

## بررسی ژئومورفو-پدولوژیکی رخسارهٔ نبکا در دشت صوفیکم (آق‌قلا) استان گلستان

محمد علی نژاد<sup>۱</sup>، محسن حسینعلی‌زاده<sup>۲\*</sup>، مجید اونق<sup>۳</sup>، علی محمدیان بهبهانی<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۴/۲۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۷/۱

### چکیده

عمل حمل ماسه به‌وسیلهٔ بادهای فرساینده در مناطق خشک و نیمه‌خشک و نشست این رسوبات اطراف موانعی مانند گیاهان بوته‌ای باعث به‌وجود آمدن پدیدهٔ اکو-ژئومورفولوژیکی نبکا می‌شود که در تثبیت ماسه‌های متحرک در این مناطق از اهمیت زیادی برخوردار است. وجود نبکا در استان گلستان، نشان‌دهندهٔ حاکمیت فرسایش بادی به‌خصوص در فصول خشک در این مناطق است. در پژوهش حاضر، به معرفی و ارزیابی مقایسه‌ای خصوصیات فیزیکی شیمیایی رسوبات نبکا و مجاور آن در این ناحیه پرداخته شده است. از این‌رو، ابتدا مهم‌ترین مؤلفه‌های دانه‌بندی ذرات در فرسایش بادی شامل اندازهٔ ذرات ماسه، رس، سیلت و ویژگی‌های مورفومتری شامل میانگین قطر ذرات، جورشدگی و کج‌شدگی ۳۰ عدد نبکا در دشت صوفیکم به‌عنوان یکی از مناطق تجمع نبکا در حاشیهٔ شرقی خزر بررسی شد و خصوصیات فیزیکی شیمیایی رسوبات رأس و اراضی مجاور نبکا با استفاده از آزمون‌های آماری تی و ویلکاکسون مورد مقایسه قرار گرفت. به‌منظور ارزیابی جهت بادهای فرساینده در شکل‌گیری نبکاها و توان حمل ماسه توسط آن‌ها، نمودارهای گل‌طوفان و گل‌ماسه ترسیم شد و نتایج آن نشان داد که جهت باد غالب و فرسایندهٔ منطقه روندی غربی-شرقی دارد یا به‌عبارتی از دریا به ساحل است. همچنین ترسیم گل‌ماسه نشان داد که بادها در فصول بهار و تابستان، رسوبات بیشتری در سطح زمین حمل می‌کنند. نتایج نشان داد که بین شاخص جورشدگی، اندازهٔ رسوبات با قطر ماسهٔ خیلی ریز، لیمون و رس و میزان pH، Ec و مادهٔ آلی در دو محیط نبکا و اراضی مجاور آن، تفاوت معنی‌دار وجود ندارد، اما شاخص کج‌شدگی، میانگین قطر ذرات، رسوبات با قطر ماسهٔ ریزدانه، متوسط دانه، درشت‌دانه و خیلی درشت، SAR و ESP رسوبات تفاوت معنی‌داری دارند. نتایج بیانگر آن است که اثر و زمان عوامل فرساینده روی رسوبات زیاد بوده و فاصلهٔ آن‌ها از منطقهٔ برداشت کم است؛ به‌عبارتی منشأ رسوبات حمل‌شده و تشکیل‌دهندهٔ نبکا در منطقه محلی است.

**واژه‌های کلیدی:** نبکا، فرسایش بادی، خصوصیات فیزیکی شیمیایی، دشت صوفیکم، استان گلستان.

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت مناطق بیابانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۲. استادیار گروه آبخیزداری و مدیریت مناطق بیابانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، نویسندهٔ مسئول / Email: alizadeh\_m2001@yahoo.com

۳. استاد گروه آبخیزداری و مدیریت مناطق بیابانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۴. استادیار گروه آبخیزداری و مدیریت مناطق بیابانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

## مقدمه

در حال حاضر، هجوم ماسه‌های روان و تشکیل پهنه‌های ماسه‌ای یک مشکل جهانی محسوب می‌شود، به طوری که ۱۴/۵۸ درصد مساحت ایران را ماسه‌زار تشکیل داده است که از این مقدار، ۵۲/۸ درصد آن در منطقه برداشت، ۲۸/۴ درصد آن در منطقه حمل و ۱۸/۷ درصد آن را منطقه رسوب‌گذاری تشکیل می‌دهد (احمدی، ۲۰۰۸). نیکا در مناطقی که ماسه‌ها توسط پوشش گیاهی به تله می‌افتد، گسترش یافته و معمولاً در مناطق نیمه‌خشک و گرم و مرطوب تشکیل می‌شود (پریمی و همکاران، ۲۰۱۴). در طی فرایند رشد نیکاه‌ها، عوامل منطقه‌ای مانند باد غالب، سرعت باد، اقلیم ناحیه، وضعیت و شرایط انتقال رسوب، تغییر در چگالی خاک و نرخ رشد گیاهان می‌توانند در شکل‌گیری نیکا تأثیرگذار باشند (لون<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۷). در مناطق خشک و نیمه‌خشک، فرسایش بادی عامل اصلی هدر رفتن خاک است، به طوری که باد هر ساله صدها میلیون‌ها تن خاک را از سطح بیابان‌ها جابجا می‌کند و عمل نشست آن در اطراف موانعی مثل گیاهان باعث به وجود آمدن پدیده نیکا می‌شود (ایمان‌طلب، ۲۰۱۴). سرعت باد مهم‌ترین عامل در شروع حرکت خاک و پدیده فرسایش بادی بوده و قطر ذرات خاک عامل مؤثری در سرعت آستانه فرسایش است. برای محاسبه سرعت آستانه فرسایش بادی در رخساره‌های ژئومورفولوژیک از روابط تجربی مانند رابطه بگنولد<sup>۲</sup>، ولیکانوف<sup>۳</sup>، زنکوف<sup>۴</sup> و تونل باد استفاده می‌شود (دلاوری کامیاب و همکاران، ۲۰۱۰). عامل مهم دیگر، جهت باد غالب است که در بررسی و شناخت منشأ برداشت ماسه و همچنین شکل‌گیری اشکال تپه‌های ماسه‌ای نقش عمده‌ای دارد. فراوانی باد نیز از عواملی است که نشان‌دهنده تداوم باد در جهت مشخص است (تازه و همکاران، ۲۰۰۵). برای تجزیه و تحلیل دقیق‌تر از وضعیت بادناکی و شرایط دینامیکی باد در تشکیل رخساره‌های فرسایش بادی، روش‌ها، شاخص‌ها، پارامترها و نمودارهای متفاوتی ارائه شده است که

از آن دسته می‌توان به نمودارهای گلباد، گل طوفان و گل ماسه و شاخص‌هایی مانند توان حمل ماسه، شاخص غبارناکی یا نقشه‌های هم‌سرعت جریان باد اشاره کرد. گل ماسه نموداری است که بیانگر توان فرسایش بادی و مقدار نسبی حمل ماسه در جهت‌های مختلف است. در این حالت با در نظر گرفتن سرعت باد و جهت آن، مقدار انرژی باد در جهات مختلف محاسبه و برآیند مقدار نیروی باد و مقدار نیروی برآیند به دست می‌آید و در نهایت با جمع برداری، جهت و مقدار نیروی برآیند محاسبه می‌شود (احمدی، ۲۰۰۸).

تازه و همکاران (۲۰۰۵) با استفاده از ترسیم گلباد و گل طوفان‌های مربوط به ۱۰ ایستگاه سینوپتیک، در بیش از ۱۴ استان کشور در خصوص تعیین جهت رسوب‌گذاری نهشته‌های ماسه‌بادی نشان دادند که بخش‌های شمال و شمال‌شرقی ایران به‌طور عمده تحت تأثیر بادهای شمالی است که از سمت سیبری و ترکمنستان وارد ایران می‌شوند. ناهمواری نیکا از اقلیم آب‌وهوایی، اندازه و مواد بادرستی، نوع و تراکم پوشش گیاهی، ظرفیت انتقال باد و منبع تأمین‌کننده رسوبات تأثیر می‌پذیرد (هیجن‌هاتسن و ولف<sup>۵</sup>، ۲۰۰۶). نیکاه‌ها به‌عنوان یکی از اشکال تجمعی رسوبات بادی، نقش بااهمیتی در تثبیت ماسه‌های متحرک در مناطق بیابانی و نیمه‌بیابانی داشته و به طوری که تشکیل نیکا و به تله افتادن رسوبات بادی توسط گیاه، موجب تغییرات فیزیکی شیمیایی خاک مانند افزایش مواد آلی، تغییر در pH و افزایش مواد مغذی خاک می‌شود (زمانی و همکاران، ۲۰۱۳). افزایش EC باعث کاهش تغییر فرم رویشی گیاهان از بوته‌ای به فورب‌های چندساله می‌شود (مقیم‌نژاد و همکاران، ۲۰۱۴). مقصودی و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی مؤلفه‌های مورفومتری و روش گام‌به‌گام و با استفاده از تحلیل باد، به شناسایی منابع ماسه‌های بادی ارگ نوق رفسنجان پرداخته‌اند.

تائو<sup>۶</sup> و همکاران (۲۰۰۲) به مطالعه نیکاه‌های گز در امتداد رودخانه تاریم<sup>۷</sup> پرداخته و با انجام شبیه‌سازی آزمایش‌های ماسه، تکامل ژئومورفولوژیکی این عوارض را بررسی کردند.

1. Levin
2. Bagnold
3. Velikanov
4. Zenkov

5. Hugenhotz & Wolf

6. Tao

7. Tarim River

همچنین (زیزونگ<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۰) به بررسی و تحلیل نبکاهای گز در حوزهٔ آبخیز رودخانهٔ هوتان<sup>۲</sup> در چین پرداخته و نتیجه گرفتند نبکای گز در مراحل مختلف توسعه می‌تواند با داشتن ریشه و ساقهٔ قوی، در جریان‌های حمل ماسه بر روی زمین جوانه‌زنی داشته باشد. آن‌ها در این پژوهش، علاوه بر شناسایی ویژگی‌های مورفومتری نبکاها، ویژگی‌های بوم‌شناختی گونهٔ گیاهی گز و رویشگاه‌های آن در این منطقه را بررسی کردند. جاسم<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۳) مورفولوژی و توسعهٔ نبکاهای ساحلی شمال شرق کویت را مطالعه کرده و با بررسی مؤلفه‌های افقی نبکا و ارتفاع درختچه نتیجه گرفتند که رسوبات تاج نبکا در انرژی بالای باد از رسوبات دنباله و پیشانی نبکا جورشدگی بهتری دارند. گلیز<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۱۴) در تحقیقی، با بررسی سرعت باد و بازیابی انتقال رسوب در بادپناه پوشش گیاهی نبکا و نبکاهای بدون پوشش به این نتیجه رسیدند که بازیابی حمل ماسه در بادپناه پوشش گیاهی نبکا سریع‌تر از شرایط بدون پوشش است. ولی و پورخسروانی (۲۰۱۰) در پژوهشی، با تحلیل مقایسه‌ای روابط میان مؤلفه‌های مورفومتری نبکا و مورفولوژی چندین گونهٔ گیاهی در کفهٔ خیرآباد سیرجان نتیجه گرفتند برای تشکیل و تکامل نبکا، عامل فرم رویشی گیاهان مؤثر است. مقصودی و همکاران (۲۰۱۲) در پژوهشی، با مقایسه و تحلیل ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی نبکاهای چهار گونهٔ گیاهی در دشت تکاب، نتیجه گرفتند که ارتفاع گونه در اندازه و بزرگی نبکا بسیار اهمیت داشته و بین ارتفاع گونه و اندازهٔ نبکا همبستگی شدید وجود دارد. همچنین نوع گونهٔ گیاهی بر اندازهٔ رسوبات تأثیر زیادی دارد. زمانی و همکاران (۲۰۱۳) با تحلیل خصوصیات خاک‌شناسی نبکای تاغ و قره‌داغ در دشت سگزی اصفهان نتیجه گرفتند pH نبکای تاغ به‌طور معنی‌داری، کمتر از خاک بین نبکاست و مقدار EC در خاک بین نبکاها به‌دلیل بالا بودن سطح ایستابی، بیشتر از خاک نبکای تاغ و قره‌داغ است و همچنین مقدار مادهٔ آلی در خاک بین نبکا و نبکا تفاوت معنی‌داری ندارند. پورخسروانی و موسوی (۲۰۱۶) با تحلیل

چشم‌انداز نبکا در دشت نگار بردسیر نشان دادند که نبکای درختچهٔ گز و اسکنبیل در تثبیت ماسه‌های روان، بهتر از گونهٔ خارشتر عمل کرده است. بنابراین، نبکا نقش بسیار مهمی را در پایداری بوم‌نظام‌های مناطق خشک و فراخشک ایفا می‌کند و مهم‌ترین نقش آن در نگهداری و حفظ پوشش گیاهی است. همچنین با افزایش زبری سطح، کاهش سرعت باد، ترسیب ذرات بادرفت و سایه‌اندازی گیاه همراه با افزایش نفوذپذیری نبکاها نقش خاصی در بهبود وضعیت بوم‌نظام بیابان برای رشد گیاه دارد. (عظیم‌زاده و مصلح آرانی، ۲۰۱۳). دشت صوفیکم به‌عنوان بخش از اراضی مرتعی دشت آق‌قلا در شمال گرگانرود و استان گلستان قرار گرفته که دارای اقلیم نیمه‌خشک و بیابانی با بادهای گرم و خشک و خاک‌هایی با بافت ریزدانه و درصد املاح بسیار زیاد، پوشش گیاهی تنک به‌همراه طوفان‌های گرد و غبار است؛ مجموع این ویژگی‌ها منطقه‌ای شکننده و حساس در برابر فرسایش بادی را در فصول خشک ایجاد کرده است، به‌طوری‌که وجود تپه‌های ماسه‌ای طولی، بارخانی، نبکاها و سطوح ماسه‌ای فعال شاهدهی بر فعالیت فرسایش بادی در این منطقه از استان گلستان است (هنردوست و همکاران، ۲۰۰۹) که هنوز خصوصیات پدو-ژئومورفیک آن مورد شناسایی دقیق قرار نگرفته است. تپهٔ نبکا به‌عنوان یک رخسارهٔ ژئومورفولوژی منطقهٔ برداشت ماسه در محدودهٔ مورد مطالعه، و یک ژئوسیستم پیش‌آگاهی‌دهندهٔ هجوم ماسه‌های روان و طوفان‌های گرد و خاک به‌شمار می‌رود و به‌دلیل عبور خط راه‌آهن، جاده آسفالت آق‌قلا-اینچه‌برون، اراضی زراعی و مناطق روستایی، آگاهی از خصوصیات مورفومتری و مورفودینامیکی این اراضی ضروری به‌شمار می‌رود که در این پژوهش به آن پرداخته شده است.

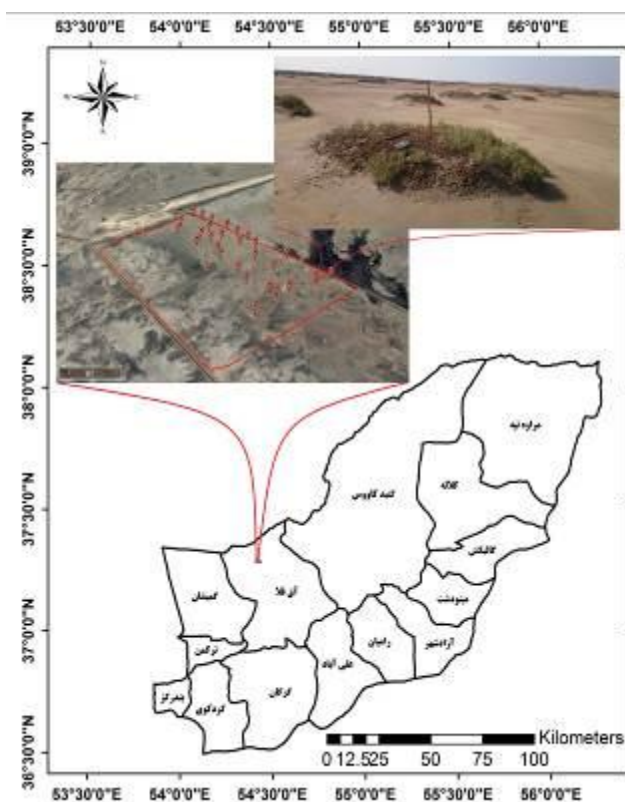
## مواد و روش‌ها

### منطقهٔ مورد مطالعه

محدودهٔ مورد مطالعه در دشت صوفیکم به وسعت ۱۹۵ هکتار در شمال غربی استان گلستان و در جنوب شرق دریای خزر، بین عرض‌های جغرافیایی "۳۷°۱۵'۲۲" و "۳۷°۱۶'۲۹" شمالی و طول‌های جغرافیایی "۵۴°۲۴'۳۶" و "۵۴°۲۵'۳۹" شرقی واقع

1. Zhizhong
2. Hotan River
3. Jasem
4. Gillies

ماندابی و در فصول خشک و مستعد برای فرسایش بادی و تشدید خطر بیابان‌زایی معرفی شده است. از مهم‌ترین عامل مؤثر در فرسایش‌پذیری، شوری خاک و شاخص پوشش گیاهی هستند که اهمیت زیادی دارند. رخساره شورزار نیز بیشترین آسیب‌پذیری را نسبت به فرسایش بادی در منطقه دارد (هنردوست و همکاران، ۲۰۰۹). وضع آب‌وهوایی منطقه تحت تأثیر باران‌های زمستان و پاییز و خشکی تابستان قرار دارد. باد غالب منطقه و بادهای فرساینده از سمت غرب به شرق منطقه می‌وزند. بیشترین و کمترین دمای ثبت شده در محدوده مورد مطالعه به ترتیب ۴۹ و ۱۳- درجه سانتی‌گراد است. مقدار بارندگی سالیانه دشت صوفیکم بر اساس اطلاعات ایستگاه سینوپتیک آق‌قلا ۲۵۰-۳۰۰ میلی‌متر است. به دلیل ماندابی شدن منطقه مورد مطالعه در فصل زمستان، برای جمع‌آوری آب سطح زمین، اطراف محدوده کانال‌های زهکشی احداث شده است (شکل ۳).



شکل (۱): نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان گلستان

است. این منطقه از شمال به مرز مشترک ایران و ترکمنستان و در شرق به جاده آق‌قلا- اینچه‌برون، از جنوب به سقرتپه و از غرب به کانال زهکش احداث شده توسط اداره منابع طبیعی، محدود و ارتفاع متوسط آن ۱۱- متر از سطح دریاست (شکل ۱). کاربری کل منطقه شامل اراضی مرتعی با گیاهان شورپسند است. نوع گونه گیاهی نبکاها در سراسر منطقه، گیاه شور باتلاقی (هالکنوم<sup>۱</sup>) است. هالکنوم گیاهی چندساله، متعلق به خانواده اسفناجیان<sup>۲</sup> و اولین تیپ گیاهی است که بعد از اتمام شورزار، در حاشیه کویر ظاهر می‌شود (فتحی و همکاران، ۲۰۱۲) (شکل ۲: الف). این گونه دارای بوته‌های چوبی به ارتفاع ۲۰-۵۰ سانتی‌متر با ساقه‌های بالارونده است که در قاعده چوبی شده و حاوی برگ‌های بدون دم‌برگ است. در فصل پاییز و زمستان از لحاظ تأمین علوفه حائز اهمیت بوده و در مراتع شور توسعه یافته است. در نقاط شورزار ایران از جمله دریاچه حوض سلطان، دشت گرگان و گنبد می‌روید و تا بیابان قزل‌قوم امتداد دارد (حشمتی و همکاران، ۲۰۱۱). حداکثر عمق ریشه‌دوانی آن به بیش از ۴۵ سانتی‌متر رسیده و در زمره گیاهان آبدار است که با انداختن قسمت‌هایی از برگ‌ها و ساقه‌های سرشار از نمک خود برای حفاظت از خود و تطابق با شرایط شوری اقدام می‌کند (فتحی و همکاران، ۲۰۱۲). در فصول مرطوب و دارای بارندگی، به دلیل ماندابی شدن منطقه، بعضاً مشاهده می‌شود که نبکاها قادر به تحمل وضعیت غرقابی نبوده و گونه گیاهی آن‌ها از بین می‌رود. در نتیجه بعد از رفع اثر غرقابی، نبکا به صورت شورمرده در سطح زمین ظاهر می‌شود که در فصل تابستان مجدداً به دلیل بدون حفاظ بودن، به‌عنوان یک کانون برداشت در منطقه به حساب می‌آید (شکل ۲: ب).

سیمای عمومی منطقه به‌عنوان یک پهنه هموار و دارای دریاچه‌های فصلی شور، تپه‌های ماسه‌ای ساحلی فسیل شده با فعالیت فصلی (رخساره برجسته کواترنر سواحل شرقی دریای خزر)، کویرهای رسی و نمکی، بارخان مرکب و رسوبات لسی با آثار فرسایش بادی است (اونق و همکاران، ۲۰۱۳) و به‌طور کلی، نشانگر محیطی شبه‌پلایا با اراضی شور و قلیایی و

1. *Halocnemum Strobilaceum*  
2. *Chenopodiaceae*



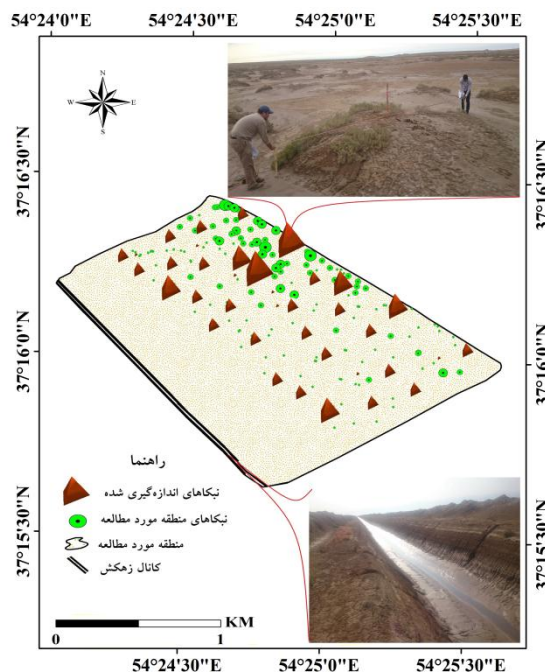
شکل (۴): نمای دور نیکای مورد بررسی در منطقه مطالعاتی



شکل (۲): نمای نیکای تشکیل شده از گونه هالکنوموم (الف)، شورمرده (ب) در دشت صوفیکم

### نمونه برداری خاک و تعیین خصوصیات فیزیکی شیمیایی نمونه‌ها

برای هر نیکا یک نمونه خاک از رأس و یک نمونه از اراضی مجاور آن به فاصله ۲ متر (منطقه فاقد نیکا) از عمق ۰-۵ سانتی متری برداشت و پس از انتقال به آزمایشگاه، از الک ۲ میلی متری عبور داده شدند. برای دانه بندی (گرانولومتری) نمونه‌ها از الک‌های استاندارد<sup>۱</sup> ASTM با استفاده از ۹ طبقه از غربال‌های استاندارد (شماره الک ۸ تا ۲۷۰) توسط شیکر<sup>۲</sup> به مدت ۱۵ دقیقه برای ۵۰۰ گرم از هر نمونه انجام شد. برای تعیین شاخص‌های مورفومتری نمونه‌ها (میانگین، جورشدگی و کج‌شدگی) از نرم‌افزار GRADISTAT (بلاک<sup>۳</sup>، ۲۰۰۰) استفاده شد که بر مبنای روابط فولک<sup>۴</sup> (۱۹۷۴) است (جدول ۱). پارامترهای شیمیایی اسیدیته خاک به روش الکتریکی با استفاده از دستگاه pH متر و هدایت الکتریکی خاک در عصاره خاک با استفاده از هدایت‌سنج الکتریکی اندازه‌گیری شد. به منظور تعیین درصد کربن آلی خاک، از روش والکی بلاک<sup>۵</sup> (۱۹۳۴) استفاده شد. برای اندازه‌گیری SAR، غلظت عنصر سدیم به وسیله دستگاه فلیم‌فوتومتر<sup>۶</sup> مدل JENWAY، مجموع کلسیم و منیزیم عصاره اشباع به وسیله تیتراسیون با ورسین<sup>۷</sup> تعیین و سپس نسبت جذب سدیم (SAR) با استفاده از معادله آن محاسبه شد. اندازه‌گیری ESP نیز براساس نسبت جذب



شکل (۳): نقشه موقعیت نیکاهای اندازه‌گیری شده در منطقه مطالعاتی

### روش تحقیق

#### عملیات میدانی

ابتدا با استفاده از نرم‌افزار Google Earth Pro حدود منطقه مورد مطالعه مشخص شد. سپس با بازدید میدانی تعداد ۳۰ عدد نیکا به صورت تصادفی و به گونه‌ای که سراسر منطقه را پوشش دهد، انتخاب و موقعیت جغرافیایی آن‌ها توسط دستگاه GPS ثبت و مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۳). نیکاهای بررسی شده و شکل ۴ نمای دور رخساره نیکا را نشان می‌دهد.

1. American Standard Test Mesh
2. Shaker
3. Blott
4. Folk
5. Walkly - Black
6. Flame photometer
7. EDTA



## نتایج

## نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل باد

گلباد ایستگاه مورد بررسی طی یک دوره ۳۰ ساله (۱۹۸۴-۲۰۱۴) در شکل (۵) آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد که جهت باد غالب منطقه، غربی-شرقی است. همچنین بادهایی با کلاس سرعت ۱-۴ متر بر ثانیه، بیشترین فراوانی را در تمام جهات جغرافیایی به خود اختصاص داده‌اند.

مقایسه گلبادهای فصلی نشان می‌دهد در تمامی فصول باد غالب، غربی بوده و بادهای آرام منطقه تغییر جهتی زیادی نداشته‌اند. نتایج حاصل از محاسبه و ترسیم گل ماسه در منطقه مطالعاتی (شکل ۶) نشان می‌دهد توان حمل ماسه (DPT) برابر ۲۳۷/۶ واحد برداری است. به دلیل غلبه بادهای فرساینده از غرب به شرق، جهت نهایی حمل ماسه، از سمت غرب (اراضی ساحل دریا) به شرق (اراضی دشتی) است که نشان‌دهنده جهت انتقال ماسه از عرصه‌های شور ساحلی به سمت دشت‌های دامنه‌ای در شمال استان گلستان است. همچنین مقایسه گل طوفان‌های فصلی (شکل ۶) نشان می‌دهد در فصل تابستان و پاییز و بهار، فراوانی بادهای فرساینده (بیشتر از ۶ متر بر ثانیه) به ترتیب با ۰/۳، ۰/۲۵ و ۰/۲ درصد بیشتر از فصل زمستان با فراوانی ۰/۱ درصد است و با توجه به ناچیز بودن بارندگی و خشک بودن منطقه در فصل تابستان شدت فرسایش بادی از سایر فصول سال بیشتر است.

منحنی تجمعی توزیع فراوانی رسوبات نیکا و مجاور نیکا، با استفاده از نرم‌افزار GRADISTAT ترسیم شد (شکل ۷). این منحنی نشان‌دهنده نزدیک بودن فراوانی رسوبات کوچک‌تر از ۰/۲ میلی‌متر و بیشتر بودن فراوانی رسوبات کلاس ماسه متوسط در محیط نیکا و مجاور آن است. وجود تفاوت در فراوانی بخشی از ذرات ماسه ریز، ماسه متوسط و درشت بین رسوبات نیکا و مجاور نیز در منحنی تجمعی دانه‌بندی ذرات مشهود است.

سديم و با استفاده از معادله مربوط محاسبه شد (جعفری حقیقی، ۲۰۰۳). پس از تعیین و محاسبه تمامی پارامترهای ذکر شده، به منظور بررسی و مقایسه دو محیط رأس نیکا و اراضی مجاور نیکا، در صورت نرمال بودن داده‌ها از آزمون تی<sup>۱</sup> و در صورت غیرنرمال بودن از آزمون ویلکاکسون<sup>۲</sup>، در سطح معنی داری ۰/۰۵ در محیط نرم‌افزار R (جنتلمن و ایهاکا<sup>۳</sup>، ۱۹۹۵) استفاده شد.

جدول (۱): روش محاسبه شاخص‌های مورفومتری ذرات (فولک، ۱۹۷۴)

عامل آماری	فرمول
میانگین	$M_z = \frac{\phi 16 + \phi 50 + \phi 84}{3}$
جورشدگی	$\sigma = \frac{\phi 84 - \phi 16}{4} + \frac{\phi 95 - \phi 5}{6.6}$
کج‌شدگی	$SKI = \frac{\phi 16 + \phi 84 - 2\phi 50}{2(\phi 84 - \phi 16)} - \frac{\phi 5 + \phi 95 - 2\phi 50}{2(\phi 95 - \phi 5)}$

$\phi 16$ : قطر ذرات معادل ۱۶ درصد در نمودار فراوانی تجمعی برحسب فی  
 $\phi 50$ : قطر ذرات معادل ۵۰ درصد در نمودار فراوانی تجمعی برحسب فی  
 $\phi 84$ : قطر ذرات معادل ۸۴ درصد در نمودار فراوانی تجمعی برحسب فی

## - تحلیل گلباد و گل ماسه

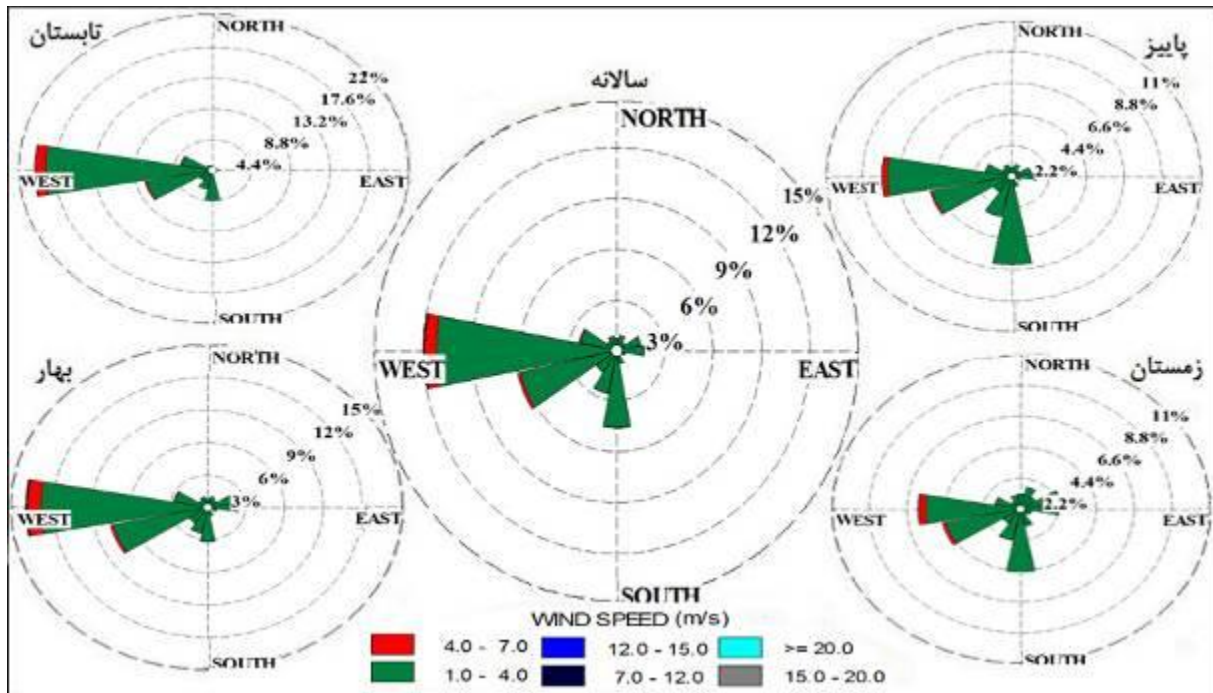
تحول مورفولوژی نیکا ارتباط نزدیکی با ویژگی‌های باد و حرکت ماسه در منطقه دارد. بنابراین اطلاعات بادسنجی (سرعت و جهت) ایستگاه هشتم آباد گرگان به‌عنوان نزدیک‌ترین ایستگاه دارای آمار بلندمدت در یک دوره آماری ۳۰ ساله (۱۹۸۴-۲۰۱۴) جمع‌آوری شد و نمودارهای تجزیه و تحلیل باد (گلباد و گل طوفان) و پتانسیل حمل ماسه (گل ماسه) در منطقه مورد مطالعه به ترتیب به کمک نرم‌افزار WRPLOT View 7.0.0 و SandRose Graph (اختصاصی و همکاران، ۲۰۰۶) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در این تحقیق، از رابطه ویلکانوف (رابطه ۱) برای محاسبه سرعت آستانه فرسایش بادی استفاده شد (دلآوری کامیاب و همکاران، ۲۰۱۰).

$$VK = 46/5\sqrt{14d + 0/006} \quad (1)$$

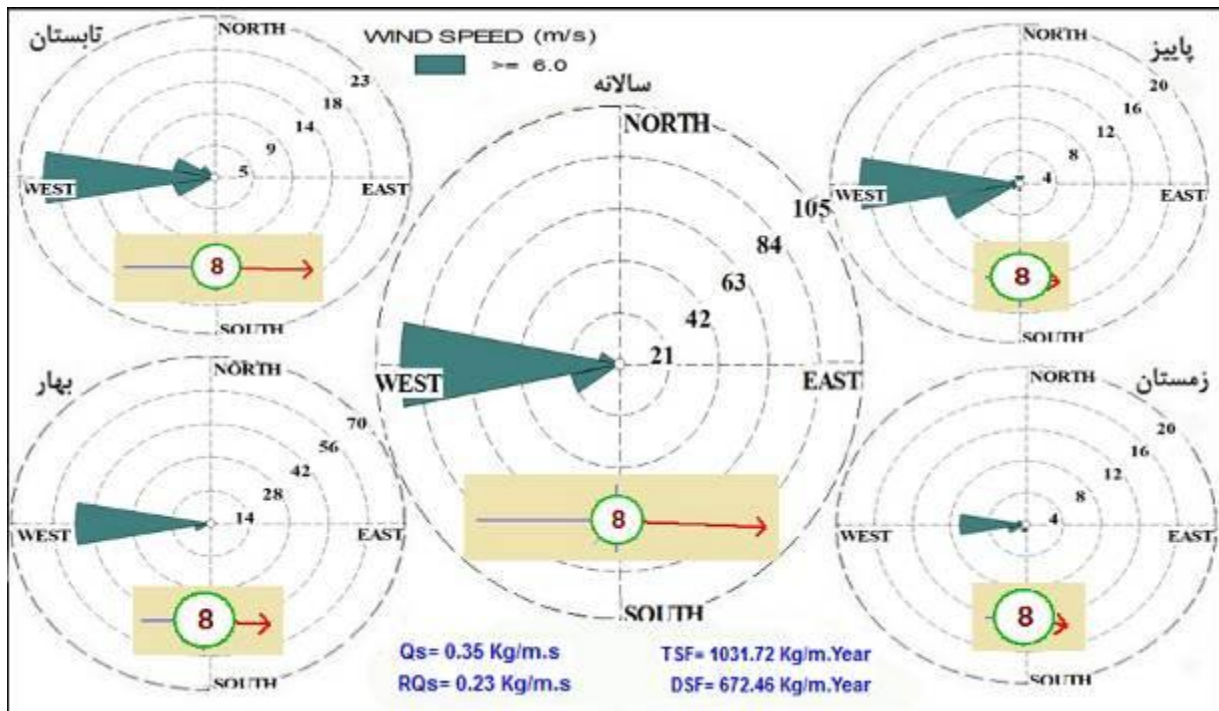
VK= سرعت آستانه فرسایش بادی

d= میانگین قطر ذرات خاک

1. T.test
2. Wilcox.test
3. Gentleman & Ihaka

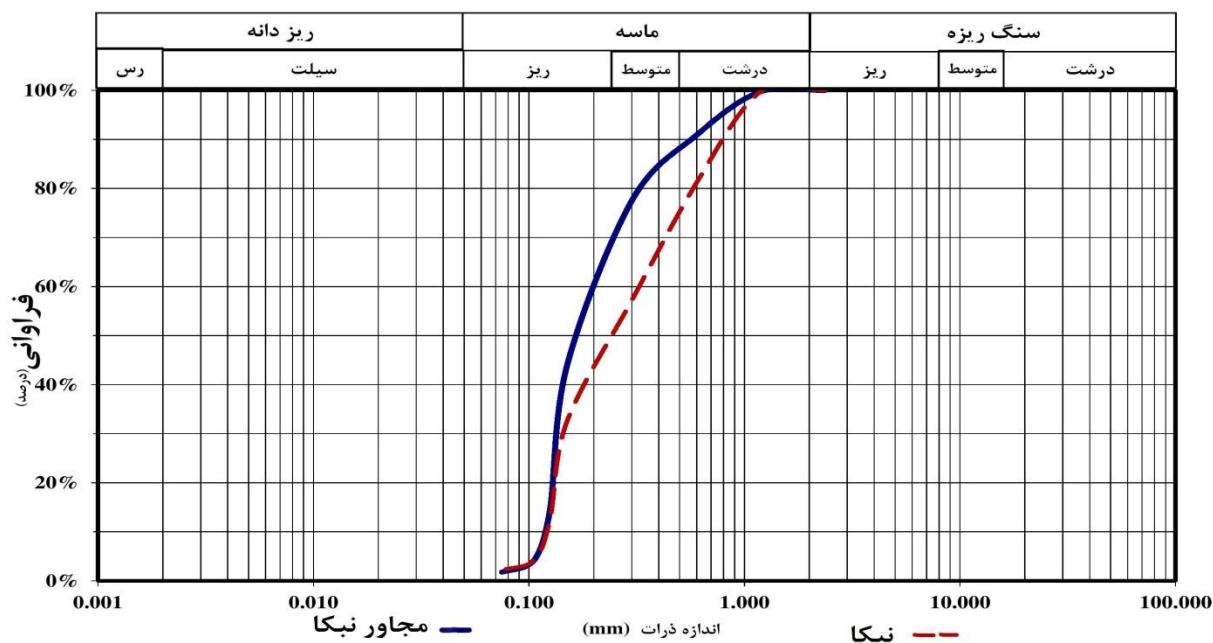


شکل (۵): کلاباد سالانه و فصلی منطقه مطالعاتی (۱۹۸۴-۲۰۱۴)



شکل (۶): گل طوفان و گل ماسه سالانه و فصلی منطقه مورد مطالعه

نتایج حاصل از آزمایش‌ها و آزمون‌های آماری مقایسه نمودار جعبه‌ای EC و SAR، در شکل (۸) نشان داده شده میانگین، برای دو نقطه رأس و مجاور نیکا در جدول (۲) و است.



شکل (۷): مقایسه منحنی تجمعی (گرانولومتریکی) توزیع فراوانی رسوبات نیکا و مجاور نیکا

جدول (۲): مقایسه خصوصیات گرانولومتریکی و فیزیکوشیمیایی رسوب رأس مجاور نیکا منطقه صوفیکم

P-Value	نوع آزمون	نمونه مجاور نیکا			نمونه نیکا			پارامتر
		میانگین	حداقل	حداکثر	میانگین	حداقل	حداکثر	
۰/۱۷	T.test	۲/۲۴	۱/۸۸	۲/۷۵	۲/۰۸	۱/۶۳	۲/۶۸	جورشدگی (µm)
۰/۰۰۹	T.test	۰/۱	-۰/۲۲	۰/۴۴۳	۰/۲۰۹	-۰/۱۰۶	۰/۴۴۵	کج شدگی (µm)
۰/۰۱۶	T.test	۵۲۵/۶۱	۲۴۷/۲	۹۲۸/۷	۳۶۹/۱	۲۷۷/۱	۶۲۲/۸	میانگین ذرات (µm)
۰/۰۰۱	Wilcox.test	۸۹/۵۸	۳/۵۷	۱۸۸/۷	۴۶/۴۲	۵/۱	۱۰۷/۷	ماسه خیلی درشت (gr)
۰/۰۰۰۴	Wilcox.test	۱۱۸/۴	۵۷/۳	۲۱۱/۸	۶۹/۱۳	۱۵/۸	۱۲۳/۶	ماسه درشت (gr)
۰/۰۱۳	T.test	۱۲۷/۰۷	۵۷/۱	۲۵۱/۶	۱۶۸/۴	۷۱/۱	۳۱۶/۲	ماسه متوسط (gr)
۰/۰۴۲	T.test	۱۳۸/۹	۵/۱	۲۷۵/۴	۱۸۶/۳	۲۳/۲۳	۳۵۹/۸	ماسه ریز (gr)
۰/۶۹	T.test	۲۰/۳	۰	۱۱۷	۱۷/۹	۰	۸۱/۸	ماسه خیلی ریز (gr)
۰/۳۱۱	T.test	۴/۶۳	۰	۳۵/۳	۳/۱۶	۰	۱۶/۹	لیمون و رس (gr)
۰/۸۵	T.test	۱۶/۲۸	۱۰/۱۱	۱۹/۴۲	۱۶/۳۸	۱۰/۳	۱۹/۶۵	EC (ds/m)
۰/۸۹	T.test	۷/۵	۶/۹۷	۸/۱۲	۷/۲۸	۶/۳۶	۸/۹۳	pH
۰/۴۳	T.test	۴/۷۲	۳/۳۶	۵/۹	۴/۶۸	۳/۰۲	۶/۰۵	ماده آلی %
۲/۳۵ e <sup>-۱۵</sup>	T.test	۴۱/۱۹	۳۲/۱۸	۴۹/۷۱	۲۵/۸۷	۱۷/۶۹	۳۵/۴۴	SAR (mmol <sup>-۱</sup> ) <sup>0/5</sup>
۲/۳۵ e <sup>-۱۵</sup>	T.test	۴۴/۶	۳۸/۲	۵۰/۱۲	۳۲/۷۸	۲۴/۵	۴۰/۶۶	ESP

شاخص جورشدگی ذرات خاک نیکا و مجاور آن، نشان دهنده جورشدگی ضعیف ذرات و عدم تفاوت معنی دار میان جورشدگی ذرات خاک نیکا و مجاور آن است و از این لحاظ جورشدگی یکنواخت و مناسبی بین ذرات وجود دارد.

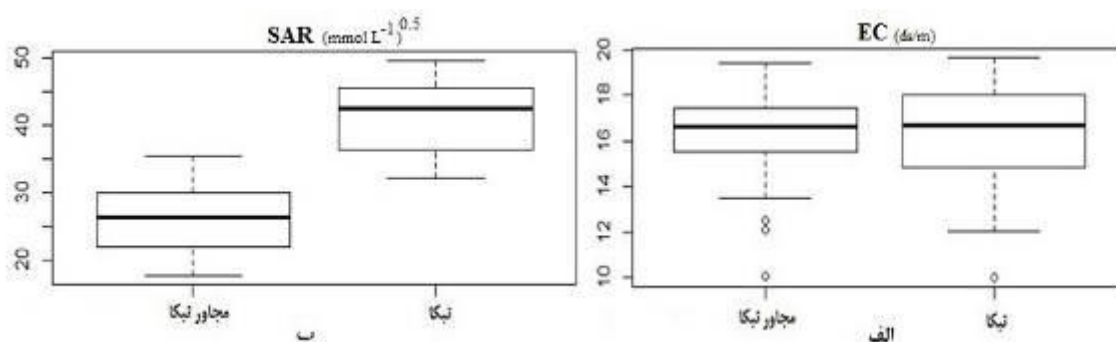
میانگین پارامترهای رسوب شناسی در منطقه مورد مطالعه نشان می دهد که جورشدگی ذرات منطقه ضعیف و بد بوده و کج شدگی متمایل به درشت دانه است. نتایج حاصل از آزمون های صورت گرفته در سطح معنی داری ۵ درصد برای



خیلی درشت، ماسهٔ درشت، ماسهٔ متوسط و ماسهٔ ریز در دو محیط نبکا و مجاور آن متفاوت از یکدیگرند. همچنین آزمون‌های انجام‌شده برای خصوصیات شیمیایی خاک نبکا و مجاور نبکا نشان داد که بین EC، pH و مادهٔ آلی نمونهٔ خاک نبکا و مجاور آن تفاوت معنی‌داری وجود ندارد، اما SAR در محیط نبکا و مجاور آن از یکدیگر متفاوت‌اند (شکل ۸).

همچنین نتیجهٔ آزمون تی برای شاخص کج‌شدگی و میانگین قطر ذرات نبکا و مجاور آن نشان داد که بین رسوبات رأس و مجاور نبکا تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

نتایج آزمون‌های آماری انجام‌شده برای خصوصیات فیزیکی ذرات تشکیل‌دهندهٔ رسوبات نبکا و محیط مجاور، نشان داد که بین رسوبات ماسهٔ خیلی ریز و لیمون و رس تفاوت معنی‌داری وجود ندارد، ولی رسوبات با اندازهٔ ماسه



شکل (۸): الف. نمودار جعبه‌ای بین EC؛ ب. بین SAR رسوبات نبکا و مجاور نبکا

در خصوص pH، EC، و مادهٔ آلی به دلیل بالا بودن سطح ایستابی باشد که طبق خاصیت موئینگی، املاح به سطح خاک آمده و باتوجه به کم بودن ارتفاع نبکاها در دشت صوفیکم و ماندابی شدن منطقهٔ مورد مطالعه در بعضی از فصول سال، سطوح نبکا و مجاور نبکا شرایط یکسانی را تجربه می‌کنند. این یافته‌ها در مقایسه با نتایج تحقیق زمانی و همکاران (۲۰۱۳)، در مورد pH و EC متفاوت بوده و در خصوص مادهٔ آلی و SAR مشابه است. عامل SAR خاک دارای رابطهٔ منفی با عوامل پوشش گیاهی است، به طوری که افزایش میزان سدیم تبادل‌پذیر خاک، باعث ایجاد شرایط فیزیکی نامطلوب و به هم خوردن تعادل تغذیه گیاه می‌شود. هرچه میزان سدیم خاک افزایش یابد، میزان نفوذپذیری خاک کم شده و در زندگی و واکنش گیاه مؤثر است. براین اساس، گیاهان با مکانیسم‌های مختلف، سدیم را از زیرلایه‌های خاک محیط رشد دور می‌کنند. باتوجه به اینکه گونهٔ گیاهی هالکنوموم در منطقه باعث شکل‌گیری رخساره نبکا شده، بر میزان سدیم خاک رأس نبکا تأثیرگذار بوده است. این وضعیت برای منطقهٔ مجاور که فاقد گیاه است، متفاوت بوده و سدیم بیشتری در این مکان تجمع یافته است.

## بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش، خصوصیات مورفومتریک و فیزیکوشیمیایی نبکاها در دشت صوفیکم به عنوان یک منطقهٔ کفه‌ماسه‌ای و رسی-نمکی در شمال استان گلستان بررسی شد. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل آمار باد منطقه نشان داد که روند عمومی بادهای منطقه از سمت غرب و هم‌جهت با بادهای فرساینده است که با روند امتداد توسعه نبکاها در این منطقه مطابقت دارد. همچنین، بررسی بادهای فرساینده از روی گل‌طوفان نشان داد که گسترش فصلی این سامانه در فصول بهار و تابستان و پاییز، از سرعت‌های بالاتر و فراوانی بیشتری برخوردار بوده و از آنجایی که خاک سطحی در فصل تابستان عمدتاً خشک است، بیشترین میزان احتمال رخداد فرسایش بادی در این فصول اتفاق می‌افتد؛ این مهم با نتایج پژوهش تازه و همکاران (۲۰۰۵) تطابق دارد. با بررسی خصوصیات شیمیایی نمونهٔ رسوبات نبکا و مجاور نبکا مشاهده شد که بین EC، pH و مادهٔ آلی رسوبات نبکا و اراضی مجاور آن تفاوت معنی‌دار مشاهده نمی‌شود، ولی در مقایسهٔ شاخص SAR مابین آن‌ها، تفاوت وجود دارد که این نتایج می‌تواند

منطقه نشان داد رسوبات انتقالی از اراضی مجاور در منطقه توسط نبکاهای موجود تثبیت شده‌اند. از طرفی، فاصله حمل ذرات نزدیک بوده و در نتیجه مناطق برداشت در منطقه محلی است و رخساره نبکا به‌عنوان یک عامل مؤثر در تثبیت و کنترل فرسایش بادی منطقه عمل کرده است؛ این مهم با نتایج تحقیقات مقصودی و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت دارد.

گونه گیاهی در منطقه صوفیکم با تاج نسبتاً وسیع، نقش حفاظتی مهمی داشته و از حرکت نمک و خاک جلوگیری می‌کند و در نتیجه در مقابله با توسعه بیابان و تخریب خاک، به‌ویژه در حاشیه دریاچه‌ها و تالاب‌های منطقه بسیار مؤثر است. بنابراین، باتوجه به شرایط محیطی دشت صوفیکم، بهترین و سازگارترین روش برای تثبیت ماسه‌های روان و کنترل فرسایش بادی، حفظ و توسعه گونه‌های مقاوم به شوری و pH قلیایی در منطقه است و استقرار پدیده اکوژئومورفولوژیکی رخساره نبکا در اراضی کفه ماسه‌ای رسی-نمکی حاشیه پلایا در شمال استان گلستان، به‌خصوص در فصول خشک، می‌تواند حجم زیادی از رسوبات بادی را تثبیت کرده و به جلوگیری از حرکت ماسه‌های روان کمک کند.

در نتیجه می‌توان گفت که میزان SAR نبکا و مجاور نبکا دارای تفاوت معنی‌داری هستند.

بررسی خصوصیات فیزیکی نمونه خاک نبکا و مجاور نبکا بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار میان جورشدگی ذرات خاک نبکا و مجاور آن است. مقدار میانگین جورشدگی ۲/۱۸۰۸ برای رسوبات نبکا و ۲/۳۲ برای رسوبات مجاور نشان‌دهنده جورشدگی ضعیف این رسوبات است و این امر بیانگر اثر و زمان کم عوامل فرساینده بر روی ذرات و در نتیجه فاصله کم ذرات از منطقه برداشت و همچنین یکنواختی اندازه ذرات در جلگه رسی-نمکی مورد مطالعه است. همچنین تفاوت معنی‌دار شاخص کج‌شدگی و میانگین قطر ذرات نبکا از اراضی مجاور به ترتیب نشان‌دهنده محلی بودن منشأ ذرات و فاصله حمل کم (شاخص کج‌شدگی) ذرات فرسایش‌یافته برای تشکیل نبکا (شاخص میانگین قطر) در مقایسه با اراضی مجاور نبکا است. متقارن بودن شاخص کج‌شدگی رسوبات نبکا نشان می‌دهند که رسوبات فاصله نسبتاً نزدیکی را تا محل انباشت طی کرده‌اند که این نتایج با تحقیق مقصودی و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت دارد. نتایج این پژوهش با بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک نبکاهای دشت صوفیکم و آنالیز بادهای

## منابع

- Ahmadi, H., 2008. Applied Geomorphology Volume 2. Tehran University Press, Third edition, Tehran.
- Azimzade, H., Mosleharani, A., 2013. The effect of nebkhas on soil infiltration and evaluation of some infiltration equations in desert conditions (Case Study: Ephedra strobilacea and tamarix ramosissima species). Desert Management Journal 1, 51-62.
- Blott, S., 2000. A grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments by sieving or laser granulometer. Surface processes and modern environments research group department of Geology, University of London.
- Delavary Kamyab, A., Khosravany, M. H., Rahbarniea. M. 2010. "Assessment of methods to determine the threshold\_velocity of wind erosion in Kavire Mighan. "first national conference on desertification and sustainable development of Iran's desert lagoons. Arak.
- Ekhtesasi, M. R., Ahmadi, H., Khlili, A., Saremi Naeini, M. A., Rajabi, M. R., 2006. An Application of Wind Rose, Storm Rose, and Sand Rose in the Analysis of Wind Erosion and Determining the Direction of Moving Sands (Case Study Area: Yazd – Ardakan Basin), Journal of the Iranian Natural Res 59(3), 533-541.
- Fathi, A., Toranjzar, H., Ahmadi, A. 2012. "Assessment of sand has accumulated in emergence Nebka in vegetation type Halocnemum in Meighan desert. "The third national conference on combating desertification and sustainable development of wetlands desert of Iran. Arak.
- Folk, R. L., 1974. Petrology of sedimentary rocks. Hemphill Publishing Company, Austin Texas, 182 p.
- Heshmati, Gh. A., 2011. An investigation of Carbon Sequestration Potential of the Forage Shrub Spices (Case Study: Gomishan

- Rangelands). Report research project. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 27 p.
9. Imantalab, N., Mosleh Arani, A., Ekhtesasi, H., Sepahvand, A., 2014, Study of some environmental impacts of capparidaceae in Jask area. *Environmental researches* 4, 131-138.
  10. Gentleman, R., Ihaka, R., 1995. The statistics department of the university of Auckland, New Zealand.
  11. Gillies, J., Nield, J., Nickling, W., 2014. Wind speed and sediment transport recovery in the lee of a vegetated and denuded nebkha within a nebkha dune field. *Aeolian Research* 12, 135-141.
  12. Honardust, F., Vahedberdi, Sh, M., Birudian, N., Adhami mojjarrad, M., 2009. "Evaluation and control planning of soil erosion using Scalogram Model. "5 th National Conference on Science and Engineering Watershed Management Iran, Iran Watershed Association. Karaj.
  13. Hugenholtz, CH., Wolfe, SA., 2006. Biogeomorphic model of dune field activation and stabilization on the northern Great Plains. *Geomorphology* 70, 53-70.
  14. Jafari haghghi, M., 2003. Methods of soil analysis sampling and important genetic analyzes of physical and chemical principles with an emphasis on theory and Practical. Tehran, Iran.
  15. Jasem, M., Al-Awadhi., Ali M, Al-Dousari., 2013. Morphological characteristics and development of coastal nabkhas, north-east Kuwait. *International Journal of Earth Sciences* 102, 949-958.
  16. Levin, N., Kidron, G. J., Ben-Dor, E., 2007. Surface properties of stabilizing coastal dunes- combining spectral and field analyses. *Sedimentology* 54, 771-778.
  17. Maghsudi, M., Yamani, M., Mashhadi, N., Taghizadeh, M., Zahabnazouri, S., 2010. Identification of Sand Sources of Nogh Erg by Using of Wind Analysis and Sand Grain Morphometry. *Geography and Environmental Planning Journal* 3, 1-16.
  18. Maghsoudi, M., Negahban, S., Bagheri said-Shokeri, S., Chezhgeh, S., 2012. Comparative and Analysis of Nebkas Geomorphologic Features Four Plant Species in West of Lut (East of Shahdad - Takab Plain). *Physical Geography Research Quarterly* 79, 55-76.
  19. Moghiminejad, F., Jafari. M., Zare Chahouki, M., Ghasemi Ariyan, y., Kohandel, A., 2014. Comparison of soil physical and chemical properties between the sites of enclosure and grazing (Case study: Nazarabad-Karaj). *Iranian Journal of Range and Desert Research* 4, 643-650.
  20. Ownegh, M., Honardoust, F., Karimi Sang chini, E., 2013. Geotourism Attractions of Quaternary Phenomena in Sedimentary Basin of Gorgan Plain, Iran. *Scientific Quarterly Journal, GEOSCIENCES* 22, 93-100.
  21. Parimi, M., Khanehbad, M., Musaviherami, R., Mahbubi, A., 2014. "Sedimentology and morphometry of some nebkha deposits in the Haj Aliqoli Desert, South of Damghan . "Thirty-third meeting of the National earth science, Geological survey of Iran. Tehran.
  22. Purkhosravani, M., Musavi, S, H., 2016. Analysis of Nebka landscape in Negar plain of Bardsir. *Desert Ecosystems Engineering Journal* 5, 45-56.
  23. Tao, W., Zhenda, Z., Wei, W., 2002. Sandy desertification in the north of China. *Science in China Press*. 45.
  24. Taze, M., Ekhtesasi, M. R., Shariatmadari, Sh., Tahmasebi, A. M., Sardari, F., Asadi, S., Forudi, M., Tavakoli, M., 2005. "Determine the direction of the prevailing wind deposited sand deposits in Iran Using information from wind erosion hot spots. " the First National Conference on Wind Erosion and Dust Storms Yazd.
  25. Vali, A., Purkhosravani, M., Movahhedi, S., 2010. Comparing the clustering of Nebkas *Seidlitzia Florida*, the *Reaumuria turkestanica* and *Alhagi mannifera* based on the performance of the vegetative form in Sirjan Kheirabad. *Quarterly geographical space* 31, 137- 158.
  26. Walkly, A., Black, I. A., 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science* 37, 29-38.
  27. Zamani, F., Mosleharani, A., Jafari, A., 2013. "Characterization of soil, nebkha *Haloxylon (Haloxylonaphyllum)* and *Qara Dagh (Nitrariaschoberi)* (Case Study Nebkas of plain Segzi). "3rd national conference on wind erosion and dust storms. Yazd.
  28. Zhizhong, L., Shengli, W., Chen, Sh., Chen, X., Jianhui, J., QI, L., 2010. Biogeomorphologic Features and Growth Process of *Tamarix Nebkhas* in Hotan River Basin, Xinjian. *Science in China Press* 20, 205-218.

## Geomorpho-Pedological Analysis of Nebka Landscape in Sufikam Plain, Golestan Province

Mohammad Alinezhad<sup>1</sup>, Mohsen Hosseinalizade<sup>2\*</sup>, Majid Ownegh<sup>3</sup>, Ali Mohammadian behbahani<sup>4</sup>

Received: 15/07/2017

Accepted: 23/9/2017

### Abstract

The operation of sand transport by erosive winds and its sedimentation around the obstacles such as plants leads to the appearance of the eco-geomorphologic phenomenon of nebka dunes in dry seasons of Golestan province. This study aims to identify the physicochemical characteristics of nebka sediments and compare its results with adjacent lands. Hence, the grain size distribution and morphometric characteristics of particles were determined for 30 samples in Sufikam plain in the Eastern border of Caspian Sea. Then, the relationships between the physicochemical properties were compared using Wilcoxon and T-test at 95%. Results showed that the prevailing wind direction is west to east which in our case is from sea to land. Analysis of sand rose graph indicates that the winds in spring and summer blowed the sediments from soil surface. Results showed that there were no significant differences between sorting of particles, fraction of very fine sand, silt, clay, EC, pH and organic carbon of nebka's head samples and its adjacent land. However, results of skewness index, mean diameter of fine sand, medium sand, coarse and very coarse sand, SAR and ESP proved to be statistically significant. Therefore, it can be concluded that the source of sediments is local.

**Keywords:** Nebka, Wind Erosion, Physicochemical Characteristics, Sufikam Plain, Golestan Province.

1. M.Sc Student, Arid Zone Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, alinezhad0121@yahoo.com

2. Assistant Professor, Department of Watershed and Arid Zone Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, alizadeh\_m2001@yahoo.com

3. Professor, Department of Watershed and Arid Zone Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, mownegh@yahoo.com

4. Assistant Professor, Department of Watershed and Arid Zone Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, mohammadian@gau.ac.ir