

منشأیابی رسوبات بادی منطقه دشت مختاران بیرجند

علی اکبر صفدری*^۱، زهرا محمودی^۲ و هادی معماریان خلیل آباد^۳

*^۱نویسنده مسئول- کارشناس ارشد شرکت مهندسین مشاور آبخیزگستر شرق، پست الکترونیک: safdari660@yahoo.com

^۲- کارشناس شرکت مهندسین مشاور آبخیزگستر شرق

^۳- کارشناس ارشد شرکت مهندسین مشاور آبخیزگستر شرق.

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۶/۱۱/۲۱

تاریخ دریافت: ۱۳۸۵/۱۲/۲۸

چکیده

جلوگیری از حرکت رسوبات بادی در مناطق برداشت یک کار بنیادیست و عملیات اجرایی بایستی بیشتر در منطقه برداشت متمرکز شود. به منظور منشأیابی رسوبات بادی دشت مختاران بیرجند از روش گام به گام ارائه شده توسط اختصاصی و همکاران استفاده شد. این کار طی دو مرحله انجام گرفت. ابتدا جهت یابی قطاع برداشت و سپس مکان یابی. به منظور جهت یابی قطاع برداشت دشت مختاران بیرجند ابتدا اطلاعات مربوط به جهت طوفانهای گردوخاک منطقه با تکمیل پرسشنامه از ساکنین محدوده اطراف ارگ بدست آمد. سپس تصاویر ماهواره‌ای و عکسهای هوایی مربوط به دو دوره زمانی با یکدیگر مقایسه شد و با استفاده از تصویر ماهواره‌ای و بازدیدهای صحرائی مرفولوژی تپه‌های ماسه‌ای ارگ تعیین گردید. در نهایت با مطالعه رژیم باد و رسم گلباده‌ها، بادهای فرساینده و مؤثر در تشکیل تپه‌های ماسه‌ای شناسایی شد. پس از مشخص شدن قطاع برداشت (دشت سرهای مشرف به تپه‌های ماسه‌ای)، فاز مکان یابی نقاط برداشت آغاز گردید. در این مرحله با مطالعه ژئومرفولوژی قطاع برداشت و نمونه برداری از رخساره‌های این قطاع اقدام به بررسی گرانولومتری، مرفوسکی و نهایتاً کانی شناسی رسوبات تپه‌های ماسه‌ای و قطاع برداشت گردید و ارتباط ژنتیکی عناصر با یکدیگر بررسی شد. در نهایت با بررسیهای بعمل آمده مشخص شد که منشأ اصلی رسوبات موجود در ارگ مختاران بیرجند ناشی از وجود تشکیلات زمین شناسی شیست-فیلیت^۱، سنگهای کالردملاژ و سایر سازندهای حساس واقع در شرق و جنوب شرق منطقه می‌باشد که در اثر فرسایش آبی، در بخش‌های مختلف دشت مختاران رسوب می‌نماید. در اثر عمل بادهای فرساینده و شدید شرقی و جنوب شرقی در منطقه، این رسوبات دوباره برداشت شده و با طی مسیری در محدوده دق رسوب می‌نمایند. این رسوبات بارها توسط بادهای منطقه (بادهای شمال شرقی، شمالی، غربی) در داخل ارگ جابجا شده و تشکیل تپه‌های ماسه‌ای از نوع ستاره‌ای شکل نموده است. بنابراین با توجه به مطالعات انجام شده و بازدیدهای انجام شده می‌توان گفت که رخساره ژئومرفولوژی نهشته‌های ریزدانه- عمدتاً اراضی زراعی واقع در شرق و جنوب شرق منطقه در اولویت اول و طبقه فعال، رخساره منطقه پخش سیلاب (بستر مسیل ها و خشکه رودها) واقع در بخش شرقی ارگ در اولویت دوم و نیمه فعال و رخساره‌های ژئومرفولوژی شورزار و رخساره کویر زرده واقع در محدوده دق در اولویت سوم و کم فعال قرار دارند.

واژه های کلیدی: ارگ، تپه‌های ماسه‌ای، فرسایش بادی، جهت یابی، قطاع برداشت، مکان یابی، مختاران.

مقدمه

بیش از دو سوم مساحت ایران را اراضی خشک و نیمه خشک تشکیل می دهد. کمبود بارش در این مناطق از تنوع اکولوژیکی آن کاسته و پوشش گیاهی با تراکم کم بر روی آن استقرار یافته است. فقر پوشش گیاهی به باد این اجازه را می دهد که به راحتی بر سطح خاک کاوش کرده و سالانه مقادیر فراوانی از خاک سطحی را با خود از نقطه ای به نقطه دیگر حمل کند (معماریان خلیل آباد و همکاران، ۱۳۸۴). در فرسایش بادی سه منطقه برداشت، حمل و رسوبگذاری وجود دارد. جلوگیری از حرکت رسوبات در منطقه برداشت یک کار بنیادینست و عملیات اجرایی بایستی بیشتر در منطقه برداشت متمرکز شود. جهت تثبیت مناطق برداشت تپه ماسه ها نیاز به شناخت محدوده های برداشت می باشد (صادقی نژاد، ۱۳۷۸). حاکمیت فرسایش بادی، تجمع و حرکت ذرات ماسه که به روستاهای منطقه، اراضی زراعی، کانالهای آبیاری، راههای ارتباطی و ... خسارات سنگینی وارد می نماید و همواره کنترل آن مورد توجه مسئولین و دست اندرکاران منطقه بوده علت انتخاب این منطقه جهت تحقیق حاضر بوده است. در زمینه منشأیابی رسوبات بادی تاکنون تحقیقات نسبتاً زیادی در داخل و خارج از کشور و با روشهای مختلف انجام شده است که می توان به موارد ذیل اشاره کرد:

اختصاصی و همکاران (۱۳۷۵) به بررسی منشأ رسوبات دشت یزد - اردکان پرداختند. در این مطالعه از یک روش ابداعی به نام منشأیابی گام به گام استفاده شده که در آن از فاکتورهای متعددی برای رسیدن به منشأ استفاده می شود. در این روش، ابتدا جهتی که رسوبات به سمت محل ترسیب حمل می شود (قطاع برداشت) مشخص

شده و سپس داخل این قطاع نقاط حساس به فرسایش تعیین می گردند. صادقی نژاد (۱۳۷۸)، با کمک روش گام به گام در دشت نرماشیر عمده ترین نقاط برداشت رسوبات را رخساره سطوح شلجمی شکل معرفی کرد. قانعی (۱۳۷۹)، با مطالعه در تپه های ماسه ای جنوب بافق عمده ترین مناطق برداشت را مسیل های خشک رودخانه شور و آبراهه های فرعی متعدد در شرق این مسیل معرفی کرد. معماریان (۱۳۸۳)، به مطالعه منشأ رسوبات بادی منطقه رفسنجان پرداخت. وی با استفاده از روش گام به گام مهمترین منشأ رسوبات بادی منطقه را دشت سرهای اپانداژ و پوشیده منطقه رفسنجان و بستر رودخانه های شاهزاده عباس، کبوترخان و شور مرادیه معرفی کرد. معماریان و همکاران (۱۳۸۴)، در بررسی منشأ رسوبات بادی منطقه فدیشه نیشابور به روش گام به گام، تاغزارهای مخروطه و در حال تخریب، مناطق بدون پوشش، اراضی بایرقطاع جنوب شرق موجود در جلگه - های رسی، دشت سرهای پوشیده ریزدانه به همراه اراضی بدون پوشش حاشیه کال شور و بستر کال شور را بعنوان منشأ رسوبات معرفی کردند.

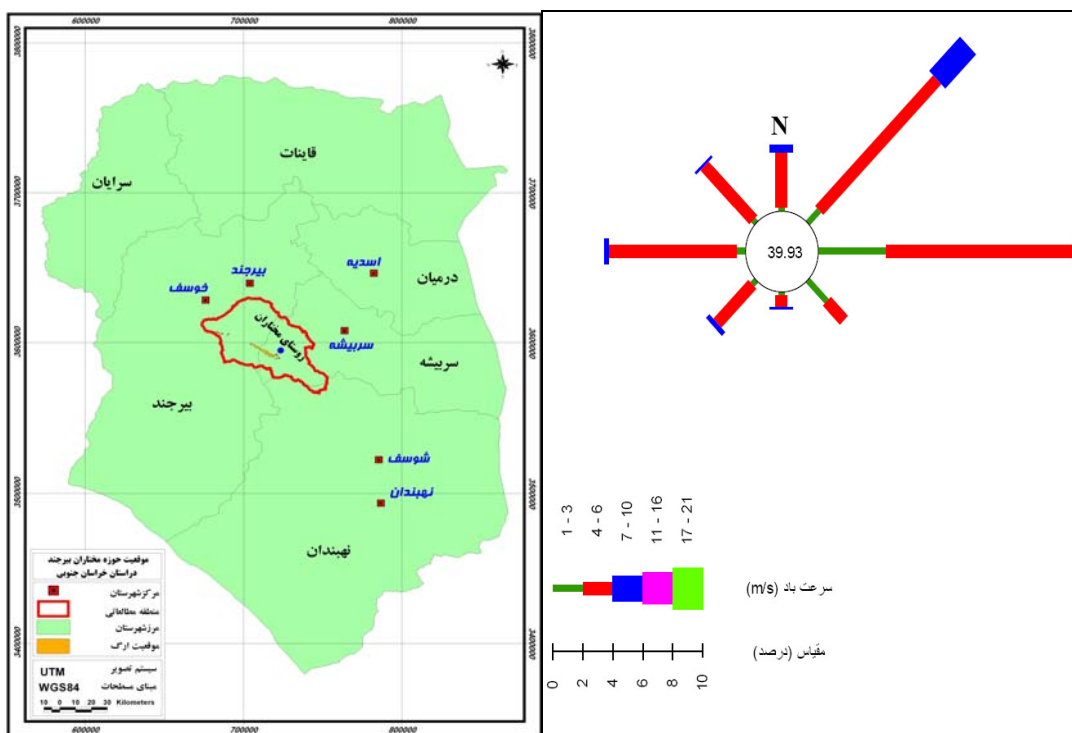
مواد و روشها**منطقه مورد مطالعه**

منطقه مختاران از نظر تقسیمات سیاسی در محدوده شهرستانهای بیرجند و سربیشه در محدوده استان خراسان جنوبی قرار گرفته و از نظر تقسیم بندی حوزه های آبخیز کشور جزء حوزه آبریز کویرلوت می باشد. این منطقه در بین ۳۶°۳۱' تا ۳۶°۲۵' عرض شمالی و در بین ۵۹°۰۸' تا ۵۹°۰۲' طول شرقی و در بین ۳۶°۳۱' تا ۳۶°۲۵' عرض شمالی و در جنوب کوههای باقران شهرستان بیرجند قرار گرفته است (شکل ۱). مساحت منطقه در حدود

گابرو و لیستونیت می‌باشند. از دیگر تشکیلات متعلق به دوره کرتاسه سازندهای فیلیتی است که در مناطق جنوب شرقی حوزه گسترش قابل توجهی دارند. واحدهای سنگی متعلق به دوران سوم عمدتاً شامل سنگهای ائوسن و نئوژن می‌باشند. بخش قابل توجهی از تشکیلات ترشیری را سنگهای ولکانیکی (آندزیت) و آذر آواری تشکیل می‌دهند که عمدتاً در مناطق جنوبی و غربی حوزه رخنمون یافته‌اند. گسترش واحدهای رسوبی شامل مارن، ماسه سنگ، شیل و کنگلومرا به طور غالب در مناطق شرقی و شمال شرقی و شمالی حوزه دیده می‌شود. تشکیلات آبرفتی کواترنری به طور وسیعی درحوزه مختاران گسترش یافته است. این رسوبات شامل آبرفتهای پادگانه‌ای و مخروط‌افکنه‌ای و نهشته‌های بستر مسیل‌هاست. علاوه بر این رسوبات، نهشته‌های ریزدانه همراه با املاح گچ و نمک و نیز رسوبات بادی در بخش مرکزی دشت مختاران وجود دارد.

۲۴۲۷۰۱/۸۳ هکتار می‌باشد. متوسط بارندگی سالیانه منطقه دشت مختاران بیرجند ۱۷۲ میلیمتر و متوسط درجه حرارت سالیانه منطقه نیز ۱۴/۳ درجه سانتی‌گراد محاسبه شده است. اقلیم منطقه نیز بر پایه سیستم اقلیم نمای دومارتن، خشک می باشد (بی‌نام. ۱۳۸۴). از نظر وضعیت باد نیز، منطقه مورد مطالعه در چندین دالان باد موسمی قرار دارد که مهمترین آنها از جهات شمال شرق، شرق و غرب می باشند. شکل ۲ گلباد دوره شاخص را در محل ایستگاه سینوپتیک بیرجند نشان می دهد.

از نظر زمین شناسی نیز واحدهای زمین شناسی متعلق به دوره کرتاسه و ترشیری (عمدتاً ائوسن) به طور وسیعی در منطقه رخنمون یافته‌اند. تشکیلات مربوط به کرتاسه شامل مجموعه‌ای از سنگهای افیولیتی و اولترابازیکی و دگرگونی است. واحدهای سنگی افیولیتی یا آمیزه‌های رنگین به لحاظ لیتولوژی شامل پریدوتیت‌ها، سرپانتینیت، اسپیلیت، دیاباز،

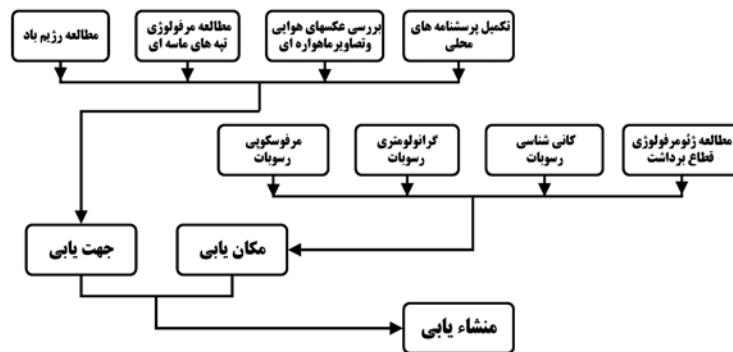


شکل ۲- گلباد سالیانه ایستگاه سینوپتیک بیرجند

شکل ۱- موقعیت منطقه مطالعاتی

روش منشأیابی

به منظور منشأیابی رسوبات تپه‌های ماسه‌ای دشت مختاران بیرجند از روش گام به گام استفاده شد (شکل ۳).



شکل ۳- نمودار جریانی روش منشأیابی گام به گام (اختصاصی و همکاران، ۱۳۷۵)

سپس با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ و با کمک معادلات چند جمله‌ای درجه ۲ تصویر ماهواره‌ای محدوده مورد مطالعه به لحاظ هندسی نیز تصحیح گردید. در نهایت نقشه بدست آمده از این روش با عکسهای هوایی ۱:۵۰۰۰۰ سال ۱۳۳۴ مقایسه گردید.

۱-۳- مطالعه مرفولوژی تپه‌های ماسه‌ای (ارگ)

بمنظور بررسی مرفولوژی تپه‌های ماسه‌ای از عکسهای هوایی، تصاویر ماهواره‌ای ETM+ و بازدیدهای صحرایی استفاده گردید.

۱-۴- مطالعه رژیم باد و شناسایی بادهای فرساینده

و موثر در تشکیل تپه‌های ماسه‌ای

در این بخش با کمک داده‌های ایستگاه سینوپتیک بیرجند بادهای فرساینده و شدید که در فرسایش بادی نقش اساسی دارند بررسی شد. یکی از شاخصهایی که بمنظور شناخت نسبی بادهای شدید در مناطق فاقد بادنگار کاربرد دارد حاصلضرب سرعت در فراوانی باد می‌باشد. نتیجه محاسبات مربوط به این شاخص در شکل ۶ آمده است.

در این روش مطابق شکل ۳ منشأیابی تپه‌های ماسه‌ای در دو مرحله انجام می‌گیرد:

۱- جهت یابی قطاع برداشت

جهت‌یابی قطاع برداشت با توجه به مطالعات زیر

انجام شد:

۱-۱- جمع‌آوری اطلاعات مربوط به بادهای منطقه با

استفاده از تکمیل پرسشنامه از ساکنین محدوده اطراف ارگ در مجموع در محدوده اطراف تپه‌های ماسه‌ای ۵ پرسشنامه تکمیل شد که افراد پرسش شونده شامل کسانی بودند که حداکثر به فاصله ۱۰-۵ کیلومتر از تپه‌های ماسه‌ای ساکن و یا کشاورز و دامدار بودند.

۱-۲- بررسی و مقایسه عکسهای هوایی و تصاویر

ماهواره‌ای مربوط به دوره‌های مختلف زمانی

در این مطالعه از تصاویر ماهواره لندست سنجنده ETM+ سال ۲۰۰۲ استفاده گردید. بمنظور آماده‌سازی داده‌های ماهواره‌ای نیز ابتدا این تصاویر با استفاده از تکنیکهای مختلف به لحاظ رادیومتری تصحیح شدند.

۲- مکان یابی نقاط برداشت

پس از تعیین قطاع برداشت باید در این قطاع در جستجوی نقاط برداشت بود. برای رسیدن به این مناطق مطالعات متعددی انجام می‌گیرد و از شاخصهایی استفاده می‌شود که در زیر تشریح خواهد شد.

۲-۱- مطالعات ژئومرفولوژی قطاع برداشت

جهت بررسی وضعیت ژئومرفولوژی اراضی قطاع برداشت از نقشه‌های زمین‌شناسی، تصاویر ماهواره‌ای لندست ETM⁺ و برداشتهای صحرائی استفاده شد و در نهایت نقشه رخساره‌های ژئومرفولوژی قطاع برداشت تهیه گردید.

۲-۲- نمونه برداری و تعیین شاخصهای دانه بندی

عناصر قطاع برداشت

پس از آماده سازی نقشه ژئومرفولوژی و مشخص شدن رخساره‌های قطاع برداشت و به منظور بررسی شاخصهای دانه‌بندی (گرانولومتری)، از تپه‌های ماسه‌ای و خاک سطحی رخساره‌ها نمونه‌برداری گردید. این نمونه‌برداری به روشهای استاندارد موجود انجام گردید (۱). سپس نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل گردید و با الکهای ۶۴، ۱۲۵، ۲۵۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰، ۴۰۰۰ و بیشتر از ۴۰۰۰ میکرون از هر نمونه ۵۰۰ گرم الک شد و محتوی رسوب باقی مانده بر روی هر الک به دقت وزن شد. ترتیب الکها طوری انتخاب شده است که قطر سوراخهای هر الک تقریباً نصف قطر روزه‌های قطر متوسط، قطرمیان، جورشدگی و کج شدگی (چولگی) نمونه‌ها براساس روش جامع ترسیمی فولک محاسبه گردید.

۲-۳- بررسی مرفوسکوپی عناصر تپه‌های ماسه‌ای و

رخساره‌های قطاع برداشت و تجزیه و تحلیل نوع محیطها و فرآیندهای رسوب گذاری

به منظور بررسی مرفوسکوپی عناصر موجود در رسوبات اعم از رسوبات تپه‌های ماسه‌ای و قطاع برداشت و تعیین معیارهایی نظیر میزان گردشگری ذرات و بافت سطحی (درخشندگی) ازدانه‌های کوارتز با قطر ۲۵۰-۱۲۵ میکرون استفاده شد. بدین منظور برای هر نمونه حدود ۲۵ دانه کوارتز انتخاب و براساس جدول پیشنهادی دکتر احمدی-اختصاصی شاخصهای گردشگری و بافت سطحی (درخشندگی) کانی‌های کوارتز مشخص شد.

۲-۴- کانی شناسی عناصر تپه‌های ماسه‌ای و

رخساره‌های قطاع برداشت و بررسی ارتباط ژنتیکی آنها برای تعیین کانی‌های موجود در رسوبات تپه‌های ماسه‌ای و رخساره‌های قطاع برداشت از دو روش میکروسکوپی و دیفراکسیون اشعه X و از دو الکی که دارای بیشترین فراوانی بوده‌اند استفاده گردید. کانیهای پایدار و سخت از جمله کوارتز و کلسیت در اصل بیشترین ذرات تپه‌های ماسه‌ای را تشکیل می‌دهند. هرچند که تعیین فراوانی این نوع کانیها تا حد زیادی در شناسایی مناطق برداشت مؤثر است اما شناسایی کانی‌های با جمعیت کمتر یا نادر مثل کانی‌های سنگین، ناپایدار و حساس و حتی نوع رس می‌تواند در شناسایی دقیق‌تر مناطق برداشت بسیار مؤثر باشد.

نتایج

نتایج حاصل از جهت یابی قطاع برداشت

نتایج پرسشنامه‌های محلی نشان می‌دهد که منطقه اغلب تحت تأثیر ۳ باد اصلی می‌باشد:

- ۱- باد شمال یا باد بالا که از جهات شمال و شمال شرق (سمت طلوع آفتاب) می‌وزد. این باد شدت زیادی داشته و گرد و غبار زیادی را به همراه دارد، به طوری که در زمان

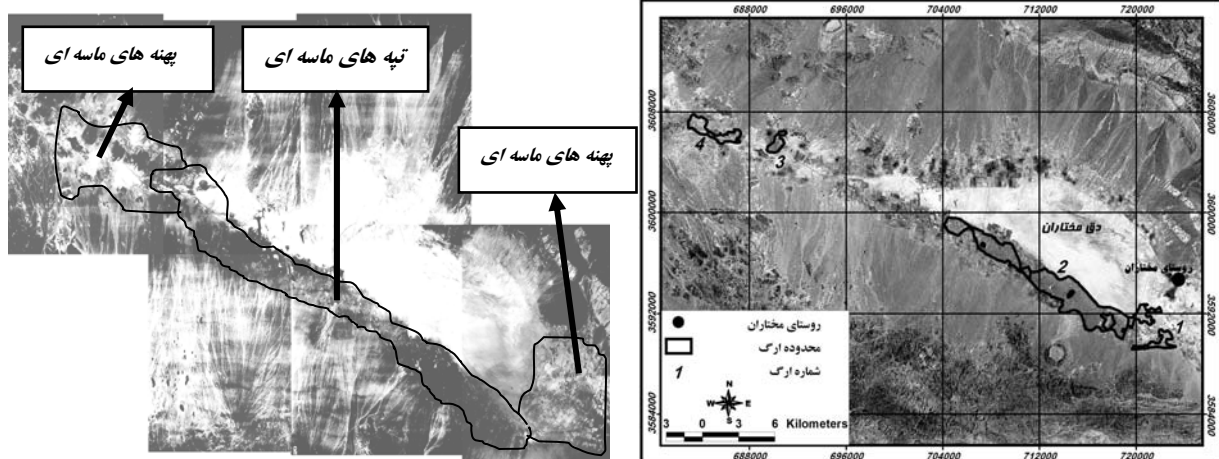
همراه دارد. در فصول خشک این باد نیز بسیار توفانی بوده و گردوغبار زیادی را به هوا بلند می‌کند.

نتایج حاصل از بررسی عکسهای هوایی و تصاویر ماهواره‌ای حاکی از فعالیت شدید فرسایش بادی در گذشته دور می‌باشد. وسعت ارگ بیشتر از حال حاضر و بصورت نواری پیوسته از شرق تا غرب دق ادامه داشته است. در بخش مرکزی و جنوب دق، فعالیت باد سبب تشکیل تپه‌های ماسه‌ای با مرفولوژی‌های نامشخص و در سمت شرق و غرب موجب تشکیل پهنه‌های ماسه‌ای شده است. در سالهای اخیر محدوده فعالیت تپه‌های ماسه‌ای کمتر شده و اغلب بوسیله اراضی زراعی آبی و پوشش گیاهی پوشیده شده است. از عوامل اصلی کاهش وسعت ارگ می‌توان به توسعه کشتهای آبی اشاره کرد که در اثر آن نواحی زیادی از ماسه زارها هموار شده و به زیر کشت رفته است.

وقوع آن هوا تاریک می‌گردد. این باد در اغلب ماههای سال در منطقه وجود داشته ولی بدلیل کمبود رطوبت و خشکی زمین در ماههای تابستان بصورت توفان درآمده، با حرکت دادن ماسه‌ها امکان دید را کاهش داده و گاهی با خسارت و خرابی دیوارها و ریشه‌کشی درختان همراه است.

۲- سیاه باد که به نام باد چنشتی در منطقه رایج است بیشتر در ماههای زمستان و اوایل بهار حدوداً ۴ ماه از سال وزیده، دارای شدت بسیار زیادی بوده و اغلب با ریشه‌کشی و شکستن درختان همراه می‌باشد. این باد از سمت غرب وزیده و از این رو در برخی موارد بدلیل وزش از سمت خوسف، به آن باد خوسف نیز می‌گویند.

۳- فرح باد یا فراباد که در فصول زمستان و تابستان از جهت شرق و جنوب شرق می‌وزد. در فصل زمستان سالهای ترسالی این باد با بارندگی نسبتاً مناسب همراه بوده و به اصطلاح فرح یا شادی را برای کشاورزان به



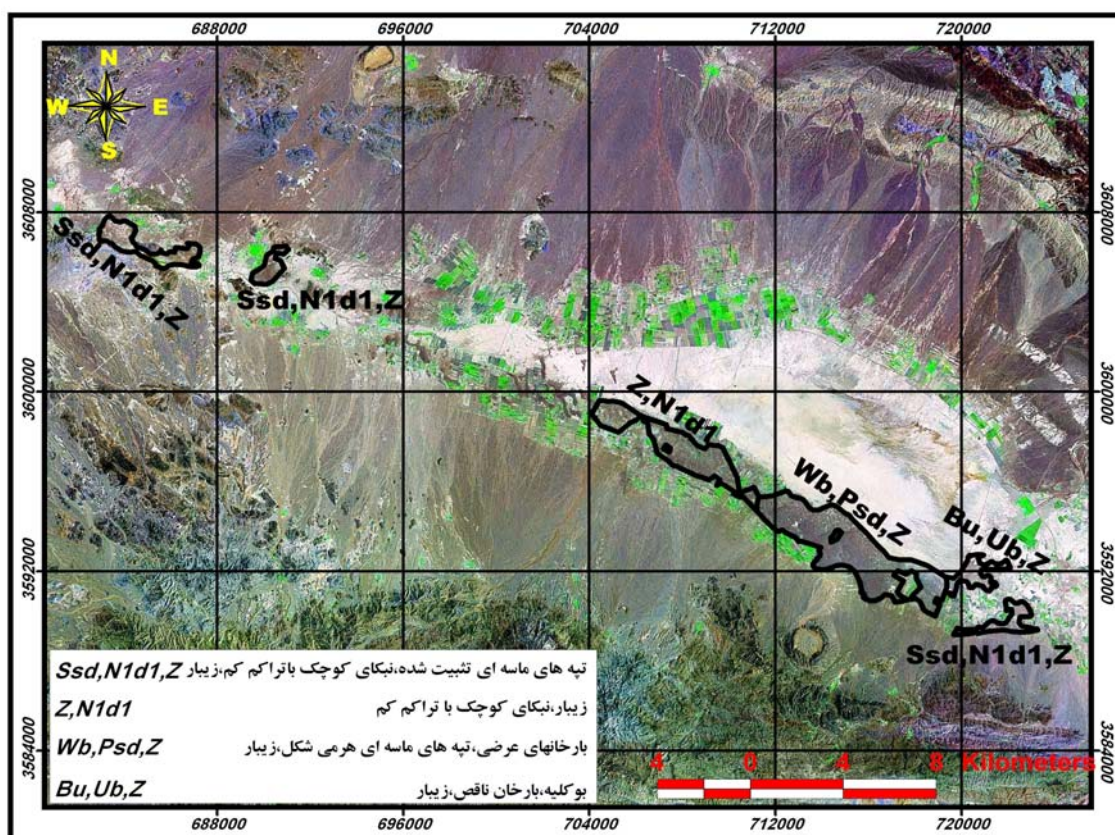
شکل ۴ - مقایسه محدوده‌های از ارگ دشت مختاران در دو دوره زمانی ۱۳۳۴ و ۱۳۸۴

در حال توسعه می‌باشد. جهت عمومی توسعه ارگ نیز از شرق (ابتدای ارگ) - غرب (انتهای ارگ) می‌باشد. محدوده رسوب‌گذاری تپه‌های ماسه‌ای در منطقه دشت

نتایج حاصل از مطالعات مرفولوژی ارگ و تپه‌های ماسه‌ای آن نشان می‌دهد که مرفولوژی عمومی ارگ بدون شکل و نامنظم است. تپه‌ها بیشتر فعال بوده و ارگ دائماً

و علاوه بر آن دارای تپه‌های ماسه‌ای مرتفع‌تری نیز می‌باشد. در بخش‌های ۱، ۳ و ۴ ارگ، تپه‌های ماسه‌ای بیشتر تثبیت شده می‌باشند. اما بدلیل خشکسالی در سالهای اخیر، دوباره این تپه‌ها فعال شده و به میزان اندکی حرکت ماسه در پای بوته‌ها و حاشیه اراضی زراعی دیده می‌شود.

مختاران بیرجند با مساحتی در حدود ۳۰۹۶۷ هکتار دارای ۴ بخش نسبتاً مجزا از هم می‌باشد. بخش اصلی ارگ (شکل ۴ بخش ۲) که در جنوب دق مختاران واقع شده است مساحتی در حدود ۲۴۱۴/۷ هکتار داشته و با کشیدگی شرقی - غربی در امتداد دق دارای شکلهای مختلفی از تپه‌های ماسه‌ای می‌باشد. این بخش از ارگ فعالیت بسیار بیشتری نسبت به سایر بخشهای ارگ داشته



شکل ۵ - بخشهای مختلف ارگ دشت مختاران همراه با شکلهای مختلف رسوب گذاری تپه‌های ماسه‌ای

شرق و شمال شرق شروع به وزیدن می‌نمایند که از فراوانی قابل توجهی برخوردار می‌باشند. از حدود شهریور ماه تا اوایل زمستان از فراوانی بادهای شرقی و شمال شرقی کاسته شده و فقط باد شمال فراوانترین باد منطقه می‌باشد. باد شمال فراوانترین باد در طول دوره آماری می‌باشد.

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل باد در ایستگاه سینوپتیک بیرجند به شرح ذیل می‌باشد:

۱- از نظر فراوانی بادهای زمستان و بهار باد سمت شمال از فراوانترین بادهای می‌باشد. در ماههای خرداد، تیر و مرداد علاوه بر بادهای سمت شمال، بادهایی از جهات

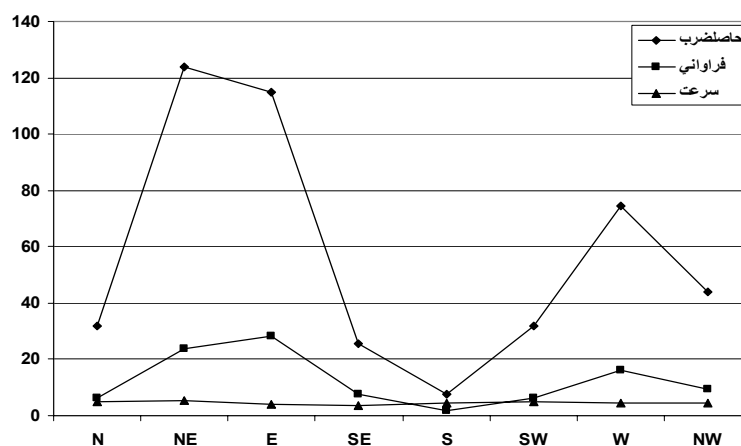
جدول ۱ - ویژگیهای ارگ و مورفولوژی تپه های ماسه ای موجود در آن

میزان فعالیت و جابجایی	ارتفاع متوسط تپه ها به متر	نوع تپه ماسه ای	نوع گونه های گیاهی موجود بر روی تپه ها	حدود درازا و پهنا ارگ (km)	ارتفاع از سطح دریا (m)	مورفولوژی عمومی ارگ
زیاد	۱	بوکلیه بارخانی و بارخان ناقص	اسکنبیل،	درازا = ۱۹	۱۴۸۵	نامنظم
متوسط	۳	برخانوئید(تپه های عرضی)	استیپا آگروستیس،	پهنا = ۲/۵		
کم	۱۵	تپه های ماسه ای هرمی شکل	خارشتر و علف شور			
کم	۲	تپه های ماسه ای تثبیت شده				

در دوره شاخص نیز بادهای جهت شرقی بادهای چیره منطقه می باشند. این مطلب تغییر مداوم جهت وزش باد را در ماههای مختلف سال نشان می دهد.

۳- نمودار شاخص شدت باد نیز، بادهای سمت شمال شرق، شرق و غربی را مهمتر از سایر جهات نشان می دهد. (شکل ۶)

۲- از نظر چیره باد اصلی نیز بررسیها نشان می دهد که در ماههای دی و بهمن، جهت شرقی- در ماههای اسفند و فروردین جهت غربی- در اردیبهشت ماه دوباره جهت شرقی- در ماههای خرداد، تیر و مرداد جهت شمال شرقی- در ماههای شهریور، مهر و آبان دوباره جهت شرقی و در آذرماه جهت غربی باد غالب منطقه می باشند.



شکل ۶ - نمودار شاخص سرعت در فراوانی باد برای ایستگاه سینوپتیک بیرجند

۱- رخساره نهشته های ریزدانه- عمدتاً دشت سر پوشیده با رخساره اراضی زراعی-آیش واقع در طرفین دق؛

نتایج حاصل از مکان یابی نقاط برداشت نتایج بررسی زمین شناسی و ژئومورفولوژی محدوده قطاع برداشت رسوبات بادی نشان از رخساره های ژئومورفولوژی به شرح ذیل به ترتیب اهمیت می باشند:

جدول ۲- خصوصیات گرانولومتری برخی از نمونه‌های جمع‌آوری شده از تپه‌های ماسه‌ای و قطاع برداشت

کد نمونه	میانگین (میکرون)	قطر میانه بر حسب میکرون	انحراف معیار ترسیمی جامع	جوړشدگی	ضریب کج شدگی	وضعیت تقارن
1	165/959	117/49	2/56	بسیاربد	-0/33	زیاد بسمت ذرات درشت دانه
2	165/959	93/33	2/08	بسیاربد	-0/56	زیاد بسمت ذرات درشت دانه
3	269/153	223/87	1/11	بد	-0/78	زیاد بسمت ذرات درشت دانه
4	288/403	234/42	1/25	بد	-0/60	زیاد بسمت ذرات درشت دانه
5	269/153	251/19	0/61	نسبتاً خوب	-0/19	بسمت ذرات درشت دانه
6	177/828	173/78	0/33	بسیارخوب	-0/17	بسمت ذرات درشت دانه
7	13/804	13/80	1/81	بد	0/06	متقارن
8	51/286	37/15	2/20	بسیاربد	-0/31	زیاد بسمت ذرات درشت دانه
9	177/828	173/78	0/34	بسیارخوب	-0/21	بسمت ذرات درشت دانه
10	117/490	66/07	2/01	بسیاربد	-0/59	زیاد بسمت ذرات درشت دانه
11	165/959	162/18	0/65	نسبتاً خوب	-0/34	زیاد بسمت ذرات درشت دانه
12	36/308	31/62	2/39	بسیاربد	-0/07	متقارن
13	134/896	93/33	1/93	بد	-0/46	زیاد بسمت ذرات درشت دانه
14	117/490	79/43	2/34	بسیاربد	-0/31	زیاد بسمت ذرات درشت دانه
15	234/423	186/21	2/65	بسیاربد	-0/27	بسمت ذرات درشت دانه
16	154/882	120/23	2/53	بسیاربد	-0/25	بسمت ذرات درشت دانه
17	109/648	64/57	2/28	بسیاربد	-0/43	زیادبسمت ذرات ریزدانه
18	165/959	158/49	0/80	متوسط	-0/28	بسمت ذرات درشت دانه
19	154/882	77/62	3/25	بسیاربد	-0/23	بسمت ذرات درشت دانه
20	12/882	13/18	1/71	بد	0/05	متقارن
21	19/498	19/50	2/12	بسیاربد	0/03	متقارن

۱) پراکنش قطر ذرات در محدوده تپه‌های ماسه‌ای تا حداکثر ۱۲۰۰ میکرون بوده و بیشترین جمعیت ذرات مربوط به قطر بین ۱۵۰ تا ۳۰۰ میکرون می‌باشد.

۲) قطر ذرات در بخش‌های مختلف محدوده تپه‌های ماسه‌ای بسیار به هم نزدیک می‌باشد، اما در نمونه‌های برداشته شده از وسط ارگ (تپه‌های ماسه‌ای ستاره‌ای شکل)

۲- رخساره منطقه پخش سیلاب واقع در شرق ارگ همراه با بستر مسیل‌های خشک (اوئند)؛

۳- رخساره شوره زار (محدوده دق)؛

۴- رخساره کویر زرده (محدوده دق).

بطور خلاصه با بررسی گرانولومتری رسوبات نتایج زیر بدست آمد:

جدول ۳ - نتایج مرفوسکوپیی عناصر تپه های ماسه ای و قطاع برداشت

کد نمونه	نام رخساره	ضریب سایش نمونه (گرد شدگی)	درصد دانه های مات	درصد دانه های هاله
1	نهشته های ریزدانه (عمدتاً اراضی زراعی)	450	58	42
2	دشت ریگی درشت دانه متراکم	330	38	63
3	تپه های ماسه ای غرب ارگ	320	50	50
4	تپه های ماسه ای وسط ارگ	430	57	43
5	منطقه پخش سیلاب (پهنه های ماسه ای)	430	54	46
6	تپه های ماسه ای هرمی شکل (بخش شرقی ارگ)	420	57	43
7	شوره زار (سیخا)	320	44	56
8	شوره زار (سیخا)	320	57	43
9	محدوده تپه های ماسه ستاره ای شرق ارگ	690	53	47
10	تپه های ماسه ای فعال بخش شرقی ارگ (بوکلیه)	330	60	40
11	تپه های ماسه ای فعال بخش شرقی ارگ (بوکلیه)	450	58	42
12	محدوده سطوح شلجمی شکل شرق ارگ	290	45	55
13	نهشته های ریزدانه (عمدتاً اراضی زراعی)	290	42	58
14	منطقه پخش سیلاب (نبکا همراه پهنه های ماسه ای)	290	46	54
15	مسیل - شرق حوزه	210	47	53
16	مسیل - شرق حوزه	204	52	48
17	نهشته های ریزدانه شرق منطقه (عمدتاً اراضی زراعی)	290	38	63
18	نهشته های ریزدانه شرق منطقه همراه با تپه های ماسه ای پراکنده و فعال (عمدتاً اراضی زراعی)	180	41	59
19	دشت ریگی ریزدانه با تراکم متوسط (شمال ارگ)	290	54	46
20	نهشته های ریزدانه شمال ارگ (عمدتاً اراضی زراعی)	154	46	54
21	نهشته های ریزدانه شمال ارگ (عمدتاً اراضی زراعی)	210	48	53

۵) در نمونه های برداشت شده از رخساره های قطاع برداشت، غالب قطر ذرات کمتر از ۳۰۰ میکرون، قطر میانگین آنها نیز در حدود ۱۰۰ میکرون و قطر میانه آنها در حدود ۱۴۰ میکرون می باشد.

میزان قطر ذرات اندکی بیشتر از طرفین ارگ می باشد.
۳) جورشدگی^۱ ذرات در بیشتر نمونه های تپه های ماسه ای بسیار خوب و نسبتاً خوب می باشد.
۴) کج شدگی^۲ قطر ذرات در محدوده تپه های ماسه - ای اغلب به طرف ذرات درشت دانه می باشد.

1-. Sorting

2-. Skew ness

با مطالعه میکروسکوپی کانیها نیز نتایج زیر حاصل شد:

(۱) تشابه بسیار زیادی در نوع و حتی فراوانی کانی‌های قطاع برداشت و نمونه‌های تپه‌های ماسه‌ای وجود دارد.

(۲) در بین کانی‌های موجود در نمونه‌ها، کانی‌های کوارتز، کربنات‌ها (کلسیت و دولومیت)، فلدسپات‌ها (پلاژیوکلاز و آلبیت)، کریزوتیل و ... بیشتر از سایرین می‌باشد.

(۳) کانی‌های سنگین آمفیبول و پیروکسین فقط در نمونه‌های برداشته شده از شرق و غرب ارگ وجود دارد. علاوه بر این، این کانی‌ها در نمونه‌های برداشته شده از رخساره‌های واقع در اطراف این مناطق به فراوانی دیده می‌شود.

(۴) از کانی‌های مهم دیگر موجود در نمونه‌ها می‌توان به کلریت - سرپانتین - اپال و ... اشاره کرد.

(۶) جورشدگی نمونه‌های برداشته شده از رخساره‌های قطاع برداشت اغلب بد و بسیار بد بوده و وضعیت تقارن آنها اغلب زیاد به سمت ذرات درشت دانه می‌باشد.

با بررسی مرفوسکوپی رسوبات نتایج زیر بدست آمد:

(۱) بیشترین ضریب ساییش یا گردشدگی مربوط به نمونه تپه‌های ماسه‌ای وسط ارگ (تپه‌های ماسه‌ای ستاره‌ای شکل - نمونه شماره ۹) می‌باشد که اختلاف بسیار زیادی با سایر نمونه‌ها دارد.

(۲) ضرایب گردشدگی نمونه‌های تپه‌های ماسه‌ای متوسط تا زیاد و در مورد رخساره‌های قطاع برداشت، این ضرایب کم تا متوسط می‌باشند.

(۳) درصد ذرات مات نسبت به ذرات هاله در نمونه‌های تپه‌های ماسه‌ای بیشتر و به عکس در رخساره‌های قطاع برداشت درصد ذرات هاله بیشتر از مات می‌باشد.

جدول ۴ - نتیجه کانی شناسی به روش XRD

موقعیت نمونه	نوع کانی‌های تشخیص داده شده به ترتیب فراوانی
۶ (تپه‌های ماسه‌ای وسط ارگ)	کوارتز < کلسیت < شاموزیت < فلوکوپیت < آلبیت < آنتی گوریت
۸ (محدوده دق)	کوارتز < کلسیت < آلبیت < شاموزیت < آنتی گوریت
۱۶ (مسیل - شرق حوزه)	کوارتز < کلسیت < هالوسیت < مسکوویت < شاموزیت < بیوتیت < آلبیت
۱۷ (غرب چاه علی جهانی)	کوارتز < کلسیت < کلینوکلر < کلینوکریزوتیل < مسکوویت < آلبیت
۱۹ (غرب روستای مختاران)	کوارتز < کلینوکریزوتیل < کلسیت < آلبیت < دولومیت < شاموزیت < مسکوویت

بحث

الف) جهت یابی قطاع برداشت

شمال و شمال شرق و غرب می‌وزند و علاوه بر برداشت رسوب از مناطق مستعد به فرسایش بادی، سبب برهم ریختن شکل تپه‌های ماسه‌ای می‌گردند.

۲- نتایج بررسی عکسهای هوایی سال ۱۳۳۵ و تصاویر ماهواره‌ای سال ۲۰۰۲ و بازدیدهای میدانی حال حاضر نشان از کاهش سطوح تپه‌های ماسه‌ای به دلایل

۱- بررسی بادهای منطقه چه از نظر بررسی ایستگاههای سینوپتیک و چه از نظر پرسشنامه‌های محلی نشان از تغییر مداوم جهات وزش باد در طول سال می‌باشد. این بادهای عمدتاً از جهات شرق و جنوب شرق،

شمالی ارگ اراضی مرتعی با سنگ فرش ریزدانه با تراکم کم و دق مختاران قرار دارد. در محدوده دق بدلیل وجود یک سله سطحی نسبتاً مقاوم، فرسایش بادی بسیار ناچیز می‌باشد. در سنگ‌فرش‌های ریزدانه بخش شمالی دق نیز آثار فرسایش بسیار ناچیز می‌باشد. در این مناطق نیز خاک سطحی دارای یک سله سطحی شکننده‌ای می‌باشد، اما این سله میزان فرسایش را بسیار کاهش داده است. اما در بخش‌های شرقی و جنوب شرقی منطقه، اراضی اغلب بصورت دیمزار و سنگ‌فرش ریزدانه با تراکم کم دیده می‌شود. آثار فرسایش بادی در این سطوح بسیار فراوان بوده، از تشکیل سطوح شلجمی شکل گرفته تا تشکیل نبکاهای کوچک و بزرگ، تشکیل پهنه‌های ماسه‌ای، وجود ماسه بادی در پناه بوته‌ها و خاکریزها و ... که همگی دلیل بر برداشت مواد از این منطقه می‌باشد.

۲- بررسی گرانولومتری ذرات در محدوده قطاع برداشت نشان دهنده وجود ذرات ریزدانه در بخش‌های شرق و جنوب شرقی، شمال و شمال شرق می‌باشد. نمونه‌های برداشت شده از این بخش اغلب دارای قطری کمتر از ۳۰۰ میکرون بوده و بنظر می‌رسد که بدلیل قرار گرفتن در مسیر بادهای فرساینده، عمده‌ترین تغذیه‌کننده تپه‌های ماسه‌ای ارگ باشند. اما بررسی قطر متوسط ذرات در محدوده تپه‌های ماسه‌ای نشان دهنده فاصله حملی بین ۲۰ تا ۵۰ کیلومتر می‌باشد که این فاصله می‌تواند بیانگر فاصله حمل ذرات از مناطق کوهستانی توسط آب و حمل دوباره توسط باد باشد. با توجه به تغییر مداوم بادها در طول سال، ذرات در محدوده تپه‌های ماسه‌ای نیز جابجایی بسیاری دارند. این امر سبب شده است که قطر متوسط ذرات در این محدوده بسیار کاهش یابد. علاوه بر این، جورشدگی ذرات در محدوده تپه‌های ماسه‌ای بسیار خوب

مختلف شده است که از جمله آنها می‌توان به تغییر کاربری و افزایش سطح اراضی زراعی بدلیل حفر چاههای عمیق آب اشاره کرد.

۳- نتایج بررسی مورفولوژی ارگ و مورفولوژی تپه‌های ماسه‌ای نیز وجود چندین باد شدید را به اثبات می‌رساند. از علائم وجود چندین باد شدید در منطقه نیز می‌توان به تغییر جهات رسوب‌گذاری در ماهها و فصول مختلف، تشکیل تپه‌های ماسه‌ای هرمی شکل، تپه‌های عرضی، تغییر مکان تپه‌های ماسه‌ای در جهات مختلف، تشکیل نبکاهای متقارن و ... اشاره کرد. در محدوده خروجی حوزه به دلیل اختصاص اراضی به کشت آبی، تپه‌های ماسه‌ای این بخش شکل خاصی نداشته و به صورت تپه‌های ماسه‌ای تثبیت شده دیده می‌شود.

در مجموع، نتیجه به دست آمده از جهت‌یابی قطاع برداشت اینست که وجود بادهای شدید از جهات شرق و جنوب شرق، شمال و شمال شرق و غرب و همچنین تشکیل تپه‌های ماسه‌ای با شکلهای مختلف نشان می‌دهد که تغذیه تپه‌های ماسه‌ای از محدوده دشت‌سرهایی که در جهات ذکر شده واقع شده‌اند، صورت می‌گیرد.

ب) مکان یابی قطاع برداشت

۱- بررسی رخساره‌های ژئومورفولوژی قطاع برداشت نشان از حساسیت این اراضی نسبت به فرسایش بادی دارد. در بخش غربی حوزه، اغلب اراضی بصورت زراعت آبی و اراضی مرتعی با سنگ‌فرش متوسط دانه می‌باشد. در این بخش از منطقه آثار و علائم فرسایش بادی بسیار کم بوده و فقط در بخش‌هایی آثار برداشت ماسه وجود دارد که تشکیل تپه‌های ماسه‌ای محلی را نموده است و اغلب توسط پوشش گیاهی تثبیت شده و یا توسط کشاورزان هموار شده و کشت‌وزرع می‌گردند. در بخش

تجزیه‌پذیر مانند فلدسپات‌ها و کلریت به همراه درز و شکافها و رطوبت زمینه را برای متلاشی شدن سنگ و آلتراسیون آنها فراهم نموده است. در اثر هوازدگی و فرسایش مکانیکی واریزه‌های ورقه‌ای در سطح دامنه‌ها تشکیل می‌شود. از این رو، می‌توان منشأ اصلی و مهم کانیهای مانند کوارتز، فلدسپات، کلریت و ... را به این تشکیلات نسبت داد که بتدریج در اثر فرسایش و حمل در اثر آب به محدوده دشت‌سرها منتقل شده و سپس در اثر عمل باد و فرسایش بادی به محدوده تپه‌های ماسه‌ای منتقل می‌گردد.

از دیگر کانیهای فراوان در بین نمونه‌ها می‌توان به کانیهای کربنات‌ها، بیوتیت، هورنبلند و مسکوویت اشاره کرد که منشأ اغلب آنها نیز سنگهای خروجی متبلور، سنگهای گرانیتی، آندزیت و شیست‌های متبلور می‌باشد. این نوع سنگها نیز اغلب در بخش‌های شرقی، شمال شرقی و جنوب شرقی منطقه دیده می‌شود.

از دیگر کانی‌های مهم موجود در نمونه‌ها کلریت-سرپانتین-اپال و ... می‌باشند که از نمودهای فرایند آلتراسیون و هوازدگی شیمیایی در سنگهای کالردملانژ می‌باشد. این تشکیلات در بخش شمالی حوزه فراوان دیده می‌شود.

نتیجه اینکه مطالعه حاضر دشت‌سرها و اراضی دیم واقع در بخش شرقی و جنوب شرقی ارگ را به دلایل زیر منشأ برداشت رسوبات بادی ارگ مختاران بیرجند معرفی می‌نماید:

(۱) وجود تشکیلات زمین‌شناسی شیست-فیلیت، سنگهای کالردملانژ و سایر سازندهای حساس واقع در بخش‌های شرقی و جنوب شرقی حوزه که بتدریج در اثر فرسایش آبی ذرات آن در شیبه‌های مختلف رسوب نموده

و نسبتاً خوب می‌باشد که باز هم دلیل بر جابجایی بسیار زیاد ذرات داخل ارگ می‌باشد.

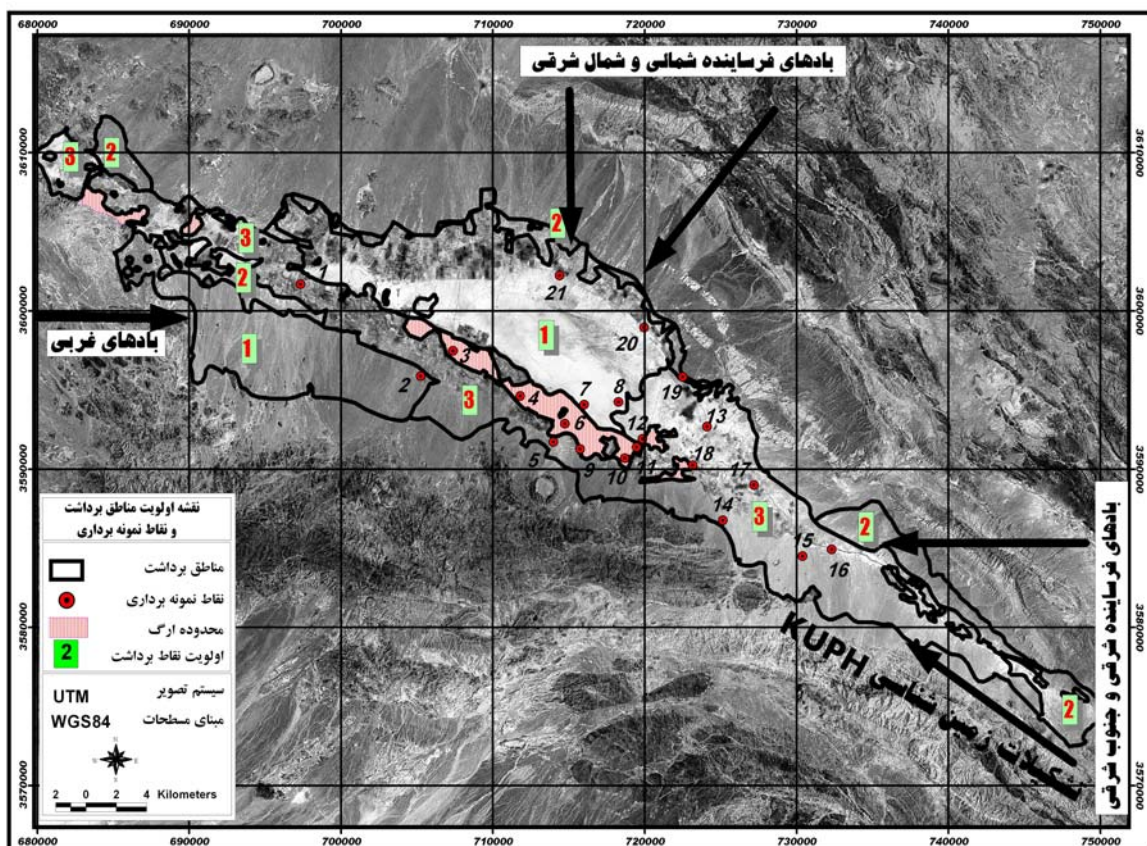
۳- بررسی مورفوسکوپی از نمونه‌های برداشت شده نیز ضرایب گردش‌گی بالا را خصوصاً در محدوده تپه‌های ماسه‌ای نشان می‌دهد. این امر را می‌توان اینگونه بیان کرد که در اثر فرسایش آبی در مناطق کوهستانی مواد و ذرات خاک در محدوده دشت‌سرها رسوب نموده و سپس در اثر عمل باد، برداشت دوباره صورت گرفته و در محدوده تپه‌های ماسه‌ای رسوب می‌نماید. فعالیت شدید باد در جهات مختلف سبب جابجایی شدید ذرات در داخل ارگ شده و ضرایب گردش‌گی را افزایش داده است. افزایش میزان ذرات مات در نمونه‌های تپه‌های ماسه‌ای نیز مطلب فوق را تأیید می‌نماید.

۴- در بررسی کانی‌شناسی نمونه‌های برداشت شده، همان‌گونه که قبلاً ذکر گردید، تقریباً در تمامی نمونه‌ها کانیها از نظر تنوع و فراوانی شباهت بسیار نزدیکی به هم داشته‌اند. این مطلب بیانگر یکسان بودن منشأ اولیه کانی‌های تشکیل دهنده این نمونه‌ها می‌باشد. کانی کوارتز فراوانترین کانی در بین نمونه‌ها می‌باشد. منشأ این کانی می‌تواند از سنگهای گرانیت، دیوریت کوارتزار، ریولیت، پگماتیت، آپلیت، گنیس، مکاشیست و شیست‌های متبلور باشد. بررسی واحدهای زمین‌شناسی منطقه نشان می‌دهد که بخش‌های وسیعی از مناطق شرق و جنوب شرق حوزه دارای تشکیلات زمین‌شناسی شیست-فیلیت می‌باشد که به لحاظ کانی‌شناسی از کوارتز، فلدسپات، سریسیت و کلریت تشکیل شده‌اند. ویژگیهای ساختاری و ترکیب مینرالوژیکی این واحدها، آنها را در مقابل عوامل فرسایش به شدت آسیب‌پذیر ساخته است. وجود شیستوزیته با ساخت ورقه‌ای، کانی‌های ناپایدار و

۳) وجود شواهد برداشت رسوب از این مناطق شامل تشکیل نیکاه‌ها، آثار سطوح شلجی شکل و ... که همگی دلیل بر برداشت و حمل رسوب از این مناطق می‌باشند. با توجه به مطالعات انجام شده و بازدیدهای انجام شده به منظور اولویت‌بندی مناطق برداشت و حمل رسوبات بادی می‌توان گفت که رخساره ژئومورفولوژی نهشته‌های ریزدانه- عمدتاً اراضی زراعی در اولویت اول و طبقه فعال، رخساره منطقه پخش سیلاب (بسترسیل‌ها و خشکه رودها) واقع در بخش شرقی ارگ در اولویت دوم و نیمه فعال و رخساره‌های ژئومورفولوژی شوره‌زار و رخساره کویر زرده واقع در محدوده دق در اولویت سوم و کم فعال قرار دارند.

و ریزترین آنها به محدوده دشت‌سرها می‌رسد. با عمل باد این ذرات دوباره از محل خود برداشته شده و با حمل فاصله‌ای در محدوده ارگ رسوب می‌نماید. شباهت بسیار زیاد ژنتیکی کانی‌های موجود در این سازندها، دشت‌سرها منتهی به آن و محدوده تپه‌های ماسه‌ای این امر را بخوبی تأیید می‌نماید.

۲) وجود بادهای شدید و فرساینده در ماههای خشک سال خصوصاً اواخر تابستان و اوایل پاییز که رسوبات ریزدانه تشکیلات فوق را برداشته و در محدوده ارگ رسوب می‌نماید. این بادهای در بیش از ۵۰٪ سال در منطقه وجود دارند و با تغییر مداوم بادهای جهت رسوب‌گذاری نیکاه‌ها و تپه‌های ماسه‌ای عوض می‌شود.



شکل ۸ - نقشه اولویت بندی مناطق برداشت رسوبات بادی

سپاسگزاری

بدین وسیله از تسهیلات ارائه شده توسط معاونت مطالعات شرکت خدمات مهندسی آب و خاک کشور (نماینده خراسان) جهت انجام این تحقیق تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع مورد استفاده

۱. احمدی، ح، ۱۳۷۸. ژئومورفولوژی کاربردی (جلد دوم) بیابان-فرسایش بادی. ۵۷۰ صفحه. انتشارات دانشگاه تهران.
۲. اختصاصی، م، احمدی، ح، ۱۳۷۵. منشأیابی تپه های ماسه ای دشت یزد اردکان، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع. شماره ۱۴۵-۱۳۷۵. ۲۶۰ صفحه.
۳. صادقی نژاد، ا، ۱۳۷۸. منشأ یابی تپه های ماسه ای در حوزه نرماشیر بم. پایان نامه کارشناسی ارشد. گروه احیای مناطق مناطق خشک و کوهستانی. دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۴. قانعی بافقی، م. ج، ۱۳۷۹. منشأ یابی تپه های ماسه ای جنوب بافق و بررسی شیوه‌های کنترل آن. پایان نامه کارشناسی ارشد. گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی. دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.
۵. معماریان خلیل آباد، ه، ۱۳۸۳. منشأیابی رخساره های فرسایش بادی و روشهای کنترل آن- مطالعه موردی: منطقه رفسنجان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.
۶. معماریان خلیل آباد، ه، صفدری، ع ا. و اختصاصی، م. ر، ۱۳۸۴. منشأیابی رسوبات بادی منطقه فدیشه نیشابور. سومین همایش ملی فرسایش و رسوب.
۷. بی‌نام، ۱۳۸۴. مطالعات بیابانزدایی حوزه مختاران بیرجند. سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری کشور.

The study of eolian sediment origin (case study: Mokhtaran-Birjand plain)

A.Safdari^{1*}, Z.Mahmodi² and H.Memarian Khalilabad³

1-Coressponding author- Senior Experts of Abkhizgostar-e-shargh Consulting Engineers.

E-mail: safdari660@yahoo.com

2- Experts of Abkhizgostar-e-shargh Consulting Engineers

3- Senior Experts of Abkhizgostar-e-shargh Consulting Engineers

Received: 19.03.2007

Accepted: 10.02.2008

Abstract

In the wind erosion process, there are three areas: detachment area, transport area and deposition area. The prevention of sediments movement in the detachment area is a basic task. Knowing origin of sediments of sand dunes, the recognition of the detachment regions is necessary. In order to origin study of eolian sediments in the Mokhtaran plateau, step-by-step method (Ekhtesasi-Ahmadi) was used. This study is done at tow stages: direction finding and location finding. To direction finding of taking sector, firstly by questionnaire completion, local winds information were gathered. Then satellite image (ETM⁺, 2002) and field investigations, the erg morphological map was provided. By studying of wind regime and wind rose drawing, the erosive winds were recognized. After recognition of taking sector (surrounding pediments of sand dunes), the location finding phase was started. In this stage by geomorphologic studying of taking sector and sampling into facieses, the mineralogical and morphoscopical studies of sand dunes and taking sector sediments were done. At least, the study shows that KUPH (schist and phyllit), Colored melonged and other sensitive formations in the east and southeast areas are basic sources of eolian sediments for Mokhtaran erg, which deposited by water erosion in the different parts of Mokhtaran plateau. In consequence of east and southeast erosive winds, these sediments are taken and deposited around of DAGH. These sediments were displaced so much time by winds that have different directions inside of the erg (north and northwest winds) and formed pyramid sand dunes. Thus in order to preventing of wind erosion, the initial sources i.e. KUPH formation and surrounding pediments must have in mind.

Key words: Erg, sand dunes, wind erosion, Mokhtaran