



جغرافیا و روابط انسانی، زمستان ۱۴۰۲، دوره ۶، شماره ۳، صص ۵۷۹-۵۶۶

## رسوب‌شناسی نهشته‌های بادی دشت سیستان (شرق شهرستان زهک) و تعیین شدت فرسایش بادی

مهدی جدیدالاسلامی قلعه‌نو<sup>۱</sup>، فریبا اسفندیاری دارآباد<sup>۲\*</sup>، صیاد اصغری سراسکانرود<sup>۳</sup>، موسی عابدینی<sup>۴</sup>، رئوف مصطفی‌زاده<sup>۵</sup>

۱- دانشجوی دکتری دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم اجتماعی، گروه جغرافیای طبیعی (گرایش ژئومورفولوژی)، اردبیل، ایران

۲- استاد دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم اجتماعی، گروه جغرافیای طبیعی، اردبیل، ایران  
esfandyari@uma.ac.ir

۳- استاد دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم اجتماعی، گروه جغرافیای طبیعی، اردبیل، ایران

۴- استاد دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم اجتماعی، گروه جغرافیای طبیعی، اردبیل، ایران

۵- دانشیار دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده منابع طبیعی و کشاورزی، گروه مهندسی مرتع و آبخیزداری، اردبیل، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۱۷

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۰۸

### چکیده

روش تحقیق و هدف: جهت بررسی های رسوب شناسی در منطقه مورد مطالعه بررسی های میدانی، عکس های هوایی، تصاویر ماهواره ای با دوره های زمانی مختلف، بررسی مورفولوژی عمومی و بادهای منطقه (۱۲۰ روزه) و مکان یابی به لحاظ مطالعه ژئومورفولوژی منطقه، نمونه برداری از رسوبات (رسوب شناسی و ترسیم نمودارهای مربوطه) و مطالعات آزمایشگاهی (آزمایشات XRD "دیفرانسیون اشعه ایکس" و "XRF" فلورسانس اشعه ایکس"، آزمایشات دانه بندی، گرانولومتری، مورفوسکوپی و تعیین پارامترهای آماری)، انجام پذیرفت. پس از انجام آزمایشات مربوطه، تحلیل مقایسه ای و روش تجزیه و تحلیل داده ها صورت خواهد پذیرفت. در این پژوهش از نقشه های توپوگرافی، نقشه های زمین شناسی، نرم افزارهای رایانه ای از جمله ENVI و GIS استفاده شد. برای تعیین شدت فرسایش بادی در اراضی منطقه مورد مطالعه و تهیه نقشه حساسیت اراضی به فرسایش بادی، با توجه به نمرات به دست آمده در هر یک از واحدهای کاری با رخساره های ژئومورفولوژی و انطباق کلیه اطلاعات موجود با رخساره های فوق الذکر که به عنوان بستر و پایه مطالعات مدنظر قرار گرفته است. نقشه حساسیت اراضی منطقه مطالعاتی به فرسایش بادی و بر مبنای جدول ذکر شده حاصل شده است. این نقشه با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ تهیه و رقومی شده است.

یافته ها: بر اساس نتایج تحقیق، آنالیز نمونه ها در دو کریدور نیاتک و جزینک نشان داد که دانه های کوارتز کم زاویه و پر زاویه بارنگ های مختلف و هم چنین فلدسپات ها، خرده سنگ ها و میکاها در همین نمونه ها مشاهده می شود که این خود دلالت و همسانی و مشابهت نمونه ها دارد. هم چنین مورفوسکوپی نمونه ها حکایت از رفتار آبی و بادی در آنها دارد، زیرا که این ذرات توسط رود هیرمند و بادهای ۱۲۰ روزه به طور مرتب در یک چرخه بسته دائماً جایجا می شوند؛ بنابراین رسوبات منطقه متأثر از دو محیط آبی و بادی هستند و ویژگی های هر دو محیط در آنها مشاهده می شود. به طور کلی رسوبات منطقه تقریباً شبیه هم بوده که نشان از محلی بودن ذرات و یکسان بودن منطقه برداشت دارد. تفسیر نقشه های توپوگرافی و تصاویر ماهواره ای در سال های مختلف نشان داد که سرعت و جهت حرکت تپه های ماسه ای منطقه متناسب با باد غالب ۱۲۰ روزه و در جهت شمال غربی - جنوب شرقی است و علاوه بر آن، ارتفاع تپه های ماسه ای و حجم ماسه ها نیز به عنوان یک فاکتور مهم در سرعت حرکت و میزان پیشروی تپه های ماسه ای در سطح دشت سیستان نقش دارد.

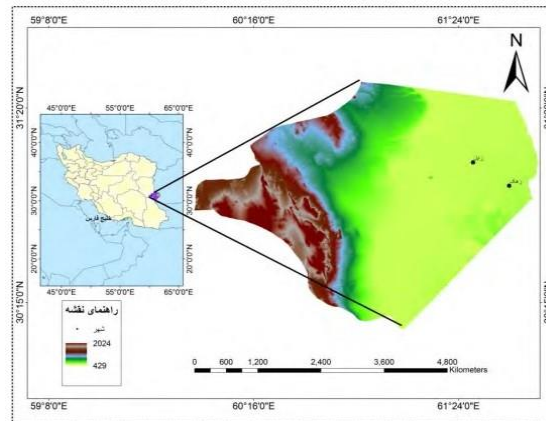
کلمات کلیدی: رسوب شناسی، نهشته های بادی، دشت سیستان، فرسایش بادی

## مقدمه

کانی‌شناسی نمونه‌ها و بررسی ارتباط ژنتیکی بین آن‌ها می‌تواند اطلاعات مفیدی در رابطه با شناسایی و کنترل دقیق مناطق برداشت در اختیار بگذارد. در کانی‌شناسی معمولاً باید به دنبال کانی‌هایی باشیم که شاخص یا نادر بوده و بیانگر پارامترهای مورفودینامیکی ویژه‌ای هستند به‌عنوان مثال وجود کانی‌های سنگین مثل روتیل و زیرکن در رسوبات نشان‌دهنده دور بودن منشأ و کانی‌های سبک مثل بیوتیت و مسکوویت و ژپس نشان‌دهنده محلی (نزدیک) بودن منشأ یا مناطق برداشت است. کانی‌شناسی ذرات بزرگ‌تر از ۲۵۰ میکرون به‌صورت میکروسکوپی و ماکروسکوپی (چشمی) انجام می‌شود. کانی‌شناسی ذرات کوچک‌تر از ۶۴ میکرون (رس و لیمون) از طریق دیفراکسیون اشعه ایکس صورت می‌گیرد. در پایان با تخمین نتایج به‌دست‌آمده ضمن معرفی نقاط منشأ اولویت عملیات مبارزه با فرسایش بادی در هر یک از رخساره‌ها تعیین می‌شود.

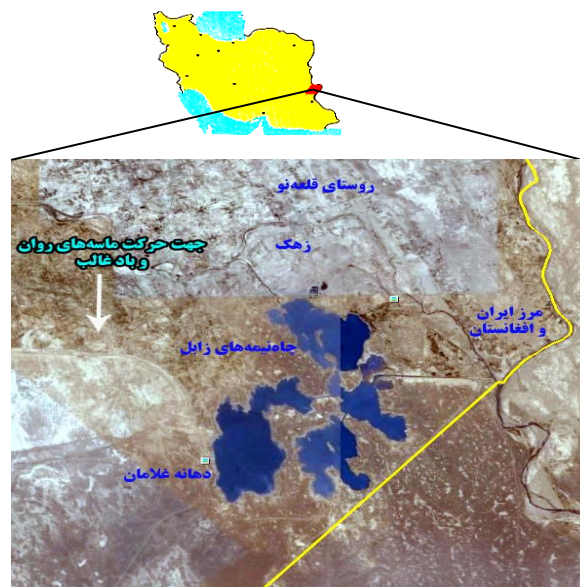
## منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در جنوب شرقی ایران و در شمال شرق دشت بزرگ سیستان و در جنوب غربی مرز مشترک ایران و افغانستان قرار دارد و از لحاظ موقع ریاضی در محدوده جغرافیایی ۳۱ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۵۰ دقیقه عرض شمالی و ۶۱ درجه و ۳۸ دقیقه تا ۶۱ درجه و ۴۵ دقیقه طول جغرافیایی شرقی واقع شده است (شکل‌های ۱ و ۲). سیستان دارای سه کانون بحرانی فرسایش بادی است که عبارت‌اند از: نیاتک، جزینک و تا سوکی - شيله که در مجموع سطحی معادل ۲۵۳۴۵۴ هکتار را دربرگرفته‌اند؛ از آنجاکه کانون تا سوکی - شيله در خارج از محدوده سکونی سیستان واقع شده و از مخاطرات ناچیزی برخوردار است، برسی‌ها فقط در کانون‌های نیاتک و جزینک صورت گرفته است. منطقه مورد مطالعه، در شرق زهک است در مسیر کانون بحرانی نیاتک، از جنوب به جریکه (jarika) با مختصات ۳۰ درجه و ۴۹ دقیقه و ۶۷ ثانیه عرض شمالی و ۶۱ درجه و ۴۴ دقیقه و ۳۸ ثانیه طول شرقی، از شرق به روستای میلک با مختصات ۳۰ درجه و ۵۸ دقیقه و ۶۶ ثانیه عرض شمالی و ۶۱ درجه و ۴۸ دقیقه و ۳۸ ثانیه طول شرقی و از شمال به نیاتک با مختصات ۳۱ درجه و دو دقیقه و ۱۳ ثانیه عرض شمالی و ۶۱ درجه و ۲۹ دقیقه و ۶۳ ثانیه طول شرقی محدود می‌شود.



شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران و استان سیستان و بلوچستان و مدل رقومی ارتفاع (منبع: نگارندگان،

(۱۴۰۱)



شکل ۲ موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه بر اساس تصاویر ماهواره ای

گرفته شده از Google Earth

مواد و روش ها

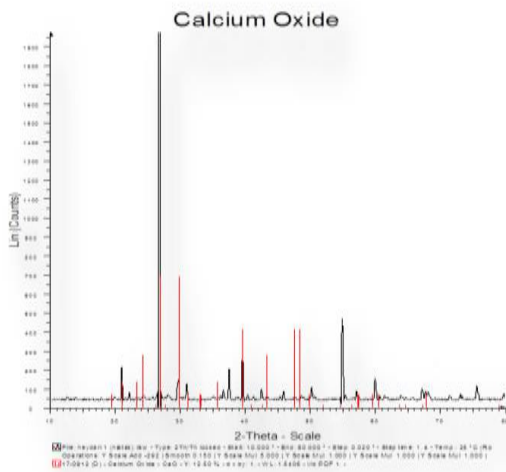
آنالیز شیمیایی رسوبات

در این بخش به آنالیز شیمیایی رسوبات بادی شهر زهدک به دو روش XRD و XRF می پردازیم. نمونه های برداشت شده از ۳ نقطه منطقه مورد مطالعه برداشت شد و سپس جهت انجام آزمایشات XRD و آزمایشات XRF

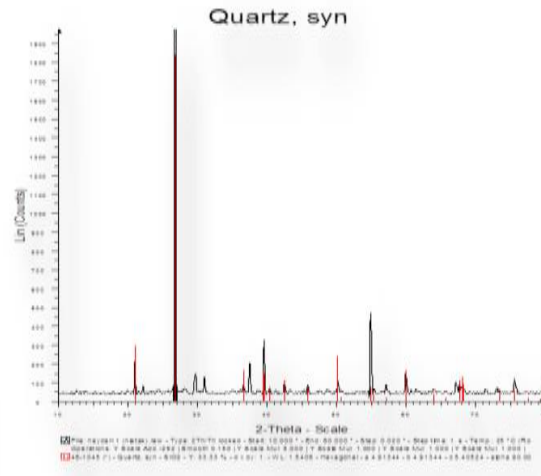
آماه سازی شد . نتایج نهایی آن‌ها به صورت جدول و نمودار در زیر شرح داده شد. در ابتدا تمامی نتایج به صورت نمودار و جدول آورده شده‌اند که در دو بخش XRD و XRF است و در انتها به تفسیر کلی آن‌ها خواهیم پرداخت.

### آنالیز شیمیایی رسوبات بادی نیاتک به روش XRD

در شکل (۳) تا (۶) نمودار حاصل از آنالیز شیمیایی XRD رسوبات بادی نیاتک نمایش داده شده است که در ادامه به تفسیر آن خواهیم پرداخت.

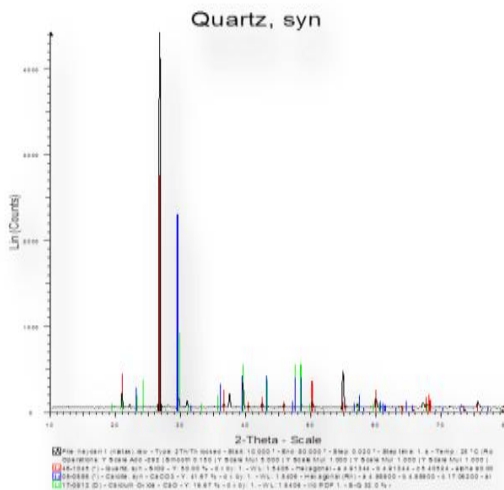


شکل ۴ نمودار XRD (کلسیم اکسید) رسوبات بادی

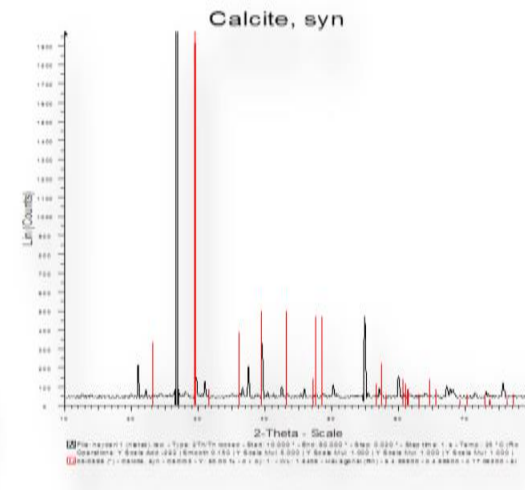


شکل ۳ نمودار XRD (کوارتز) رسوبات بادی نیاتک

نیاتک



شکل ۶ نمودار XRD رسوبات بادی نیاتک



شکل ۵ نمودار XRD (کلسیت) رسوبات بادی نیاتک

در جدول (۱) نتایج حاصل از آنالیز شیمیایی XRD رسوبات بادی نیاتک ثبت شده است که در ادامه به تفسیر آن خواهیم پرداخت.

جدول ۱ نتایج حاصل از آنالیز شیمیایی XRD رسوبات بادی نیاتک

کلسیم اکسید	کلسیت	کوارتز	فاز اصلی
فلوگوپیت	بیوتیت	کلریت	فاز فرعی
سیلیکات کلسیم	پیروکسن	هورنبلند	

### آنالیز شیمیایی رسوبات بادی نیاتک به روش XRF

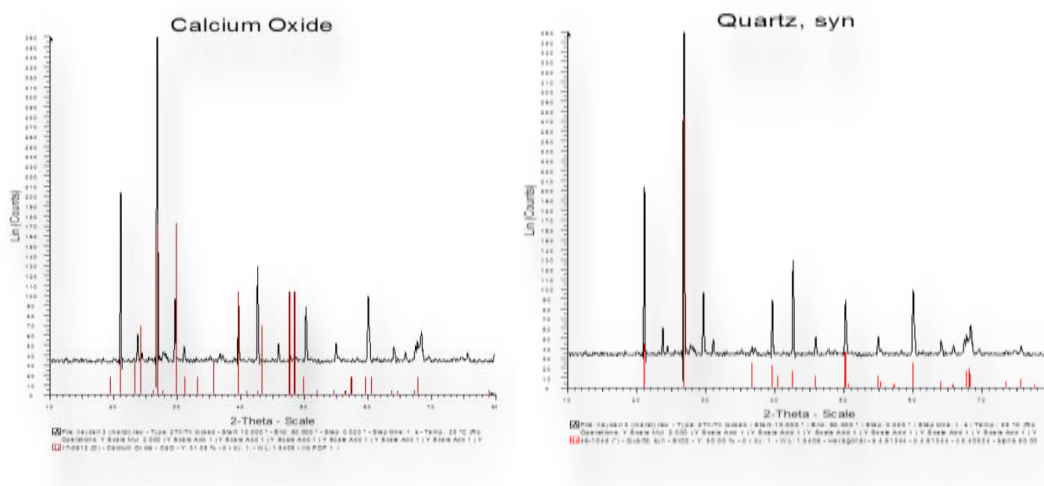
در جدول (۲) نتایج حاصل از آزمایشات XRF رسوبات بادی نیاتک ثبت شده است که در ادامه به تفسیر آن خواهیم پرداخت.

جدول ۲ نتایج حاصل از آزمایشات در رسوبات بادی نیاتک

Sample	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	So <sub>3</sub>
۰/۰	۴۹/۱۷	۸/۸۲	۴/۰۴	۱۷/۶۲	۲/۵۵	۰/۰۰
Sample	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	CL	LoI	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
۰/۰	۲/۰۰	۱/۳۴	۰/۰۰۹	۹/۷۱	۰/۴۸	۰/۱۲

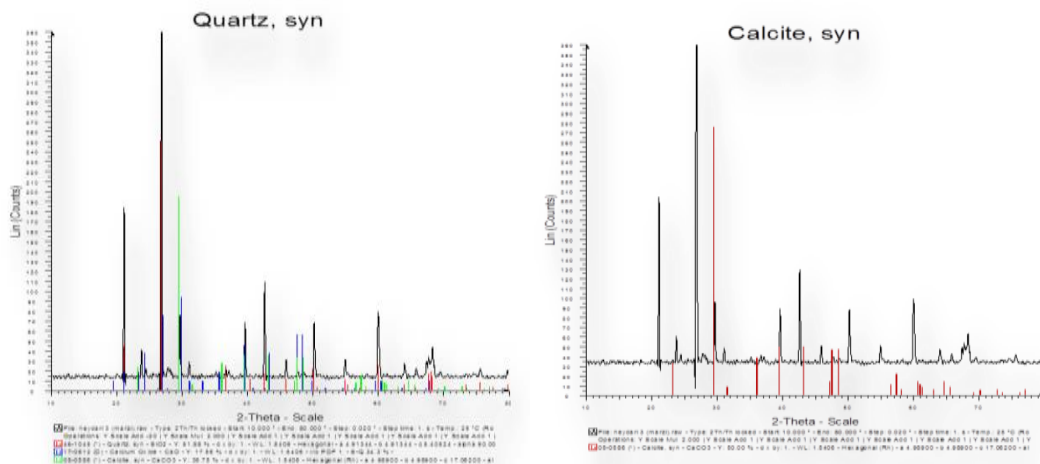
### آنالیز شیمیایی رسوبات بادی جزینک به روش XRD

در شکل (۷) تا (۱۰) نمودار حاصل از آنالیز شیمیایی رسوبات بادی جزینک نمایش داده شده است که در ادامه به تفسیر آن خواهیم پرداخت.



شکل ۸ نمودار XRD (کلسیم اکسید) رسوبات جزینک

شکل ۷ نمودار XRD رسوبات بادی جزینک



شکل ۹ نمودار XRD (کلسیت) رسوبات بادی جزینک      شکل ۱۰ نمودار XRD رسوبات بادی جزینک

### آنالیز شیمیایی رسوبات بادی جزینک به روش XRF

در جدول (۳) نتایج حاصل از آزمایشات XRF رسوبات بادی جزینک ثبت شده است که در ادامه به تفسیر آن خواهیم پرداخت.

جدول ۳ نتایج حاصل از آزمایشات XRF در رسوبات بادی جزینک

Sample	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	So <sub>3</sub>
۰/۰	۴۹/۱۷	۸/۸۲	۴/۰۴	۱۷/۶۲	۲/۵۵	۰/۰۰
Sample	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	CL	LoI	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
۰/۰	۲/۰۰	۱/۳۴	۰/۰۰۹	۹/۷۱	۰/۴۸	۰/۱۲

### تفسیر و تحلیل

نتایج حاصل از تمام تکنیک‌های فوق نشان می‌دهد که شباهت بین نمونه‌ها بسیار زیاد است. تجزیه فیزیکی و شیمیایی رسوبات نشان می‌دهد که ارتباط ژنتیکی بسیار نزدیکی بین رسوبات اراضی برداشت منطقه و ذرات و نهشته‌های تپه‌ها و پهنه‌های ماسه‌ای می‌باشد که این امر حکایت از محلی بودن ذرات برداشت‌شده و جابجایی آن‌ها در سطح عرصه دارد. به عبارت دیگر رخساره‌های فرسایش سطح منطقه از دریاچه هامون گرفته تا اراضی شور و اراضی کشاورزی منطقه همه و همه در تولید بار رسوبی ناشی از فرسایش بادی و سپس حرکت تپه‌های ماسه‌ای در منطقه نقش دارند؛ بنابراین به‌طور خلاصه می‌توان گفت که رسوبات بستر هامون‌های خشک‌شده و نهشته‌های دلتایی رودخانه‌های سیستان، نیاتک و اراضی کشاورزی رهاشده، منشاء اصلی و محدوده برداشت رسوبات منطقه می‌باشند. بررسی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه‌ها نشان داد که وجود عناصر مشترک فراوان در نمونه‌های ۱ تا ۳ بر

یکسان بودن منشاء آن‌ها دلالت دارد. به‌طورکلی رسوبات منطقه تقریباً شبیه به هم بوده که نشان از محلی بودن ذرات و یکسان بودن منطقه برداشت دارد.

### مورفوسکوپی رسوبات بادی شرق زهک

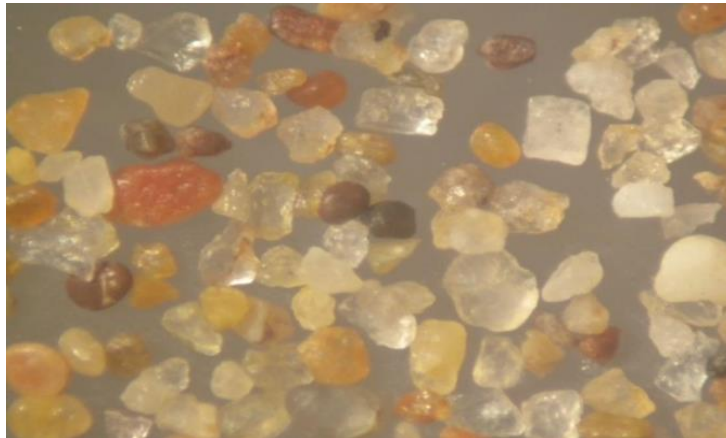
اهمیت مطالعه رسوبات بادی منجر به شناسایی اجزای تشکیل‌دهنده رسوبات، شناسایی سنگ منشاء رسوبات آواری، شناسایی محیط تشکیل رسوبات و شناسایی آب‌وهوای ناحیه منشاء می‌شود. طبق بررسی‌های انجام‌شده در ارتباط با ماهیت ذرات ماسه‌بادی مشخص شده است که رسوبات بادی متشکل از ذرات آواری بوده که از تخریب سنگ‌ها و بیرون‌زدگی‌های سطحی زمین مانند سنگ‌های آذرین، دگرگونی و رسوبی ناشی شده‌اند و مراحل بعد توسط فرایندهای فیزیکی و باد حمل‌گشته و رسوب‌کرده‌اند (دهواری، ۱۳۷۳). بنابراین رسوبات بادی هرچه باشند ماهیت معدنی و خرده‌سنگی دارند و طبیعی است که از نظر ژنتیکی با مواد مادری‌شان (سنگ‌های آذرین، دگرگونی و رسوبی) ارتباط داشته باشند. در ارتباط با رسوبات بادی منطقه، کلیه نمونه‌ها در آزمایشگاه دانه‌بندی گردیدند و ماهیت کانی‌ها و خرده‌سنگ‌ها تعیین و ویژگی بافت ذرات برای مقایسه با ذرات بادی و میزان تأثیر انواع فرایندهای فرسایشی بررسی گردید. جزئیات مطالعه بدین صورت است:

۱- از مهم‌ترین اجزای تشکیل‌دهنده نمونه‌ها، می‌توان به دانه‌های کوارتز با ناخالصی‌هایی از اکسید آهن و مقدار کمی فلداسپات اشاره نمود.

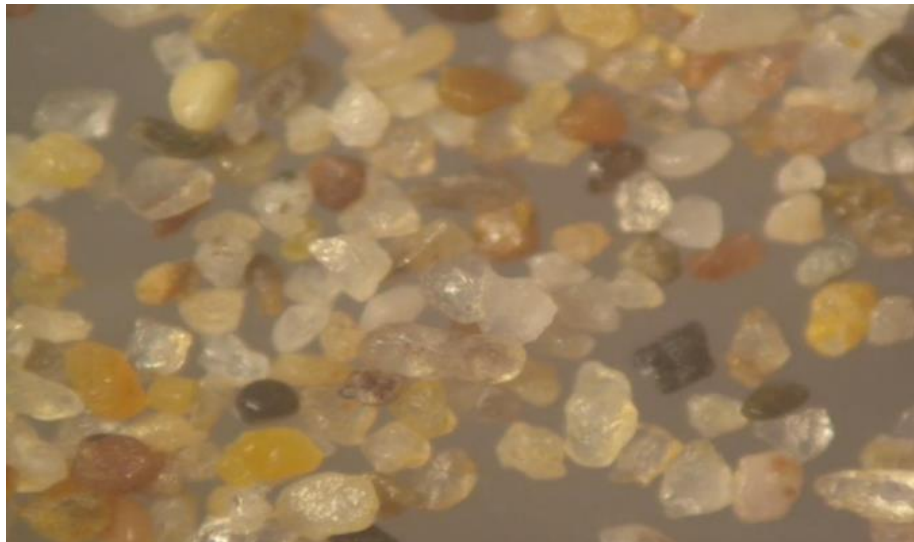
۲- سنگ منشاء این رسوبات با توجه به اینکه بیش از ۸۵ درصد ذرات آن را کوارتز تشکیل می‌دهد آذرین اسیدی است.

۳- برای تعیین آب‌وهوا از فلداسپات‌ها کمک گرفته شد زیرا در صورتی که فلداسپات‌ها سالم باشند نشان‌دهنده آب‌وهوای خشک و اگر هوازده باشند نشان‌دهنده آب‌وهوای مرطوب در ناحیه منشاء است که در این رسوبات با توجه به سالم بودن فلداسپات‌ها آب‌وهوای آن خشک می‌باشد. ذرات تشکیل‌دهنده رسوبات بادی منطقه از نوع آواری است. بدین صورت که این ذرات از تخریب کانی‌ها و سنگ‌ها حاصل شده و خود به دودسته عالی و غیر عالی تقسیم می‌شوند. ذرات غیر عالی شامل کوارتز، فلداسپات‌ها، خرده‌سنگ‌ها، میکاها و کانی‌های سنگین و ذرات عالی شامل تورب، لیگنیت، آنتراسیت است. بعد از انجام مقدمات، رسوبات بادی که از ۳ موقعیت منطقه برداشته شده بودند توسط میکروسکوپ پلاریزان، مشاهده شدند که با بزرگنمایی (۲۰ و ۴۰)، شکل، رنگ، نوع و جنس دانه‌ها در شکل‌های شماره ۱۱ تا ۱۳ نشان داده شده است:

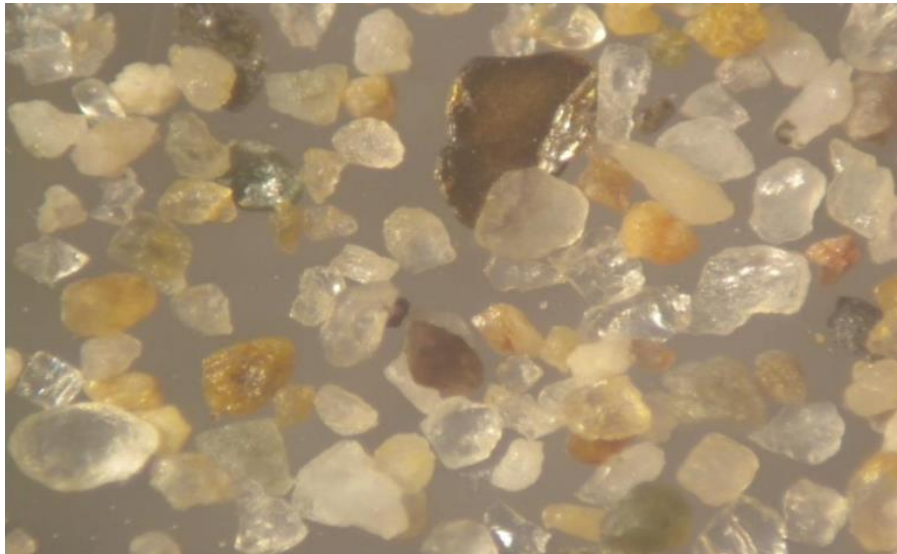
۱- مورفوسکوپی نمونه شماره ۱ (S1)، نیاتک، رخساره برداشت: در این نمونه (تپه ماسه‌ای) بیش‌تر دانه‌ها از نوع کوارتز به رنگ‌های شیری، بلوری، زرد و نارنجی بود و همچنین رگه‌های سیاه‌رنگ میکا نیز مشاهده شد (شکل ۱۱).



شکل ۱۱ نمونه برداشت شده از محدوده روستای نیاتک با میکروسکوپ پلاریزان رنگی با بزرگنمایی ۴۰  
۲- مورفوسکوپی نمونه شماره ۲ (S2)، روستای جهانگیر: این رسوبات دارای کوارتز و رگه‌های سیاه‌رنگ میکا  
است. کوارتزها به رنگ‌های نارنجی، زرد کمرنگ، بلوری و شیری نیز در این رسوبات دیده می‌شوند (شکل ۱۲).



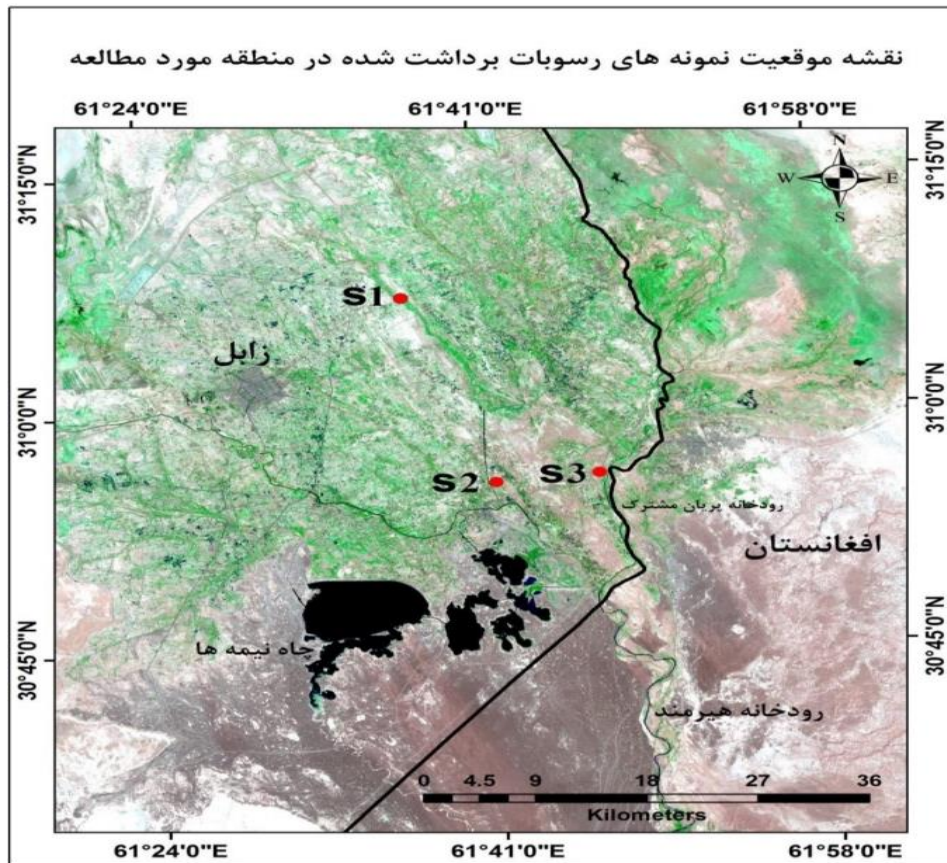
شکل ۱۲ نمونه برداشت شده از محدوده روستای جهانگیر با میکروسکوپ پلاریزان رنگی با بزرگنمایی ۴۰  
۳- در مورفوسکوپی نمونه شماره (S3)، نوار مرزی شاهگل رخساره برداشت نبکا، مشاهده شد که دانه‌ها از نوع  
کوارتز و رگه‌های سیاه‌رنگ میکا است که دانه‌های کوارتز به رنگ زرد، شیری و بلوری قابل مشاهده‌اند. (شکل ۱۳)



شکل ۱۳ نمونه برداشت شده از محدوده نوار مرزی شاهگل با میکروسکوپ پلاریزان رنگی با بزرگنمایی ۴۰

نتایج مورفوسکوپی ۳ نمونه نشان داد که دانه‌های کوارتز کم زاویه و پر زاویه بارنگ‌های مختلف و هم‌چنین فلدسپات‌ها، خرده‌سنگ‌ها و میکاها در همین نمونه‌ها مشاهده می‌شود که این خود دلالت و همسانی و مشابهت نمونه‌ها دارد. هم‌چنین مورفوسکوپی نمونه‌ها حکایت از رفتار آبی و بادی در آن‌ها دارد، زیرا که این ذرات توسط رود هیرمند و بادهای ۱۲۰ روزه به‌طور مرتب در یک چرخه بسته دائماً جابجا می‌شوند؛ بنابراین رسوبات منطقه متأثر از دو محیط آبی و بادی هستند و ویژگی‌های هر دو محیط در آن‌ها مشاهده می‌شود. به‌طور کلی رسوبات منطقه تقریباً شبیه هم بوده که نشان از محلی بودن ذرات و یکسان بودن منطقه برداشت دارد.

در شکل (۱۴) نقشه موقعیت نمونه‌های رسوبات برداشت شده در منطقه مورد مطالعه نشان داده شده است.



شکل ۱۴ نقشه موقعیت نمونه‌های رسوبات برداشت شده در منطقه مورد مطالعه

### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتایج به‌دست‌آمده از بررسی کانی‌شناسی و مورفوسکوپی رسوبات مؤید این مطلب است که رسوبات بادی منطقه از گرد شدگی خوبی برخوردارند. به‌طوری‌که گرد شدگی رسوبات منطقه ناشی از فرآیند آبی بوده که توسط رودخانه هیرمند از ارتفاعات افغانستان به ایران حمل شده‌اند و در داخل زمان خشک‌سالی و خشک شدن در رودخانه توسط باد برداشت و سپس هم و در منطقه مورد مطالعه ترسیم شده‌اند. اصولاً در بررسی‌های مورفوسکوپی، ماسه‌های بادی مدور و مات می‌باشند. علت فرسودگی و مات بودن دانه‌های بادی ضربه‌های شدیدی است که دانه‌ها در ضمن جابجایی به یکدیگر وارد می‌آورند. در مورفوسکوپی دانه‌ها نباید مدور بودن آن‌ها را با کرویت اشتباه نمود. مدور بودن نتیجه فرسودگی ناهمواری‌های سطح دانه است درحالی‌که کرویت از مساوی بودن تقریبی ابعاد حکایت می‌کند حتی ممکن است در سطح دانه‌ها ناهمواری‌های تیز و فرسوده نشده وجود داشته باشد (بهزاد، ۱۳۶۳، ص ۱۱۶). رسوبات بادی به علت تشکیل در یک محیط اکسیداسیونی ممکن است دارای رنگ قرمز نیز باشند (موسوی

حرمی، ۱۳۶۷، ص ۲۹۶). نتایج ناشی از مورفوسکوپی ۳ نمونه نشان داد که دانه‌های کوارتز کم زاویه و پر زاویه بارنگ‌های مختلف و همچنین فلدسپات‌ها، خرده‌سنگ‌ها و میکاها در همین نمونه‌ها مشاهده می‌شود که این خود دلالت و همسانی و مشابهت نمونه‌ها دارد. همچنین مورفوسکوپی نمونه‌ها حکایت از رفتار آبی و بادی در آن‌ها دارد، زیرا که این ذرات توسط رود هیرمند و بادهای ۱۲۰ روزه به‌طور مرتب در یک چرخه بسته دائماً جابجا می‌شوند؛ بنابراین رسوبات منطقه متأثر از دو محیط آبی و بادی هستند و ویژگی‌های هر دو محیط در آن‌ها مشاهده می‌شود. به‌طور کلی رسوبات منطقه تقریباً شبیه هم بوده که نشان از محلی بودن ذرات و یکسان بودن منطقه برداشت دارد.

### منابع

- ۱- جدیدالاسلامی قلعه‌نو، مهدی، اسفندیاری درآباد، فریبا، اصغری سراسکانرود، صیاد، عابدینی، موسی، دکتر رئوف زاده، مصطفی. ۱۴۰۲. ارزیابی مخاطرات نهشته‌های بادی دشت سیستان و تأثیر آن بر مخازن حیاتی چاه نیمه زابل، نشریه جغرافیا و روابط انسانی، تابستان ۱۴۰۲، دوره ۵، شماره ۳، صص ۱-۱۵.
- ۲- اختصاصی، محمد رضا، دادفر، صدیقه، تجملیان، مهدیه، شاه بندری، راضیه. ۱۳۹۸. بررسی رابطه شاخص همگنی حمل ماسه با شکل تپه‌های ماسه‌ای (UDI)، دومین همایش ملی فرسایش بادی و طوفان‌های گردوغباری. ص ۳۵ - ۴۵.
- ۳- اسمیت، کیت. ۱۳۹۲. مخاطرات محیطی، ترجمه ابراهیم مقیمی و شاپور گودرزی، تهران، انتشارات سازمان سمت، صفحه ۳۸۳.
- ۴- احمدی، حسن، ۱۳۷۰. ژئومورفولوژی کاربردی. جلد دوم، بیابان - فرسایش بادی، انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۲۳۹۶ صفحه ۵۷۰.
- ۵- اداره کل منابع طبیعی استان سیستان و بلوچستان، دفتر تثبیت شن و بیابان‌زدایی سازمان جنگل‌ها و مراتع و آبخیزداری کشور، ۱۳۸۱. طرح شناسایی کانون‌های بحرانی فرسایش بادی و اولویت‌های اجرایی آن، ۱۲۷ صفحه.
- ۶- بهزاد، علی. ۱۳۶۳. رسوب‌شناسی، انتشارات دانشگاه تربیت‌معلم تهران، شماره ۸۳، صفحه ۱۹۴.
- ۷- پودینه، اسماعیل، صلاحی، برومند، خسروی، محمود، حمیدیان پور، محسن. ۱۳۹۷. تحلیل روند تغییرات بیشینه سرعت بادهای ۱۲۰ روزه سیستان با آزمون‌های من-کندال و شیب تخمین سن. پژوهش‌های دانش زمین، ۹(۳۴)، ۱۱۴-۱۲۸.

- ۸- پویان، سهیلا، زارع، محمد، اختصاصی، محمد رضا. ۱۳۹۸. بررسی توزیع مکانی و دسته‌بندی شاخص توفان‌های گردوغبار (DSI) با استفاده از روش گشتاور خطی. مرتع و آبخیزداری (منابع طبیعی ایران)، ۷۲(۱)، ۲۹-۴۳.
- ۹- جدیدالاسلامی، مهدی، عابدینی، موسی. ۱۴۰۰. بررسی نقش خشک‌سالی‌ها در تشدید حرکت رسوبات به درون مخازن آبی چاه نیمه (زابل) و تعیین منشاء رسوبات، فصلنامه مطالعات علوم محیط زیست، زمستان ۱۴۰۰، دوره ۶، شماره ۴، صص ۴۲۳۸-۴۲۴۷.
- ۱۰- جدیدالاسلامی، مهدی. ۱۳۸۹. بررسی ارتباط ژنتیکی و کانی‌شناسی عناصر تشکیل‌دهنده تپه‌های ماسه‌ای (شرق دشت سیستان)، چهارمین کنگره بین‌المللی جغرافیدانان جهان اسلام، دانشگاه سیستان و بلوچستان.
- ۱۱- حیدری نسب، مهدی. ۱۳۸۶. نقش باد در ایجاد لندفرم‌های بادی در منطقه نیاتک سیستان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، دانشگاه سیستان و بلوچستان.
- ۱۲- خسروی، محمود. ۱۳۸۴. طرح پژوهشی اثرات اکولوژیکی و زیست‌محیطی بادهای ۱۲۰ روزه در سیستان، سازمان حفاظت محیط‌زیست استان سیستان و بلوچستان، مشاور طرح پژوهشکده علوم زمین و جغرافیای دانشگاه سیستان و بلوچستان.
- ۱۳- رفاهی، حسینقلی. ۱۳۸۳. فرسایش بادی و کنترل آن، انتشارات دانشگاه تهران. صص ۲۳.
- ۱۴- موسوی حرمی، رضا. ۱۳۷۷. رسوب‌شناسی، انتشارات آستان قدس رضوی، چاپ پنجم، مشهد.
- ۱۵- مهندسین مشاور جامع ایران، ۱۳۸۳. اداره کل منابع طبیعی استان سیستان و بلوچستان.
- ۱۶- نگارش، حسین، لطیفی، لیلا. ۱۳۸۸. بررسی خسارت‌های ناشی از حرکت ماسه‌های روان در شرق زابل با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای. پژوهش‌های جغرافیای طبیعی (پژوهش‌های جغرافیایی)، ۴۱(۶۷)، ۷۳-۸۷.
- ۱۷- نگارش، حسین، لطیفی، لیلا. ۱۳۸۸. منشایابی نهشته‌های بادی شرق زابل از طریق مورفوسکپی و آنالیز فیزیکی و شیمیایی رسوبات. جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی (مجله پژوهشی علوم انسانی دانشگاه اصفهان)، ۲۰(۳۳)، ۲۲-۱.
- ۱۸- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، نقشه‌های توپوگرافی منطقه با مقیاس‌های ۱:۵۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰۰.
- ۱۹- سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، ۱۴۰۱. ضوابط و دستورالعمل‌های پردازش رقومی تصاویر ماهواره‌ای ETM+ در استخراج نقشه کاربری اراضی و پوشش اراضی، مطالعات ساماندهی دشت، وزارت جهاد کشاورزی، صص ۱۸۴.
- ۲۰- شرکت سهامی آب منطقه‌ای سیستان و بلوچستان، ۱۳۸۳. گزارش وضعیت منابع آبی استان سیستان و بلوچستان در سال ۱۳۸۲. ۹۴ صص، ۵۷-۸۳.
- ۲۱- عباسی، مرضیه، فیض‌نیا، سادات، احمدی، حسن، کاظمی، یونس. ۱۳۸۹. منشایابی رسوبات بادی نیاتک با استفاده از ردیابی عناصر ژئوشیمیایی. خشک بوم، ۱(۱)، ۳۴-۴۴.

۲۲- معتمد، احمد (۱۳۷۹). ژئومورفولوژی، انتشارات سازمان سمت. جلد سوم. تهران.

- 23- Armof, K. Tsoar, H. and Lumberg, D.G., (2019). Dynamics of sand dunes superimposed on a parabolic dune and their effect on the dune dynamics, *Journal of Arid environments*, 72(10): 21-29.
- 24- Ahmadi, H. and Mesbahzadeh, T. (2010). Evaluation of flow rate of and sediment for sand dunes Jask region. *Articles Collections of Sixth National Conference on Science and the Fourth National Conference on erosion and sedimentation*. 8 and 9 May, Department of Natural Resources. Watershed Engineering, Tarbiat Modarres University, 4: 156-167.
- 25- Ahmadi H. and Mesbahzadeh, T. (2011). Comparison of Sand Drifts Potential Estimating, using momentum method and Fryberger velocity classes method (Case Study: Jask and Kerman). *Journal of Soil and Water*, 25(1): 11-18.
- 26- Ahmadi, H. and Mesbahzadeh T. (2012). Investigation of sand drift potential (case study: Yazd-Ardakan plain). *Journal of Agriculture Sciences Technology*, 14: 919-928.
- 27- Bruner, U. and Koch, J. 2018. A Synoptic analysis of the meteorological conditions affecting dispersion of pollutants emitted from tallstacks in the coastal plain of Israel. *Journal of Arid environments*, 72(40): 537 – 543.
- 28- Fryberger, S. G., and Dean G. (2008). Dune forms and wind regimes and Study of Global Sand Seas. *Geological Survey Professional*. 9(45)137-169.
- 29- Fryberger, E. Devrieszim, S. Vandijk, D. and Yurk, B. (2018). Patterns of wind flow and Aeolian deposition on a parabolic dune on the southeastern shore of Lake Michigan, *Geomorphology*. 10(5): 147-157.
- 30- Fawzia, R. VanPelt, R. S., Zobeck, T.M., and Ritchie, G. (2020). Source of sand dunes of southern California and northwestern Sonora, Mexico, *Geological society of American Bulletin*. 8(12): 531-634.
- 31- Fawzia, I. Moursy, F. Gaber E. I., and Samak, M. (2007). Sand drift potential in El-Khanka area. Egypt. Department of Natural Resources. Institute of African Research and Studies. Cairo University. Giza. Egypt. *Water, Air and Soil Pollution*. 13(6): 225-242.
- 32- IPCC, Solomon, S, Qin, D. and Manning, M. Chen, Z. Marquis, M. Climate change, 2007. The physical science basis, Working Group I Contribution to the IPCC fourth assessment report.
- 33- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change, (2007). *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Summary for Policy Makers. The Physical Science Basis*. Camb.Univ. Press. ISBN 0-444-42753-8, 7: 165-177.
- 34- IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change, (2007). *Summary for Policy Makers. The Physical Science Basis*. Camb.Univ. Press. ISBN 0-444-42753-8, 7: 165-177.
- 35- Lin, T.P., F. Matzarakis, A. (2008). Tourism climate and thermal comfort in Sun Moon Lake, Taiwan, *International Journal of Biometeorology*, Vol. 5(2): pages 281-290.
- 36- Lin, E. Leprince, S. and El-Magd, A. (2021). Retrieving Sand Dune Movements Using Sub-Pixel Correlation of Multi-Temporal Optical Remote Sensing Imager Northwest Sinai Peninsula, Egypt, *Remote Sensing of Environment*, 121(3): 51-60
- 37- NOAA, Dust storms, Sand storms and related, NOAA activities in the middle East, NOAA, Magazine Online, pp: 1- 4:2003

- 38- Raoul, L. Biielders, P.A., Lamers, W. and Karlheinz, M. (2019). Wind erosion control technologies in the west of Rican Sahel: the Effectiveness of windbreaks- Mulehing and soil tillage- and the Perspective of farmers – Anna arid zone. 3(40): 440-457.
- 39- Vesterbe, H.k., Juonsef, M.L., and Birmafa, Y. (2022). The most destructive environmental hazards on a global scale. Mountain Research and Development. 14(25): 6-11.
- 40- Youlin, Y. (2012). Black windstorm in northwest Chin: A case study of the strong sand – dust storms on May 5<sup>th</sup> 1993, Global Alarm: Dust and sand storm from the world's drylands, United Nations, 45(13):69
- 41- Youlin, H. Overton, M. and Harmon, R., S. (2019). Geospatial Analysis of a Coastal Sand Dune Field Evolution: Jockeys Ridge, North Carolina Geomorphology, 72(1): 204-221.
- 42- Yakshin, Z. SH., Harazono, Y. and Leprince, D. (2022). Wind-Sandy Environment and the effects of Vegetation on Wind Breaking and Dune Fixation in Horqin Sandy Land, China, 41(5): 1-21.