌های نمکی	45° 5' 32"	37° 51' 42"	
18	پلایا - کویر	3-2-1	پهنه‌های نمکی و پلیگون‌های نمکی	45° 5' 42"	37° 51' 21"	
19	پلایا - کویر	3-2-1	پهنه‌های شور و پف کرده	45° 4' 2"	37° 52' 56"	
20	پلایا - جلگه رسی	3-1-3	پهنه‌های نمکی و پلیگون‌های نمکی	45° 4' 14"	37° 53' 4"	
21	پلایا - کویر	3-2-1	پهنه رسی نمکی، اراضی پف کرده و شخم خورده	45° 3' 24"	37° 53' 10"	
22	تپه 1 رو به باد	3-1-4	تپه‌های ماسه‌ای	45° 3' 24"	37° 53' 10"	منطقه رسوب (تپه‌های ماسه‌ای)
23	تپه 1 پشت به باد	3-1-4	تپه‌های ماسه‌ای	45° 3' 36"	37° 53' 12"	
24	تپه 2 رو به باد	3-1-4	تپه‌های ماسه‌ای	45° 3' 36"	37° 53' 12"	
25	تپه 2 پشت به باد	3-1-4	تپه‌های ماسه‌ای	45° 3' 47"	37° 53' 3"	
26	تپه 3 رو به باد	3-1-4	تپه‌های ماسه‌ای	45° 3' 47"	37° 53' 3"	
27	تپه 3 پشت به باد	3-1-4	تپه‌های ماسه‌ای	45° 4' 1"	37° 51' 27"	
28	تپه 4 رو به باد	3-1-4	تپه‌های ماسه‌ای	45° 4' 1"	37° 51' 27"	
29	تپه 4 پشت به باد	3-1-4	تپه‌های ماسه‌ای	45° 3' 30"	37° 51' 48"	
30	تپه 5 رو به باد	3-1-4	تپه‌های ماسه‌ای	45° 3' 30"	37° 51' 48"	
31	تپه 5 پشت به باد	3-1-4	تپه‌های ماسه‌ای	45° 3' 11"	37° 51' 47"	
32	تپه 6 رو به باد	3-1-4	تپه‌های ماسه‌ای	45° 3' 11"	37° 51' 47"	
33	تپه 6 پشت به باد	3-1-4	تپه‌های ماسه‌ای	45° 2' 52"	37° 53' 7"	



شکل 2. نقشه ژئومورفولوژی و موقعیت نقاط نمونه برداری منطقه مورد مطالعه

اندازه‌گیری های آزمایشگاهی

مورفومتری نمونه‌ها

بعد از جمع آوری نمونه‌ها، حدود 500 گرم از هر نمونه جهت دانه‌بندی مورد استفاده قرار گرفت. بدین منظور از روش الک خشک با شماره‌های 500-1000-2000-250-125-63 و کمتر از 63 میکرون استفاده گردید. سپس با استفاده از نرم‌افزار Gradistat شاخص‌های آماری شامل میانگین قطر ذرات، جورشدگی، چولگی و یخ‌شدگی) محاسبه و منحنی‌های تجمعی و توزیع نرمال ترسیم شد. با استفاده از نرم افزارهای آماری آزمون لویین و تی- تست مستقل، معنی‌دار بودن اختلاف بین متغیرهای مورد نظر در سطح 5% بررسی شد. همچنین نسبت همگنی بین دامنه‌های رو به باد و پشت به باد تپه‌های ماسه‌ای، شاخص جورشدگی کرومباین (2) محاسبه شد.

به‌منظور بررسی توزیع فراوانی ذرات در نمونه‌های تپه‌های ماسه‌ای، از نمودار استاندارد بابنزر و بسلر¹ استفاده شد که در محور Y، نسبت درصد فراوانی ذره به قطر ذره

و در محور X، قطر ذره بر حسب میلی‌متر مشخص شده است. این نمودار بر خلاف نمودارهای دانه‌بندی مرسوم که درصد فراوانی ذرات را در محور Y و قطر ذره در محور X نشان می‌دهد، شرایط واقعی‌تری از ماسه‌ها را مشخص می‌کند (14).

مورفوسکوپی نمونه‌ها

مورفوسکوپی ذرات رسوبی منطقه حمل بر پایه دو عامل میزان گردش‌دگی² و الگوی سطح دانه³ انجام گردید. مطالعه بر روی دانه‌های کوارتز در قطر الک غالب 125-500 میکرون که الک غالب می‌باشد، صورت گرفته است. بدین منظور از هر نمونه، 25 دانه کوارتز انتخاب و بر اساس جدول پاوز⁴ 1953 پتی جان⁵ 1957 (2) شاخص‌های گردش‌دگی و الگوی سطحی کانی‌های کوارتز بر حسب درصد تعیین گردیده است. در نهایت بر اساس شاخص وادل⁶ 6 (17) و فولک⁷ 7 (2) مقدار گردش‌دگی محاسبه شده است (جدول 2).

جدول 2. ضریب سایش ذرات کوارتز بر اساس شاخص فولک و وادل

ردیف	طبقه‌بندی فولک	طبقه‌بندی وادل	توضیح کیفی
1	0-1	0/12-0/17	خیلی زاویه‌دار
2	1-2	0/17-0/25	زاویه‌دار
3	2-3	0/25-0/35	نیمه زاویه‌دار
4	3-4	0/35-0/49	نیمه گردشده
5	4-5	0/49-0/70	گردشده
6	5-6	0/70-1	خیلی گردشده

اندازه‌گیری هدایت الکتریکی (EC)

در این مرحله با استفاده از روش اسکولوسر از هر نمونه 20 گرم خاک را با آب مقطر 50 میلی‌گرم مخلوط کرده و سپس اقدام به اندازه‌گیری میزان شوری شده است. بعد از 1 ساعت مجدد نمونه‌ها مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. سپس بعد از 24 ساعت و در نهایت پس از عبور از صافی

نیز میزان شوری اندازه‌گیری گردید و در پایان نمونه‌های رخساره‌های منطقه برداشت و تپه‌های ماسه‌ای بر اساس طبقه‌بندی بسلر (12) (جدول 3)، طبقه‌بندی شدند. این طبقه‌بندی اجازه تفکیک تپه‌های ماسه‌ای از نظر شوری و رابطه نزدیک آنها به رخساره‌های منطقه برداشت را نشان داده است.

⁵ Pete jan⁶ Wadell⁷ Folk¹ Bubenzer & Besler² Roundness³ Surface features⁴ Poverse

جدول 3. طبقه بندی رسوبات مختلف از نظر شوری

نوع رسوبات	درجه شوری	مقدار هدایت الکتریکی $\mu\text{s}/\text{Cm}^*$
تپه‌های ماسه‌ای	بدون شوری	$10^2 >$
ماسه‌های مگادون ⁸	شور	$10^2 <$
رسوبات بادی که در معرض نفوذ آب سطحی و تبخیر در فواصل زمانی طولانی قرار دارند	شدیدا شور	$10^3 <$
ماسه‌های ساحلی که تحت تاثیر آب دریا قرار دارند	بی‌نهایت شور	$10^4 <$

* میکروزیمنس بر سانتی‌متر

n نتایج
جدول (4) و نمونه‌های تپه‌های ماسه‌ای در جدول (5)
نتایج دانه‌بندی نمونه‌های رخساره منطقه برداشت در
ارایه شده است.

جدول 4. شاخص‌های آماری نمونه‌های منطقه برداشت مورد مطالعه

ردیف	میانگین (Mz)		جورشدگی ⁽⁹⁾		چولگی (Sk)		کشیدگی (Ku)		
	کیفی	کمی	کیفی	کمی	کیفی	کمی	کیفی	کمی	
	μm^*	f^*	μm	f	کیفی	f	کیفی	f	
1	ماسه درشت	706/3	0/5	2/5	1/3	ضعیف	0/3	به سمت ذرات خیلی ریز	0/7
2	ماسه درشت	619/7	0/6	1/3	1/6	ضعیف	0/8	به سمت ذرات خیلی ریز	0/6
3	ماسه متوسط	410/9	1/2	1/5	2/8	ضعیف	-0/003	متقارن	0/7
4	ماسه متوسط	277/3	1/8	1/6	3/1	ضعیف	-0/2	به سمت ذرات درشت	0/7
5	ماسه درشت	509/1	0/9	1/6	3/03	ضعیف	0/3	به سمت ذرات خیلی ریز	0/5
6	ماسه درشت	978/7	0/03	0/7	1/7	متوسط	0/8	به سمت ذرات خیلی ریز	0/6
7	ماسه درشت	605/1	0/7	1/4	2/7	ضعیف	0/6	به سمت ذرات خیلی ریز	0/6
8	ماسه ریز	192/3	2/3	1/04	2/06	ضعیف	-0/1	به سمت ذرات درشت	1/2
9	ماسه درشت	978/7	0/03	0/7	1/7	متوسط	0/8	به سمت ذرات ریز	0/6
10	ماسه ریز	193/3	2/3	1/3	2/4	ضعیف	-0/2	به سمت ذرات درشت	1/2
11	ماسه درشت	740/1	0/4	1/02	2/03	ضعیف	0/1	به سمت ذرات ریز	0/5
12	ماسه خیلی درشت	1092/5	-0/1	0/5	1/4	متوسط	1/6	به سمت ذرات خیلی ریز	0/9
13	ماسه درشت	706/3	0/5	1/3	2/5	ضعیف	0/3	به سمت ذرات خیلی ریز	0/7
14	ماسه درشت	528/0	0/9	1/4	2/7	ضعیف	0/3	به سمت ذرات خیلی ریز	0/5
15	ماسه ریز	199/2	2/3	1/3	2/5	ضعیف	-0/2	به سمت ذرات درشت	1/1
16	ماسه ریز	192/3	2/3	1/04	2/06	ضعیف	-0/1	به سمت ذرات درشت	1/2
17	ماسه متوسط	288/9	1/7	1/2	2/3	ضعیف	-0/3	به سمت ذرات خیلی درشت	1/1
18	ماسه متوسط	474/3	1/07	1/6	3/08	ضعیف	0/2	به سمت ذرات ریز	0/5
19	ماسه متوسط	341/8	1/5	1/1	2/2	ضعیف	-0/2	به سمت ذرات درشت	1/04
20	ماسه ریز	189/3	2/4	1/1	2/2	ضعیف	-0/2	به سمت ذرات درشت	1/9
21	ماسه متوسط	302/7	1/7	1/4	2/6	ضعیف	-0/4	به سمت ذرات خیلی درشت	1/1

* μm میلی‌متر ϕ^*

همچنین قطر متوسط ماسه‌ها نیز به جز چند مورد عمدتاً ماسه متوسط و درشت می‌باشند.

با توجه به جدول فوق، جورشدگی همه نمونه‌ها در منطقه برداشت رسوب به جز چند مورد ضعیف است و

جدول 5. شاخص‌های آماری نمونه‌های تپه‌های ماسه‌ای (رو به باد و پشت به باد)

ردیف نمونه	کد	میانگین (Mz)			جورشدگی (σ)			چولگی (Sk)		کشیدگی (Ku)	
		کمی	کیفی	μm *	کمی	کیفی	μm	کمی	کیفی	کمی	کیفی
1	22	1/8	273/0	0/6	1/5	نسبتاً خوب	0/2	به سمت ذرات ریز	0/7	پهن	
2	23	2/5	172/6	0/4	1/3	خوب	0/1	به سمت ذرات ریز	1/02	پخ متوسط	
3	24	2/5	170/6	0/4	1/3	خوب	0/1	به سمت ذرات ریز	1/1	پخ متوسط	
4	25	2/6	165/0	0/4	1/3	خوب	0/1	به سمت ذرات ریز	1/1	پخی جزئی	
5	26	2/5	166/0	0/4	1/4	خوب	0/1	به سمت ذرات ریز	1/1	پخی جزئی	
6	27	2/5	178/3	0/5	1/4	نسبتاً خوب	-0/004	متقارن	1/4	پخی جزئی	
7	28	2/4	184/5	0/595	1/511	نسبتاً خوب	-0/07	متقارن	1/4	پخی جزئی	
8	29	2/3	201/9	0/5	1/5	نسبتاً خوب	-0/2	به سمت ذرات درشت	1/1	پخی جزئی	
9	30	2/5	172/5	0/4	1/3	خوب	0/1	به سمت ذرات ریز	1/1	پخی جزئی	
10	31	2/6	157/8	0/5	1/4	نسبتاً خوب	0/2	به سمت ذرات ریز	1/1	پخی جزئی	
11	32	2/4	187/0	0/5	1/4	نسبتاً خوب	-0/1	به سمت ذرات درشت	1/2	پخی جزئی	
12	33	2/5	175/8	0/8	1/7	متوسط	0/006	متقارن	1/1	پخی جزئی	
		2/4	192/2	0/5	1/4	خوب تا متوسط	0/08	زیاد به سمت ذرات ریز	1/1	کشیده	
		2/5	175/2	0/5	1/4	خوب تا متوسط	0/05	زیاد به سمت ذرات ریز	1/1	کشیده	
		2/4	18/7	0/5	1/4	خوب	0/07	زیاد به سمت ذرات ریز	1/1	کشیده	

* ϕ فی μm^* میلی متر

نتایج نسبت همگنی بین دامنه‌های رو به باد و پشت به باد تپه‌های ماسه‌ای و شاخص جورشدگی کرومباین در جدول (6) ارائه شده است.

نتایج جداول فوق نشان داد که متوسط جورشدگی نمونه‌ها در دامنه‌های رو به باد و پشت به باد و کل تپه‌های ماسه‌ای در طبقه خوب تا متوسط و قطر ماسه‌ها در همه نمونه‌ها ریزدانه و چولگی زیاد به سمت آنها است.

جدول 6. تعیین نسبت همگنی بین دامنه‌های تپه‌های ماسه‌ای و شاخص جورشدگی کرومباین

ردیف نمونه	کد	10 ⁰ D		50D		90 ⁰ D		(D ₇₅ - D ₂₅)		شاخص کرومباین	
		μ	φ	μ	φ	μ	φ	μ	φ	کمی	کیفی
1	22	1/143	146/5	1/7	290/5	2/8	273/0	0/9	185/0	0/48	بادی متوسط
2	23	2/085	126/5	2/5	172/6	2/9	172/6	0/5	67/55	0/28	بادی شدید
3	24	2/093	117/8	2/6	170/6	3/08	170/6	0/5	68/16	0/29	بادی شدید
4	25	2/099	93/9	2/6	166/1	3/4	165/0	0/6	71/14	0/31	بادی شدید
5	26	2/064	92/5	2/6	167/7	3/4	166/0	0/6	75/04	0/32	بادی شدید
6	27	1/697	109/7	2/5	178/3	3/2	178/3	0/6	84/38	0/34	بادی شدید
7	28	1/517	125/6	2/5	182/9	2/9	182/9	0/6	86/57	0/34	بادی شدید
8	29	1/383	130/4	2/4	191/5	2/9	201/9	0/6	92/94	0/35	بادی شدید
9	30	2/053	113/6	2/5	172/5	3/1	172/5	0/6	72/68	0/30	بادی شدید
10	31	2/064	85/79	2/6	164/3	3/5	157/8	0/6	77/82	0/34	بادی شدید
11	32	1/589	129/4	2/431	185/4	2/9	185/4	0/6	84/07	0/32	بادی شدید
12	33	1/409	81/8	2/504	176/3	3/6	175/8	0/9	119/1	0/48	بادی متوسط

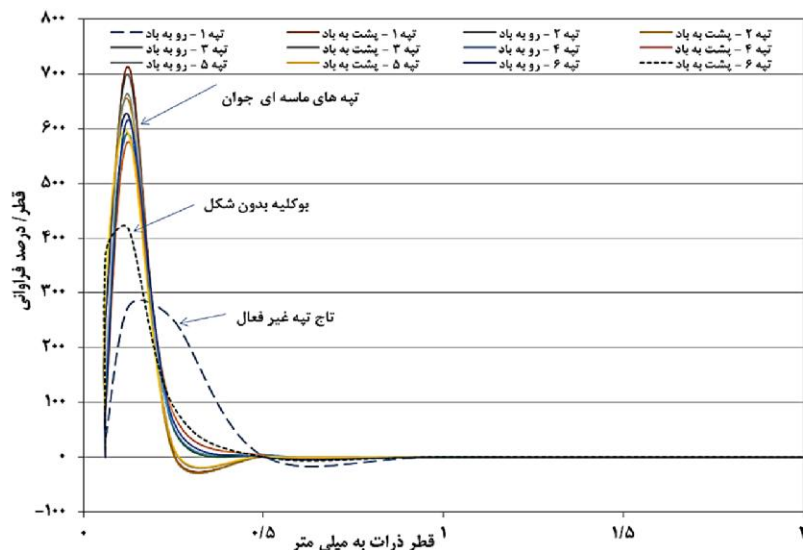
* ϕ^* فی μ^* میکرون D10* حدود 10 درصد از قطر ذرات از میانگین بیشتر می باشد. *D90 حدود 90 درصد از قطر ذرات از میانگین بیشتر می باشد.

دلیل فعال بودن بادهای شدید، هم در جهت رو به باد و پشت به باد در طبقه دارای سایش شدید بادی قرار گرفته‌اند. که این موضوع نشانگر جوان بودن تپه‌های منطقه است.

توزیع فراوانی ذرات در تپه‌های ماسه‌ای مختلف

طبقه بندی تپه‌های ماسه‌ای منطقه مورد مطالعه در شکل (3) نشان داده شده است.

بر اساس شاخص جورشدگی کرومباین، تمام تپه‌های ماسه‌ای منطقه مورد بررسی به غیر از دو تپه شماره 1 و 2 (تپه به صورت بوکلیه فعال می باشد و در مراحل ابتدایی تشکیل قرار دارد) و تپه شماره 6 پشت به باد (بیشتر در پشت به باد تحت تأثیر پدیده ریزش رسوبات درشت دانه از راس تپه به طرف پایین دامنه است) که دارای سایش متوسط بادی است و باد نتوانسته است تأثیر شدیدی در این دو بخش داشته باشد. دیگر نمونه‌ها به



شکل 3. طبقه بندی تپه‌های ماسه‌ای بر اساس نمودار استاندارد با بنزر و بسلر

برای مقایسه دو گروه مستقل از تپه‌های ماسه‌ای (درجهت رو به باد و پشت به باد) بر اساس متغیرهای مختلف به دلیل توزیع نرمال داده‌ها از آزمون تی- تست مستقل و برابری و عدم برابری واریانس‌ها را از آزمون لیون استفاده گردید (31) که نتایج آن در جدول (7) ارائه شده است.

بر اساس شکل فوق، تپه‌های ماسه‌ای در سه گروه شامل تپه‌های ماسه‌ای فعال، بوکلیه بدون شکل و تاج تپه غیر فعال که در واقع تپه‌های تثبیت شده می‌باشد، تقسیم شده است.

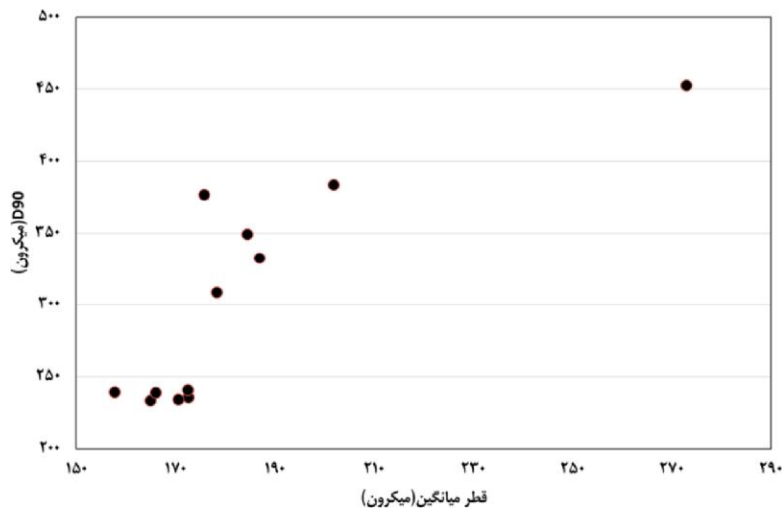
نتایج آزمون‌های آماری

جدول 7. نتایج آزمون لیون و تی- تست مستقل بر اساس آماره‌های توصیفی در تپه‌های ماسه‌ای رو به باد و پشت به باد

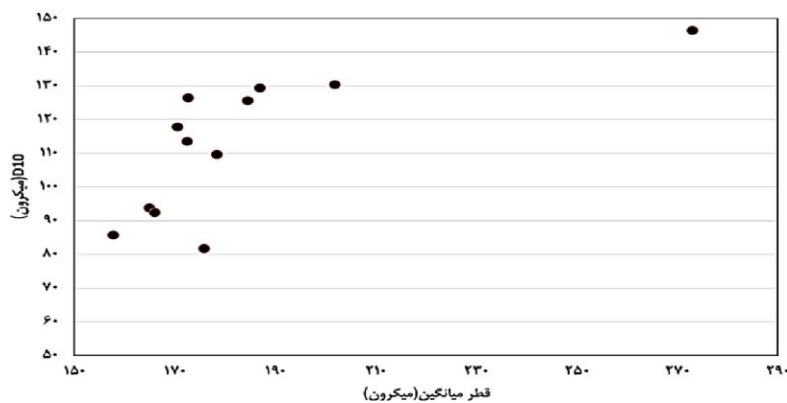
آزمون تی- مستقل					تست لیون		
فاصله اطمینان		اختلاف میانگین	خطای استاندارد	t	متغیرها	درجه آزادی	سطح معنی داری
حد پایینی	حد بالایی						
41/2	-8/7	11/2	16/2	1/4	10D	0/6	0/4
64/06	-23/9	19/7	20/08	1/01	50D	3/4	0/09
114/1	-90/06	45/8	12/06	0/2	90D	0/2	0/6
56/2	-22/1	17/6	17/03	0/9	میانگین	1/9	0/1
0/09	-0/2	0/06	-0/05	-0/8	جورشدگی	0/7	0/4
0/1	-0/2	0/09	-0/02	-0/2	چولگی	0/06	0/8
0/1	-0/2	0/09	-0/02	-0/2	کشیدگی	0/4	0/5

بزرگتر از 0/05 حاکی از برابر بودن واریانس دو گروه است. همچنین به منظور مقایسه بهتر تپه‌های ماسه‌ای نمودارهای بایوپلات که شامل قطر متوسط و 90 D در شکل (4) و قطر متوسط و 10 D در شکل (5) ترسیم شده است.

سطح معنی داری بر پایه آزمون t نیز بزرگتر از 0/01 در نظر گرفته شده است و فرضیه صفر (یکسان بودن متغیرها بین دو گروه) تایید و فرضیه یک (اختلاف معنی دار بین دو گروه) رد شده است. لذا تپه‌های ماسه‌ای در دو جهت رو به باد و پشت به باد اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند. بر اساس آزمون لیون سطح معنی داری



شکل 4. نمودار بایوپلات بر اساس قطر میانگین و 90D در دامنه‌های رو به باد و پشت به باد



شکل 5. نمودار بایوپلات بر اساس قطر میانگین و D10 در دامنه‌های رو به باد و پشت به باد

نتایج مورفوسکوپی

نتایج حاصل از مورفوسکوپی نمونه‌های منطقه برداشت در جدول (8) و نمونه‌های تپه‌های ماسه‌ای در جدول (9) بر اساس فراوانی ذرات در الک غالب 125-500 میکرون ارایه شده است.

بر اساس شکل‌های فوق، تپه‌های ماسه‌ای بر اساس قطر D10 در 3 طبقه کمتر از 100، 100-130 و بیشتر از 130 میکرون قرار گرفته است و این موضوع نشان می‌دهد که برپایه نمونه‌های برداشت شده میتوان پژه ها را به سه گروه مختلف طبقه بندی کرد. این حالت با نمودار شکل 3 نیز همخوان است.

جدول 8. نتایج مورفوسکوپی نمونه‌های منطقه برداشت در دامنه الک غالب (125-500 میکرون)

شماره نمونه‌ها	گردشگی فولک	گردشگی وادل	ملاحظات	تخریب فیزیکی و شیمیایی		فرسایش آبی		فرسایش بادی درصد مات
				درصد کدر	درصد لکه‌های خالدار	درصد خراش سطحی	درصد درخشان	
1	354	0/45	نیمه‌زاویه دار	-	12	88	-	100
2	430	0/52	نیمه گرد	-	-	100	-	100
3	230	0/33	نیمه‌زاویه‌دار	16	0	84	-	100
4	294	0/39	نیمه‌زاویه دار	20	0	80	-	100
5	310	0/4	نیمه‌زاویه‌دار	-	-	100	-	100
6	632	0/72	گرد	-	8	92	8	92
7	480	0/57	نیمه گرد	-	-	100	-	100
8	294	0/39	نیمه‌زاویه‌دار	20	0	80	-	100
9	444	0/54	نیمه گرد	-	-	100	-	100
10	600	0/7	نیمه گرد	-	-	-	44	56
11	-	-	-	-	ندارد	-	-	-
12	479	0/54	نیمه گرد	-	-	100	-	100
13	420	0/52	نیمه گرد	28	196	56	-	100
14	416	0/51	نیمه گرد	-	-	100	-	100
15	362	0/46	نیمه‌زاویه‌دار	-	32	68	32	68
16	608	0/68	گرد	-	20	80	20	80
17	536	0/63	نیمه گرد	-	16	84	12	88
18	522	0/62	نیمه گرد	-	16	84	0	100
19	558	0/64	نیمه گرد	-	28	72	28	72
20	760	0/82	گرد	-	22	88	48	52
21	744	0/81	گرد	-	16	84	56	44
متوسط کل	477	0/57	نیمه گرد	-	-	-	-	-

جدول 9. نتایج مورفوسکوپی نمونه‌های تپه‌های ماسه‌ای در دامنه‌الک غالب (125-500 میکرون)

شماره نمونه‌ها	کد نمونه	گردشگی فولک	گردشگی وادل	ملاحظات	تخریب فیزیکی و شیمیایی			فرسایش آبی		فرسایش بادی
					درصد کدر	درصد لکه‌های خالدار	خرایش سطحی	درخشان	درصد هاله	
22	شماره 1 رو به باد	824	0/87	گرد	-	33	66	16	33	40
23	شماره 1 پشت به باد	792	0/84	گرد	-	22	78	12	48	40
24	شماره 2 رو به باد	776	0/83	گرد	-	33	67	32	40	28
25	شماره 2 پشت به باد	808	0/86	گرد	-	36	64	-	52	48
26	شماره 3 رو به باد	760	0/82	گرد	-	-	100	-	80	20
27	شماره 3 پشت به باد	760	0/82	گرد	-	-	100	-	60	32
28	شماره 4 رو به باد	760	0/82	گرد	-	67	33	-	40	60
29	شماره 4 پشت به باد	808	0/86	گرد	-	67	33	-	52	48
30	شماره 5 رو به باد	808	0/86	گرد	-	83	17	-	52	48
31	شماره 5 پشت به باد	824	0/87	گرد	-	86	14	-	56	44
32	شماره 6 رو به باد	792	0/84	گرد	-	23	77	12	52	36
33	شماره 6 پشت به باد	744	0/81	گرد	-	17	83	0	64	36
	متوسط کل	788	0/84	گرد	-	-	-	-	-	-
	ضریب خالص سایش باد	314	0/27							

هدایت الکتریکی
 نتایج هدایت الکتریکی نمونه‌های منطقه برداشت رسوب (11) ارایه شده است.
 در جدول (10) و نمونه‌های تپه‌های ماسه‌ای در جدول

جدول 10. هدایت الکتریکی نمونه‌های منطقه برداشت رسوب

شماره نمونه‌ها	هدایت الکتریکی * $\mu\text{s}/\text{Cm}$		
	24 ساعت	1 ساعت	20 دقیقه
1	800	790	780
2	400	370	240
3	280	194/5	192/9
4	300	200	167/1
5	260	162/3	148/8
6	500	240	230
7	8140	5670	5650
8	3240	2190	1950
9	700	500	480
10	8240	4670	3550
11	1550	930	800
12	4630	4090	3980
13	430	193/1	166/6
14	270	116/5	116/4
15	930	750	700
16	3900	3500	3200
17	9500	8300	6200
18	10500	6500	5100
19	10300	7300	6100
20	12030	9330	7500
21	15560	15150	13320

* میکروموس بر سانتی متر

جدول 11. هدایت الکتریکی تپه‌های ماسه‌ای منطقه مورد بررسی

شماره نمونه ها	هدایت الکتریکی * $\mu\text{s}/\text{Cm}$			
	کد نمونه ها	20 دقیقه	1 ساعت	24 ساعت
22	نمونه شماره 1 رو به باد	101/6	109/5	240
23	نمونه شماره 1 پشت به باد	100/2	114/3	184/9
24	نمونه شماره 2 رو به باد	70/4	81/9	157/2
25	نمونه شماره 2 پشت به باد	79/5	91/1	240
26	نمونه شماره 3 رو به باد	123/1	119/4	190
27	نمونه شماره 3 پشت به باد	147/3	179/9	280
28	نمونه شماره 4 رو به باد	2950	3070	4060
29	نمونه شماره 4 پشت به باد	3500	3050	4230
30	نمونه شماره 5 رو به باد	390	340	530
31	نمونه شماره 5 پشت به باد	600	620	910
32	نمونه شماره 6 رو به باد	250	310	410
33	نمونه شماره 6 پشت به باد	670	630	830

* میکروموس بر سانتی متر

غالب و فرساینده منطقه یعنی در جهت غربی - شرقی شکل گرفته است. اما تعدادی تپه‌های بوکلیه جوان و کم ارتفاع وجود دارند که در جهت شرقی - غربی شکل گرفته و معمولاً نسبت به جهت باد غالب، معکوس می‌باشد. این موضوع نشان می‌دهد بادهایی که از سمت دریاچه ارومیه به ویژه در فصول بهار و پاییز می‌وزند به عنوان بادهای پیرایشگر در منطقه عمل نموده است. بیشترین درصد فراوانی ذرات در تپه‌های ماسه‌ای 125-500 میکرون مبین فاصله کم تپه‌های ماسه‌ای با منطقه برداشت رسوب است. بررسی رسوب‌شناسی تپه‌های میانکاله مشخص کرد که میانگین اندازه ذرات در دامنه‌های روبه‌باد و پشت به باد تپه‌ها را به ترتیب 2/795 و 2/814 فی است. یعنی اینکه ذرات از نوع ماسه متوسط تا ریزدانه می‌باشند و همچنین جورشدگی، چولگی و پخ شدگی به ترتیب، خیلی خوب، ریز، و کشیده و فاصله حمل ذرات نیز کم می‌باشد (5). همچنین مطالعات ارگ اشکذر نیز میانگین قطر ذرات را در رخساره منطقه برداشت، درشت و متوسط و در تپه‌های ماسه‌ای متوسط تعیین نموده که این موضوع نشان از فاصله حمل کم ذرات را دارد (20). برای تعیین درجه همگنی بین دامنه‌های رو به باد و پشت به باد تپه‌های ماسه‌ای منطقه با استفاده از آزمون t مستقل

بر اساس نتایج جداول 10 و 11، در نمونه‌های منطقه برداشت، حداکثر و حداقل مقادیر هدایت الکتریکی نمونه‌ها به ترتیب عبارتند از 13400 میکروزیمنس بر سانتیمتر در رخساره نمکی و پلیگونیهای چندضلعی و 300 میکروزیمنس بر سانتیمتر در رخساره پهنه‌های رسی، نمکی و اراضی رها شده می‌باشد و در نمونه‌های تپه‌های ماسه‌ای به ترتیب 4380 میکروزیمنس بر سانتیمتر در نمونه شماره 4 پشت به باد و 190 میکروزیمنس بر سانتیمتر در نمونه شماره 1 پشت به باد قرار دارند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت رخساره‌هایی که در سمت غربی تپه‌های ماسه‌ای قرار دارند در طبقه شور و شدیداً شور و رخساره‌هایی که در سمت شرق تپه‌های ماسه‌ای به سمت دریاچه ارومیه قرار گرفته‌اند، بی‌نهایت شور هستند و در کلاس‌بندی بسلر بین مقادیر 102 تا 104 قرار گرفته است.

n بحث و نتیجه‌گیری

با بررسی مورفولوژی تپه‌های ماسه‌ای و تلفیق نتایج گل‌باده‌ها، گل‌توفان و گل‌ماسه‌های ایستگاه کهریز (13) که نزدیکترین ایستگاه به منطقه مورد مطالعه می‌باشد، مشخص شد که بیش از 70 درصد تپه‌ها در جهت باد

که در طبقه بوکلیه بدون شکل قرار گرفته نشان می‌دهد که تپه در مراحل اولیه تشکیل بارخان قرار دارد و بسیار فعال و متحرک است. نتایج حاصل از مورفوسکوپی رسوبات تپه‌های ماسه‌ای نشان می‌دهد 53% و 7% ذرات به ترتیب هاله‌ای و درخشان هستند که بیانگر حمل طولانی ذرات توسط آب است. درحالی‌که 40% ذرات مات و کدر بوده که توسط باد حمل شده است. همچنین بین ضریب گردش‌دهی رسوبات تپه‌های ماسه‌ای و رخساره‌های منطقه برداشت هماهنگی خوبی برقرار گردیده است.

به دلیل گردش‌دهی کم و تخریب شیمیایی و فیزیکی رخساره انتهایی مخروط بادبزی ریزدانه، می‌توان چنین نتیجه گرفت که این رخساره منبع اصلی برداشت رسوبات تپه‌های ماسه‌ای است که در امتداد مسیل‌ها، باد موجب حمل ذرات به طرف تپه‌ها و رسوب آنها شده است. بر پایه مقدار شوری، رخساره پهنه‌های شور و پف کرده و پلیگون‌های نمکی چند ضلعی ارتباط نزدیکی با شوری تپه‌های ماسه‌ای دارند که می‌توان بیان کرد بادهای محلی که از سمت دریاچه به طرف منطقه مورد مطالعه می‌وزد باعث برداشت ذرات نمک از رخساره‌های فوق گردیده و سپس بر روی تپه‌های ماسه‌ای رسوب نموده است. در نهایت از دلایل مهم تشکیل تپه‌های ماسه‌ای در این بخش از منطقه این است که بادهای فرسایش زا زمانی که از سمت غرب رسوبات ریزدانه و سست را با خود حمل می‌نماید، در این منطقه به دلایلی نظیر زبری زیاد زمین و رطوبت بالای اراضی حاشیه دریاچه ارومیه که ناشی از پسروری آن می‌باشد، در این محل به حداقل انرژی خود رسیده و موجب به دام افتادن رسوبات گردیده است.

مشخص شد که دامنه‌های تپه‌ها اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند و نمی‌توان گفت که باد فقط از یک طرف تپه‌ها را متاثر می‌سازد. بلکه منطقه متاثر از بادهای مختلف با جهات متفاوت می‌باشد. همچنین نمودارهای بایوپلات نیز نشان می‌دهد که ظاهراً باد، این تپه‌ها را از یک جهت توسعه نیافته به‌طوریکه در بعضی دامنه‌ها رسوبات، درشت‌دانه می‌باشند، در حالی‌که در دامنه‌های مخالف آن یک لایه رسوب ریزدانه و یک لایه رسوب درشت‌دانه وجود دارد. به عبارتی تپه‌های ماسه‌ای فعال دارای رسوبات ریزدانه، قطر میانگین کمتر و جورشدگی بیشتری می‌باشند و دامنه‌های درشت‌دانه نشان‌دهنده تثبیت تپه‌های ماسه‌ای است، به‌طوریکه ماسه‌های ریزدانه توسط باد حمل می‌شوند و ذرات درشت‌تر باقی می‌مانند. همچنین به دلیل پوشش گیاهی، ذرات سیلت و رس به مقدار کمتری توسط باد جابه‌جا می‌شوند. بنابراین در این تپه‌ها فراوانی ذرات درشت‌دانه کمتر و همچنین سیلت و رس بیشتر است که نشان دهنده جورشدگی نسبتاً خوب و ماسه متوسط می‌باشد (11). بر اساس نمودار طبقه‌بندی بانزر و بسلر نیز که از رابطه بین قطر ذرات و نسبت فراوانی به قطر ذرات حاصل شده تمام تپه‌ها در طبقه‌بندی جوان قرار گرفته است، به غیر از تپه شماره 1 رو به باد که در طبقه تاج تپه غیرفعال قرار گرفته که نشان می‌دهد تپه در تاج تثبیت شده ولی در پایه‌ها فعالیت دارد و به عبارتی تپه به پایداری نزدیک می‌باشد. با توجه با اینکه ارتفاع تپه‌ها کم است (زیر 5 متر) بنابراین این حالت مبین این است که نیروی باد در این منطقه کم است و در واقع شرایط غیر معمول و انسانی موجب تشکیل تپه‌ماسه‌ای در این شرایط شده است. همچنین تپه شماره 6 پشت به باد

References

1. Abassi, M., Feiznia, S., Abassi, H.R., Kazemi, Y., & Gharanjik, A. (2011). Investigation on granulometry and mineralogy of sediments for source identification of Baluchestan sand dunes. *Iranian journal of Range and Desert Research*, 18 (3), 441-451, (In Farsi)
2. Ahmadi, H. (2006). *Applied Geomorphology*, Desert - Wind Erosion. 2ed. University of Tehran Press. 706 pp.
3. Ahmadi, H., Feyznia, S., Ekhtesasi, M., & Ghanei Bafghi, M. J. (2010). Origin of sand dunes in the south of Bafgh. *Desert journal*, 6 (2), 33-50, (In Farsi).

4. Alipur, H., Hashemi, M., Shirvani, K., & Atashgahi, M. (2010). The Origin of Sand Mounds (Case Study, Eshgabad, Neyshabur). Second National Conference of Wind Erosion, University of Yazd, (In Farsi).
5. Amini, A., Moussavi-Harami, R., Lahijani, H., & Mahboubi, A. (2012). Sedimentological, geochemical and geomorphological factors in formation of coastal dunes and nebkha fields in Miankaleh coastal barrier system (Southeast of Caspian Sea, North Iran). *Geosciences Journal*, 16, 139-152.
6. Aras consulting Engineers. (2015). Studies, management and supervision of executive operations to combat wind erosion and dust on the margin of Lake Uromia. *Meteorological and climatological report*, Vol 3, (In Farsi).
7. Aras consulting Engineers. (2015). Studies, management and supervision of executive operations to combat wind erosion and dust on the margin of Lake Uromia. *Geology and Geomorphologic report*, vol 2, (In Farsi).
8. Aras consulting Engineers. (2016). Studies, management and supervision of executive operations to combat wind erosion and dust on the margin of Lake Uromia. *Erosion and sedimentation report*, vol 8, (In Farsi).
9. Aras consulting Engineers. (2016). Studies, management and supervision of executive operations to combat wind erosion and dust on the margin of Lake Urmia. *Vegatation report*, vol 7, (In Farsi).
10. Babadi Akasheh, Z. (2016). Investigation of wind process and identification of sand resources (case study: sand aggregation forms in southern Semnan). M.Sc Thesis, Desert International Research Center, University of Tehran, (In Farsi).
11. Bayat movahed, F. (2011). The location of vegetation in controlling wind erosion. Iranian Agricultural Science Publishing House, (In Farsi).
12. Besler, H. (2008). The Great Sand Sea in Egypt: Formation, Dynamics and Environmental Change – A Sediment-Analytical Approach. Elsevier, Ap.Science, 266 pp.
13. Biabani, L. (2017). Determining the Sources of Dune Sediments in the Western Edge of Urmia Lake. M.Sc in Combating Desertification, University of Tehran: Department of Reclamation of Arid & Mountainous Regions, (In Farsi).
14. Bubenzer, O., & Besler, H. (2010). Sands as Archives of Environmental Change: Examples from Egypt, Sudan and Namibia, Towards Interdisciplinary. *Rudiger Koppe Verlag Kologne*, 15, 23-48.
15. Dehwari, A., Feyznia, S., & Ahmadi, H. (2005). The role of mineralogical studies and statistical indices of sediments in the origin of sand dunes of Shendan- Baluchestan. *Iranian Journal of Natural Resources*, 58 (4), 743-758, (In Farsi).
16. Ekhtesasi, M.R. (2004). Morphometric and morphodynamic study of wind erosion facies in Yazd-Ardakan plain and determination of the parameters of this process for application in desertification assessment models. PHD Thesis, Desert International Research Center, University of Tehran, (In Farsi).
17. El-Sayed, M.I. (1998). Sedimentological characteristics and morphology of the aeolian sand dunes in the eastern part of the UAE: a case study from Ar Rub, Al Khali. *Sedimentary Geology*, 123, 219-238.
18. Geological maps of Uremia and Seru. 1:100000. (2007). Geological survey & Mineral exploration of Iran.
19. Gholami, H., Ahmadi, J., & Nazari Samani, A. (2015). Study of sedimentological characteristics and chemical index of alteration in Aeolian sediments. *Quaternary journal of Environmental Erosion Research*, 5(19), 15-27, (In Farsi)
20. Gholami, H., Feiznia, S., Ahmadi, J., Ahmadi, H., Nazari Samani, A., & Nohegar, A. (2012). The Contribution of Different Geomorphologic Facies in Sand Dunes Sediments Supply Using Sediments Tracing (Case Study: Ashkzar Sand Dunes). *Desert Management*, 4, 31-42, (In Farsi)
21. <https://www.google.com/intl/fa/earth/> November 21. 2016.

22. Goudie, A.S. (1999). The history of desert dune studies over the last 100 years, In: Livingstone, S Stokes (Eds.). *Aeolian Environments, Sediments and Landforms*, Wiley. London.
23. Jariani, M. (2014). Program for control of wind erosion and stabilization of sandy soils in Iran. *Forest and Range Journal*, 62, 9-6, (In Farsi)
24. Mashhadi, N., & Ahmadi, H. (2010). Sand resources determination of based on granulometry of surface soils or sediment (sediment generation potential). *Journal of Range and Desert Research*, 17 (4), 449-517, (In Farsi)
25. Memarian Khalilabad, H., Safdari, A., & Ekhtesasi. M.R. (2008). The source studying of Aeolian sediments in the Fadiseh-Neyshaboor region. *Journal of Range and Desert Research*, 15, (1), 41, (In Farsi).
26. Muhs, D.R. (2004). Mineralogical maturity in dunefields of North America, Africa and Australia, *Geomorphology*, 59(1-4), 247-269.
27. Nazari Samani, A., Khosravi, H., Mesbahzadeh, T., Azarakhshi, M., & Rahdari, M. R. (2016). Determination of sand dune characteristics through geomorphometry and wind data analysis in central Iran (Kashan Erg), *Arabian Journal of Geosince*, 9(18), 716-731.
28. Scholsser, S. (1995). *Praktische Untersuchungen und theoretische Überlegungen zu Leitfähigkeit und Ionengehalten am Beispiel von Sanden aus der Taklamakan (Tarim-Becken /Sinkiang/China)*. Staatsexamensarbeit. Universität zu Köln.
29. Shojaei, H., & Mousavinia, S.H. (2011). Determination of the Sedimentary Basin of the Dasht-e-Kardbarsir of Kerman, Second National Conference of Wind erosion, University of Yazd, (In Farsi).
30. Yekom consulting Engineers. (2012). The nature of Urmia Lake. Natural Environment Report, Vol.1, (In Farsi).
31. Zare chahuki, M. (2010). *Data analysis in natural resources research using SPSS*. University of Tehran Press. 312 pp.
32. Zhu, B.Q., Yu, J., Rioual, P., Ren, X. Z. (2014). Particle size variation of eolin dune deposits in the lower reaches of the Heihe River basin China. *Sedimentary Geology*, 301, 49-54.

Study of Sedimentological Characteristics in Determining of Sand Dunes Origin in the Western Margin of Urmia Lake

L.Biabani¹, H. Ahmadi², H. Khosravi^{3*}, A.A. Nazari Samani³, J. Lotfi⁴

1. M.Sc. Student, University of Tehran, Iran.
2. Professor, University of Tehran, Iran.
3. Associate Professor, University of Tehran, Iran.
4. M.Sc. Student, University of Tehran, Iran.

* Corresponding Author: hakhosravi@ut.ac.ir

Received date: 26/01/2018

Accepted date: 23/05/2018

Abstract

Identification of the origin of sand dunes and determining their sensitivity are very important for combating wind erosion. The main aim of this research is investigating sediment characteristics and classification of sand dunes created at the western margin of Lake Urmia. At the first, geomorphological unit map was prepared, then 21 and 12 surface samples were selected from detachment wind sediments areas and sand dunes, respectively. The results of morphometry showed that frequencies of particle size are 125-500 micron indicated the short distance transport of particles and close to the site of the deposit. Also, sorting index is poor in detachment wind sediments areas and moderate to good in sand dunes. The index of particle skewness is very fine, fine, symmetrical, coarse, and very coarse and the kurtosis index is classified in categories of Platykurtic, Mesokurtic, Leptokurtic and Very Platykurtic. The results of morphoscopic analysis of quartz beads in 250-micron mesh sieve showed that around 53%, 14.4% and 40% segments of the sediment in sand dune were corona, brilliant carried by water and opaque carried by wind, respectively. Based on Besler classification, sand dunes located in saline and extremely saline classes showed that local winds carrying fine salt particles from the Urmia Lake toward sand dunes.

Keywords: Morphometry; Morphoscopy; Salinity; Sand dunes classification; Homogeneity ratio