

بررسی فراسنجه‌های مرفولوژی گیاه، مرفومتري، کانی‌شناسی و دانه‌بندی رسوبات بادی نیکاهای منطقه سرخس

محمدجواد یوسفی - کارشناس ارشد مدیریت مناطق خشک و بیابانی، دانشگاه فردوسی مشهد

علیرضا راشکی<sup>۱</sup> - استادیار گروه مدیریت مناطق خشک و بیابانی، دانشگاه فردوسی مشهد

محمد فرزام - دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشگاه فردوسی مشهد

محمدتقی کاشکی - مربی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی

تاریخ تصویب: ۱۳۹۶/۳/۱۶

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۲۰

## چکیده

در مناطق غربی و جنوبی شهرستان سرخس نیکاهای زیادی گسترش دارند که نشان‌دهنده فعالیت بادی و حمل رسوبات است که توسط پوشش گیاهی کنترل شده‌اند. ریخت‌شناسی و کانی‌های رسوبات نیکاهای جدا از اینکه به خصوصیات گیاهان تشکیل دهنده آن ارتباط دارند می‌تواند اطلاعات مناسبی از محیط شکل‌گیری و منشأ رسوبات فراهم کند. نیکاهای باعث به وجود آوردن جزایر حاصلخیزی در یک منطقه می‌گردند. برای سنجش و رصد عملکرد نیکاهای و همچنین بررسی روند تغییرات شاخص‌های مرفولوژی گیاهان به وجود آورنده نیکا و نحوه تغییرات دانه‌بندی رسوبات بادی نیکا، تعداد ۱۲۰ عدد نیکا در ۳ سایت از شمال تا جنوب نیکازارهای غرب شهرستان سرخس مورد بررسی قرار گرفت. برای هر نیکا پارامترهای مرفولوژی گیاه و مرفومتري نیکا مورد نیاز از قبیل ارتفاع، طول و حجم نیکا و ارتفاع، قطر بزرگ، حجم و محیط گیاه مورد ارزیابی قرار گرفت و بررسی ضریب همبستگی و تبیین بین شاخص‌های مرفولوژی گیاه با شاخص‌های مرفومتري نیکا صورت پذیرفت. همچنین رسوبات نیکاهای بررسی شده مورد آزمایش‌های تعیین بافت رسوب، کانی‌شناسی، pH، EC و دانه‌بندی قرار گرفتند و نتایج آزمایش‌ها با روند تغییرات پارامترهای بررسی شده از گیاه، نیکا و رسوبات مورد بررسی قرار گرفتند. بر طبق نتایج آزمایش‌های دانه‌بندی و کانی‌شناسی و جهت باد غالب، محل برداشت رسوبات از فاصله حدود ۵۰ کیلومتري در جنوب کشور ترکمنستان است. همچنین مشخص گردید در منطقه با افزایش مسافت حمل رسوب میزان EC کاهش و بر میزان pH رسوبات افزوده می‌گردد. از میان شاخص‌های مرفولوژی گیاهی بررسی شده شاخص‌های حجم گیاه تأثیر بیشتری بر روی حجم نیکای به وجود آمده دارند. همچنین تأثیر

حجم و ارتفاع گیاه بر شاخص‌های  $D_{10}$ ،  $D_{50}$ ،  $D_{90}$  و میانگین قطر رسوبات بیشتر از تأثیر شاخص مسافت حمل رسوب است؛ اما بر روی شاخص کشیدگی رسوبات بیشترین عامل مؤثر مسافت حمل رسوب می‌باشد.

**واژگان کلیدی:** سرخس، کانی‌شناسی، دانه‌بندی، نیکا، مرفومتري

#### ۱- مقدمه

فرایندهای بادی شامل حمل و نقل و رسوب توسط باد است که در محیط‌های مختلف از جمله مناطق ساحلی، بیابان‌های سرد و گرم و زمین‌های کشاورزی رخ می‌دهد. ویژگی مشترک همه این محیط‌ها این است که پوشش گیاهی بسیار پراکنده بوده و یا اصلاً وجود ندارد. فرایندهای باد رفتی باعث انتشار ذرات رس، گل و لای، شن و ماسه شده و تپه‌های ماسه‌ای را در مناطق مختلف به وجود می‌آورند. مهاجرت این تپه‌ها توسط بادهای قوی و تجاوز آن‌ها به اکوسیستم‌های مجاور، این مناطق را از نظر کیفیت هوا، شیمی خاک و مواد مغذی خاک دستخوش تغییر می‌کند (Lanchaster, 2009). پژوهش‌ها و تحقیقات بی‌شماری در زمینه مطالعه ذرات ماسه در مناطق کویری و ساحلی جهان صورت گرفته است. در این پژوهش‌ها، تحلیل‌های دانه‌سنجی و شکل‌سنجی، ابزارهای متداول در تعیین منشأ و شناخت ماسه‌های بادی و ساحلی محسوب می‌شوند. در این ارتباط پارامترهایی همچون اندازه ذرات ماسه و تحلیل‌های آماری آن‌ها از جمله میانگین، انحراف معیار، کشیدگی، چولگی محاسبه و مورد استفاده واقع می‌شود (Gong et al, 2004). بعد از تحقیقات انجام شده در ارتباط با پارامترهای مربوط به اندازه ذرات در دهه ۱۹۳۰ تا ۱۹۵۰ توسط Trask (1932)، Krumbien & Patty jen (۱۹۳۸)، Inman (1952)، Krumbien (۱۹۵۲)، Ward & Folk (1957)، بعدها تحقیقات زیادی در این زمینه انجام گرفت که بیشتر این تحقیقات به درک ویژگی‌های ذرات ماسه، مثل درشت و ریز بودن ماسه‌ها تأکید شده است (Folk, 1951).

در اکثر تحقیقات و منابع قدیمی که در مناطق بیابانی و کویری انجام شده، بیشتر به بررسی الگوهای انتقال رسوبات بادی و رفتار دینامیکی رسوبات پرداخته شده است اما از اوایل دهه ۱۹۸۰ این‌گونه مطالعات بیشتر بر روی پارامترهای مشخصی از قبیل میانگین قطر ذرات، جورشدگی و کشیدگی دانه‌های ماسه متمرکز گردید. در مطالعات جدید، Maclaren (1981) اولین مدل را در ارتباط با انتقال رسوب ارائه داد که بیشتر بر اساس مطالعه و ترکیب پارامترهای آماری استوار بود. Zaady و همکاران (2008) نیز با استفاده از روش‌های گرانولومتری و میکرومرفولوژی به مطالعه ماسه‌ها در دشت یامین، واقع در قسمت شرقی بیابان نعب، پرداختند. آن‌ها برای این منظور از پارامترهای مختلفی از قبیل شکل و اندازه ذرات و همچنین مقدار کشیدگی ذرات ماسه استفاده نمودند. دانشمندان مختلفی با استفاده از روش‌های توزیع آماری در تحلیل داده‌ها به بررسی دقیق تفاوت گرانولومتری شکل برخان پرداختند که تفاوت معناداری بین اندازه ذرات برخان و فرایندهای بادی در فصول مختلف را نشان می‌دهد؛ اما مطالعه در مورد

ماسه مناطق ساحلی بر روی مواردی از قبیل بررسی تراکم نسبی ماسه‌ها در تپه‌های ماسه‌ای (Terzaghi, 1995)، بررسی ارتباط متقابل بین تپه‌های ماسه‌ای و ساحل (Sherman&Booer, 1993; Hesp, 2002)، بررسی تغییرات مورفولوژی تپه‌های ماسه‌ای (Short & Hesp, 1982) و یا بررسی مورفودینامیک تپه‌ها (Aagaard et al., 2004) متمرکز بوده است.

در ایران نیز در دهه‌های اخیر، تحقیقات زیادی با موضوع ذرات ماسه و مرفولوژی آن، صورت گرفته است که با گذشت زمان، این پژوهش‌ها از حالت کیفی به کمی تغییر ماهیت داده است. از جمله سنایی اردکانی (۱۳۸۴) با استفاده از روش مورفوسکوپي، به بررسی رسوبات لسی استان گلستان در ۲ محدوده مطالعاتی پرداخت. نتایج این پژوهش نشان داد که ۷۰ درصد کانی کوارتز در نمونه‌های اخذ شده، به صورت ذراتی زاویه‌دار بوده که این امر نشان‌دهنده محلی بودن و حمل ذرات توسط باد از فاصله‌ای نزدیک است و اشکال هاله مانند و مات این ذرات نیز حکایت از حمل آن‌ها از دریاچه‌های قدیمی دارد. نگارش و لطیفی (۱۳۸۸)، با استفاده از روش‌های مورفوسکوپي و آنالیز فیزیکی و شیمیایی رسوبات بادی، به منشأ یابی نهشته‌های بادی در شرق زابل پرداختند. بررسی‌های مورفوسکوپي از روی رسوبات و نمونه‌های اخذ شده، نشان داد که برخی از نهشته‌ها از هامون‌های خشک شده و دارای منشأ دریایی بوده و برخی توسط بادهای ۱۲۰ روزه سیستان از سرزمین‌های دور دست به منطقه حمل شده‌اند. در پژوهشی دیگر، قانع بافقی و یار احمدی (۱۳۹۰)، در ارگ حسن آباد بافق، ابتدا اقدام به نمونه‌برداری از ذرات ماسه این منطقه در ۴۰ نقطه مشخص نمودند. سپس با انجام مطالعات مربوط به گرانولومتري، به محاسبات مربوط به میانگین، چولگی، جور شدگی، رسم نمودارهای تجمعی و ... پرداخته و به این نتیجه رسیدند که جهت بادهای فرساینده منطقه مورد مطالعه، نقش موثری در نحوه دانه‌بندی ذرات ماسه‌دارد. عباسی و همکاران (۱۳۹۰) نیز به منظور منشأ یابی رسوبات تپه‌های ماسه‌ای بلوچستان، از روش‌های دانه‌بندی و کانی‌شناسی استفاده نمودند. برای این منظور اقدام به نمونه‌برداری از ۲۸ نمونه رسوبات بادی و انجام مراحل مورفوسکوپي و کانی‌شناسی نمودند. بررسی آن‌ها نشان داد که رسوبات تپه‌های ماسه‌ای از جورشدگی خوب برخوردار بوده و نتایج آزمایش کانی‌شناسی نشان داد که ۸۴ درصد فراوانی ذرات متشکله را خرده سنگ‌هایی مانند کوارتزیت و گرانودیوریت و ... و ۱۶ درصد ذرات بقیه را کانی‌های کوارتز، فلدسپات و کلسیت تشکیل می‌دهند. همچنین نتایج شکل‌سنجی، کانی‌شناسی و دانه‌بندی نشان داد که منشأ بیشتر رسوبات موجود در نمونه‌های اخذ شده با منشأ بادی با حدود ۷۱ درصد بیشترین مقدار را به خود اختصاص می‌دهد. پیریمی و همکاران (۱۳۹۴) به بررسی رسوب‌شناسی و مرفومتري تپه‌های ماسه‌ای (نوع برخان و نکا) حاشیه کویر حاجعلی قلی واقع در جنوب دامغان پرداختند. نتایج حاصله از مرفومتري تپه‌های ماسه‌ای - ای برخانی نشان داد که دامنه قله و پشت به باد بیشترین همبستگی را نشان می‌دهد و برای بدست آوردن ارتفاع می‌توان از آنها استفاده کرد. برای تپه‌های ماسه‌ای از نوع نکا رگرسبون خطی هر یک از متغیرهای مستقل و وابسته به

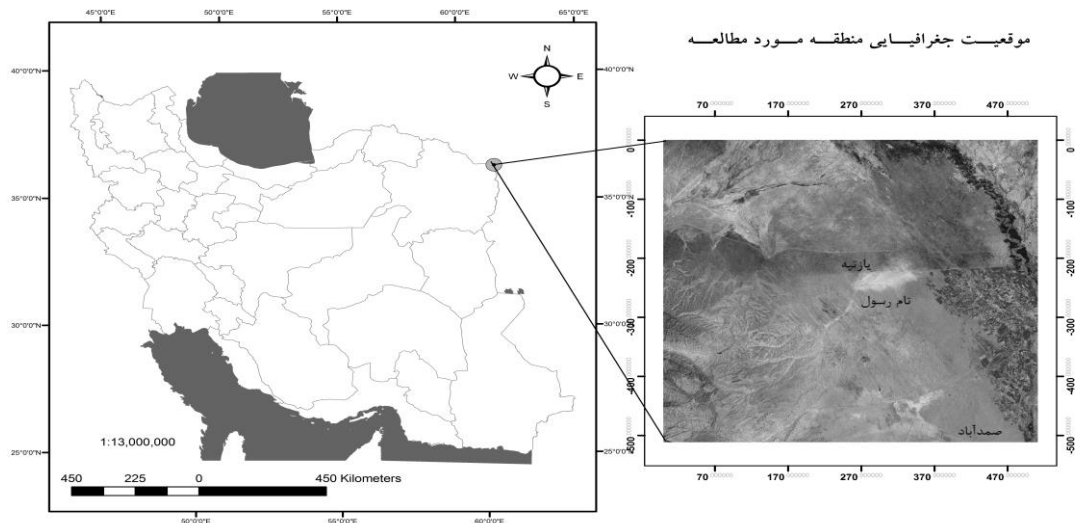
طول محور بلند محاسبه شد. با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان گفت هر دو متغیر برای تعیین طول محور بلند مناسب است.

در تحقیق حاضر سعی بر آن است که با شناخت هر چه بیشتر ماهیت ماسه‌های نبک‌های منطقه سرخس، مقایسه-ای کمی- تحلیلی روی گرانولومتری و مورفوسکوپی ماسه‌ها و شاخص‌های مرفولوژی گیاهی با شاخص‌های مرفومتری نبک‌های این مناطق انجام گیرد تا با یافتن وجوه تشابه و تمایز، تجزیه و تحلیل علل آن صورت پذیرد.

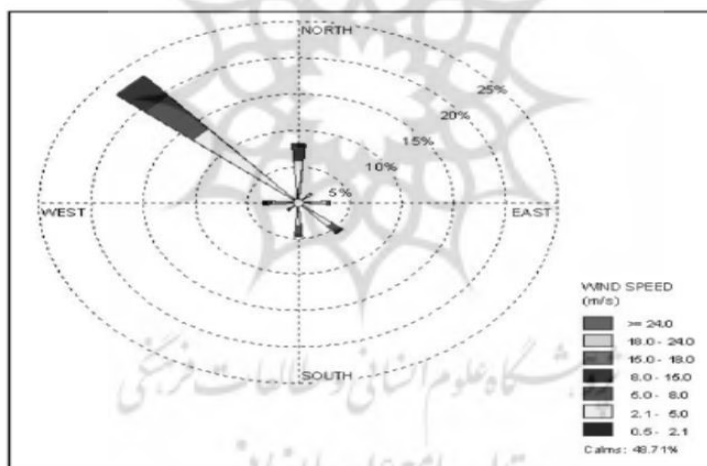
## ۲- مواد و روش

### ۲-۱- منطقه مورد مطالعه

نبک‌های مورد مطالعه در این پژوهش در نبک‌زارهای غرب شهرستان سرخس از شمال غرب تا جنوب غرب این شهرستان در موقعیت جغرافیایی " ۴۱' ۲۸' ۳۶ تا " ۵۹' ۳۷' ۳۶ شمالی و " ۳۰' ۱' ۶۱ تا " ۴۳' ۳' ۶۱ شرقی گسترش یافته‌اند. این مناطق، جز کانون‌های بحرانی فرسایش بادی در شهرستان سرخس می‌باشند. ارتفاع متوسط این مناطق ۲۸۵ متر از سطح دریا و متوسط بارندگی ۱۸۷,۶ میلیمتر و میانگین دمای سالانه ۱۴,۴ درجه سانتیگراد است و جهت باد غالب از سمت شمال غرب به سمت جنوب شرق می‌باشد (غلامی، ۱۳۹۲). بر اساس شکل شماره ۲ قسمت اعظم بادهای شهرستان منطقه مورد مطالعه دارای جهت شمال‌غربی به جنوب شرقی و پس از آن بادهای شمالی می‌باشند و بیشتر بادهای منطقه دارای سرعتی بین ۸ تا ۱۵ متر بر ثانیه هستند. این مناطق تحت تأثیر وزش بادهای ۱۲۰ روزه قرار داشته که معمولاً در فصل تابستان و از کشور ترکمنستان وارد ایران می‌گردد. وجود بستر معمولاً خشک رودخانه اصلی و مسیل‌های فرعی بویژه پس از احداث سد دوستی و همچنین صحرای قره قوم باعث فراهم شدن ماسه و ایجاد ناهمواری‌های ماسه‌ای گردیده است. نبک‌ها از مهم‌ترین اشکال این ناهمواری‌ها می‌باشند که در مناطق مختلف سرخس نمود پیدا کرده است. پس از بررسی تصاویر ماهواره‌ای و بازدیدهای میدانی جهت انجام پژوهش مورد نظر، ۳ سایت در قسمت‌های شمال، تقریباً مرکزی و جنوبی نبک‌زار انتخاب گردید. سایت اول (یازتپه) که در شمالی‌ترین نقطه نبک‌زار می‌باشد، دارای میانگین ارتفاع ۲۵۳ متر بوده و اکثریت نبک‌های این منطقه نبک‌های گیاه خارشتر بودند. سایت دوم (تام رسول) در منتهی الیه جنوبی سایت ۱، با میانگین ارتفاع ۳۱۱ متر قرار داشت و گیاه غالب نبک‌های این منطقه را گونه اسپند تشکیل می‌داد. سایت سوم (صمدآباد) در قسمت جنوبی منطقه مورد مطالعه با میانگین ارتفاع ۵۷۲ متر قرار داشت و گیاه غالب نبک‌های آن گیاه سبد پاکوتاه بود. شکل شماره ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه را در تقسیمات سیاسی ایران و همچنین تصویر منطقه در Google Earth را نشان می‌دهد.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در تقسیمات سیاسی ایران (سمت راست) و تصویر مناطق مورد مطالعه (سمت چپ) بر روی گوگل ارث



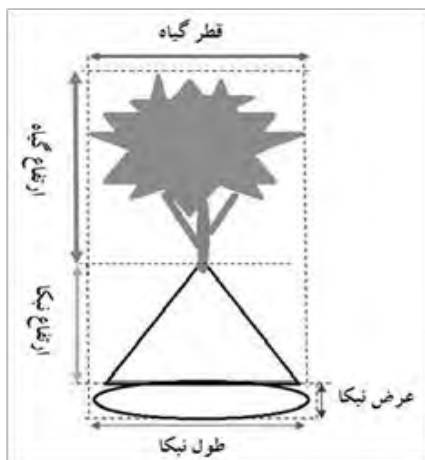
شکل ۲. گلباد سالانه شهرستان سرخس در سال ۱۳۹۴

## ۲-۲- روش کار

ابتدا با استفاده از تصاویر گوگل ارث و بازدیدهای میدانی محدوده مورد مطالعه و قلمرو توسعه نیکاهای تعیین گردید. پس از بررسی‌های میدانی مشخص گردید که تقریباً کلیه نیکاهای ایجاد شده در منطقه (به جز گونه‌های دست کاشت نظیر تاغ و ...) جز گیاهان همی کریپتوفیت<sup>۱</sup> بوده و ابعاد و مرفولوژی آنها تفاوت چندانی با یکدیگر

1 Hemicryptophytes

نداشته و همچنین بیشتر گونه‌های موجود در منطقه تقریباً در بیشتر نواحی منطقه مورد مطالعه استقرار داشتند. در گام بعدی جهت بررسی نمونه‌های رسوبات بادی نبکاها، ۲ ترانسکت در منطقه یازتپه (قسمت شمالی نبکارها)، ۲ ترانسکت در تام رسول (نواحی مرکزی منطقه) و ۲ ترانسکت نیز در صمدآباد (قسمت جنوبی منطقه) زده شد. طول هر ترانسکت ۱۰۰ متر و نحوه انتخاب محل ترانسکت‌ها به روش تصادفی بود. جهت بررسی شاخص‌های مرفولوژی گیاه و شاخص‌های مرفومتري نبکا و همچنین بررسی روابط بین آن‌ها در امتداد هر ترانسکت پارامترهایی نظیر ارتفاع نبکا، طول نبکا، حجم نبکا، ارتفاع گیاه، قطر بزرگ گیاه، حجم و محیط گیاه و همچنین نمونه‌برداری از رسوبات بادی هر نبکا صورت پذیرفت. بدین ترتیب شاخص‌های مرفولوژی و مرفومتري ۱۲۰ نبکا در یازتپه (شمال)، تام رسول (مرکز) و صمدآباد (جنوب) منطقه مورد ارزیابی قرار گرفت. از نمونه رسوبات هر ۳ سایت مورد مطالعه، در راستای وزش باد به صورت انتخاب تصادفی نبکا ۵ نمونه جهت انجام آزمایش‌های تعیین میزان  $EC$ ،  $ph$ ، بافت، کانی‌شناسی و دانه‌بندی تعیین گردید. به علت کوچک بودن حجم نبکاهای منطقه مورد مطالعه سعی بر آن شد که نمونه برداری از رسوبات سطح تا عمق ۲ سانتی‌متر تمامی قسمت‌های نبکا صورت پذیرد. برآورد میزان  $ph$  و  $EC$  رسوبات با استفاده از دستگاه‌های  $ph$  متر و  $EC$  متر استفاده شد. شناسایی کانی‌های موجود در رسوبات از این جهت حائز اهمیت بود که منشأ آن‌ها مشخص شود. بدین منظور کانی‌شناسی رسوبات هر ۳ سایت با استفاده از آزمایش  $XRD$  تعیین شدند. تعیین بافت رسوب نیز به روش هیدرومتری انجام شد. به منظور تعیین شاخص‌های دانه‌بندی رسوبات نیز از روش الک تر و فرمول‌های رایج برای تعیین میانگین، چولگی، کشیدگی و انحراف معیار و طبقه‌بندی فولک استفاده شد. جهت بررسی بهتر میزان تأثیر شاخص‌های مرفولوژی گیاه با شاخص‌های مرفومتري نبکا میان این شاخص‌ها ضریب همبستگی محاسبه شد. پس از انجام آزمایش‌ها و مشخص شدن منشأ یکسان داشتن رسوبات به بررسی و تحلیل نتایج آزمایش‌ها و شاخص‌های اندازه‌گیری شده، چگونگی ارتباط آن‌ها با یکدیگر و بررسی روند تغییرات شاخص‌های مرفومتري نبکا و دانه‌بندی رسوبات و علل آن پرداخته شد. شکل شماره ۳ سیمای ظاهری نبکاهای تشکیل شده در منطقه و چگونگی در نظر گرفتن پارامترهای مرفومتري و مرفولوژی بررسی شده را نشان می‌دهد.



شکل ۳. سیمای ظاهری نیکاهای تشکیل شده و پارامترهای مورد ارزیابی در منطقه مورد مطالعه

### ۳- نتایج و بحث

#### ۳-۱- آزمایش کانی شناسی (XRD)

جهت تعیین کانی‌های موجود در رسوبات هر منطقه، از رسوبات هر منطقه ۳ نمونه رسوب به صورت تصادفی انتخاب و مورد آزمایش کانی‌شناسی (XRD) قرار گرفت که نتایج این آزمایش در جدول شماره ۱ آمده است.

#### جدول ۱. نتایج آزمایش‌های بافت رسوب در سه سایت مورد مطالعه

نام نمونه	کانی‌های شناسایی شده
نمونه (۱) یازتپه	۷۰٪ کوارتز - ۳۰٪ دولومیت
نمونه (۲) یازتپه	۸۲٪ کوارتز - ۱۸٪ ژپس
نمونه (۳) یازتپه	۷۷٪ کوارتز - ۱۶٪ فلدسپات - ۷٪ کلریت
نمونه (۱) تام رسول	۴۹٫۵٪ کوارتز - ۴۴٫۲٪ فلدسپات - ۶٫۲٪ پیروکسن
نمونه (۲) تام رسول	۷۹٪ کوارتز - ۱۱٫۵٪ دولومیت - ۷٪ ژپس - ۲٫۵٪ کلریت
نمونه (۳) تام رسول	۷۰٪ کوارتز - ۱۵٪ دولومیت - ۱۵٪ ژپس
نمونه (۱) صمدآباد	۸۱٫۲٪ کوارتز - ۱۸٫۸٪ آلپیت
نمونه (۲) صمدآباد	۸۲٪ کوارتز - ۷٪ دولومیت - ۱۱٪ ژپس
نمونه (۳) صمدآباد	۶۶٪ کوارتز - ۲۴٪ ژپس - ۱۰٪ دولومیت

بر اساس نتایج آزمایش کانی‌شناسی مشاهده می‌گردد که کانی‌های موجود در هر ۳ سایت مورد بررسی تقریباً یکسان می‌باشند. این کانی‌ها عموماً دارای منشأ رسوبی هستند و با توجه به جهت باد غالب منطقه که از سمت

شمالغربی می‌باشد، می‌توان پیش‌بینی نمود که منطقه برداشت رسوبات پلایاهای مناطق جنوبی کشور ترکمنستان می‌باشد.

### ۳-۲- آزمایش بافت رسوب

جهت بررسی بافت رسوب در هر منطقه، بر روی ۳ نمونه رسوب آزمایش تعیین بافت انجام شد که نتایج آن در جدول شماره ۲ آورده شده است.

جدول ۲. نتایج آزمایش‌های بافت رسوب در سه سایت مورد مطالعه

ردیف	نام منطقه	درصد ماسه	درصد سیلت	درصد رس	کلاس بافتی رسوب
۱	یازتپه	۹۰	۶/۷۸	۲/۳۲	ماسه
۲	یازتپه	۹۱	۶/۸۰	۲/۲۰	ماسه
۳	یازتپه	۹۰	۵	۵	ماسه
۴	تام رسول	۹۰	۵/۸۰	۴/۲۰	ماسه
۵	تام رسول	۹۳	۲/۶۰	۴/۴۰	ماسه
۶	تام رسول	۹۰	۶	۴	ماسه
۷	صمدآباد	۹۲	۴	۴	ماسه
۸	صمدآباد	۹۰	۵/۲۰	۴/۸۰	ماسه
۹	صمدآباد	۹۰	۸/۵۰	۱/۵۰	ماسه

همان‌طور که نتایج آزمایش بافت خاک نشان می‌دهد قسمت اعظم رسوبات منطقه را رسوبات ماسه‌ای تشکیل می‌دهد که جهت بررسی بهتر و دقیق‌تر آن‌ها آزمایش‌های دانه‌بندی و کانی‌شناسی نیز بر روی رسوبات منطقه انجام گردید که در ادامه نتایج آنان نیز بررسی می‌گردد. در این قسمت می‌توان یادآوری نمود که با توجه به اینکه سهم مقدار ماسه در رسوبات بسیار زیاد است، منطقه برداشت آنان از منطقه رسوب‌گذاری فاصله خیلی زیادی ندارد و همچنین همه نمونه‌های رسوب در کلاس بافت ماسه قرار می‌گیرند.

### ۳-۳- آزمایش‌های تعیین pH و EC

جهت بررسی روند تغییرات پارامترهای pH<sup>۱</sup> و EC<sup>۲</sup> در هر سایت مورد مطالعه ۵ نمونه به صورت تصادفی مورد آزمایش قرار گرفت که نتایج این آزمایش‌ها در جدول شماره ۳ آورده شده است. همچنین بررسی میانگین میزان pH و EC در سه سایت از طریق آزمون آنالیز واریانس یکطرفه<sup>۳</sup> صورت پذیرفت. نتایج نشان‌دهنده بیشتر بودن

1 Power of hydrogen

2 Electrical conductivity

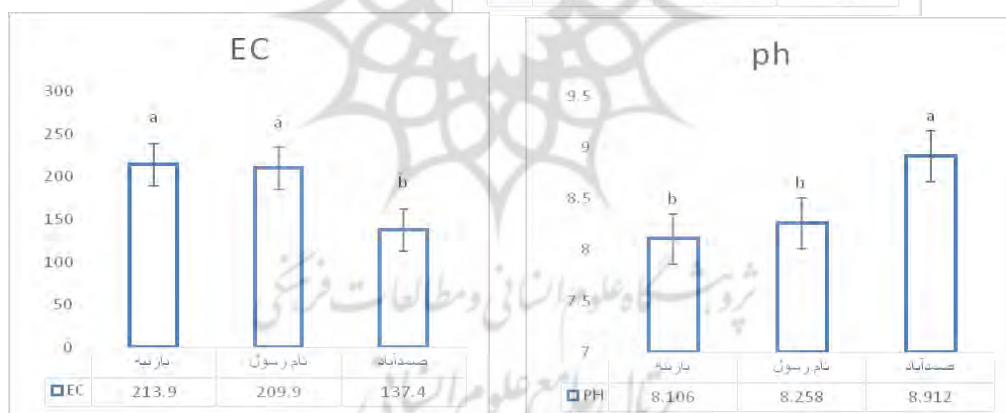
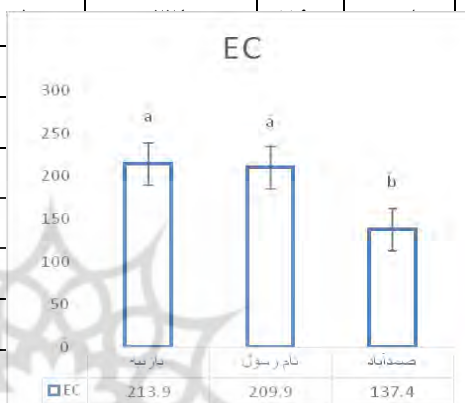
3 One-way ANOVA



معنادار میزان pH و کمتر بودن میزان EC در سطح معناداری ۹۵٪ در منطقه صمدآباد نسبت به دو سایت دیگر می‌باشد.

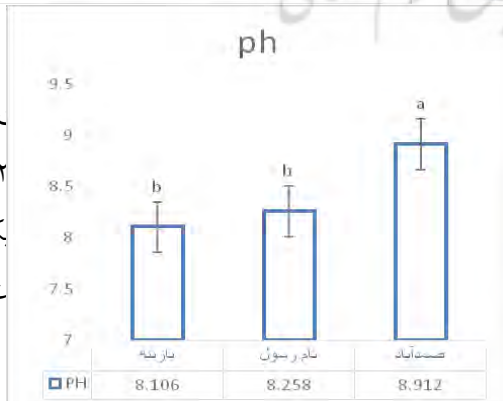
جدول ۳. نتایج آزمایش‌های pH و EC در سایت‌های مطالعاتی

ردیف	نام منطقه	pH	EC (میکرو زیمنس بر سانتی‌متر)	ردیف	نام منطقه	pH	EC (میکرو زیمنس بر سانتی‌متر)
۱	یازتپه	۸/۳۴	۲۳۳	۹	تام رسول	۸/۲۲	۲۱۰
۲	تام رسول	۸/۳۶	۱۸۷/۵				
۳	صمدآباد	۹/۱۹	۲۸۴				
۴	صمدآباد	۸/۹۱	۸۶/۲				
۵	صمدآباد	۸/۸۷	۹۸				
۶	صمدآباد	۸/۸۷	۹۵/۷				
۷	صمدآباد	۸/۷۲	۱۲۲/۹				
۸	***	***	***				



شکل ۴. مقایسه میزان EC

خیلی کم  
(صمدآباد)  
یکی نمونه-  
ت الکتریکی



همان‌طور که در جدول شماره ۳ و شکل شماره ۴ می‌باشد که البته همین میزان کم هدایت الکتریکی رسوب با افزایش مسافت حمل رسوب روند کاهشی در پیش‌های رسوب سایت ۳ بر اساس آزمون دانکن<sup>۱</sup> در س

نمونه‌های سایت ۱ می‌باشد. البته روند تغییرات میزان هدایت الکتریکی رسوبات با افزایش مسافت حمل رسوب با توجه به نتایج آزمایش‌های کانی‌شناسی قابل توجهی می‌باشد. بررسی نتایج آزمایش کانی‌شناسی (جدول شماره ۱)، نمونه‌های رسوبات ۳ منطقه نشان‌دهنده افزایش میزان کانی ژئیس با افزایش مسافت حمل رسوب در ۳ سایت می‌باشد و با توجه به این که کانی ژئیس دارای هدایت الکتریکی بسیار کمی می‌باشد، کم شدن میزان هدایت الکتریکی رسوبات با افزایش مسافت حمل رسوب توجه می‌گردد. همچنین جدول شماره ۳ و شکل شماره ۵ نیز نشان‌دهنده میزان pH رسوبات ۳ سایت مورد مطالعه می‌باشد که مشاهده می‌گردد رسوبات این مناطق نیز همانند رسوبات اکثر مناطق خشک و بیابانی در محدوده بازی قرار دارند. بررسی میزان pH رسوبات بر اساس مسافت حمل رسوب نشان‌دهنده روند افزایش pH رسوبات بادی با افزایش مسافت حمل رسوب است بطوریکه میانگین pH رسوبات در سطح معناداری ۹۵٪ بر طبق آزمون دانکن در سایت ۳ بیشتر از سایت‌های ۱ و ۲ می‌باشد. علت روند افزایشی pH رسوبات ۳ سایت با افزایش مسافت حمل رسوب با بررسی نتایج آزمایش کانی‌شناسی (جدول شماره ۱)، قابل توجهی می‌باشد. بر این اساس، میزان حضور کانی دولومیت در نمونه‌های رسوب هر سایت با افزایش مسافت حمل رسوب روند کاهشی داشته و حضور این کانی باعث کاهش pH رسوبات می‌گردد و کاهش این کانی اسیدی در نمونه‌های رسوب منجر به افزایش pH رسوبات گردیده است.

### ۳-۴- همبستگی شاخص‌های مرفولوژی گیاه با شاخص‌های مرفومتري نیکا

بر اساس بررسی ضرایب همبستگی و تبیین میان شاخص‌های مرفولوژی گیاه و مرفومتري نیکاهای بررسی شده، بیشترین ضریب همبستگی بین شاخص‌های حجم گیاه با حجم نیکا برقرار می‌باشد؛ اما به کلی بیشترین همبستگی با شاخص‌های مرفومتري نیکا را شاخص قطر بزرگ نیکا ایجاد می‌نماید و پس از آن، شاخص‌های محیط و حجم گیاه قرار دارند. این بررسی نشان داد که ارتفاع گیاه در بین شاخص‌های مرفولوژی گیاهی دارای کمترین تأثیر بر روی شاخص‌های مرفومتري نیکا می‌باشد. البته لازم به ذکر است که گیاهان مورد مطالعه در این پژوهش گیاهان همی-کریپتوفیت<sup>۱</sup> بودند و تغییرات ارتفاع در آن‌ها کم بود از این رو می‌توان گفت که در یک فرم رویشی خاص که تغییرات ارتفاع گیاه زیاد نباشد، شاخص ارتفاع گیاه نسبت به دیگر شاخص‌های مرفولوژی گیاه تأثیر کمتری بر روی شاخص‌های مرفومتري نیکاهای حاصل شده دارد. بررسی ضرایب تبیین بین شاخص‌های بررسی شده نشان‌دهنده این نتیجه است که قوی‌ترین رابطه تبیینی بین شاخص‌های بررسی شده بین حجم گیاه و حجم نیکا برقرار شده است.

جدول ۴. بررسی ضرایب همبستگی و تبیین میان شاخص‌های مورفولوژی و مورفومتري بررسی شده

ردیف	شاخص‌های بررسی شده	ضریب همبستگی	ضریب رگرسیون	ضریب تبیین تعدیل شده	سطح معنی‌داری	رابطه رگرسیونی
۱	قطر بزرگ گیاه- ارتفاع نبکا	۰/۷۰۴	۰/۴۹۵	۰/۴۹۱	۰/۰۰۰	$Y=0.10884x+0.02407$
۲	قطر بزرگ گیاه- حجم نبکا	۰/۶۹۶	۰/۴۸۵	۰/۴۸۰	۰/۰۰۰	$Y=0.38319x-0.20766$
۳	قطر بزرگ گیاه- قطر بزرگ نبکا	۰/۸۹۲	۰/۷۹۶	۰/۷۹۵	۰/۰۰۰	$Y=1.64527+0.07477$
۴	محیط گیاه- ارتفاع نبکا	۰/۶۱۲	۰/۳۷۴	۰/۳۶۹	۰/۰۰۰	$Y=0.01269x+0.05074$
۵	محیط گیاه- حجم نبکا	۰/۶۴۳	۰/۴۱۳	۰/۴۰۸	۰/۰۰۰	$Y=0.04745x-0.12925$
۶	محیط گیاه- قطر بزرگ نبکا	۰/۸۷۸	۰/۷۷۲	۰/۷۷۰	۰/۰۰۰	$Y=0.21727+0.33542$
۷	حجم گیاه- ارتفاع نبکا	۰/۵۰۸	۰/۲۵۸	۰/۲۵۲	۰/۰۰۰	$Y=0.02538x+0.10675$
۸	حجم گیاه- حجم نبکا	۰/۹۰۲	۰/۸۱۳	۰/۸۱۲	۰/۰۰۰	$Y=0.16025x+0.04097$
۹	حجم گیاه- قطر بزرگ نبکا	۰/۶۳۸	۰/۴۰۷	۰/۴۰۲	۰/۰۰۰	$Y=0.37991x+1.32678$
۱۰	ارتفاع گیاه- ارتفاع نبکا	۰/۴۷۴	۰/۲۲۵	۰/۲۱۸	۰/۰۰۰	$Y=0.26656x+0.05653$
۱۱	ارتفاع گیاه- حجم نبکا	۰/۵۷۴	۰/۳۲۹	۰/۳۲۴	۰/۰۰۰	$Y=1.14819x-0.14487$
۱۲	ارتفاع گیاه- قطر بزرگ نبکا	۰/۶۱۳	۰/۳۷۵	۰/۳۷۰	۰/۰۰۰	$Y=4.1057x+0.54663$

## ۳-۵- بررسی پارامترهای مورفولوژی گیاه و مورفومتري نبکا بررسی شده

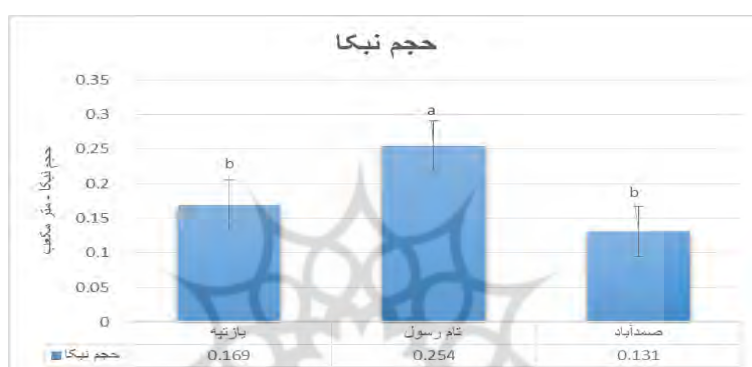
برای بررسی میزان تغییرات در شاخص‌های اندازه‌گیری شده، نتایج هر شاخص مورد بررسی در ۳ منطقه مورد آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه قرار گرفت و مشخص گردید از میان شاخص‌های بررسی شده از نبکا و گیاه شاخص‌های ارتفاع و قطر بزرگ نبکا، قطر بزرگ گیاه و محیط گیاه دارای تفاوت معنی‌دار در سطح ۹۵٪ نمی‌باشند و شاخص‌های حجم نبکا، ارتفاع و حجم گیاه در سطح معنادار ۹۵٪ دارای تفاوت معنادار می‌باشند. جهت بررسی آزمون برابری میانگین‌ها نیز از آزمون دانکن استفاده گردید.



شکل ۶. نمودار بررسی برابری میانگین ارتفاع نبکاها

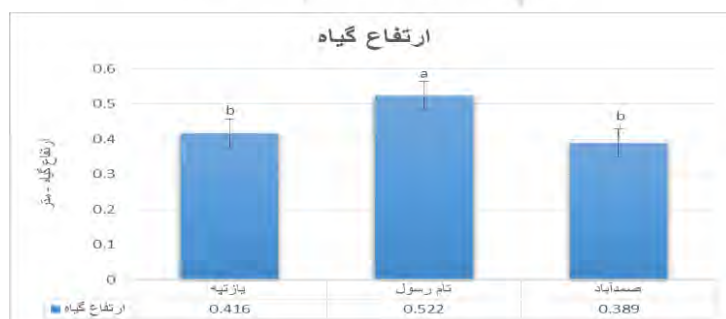


شکل ۷. نمودار بررسی برابری میانگین قطر بزرگ نیکاها



شکل ۸. نمودار بررسی برابری میانگین حجم نیکاها

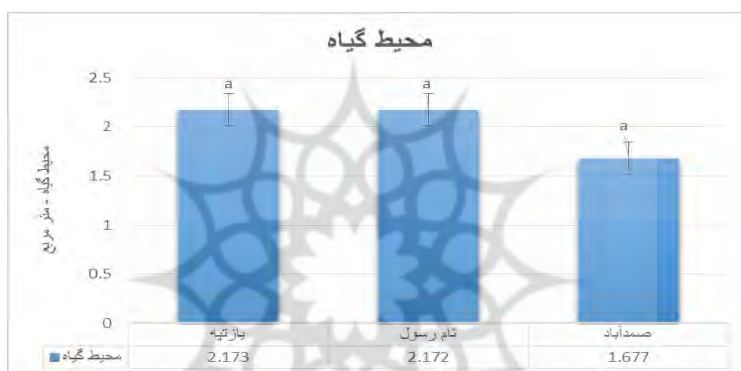
بر اساس اشکال ۶، ۷ و ۸ مشاهده می‌گردد که در بین شاخص‌های مرفومتری نیکاهای بررسی شده در ۳ سایت مورد بررسی، میانگین ارتفاع و طول نیکاها در سایت ۲ کمی بیشتر از سایت‌های ۱ و ۳ می‌باشد اما این تفاوت در سطح معناداری ۹۵٪ بر طبق آزمون دانکن معنادار نمی‌باشد اما بررسی شاخص حجم نیکاها در ۳ سایت نشان‌دهنده بیشتر بودن حجم نیکاها بر اساس آزمون دانکن در سطح ۹۵٪ نسبت به سایت‌های ۱ و ۳ می‌باشد. با توجه به اینکه حجم نیکاها در سایت ۲ بیشتر از سایت‌های ۱ و ۳ است می‌توان نتیجه گرفت مهم‌ترین عامل مؤثر بر شاخص‌های مرفومتری نیکا عامل مسافت حمل رسوب نیست.



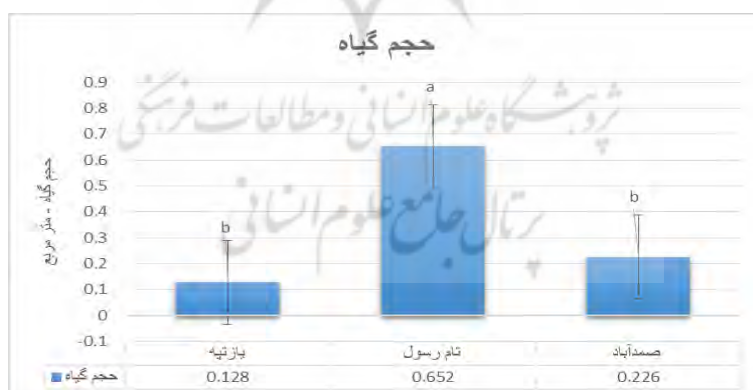
شکل ۹. نمودار بررسی برابری میانگین ارتفاع گیاهان



شکل ۱۰. نمودار بررسی برابری میانگین قطر بزرگ گیاهان



شکل ۱۱. نمودار بررسی برابری میانگین محیط گیاهان



شکل ۱۲. نمودار بررسی برابری میانگین حجم گیاهان

بر اساس اشکال ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲ مشخص می‌گردد که از بین شاخص‌های مرفولوژی گیاهی بررسی شده در ۳ سایت مورد مطالعه شاخص‌های طول و محیط گیاهان در ۳ سایت دارای تفاوت معنادار با یکدیگر نبوده ولی شاخص‌های ارتفاع و حجم گیاهان در سایت ۲ به طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر از سایت‌های ۱ و ۳ می‌باشد. با توجه

به نتایج حاصل از جدول ۳ که نشان‌دهنده همبستگی بالای شاخص حجم گیاه با شاخص‌های مرفومتری نبکا و همچنین همبستگی پایین شاخص ارتفاع گیاه با شاخص‌های مرفومتری نبکا بود، می‌توان گفت مهم‌ترین شاخص مرفولوژی گیاهی بررسی شده و تأثیر گذار در این پژوهش شاخص حجم گیاه می‌باشد.

### ۳-۶- آزمایش‌های دانه‌بندی

به منظور بررسی نحوه دانه‌بندی رسوبات جمع‌آوری شده از سایت‌های مطالعاتی، از هر سایت ۵ نمونه رسوب به صورت تصادفی مورد آزمایش دانه‌بندی قرار گرفت که میانگین نتایج هر سایت در جدول زیر ارائه شده است. لازم به ذکر می‌باشد که دانه‌بندی در این نمونه‌ها به روش فولک<sup>۱</sup> انجام شده است.

جدول ۵. بررسی دانه‌بندی نمونه‌های رسوب

نام سایت	d10	d50	d90	میانگین	جورشدگی	چولگی	کشیدگی
یازتپه	۰/۰۵۱	۰/۱۰۴	۰/۲۳۴	۰/۱۱۳۴	خیلی خوب جور شده	به سمت ریزدانه	۲/۲۳۵۶ بسیار کشیده
تام رسول	۰/۰۶۴	۰/۱۱۳	۰/۲۹۲	۰/۱۴۲۲	خیلی خوب جور شده	زیاد به سمت ریزدانه	۱/۴۳۹۶ کشیده
صمدآباد	۰/۰۵۴	۰/۰۹۷	۰/۱۸۳	۰/۱۰۵۴	خیلی خوب جور شده	زیاد به سمت ریزدانه	۱/۱۳۷۶ کشیده

با بررسی نتایج آزمایش‌های دانه‌بندی مشخص گردید که پارامترهای  $D_{10}$ ،  $D_{50}$  و  $D_{90}$  و قطر میانگین ذرات همگی در سایت شماره ۲ (قسمت مرکزی) افزایش قابل توجهی داشته است. با توجه به این‌که روند تغییرات این پارامترها با افزایش فاصله از منطقه برداشت قابل توجه نبوده و با روند تغییرات حجم گیاهان در ۳ سایت قابل توجه می‌باشد، لذا می‌توان گفت شاخص حجم گیاهان نسبت به شاخص مسافت حمل رسوب تأثیر بیشتری بر روند تغییرات قطر رسوبات نبکا دارد. همچنین چون  $D_{50}$  کلیه نمونه‌ها و میانگین قطر بیشتر دانه‌های رسوب در کلاس ماسه خیلی ریز قرار دارد می‌توان گفت که مسافت حمل رسوب بین ۲۰ تا ۵۰ کیلومتر می‌باشد (مقصودی و همکاران، ۱۶:۱۳۹۰).

در بررسی نتایج آزمایش دانه‌بندی رسوبات ۳ سایت، ملاحظه شد جورشدگی ذرات بین ۰/۰۵۰ تا ۰/۰۸۶ می‌باشد که نشان‌دهنده جورشدگی خیلی خوب در رسوبات می‌باشد، اما بررسی روند تغییرات این شاخص نیز نشان-

دهنده اثر بیشتر مرفولوژی گیاه نسبت به مسافت حمل رسوب می‌باشد؛ چرا که در نمونه‌های رسوب تام رسول (دارای بیشترین حجم گیاهان) میزان جورشدگی کمی کمتر از ۲ سایت دیگر است، اما جورشدگی بهتر رسوبات منطقه صمدآباد (سایت ۳) نسبت رسوبات منطقه یازتپه (سایت ۱) نیز موبد تأثیر مسافت حمل رسوب بر روی جورشدگی رسوبات می‌باشد. به همین ترتیب مقایسه پارامتر چولگی در میان نتایج ۳ سایت نشان می‌دهد که بیشتر بودن مقادیر این شاخص در سایت ۲ نسبت به ۲ سایت دیگر ناشی از تأثیر بسیار زیاد حجم گیاه بر روی شاخص چولگی می‌باشد و بیشتر بودن چولگی رسوبات سایت ۳ نسبت به سایت ۱ نشان‌دهنده تأثیر مسافت حمل رسوب بر روی میزان چولگی می‌باشد و هرچه مسافت حمل رسوب بیشتر شود، میزان چولگی نیز افزایش می‌یابد و چولگی به خیلی به سمت ذرات دانه‌ریز سیر می‌نماید. البته تأثیر شاخص مسافت حمل رسوب کمتر از شاخص حجم گیاهان به وجود آورنده نبکاها می‌باشد. بررسی دیگر بر روی میزان کشیدگی رسوبات صورت پذیرفت که نشان داد بر طبق انتظارات، با افزایش مسافت حمل رسوب از میزان کشیدگی رسوبات کاسته‌شده و در مورد این شاخص تأثیر فاصله حمل رسوب بیشتر از حجم گیاهان به وجود آورنده نکا می‌باشد.

#### ۴- جمع‌بندی

با توجه به نتایج آزمایش‌های کانی‌شناسی، تعیین بافت رسوب، شواهد افراد محلی و جهت باد غالب چنین استدلال شد که این مناطق دارای منشأ یکسان می‌باشند. با توجه به منشأ رسوبی اکثر کانی‌ها، املاح آنها و دانه‌بندی نمونه‌های مورد بررسی که نشان دهنده فاصله ۲۰ تا ۵۰ کیلومتری از منطقه برداشت می‌باشند، می‌توان چنین استدلال نمود که احتمالاً منشأ رسوبات نبکاها مناطق جنوبی کشور ترکمنستان در نزدیکی مرز ایران است.

از بررسی‌های آماری مشخص گردید که از میان شاخص‌های مرفولوژی گیاهی بررسی شده، به ترتیب شاخص‌های قطر بزرگ گیاه، محیط و حجم گیاه و در نهایت ارتفاع گیاه بیشترین ضریب همبستگی با شاخص‌های مرفومتري نبکاهای حاصل را دارند؛ به عبارت دیگر در یک فرم رویشی خاص که تغییرات ارتفاع گیاه زیاد نباشد، شاخص ارتفاع گیاه نسبت به دیگر شاخص‌های مرفولوژی گیاه تأثیر کمتری بر روی شاخص‌های مرفومتري نبکاهای حاصل شده دارد. از بین شاخص‌های مرفولوژی گیاهی بررسی شده بیشترین عامل مؤثر بر حجم نبکای به وجود آمده عامل حجم گیاه می‌باشد. در مورد چگونگی روند تغییرات شاخص‌های Ph و EC چنین استدلال شد که در این منطقه در راستای وزش باد با بیشتر شدن مسافت حمل رسوب به تدریج از میزان EC نمونه‌های رسوب کاسته‌شده و در مقابل میزان Ph افزایش یافته است.

بررسی روند ارتفاع نبکاها حاکی از کاهش تدریجی این شاخص مرفومتري نبکا در راستای وزش باد می‌باشد که با افزایش مسافت توان حمل رسوب توسط رژیم باد کاهش می‌یابد.

با بررسی نتایج آزمایش‌های دانه‌بندی در مورد شاخص‌های  $D_{10}$ ،  $D_{50}$ ،  $D_{90}$  و میانگین قطر ذرات می‌توان گفت که حجم گیاه نسبت به فاصله از منطقه برداشت تأثیر بیشتری بر روی میزان این شاخص‌ها دارد. همچنین چون  $D_{50}$  کلیه نمونه‌ها و میانگین قطر بیشتر دانه‌های رسوب در کلاس ماسه خیلی ریز قرار دارد می‌توان گفت که مسافت حمل رسوب بین ۲۰ تا ۵۰ کیلومتر می‌باشد و رسوب‌گذاری در یک محیط آرام و کم انرژی صورت پذیرفته که این محیط آرام و کم انرژی در منطقه بادخیز شرق شهرستان سرخس حاکی از عملکرد قوی تاج پوشش بوته گیاهی در کاهش سرعت باد و آرام‌سازی محیط رسوب‌گذاری است.

نتایج آزمایش دانه‌بندی رسوبات ۳ سایت، نشان داد که جورشدگی ذرات خیلی خوب می‌باشد. در مورد شاخص چولگی نیز می‌توان گفت هرچه مسافت حمل رسوب بیشتر شود، میزان چولگی نیز افزایش می‌یابد و چولگی خیلی به سمت ذرات دانه‌ریز متمایل می‌شود. البته تأثیر عامل مسافت حمل رسوب کمتر از عامل حجم گیاهان به وجود آورنده نبکاها می‌باشد. بررسی دیگر بر روی میزان کشیدگی رسوبات صورت پذیرفت که نشان داد بر طبق انتظارات با افزایش مسافت حمل رسوب از میزان کشیدگی رسوبات کاسته شده و در مورد این شاخص تأثیر فاصله حمل رسوب بیشتر از حجم گیاهان به وجود آورنده نبکا است.

این بررسی‌ها نشان می‌دهد که پارامترهای مرفولوژی گیاه (بخصوص حجم) گیاه و مسافت حمل رسوب به صورت مشترک تأثیرگذار بر روی پارامترهای مرفولوژی نبکا و همچنین شاخص‌های دانه‌بندی رسوبات می‌باشند که در بین این ۲ عامل نیز پارامتر مرفولوژی حجم گیاه در بیشتر شاخص‌های بررسی شده از جمله بافت رسوب، حجم نبکا، قطر بزرگ نبکا،  $D_{10}$ ،  $D_{50}$ ،  $D_{90}$  و میانگین قطر رسوبات، جورشدگی و چولگی تأثیر بیشتری نسبت به مسافت حمل رسوب دارد. نتایج این پژوهش اهمیت پارامتر مرفولوژی حجم گیاه را در زمینه نبکا و کنترل ماسه‌های بادی بوسیله گیاه بیشتر نشان داد.

#### منابع

- احمدی، حسن؛ ۱۳۸۵. ژئومورفولوژی کاربردی-فرسایش بادی. جلد دوم. انتشارات دانشگاه تهران.
- سنایی اردکانی، سعید؛ ۱۳۸۴. بررسی رسوبات لسی مناطق قپان و دره ناهار خوران استان گلستان از دیدگاه ویژگی‌های مورفوسکپی. شیمیایی و تحلیل شرایط رسوب‌گذاری. مجله علوم کشاورزی.
- شهریار، علی؛ لرستانی، قاسم؛ مقصودی، مهران؛ ۱۳۹۲. بررسی شکل و دانه‌سنجی ذرات ماسه در مناطق داخلی و ساحلی ایران (مطالعه موردی: ریگ مرنجاب-ساحل جاسک). کاوش‌های بیابانی مناطق بیابانی. شماره ۲. ۱۷-۳۵.
- عباسی، مرضیه؛ سادات فیض نیا، حمیدرضا؛ عباسی، یونس؛ قرنچیک، احمد؛ ۱۳۹۰. بررسی دانه‌بندی و کانی‌شناسی رسوبات در منشأ یابی تپه‌های ماسه‌ای بلوچستان. تحقیقات مرتع و بیابان. شماره ۳. ۴۴۱-۴۵۱.



قانع باقعی، محمدجواد؛ یار احمدی، علیرضا؛ ۱۳۹۰. بررسی رابطه دانه‌بندی رسوبات تپه‌های ماسه‌ای حسن‌آباد بافق با جهت باد فرساینده با استفاده از زمین‌آمار. نشریه مرتع و آبخیزداری. دوره ۶۳. ۲۳۵-۲۴۸.

نگارش، حسین؛ لطیفی لیل؛ ۱۳۸۸. منشایابی نهشته‌های بادی شرق زابل از طریق مورفوسکوپی و آنالیز فیزیکی و شیمیایی رسوبات. جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی. ۱. ۱-۲۲.

یمانی، مجتبی؛ ۱۳۷۹. ارتباط قطر ذرات ماسه و فراوانی سرعت‌های آستانه باد در منطقه بند ریگ کاشان. پژوهش‌های جغرافیایی. ۳۸. ۱۱۵-۱۳۲.

- Aagaard, T., Orford, J., & Murray, A. S. (2007). Environmental controls on coastal dune formation: Skallingen Spit, Denmark. *Geomorphology*, 83, 29-47.
- Folk, R. L. (1971). Longitudinal dunes of the northwestern edge of the Simpson desert, northern territory, Australia. *Geomorphology and Grain Size Relationships Sedimentology*, 16, 4-54.
- Folk, R. L., & Ward, W. C. (1957). Brazos river bar: A study on the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, 27, 3-26.
- Guang, H., Guifang, Z., & Wenbin, Y. (2004). A quantitative analysis on the sources of dune sand in the Hulun Buir Sandy Land: Application of stepwise discriminant analysis (SDA) to the granulometric data. *Journal of Geographical Sciences*, 14, 177-186
- Hesp, P. (2002). Fore dunes and blowouts, initiation, geomorphology and dynamics. *Journal of Geomorphology*, 48, 245-268.
- Inman, D. L., (1952). Measures for describing the size distribution of Sediments. *Journal of Sedimentary Petrology*, 22, 125-145.
- Krumbein, W. C. (1959). The sorting out of geological variables illustrated by regression analysis of factors controlling beach firmness. *Sedimentary Research*, 29, 575-587.
- Krumbein, W. C., & Pettijohn, F. J. (1938). *Manual of Sedimentary Petrography*. New York: Appleton-Century Crofts.
- Lancaster, Nicholas (2009). *Geomorphology of Desert Environments: Dune Morphology and Dynamics*. Springer.
- Mc Laren, P. (1981). An interpretation of trends in grain size measures. *Journal of Sedimentary Research (SEPM)*, 51(2), 611-624.
- Psuty, N. P. (1989). An application of science to the management of coastal dunes along the Atlantic coast of the USA. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh, Section B: Biological Sciences*, 96, 289-307
- Sherman, D. J., & Bauer, B. O. (1993). Dynamics of beach-dune system. *Progress in Physical Geography*, 17, 413-447.
- Short, A. D., & Hesp, P. A. (1982). Wave, beach and dune interactions in southeastern Australia. *Marine Geology*, 48, 259-284.
- Terzaghi, K., (1955). Influence of geological factors on the engineering properties of sediments. *Economic Geology*, 50, 557-618.
- Trask, P. D. (1932). *Origin and environment of source sediments of petroleum*. Houston: Gulf Publishing Company.
- Zaady, E., Dody, A., Weiner, D., Barkai, D., & Offer, Z.Y. (2008). A comprehensive method for Aeolian particle Granulometry and micromorphology analyses. *Environmental Monitoring and Assessment*, 155, 169-175.