پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمّی، سال چهارم، شماره ۱، تابستان ۱۳۹٤
صص. ٤٥-۳۲

بررسی نقش و تأثیر پوشش گیاهی بر مورفومتری پیکان‌های ماسه‌ای در ساحل دریای عمان (محدوده بین جاسک–لیردف)

سعید نگهبان*– استادیار ژئومورفولوژی بخش جغرافیا، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شیراز

پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۱۲/۱۵ تأیید نهایی: ۱۳۹۴/۰۵/۱۱

چکیده

با توجه به‌واقع شدن مساحت وسیعی از سرزمین ایران در مناطق خشک و نیمه‌خشک و فعال بودن سیستم شکل‌زایی بادی در این مناطق و با توجه به اینکه باد و لند فرم‌های حاصل از آن به‌صورت یک محدودیت جدی در توسعه جوامع انسانی این‌گونه مناطق مطرح می‌شوند شناسایی چگونگی شکل‌گیری و تحول این لند فرم‌ها امری اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. پیکان‌های ماسه‌ای به‌عنوان یکی از ساده‌ترین لندفرهای تراکمی باد در مناطق بیابانی می‌باشند که تحت تأثیر عوامل مختلفی شکل‌گرفته و تحول پیدا می‌کنند، چنانچه در مسیر باد و سقوط دانه‌های در حال جهش، مانعی وجود داشته باشد، به علت کاهش سرعت باد در اثر برخورد با مانع، دانه ماسه به زمین می‌افتد. این دانه‌ها در محلی که کمترین میزان فشار وجود دارد بر روی‌هم متمرکز می‌شوند. تراکم ماسه همیشه در جبهه پشت به باد مانع صورت می‌گیرد و در طول زمان پیکان‌های ماسه‌ای شکل می‌گیرند. این پژوهش سعی دارد که به بررسی تاثیرپذیری ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی پیکان‌های ماسه‌ای از گونه گیاهی Cyperus conglomerates در ساحل دریای عمان بپردازد. تحقیق از نوع توصیفی – تحلیلی مبتنی بر روش‌های میدانی، کتابخانه‌ای و آزمایشگاهی است بدین‌صورت که پس از مشخص کردن محدوده موردمطالعه، با استفاده از ترانسکت، پیکان‌های ماسه‌ای موردنظر مشخص و سپس به بررسی مورفومتری(طول تپه، عرض تپه در سه مقطع، ارتفاع تپه، ارتفاع گیاه) ، و با نمونه‌برداری از آن‌ها به گرانولومتری نمونه‌ها در آزمایشگاه پرداخته شد. نتایج نشان می‌دهد که طول پیکان ماسه‌ای با ارتفاع تپه و ارتفاع گیاه در سطح ۹۵ درصد معناداری ارتباط دارند. اما ارتفاع گیاه با ارتفاع تپه ماسه‌ای در سطح ۹۹ درصد معناداری با یکدیگر ارتباط دارند. با توجه به موارد ذکرشده، با افزایش ارتفاع گیاه، طول پیکان بیشتر شده و همچنین ارتفاع تپه ماسه‌ای افزایش پیدا می‌کند. میانگین ارتفاع گیاه ۱۹/٦ سانتی‌متر است و حداکثرارتفاع گیاه در بین گونه‌های موردمطالعه ۳۳ سانتی‌متر و حداقل آن ۱۰ سانتی‌متر است. این موارد نشان می‌دهد که پیکان‌های ماسه‌ای موردمطالعه به‌صورت کوچک و در حد چند ۱۰ سانتی‌متر می‌باشد و نسبت به پیکان‌های ماسه‌ای مناطقی مانند دشت لوت، تفاوت زیادی دارد. در بین پیکان‌های ماسه‌ای موردمطالعه، طویل‌ترین پیکان ۲۹۰ سانتی‌متر و کوتاه‌ترین آن‌ها ۳۳ سانتی‌متر و تفاوت بین آن‌ها ۲۵۷ سانتی‌متر است. میانگین طول پیکان‌های موردمطالعه ۱۰۰ سانتی‌متر و انحراف معیار آن‌ها ۰/٦۵ می‌باشد. نتایج دانه سنجی رسوبات نشان می‌دهد که درشت‌دانه‌ترین رسوبات در رأس پیکان قرار داشته و هرچقدر به سمت قاعده و محل گیاه حرکت می‌کنیم از اندازه رسوبات کاسته می‌شود.

واژگان کلیدی: پیکان ماسه‌ای، پوشش گیاهی، ژئومورفولوژی ساحلی، دریای عمان

---

* نویسنده مسئول: ۰۷۱۳۶۱۳۴۴۵۸ E-mail: Snegahban@shirazu.ac.ir

مقدمه

مسائل مربوط به چگونگی شکل‌گیری و تکامل عوارض ماسه‌ای در مناطق بیابانی توجه بسیاری از دانشمندان داخلی و خارجی را به خود معطوف کرده است(لیو[1]، ۱۹۶۰. مک کی[2]، ۱۹۷۹. زوو[3]، ۱۹۸۰. بگنولد[4]، ۱۹۴۱. لی[5]، ۱۹۹۲. لینگ[6]، ۱۹۹۰). طیف گسترده‌ای از اشکال عوارض ماسه‌ای که در مناطق بیابانی یافت می‌شوند، توسط ژئومورفولوژیست‌ها در طبقات متعددی تقسیم‌بندی شده‌اند. نوع این اشکال در هر منطقه‌ای به مقدار شن و ماسه و جهت غالب باد در طول سال وابسته می‌باشد(بگنولد، ۱۹۴۱. پی و تسوار[7]، ۱۹۹۰. بیسلر[8]، ۱۹۹۲. لنکستر[9]، ۱۹۹۵. نیکلینگ[10]، ۱۹۸۶. بروکفیلد و اهلبراندت[11]، ۱۹۸۳. دانگ و همکاران[12]، ۲۰۰۸. لیوینگستون و همکاران[13]، ۲۰۰۷. کوکرک[14]، ۱۹۹۶).

در محیط‌های بیابانی، پوشش گیاهی با تأثیر بر حمل‌ونقل و به دام انداختن ماسه‌هایی که به همراه بادها حمل می‌شوند، نقش مهمی در تعیین پویایی و مورفولوژی تپّه‌های ماسه‌ای دارند (تسوار و مولر[15]، ۱۹۸۶. ویگ و همکاران[16]، ۱۹۹۵و ۱۹۹۶. ولف و نیکلینگ[17]، ۱۹۹۳. موسیک و گیلت[18]، ۱۹۹۶). تعیین خاصیت تأثیرات پوشش گیاهی بر روی حمل‌ونقل رسوبات می‌تواند جهت شناسایی تأثیرات تغییر اقلیم و اختلالات انسان بر روی مناطق استفاده شود، و همچنین به تثبیت شن و ماسه و بازسازی محیط‌زیست کمک شایانی کند به‌علاوه پوشش گیاهی از طریق ایجاد پوشش سطحی، به دام انداختن ذرات و مهم‌تر از همه کاهش سرعت جریان هوا، باعث حفاظت از سطح زمین در برابر فرسایش می‌شود(کاواس و همکاران[19]، ۲۰۰۵. کوریگان و همکاران[20]، ۲۰۰۸. هانی و همکاران[21]، ۲۰۰۸. ولف و نیکلینگ، ۱۹۹۳).

یکی از ساده‌ترین اشکالی که تحت تأثیر پوشش گیاهی و باد در مناطق ماسه‌ای ایجاد می‌شوند و در تقسیم‌بندی آن‌ها، جزو اشکال تراکمی بادی محسوب می‌شوند، پیکان ماسه‌ای می‌باشد، این اشکال تحت تأثیر تجمع ماسه در دامنه پشت به باد یک مانع که در مسیر باد قرارگرفته باشد به وجود می‌آیند. حال اگر این مانع پوشش گیاهی باشد شکل تیپیک و بسیار زیبایی را رقم می‌زند که در بیشتر مناطق بیابانی و یا مناطقی دیگر که ماسه‌زار در آن‌ها وجود دارد مانند مناطق ساحلی، چنین اشکالی شکل می‌گیرند. فرآیند شکل‌گیری این پیکان‌ها بدین‌صورت است که، چنانچه در مسیر حرکت و سقوط ماسه‌های جهشی که توسط بادها حمل می‌شوند مانعی وجود داشته باشد، به علت کاهش سرعت باد در اثر برخورد

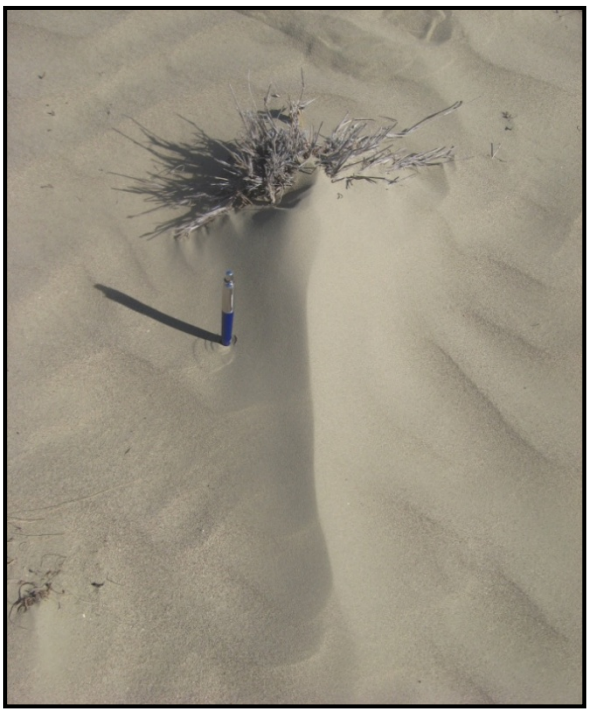
---

1 . Liu
2 . Mckee
3 . Zhu
4 . Bagnold
5 . Li
6 . Ling
7 . Pye and Tsoar
8 . Besler
9 . Lancaster
10 . Nickling
11 . Brookfield and Ahlbrandt
12 . Dong and etal
13 . Livingstone and etal
14 . Kocurek
15 . Tsoar and Moller
16 . Wiggs & et al
17 . Wolfe and Nickling
18 . Musick and Gillette
19 . Karavas and etal
20 . Corrigan and etal
21 . Haney and etal

با مانع، دانه ماسه به زمین می‌افتد. این دانه‌ها در محلی که کمترین میزان فشار وجود دارد بر روی‌هم متمرکز می‌شوند. مناسب‌ترین نواحی در این زمینه که پتانسیل تشکیل پیکان‌های ماسه‌ای را دارند، بیابان‌های با پوشش گیاهی استپی هستند. هراندازه ترکم بوته‌ها بیشتر باشد ماسه‌های بیشتری به دام می‌افتند(شکل‌های ۱ و ۲). تراکم ماسه همیشه در جبهه پشت به باد مانع صورت می‌گیرد. زیرا جبهه رو به باد، مستقیماً در برابر فشار هوا قرار دارد(محمودی، ۱۳۸۵).

در رابطه با پیکان‌های ماسه‌ای پژوهش زیادی در داخل و یا خارج از کشور، آن‌هم به‌طور مجزا صورت نگرفته و فقط در گوشه‌ای از پژوهش‌ها به این لندفرم اشاره‌شده است. تنها پژوهشی که در کشور ایران بر روی پیکان‌های ماسه‌ای به‌عنوان یک عارضه خاص کارکرده و کل کار بر روی پیکان‌ها بوده است توسط مقصودی و همکاران(۱۳۹۳) انجام‌شده است. بدین‌صورت که به بررسی ویژگی‌های مورفومتری پیکان‌های ماسه‌ای در حاشیه غربی دشت لوت پرداخته‌اند و چنین نتیجه گرفته‌اند که اندازه پوشش گیاهی تأثیر مستقیمی بر طول و حتی پهنای پیکان ماسه‌ای دارد.

پیکان‌های ماسه‌ای به‌عنوان یکی از ساده‌ترین لندفرهای تراکمی باد در مناطق بیابانی می‌باشد که تحت تأثیر عوامل مختلفی شکل‌گرفته، تحول پیدا می‌کنند و از بین می‌روند، شناسایی عوامل مؤثر در این رابطه می‌توانند در زمینه شناخت بیشتر از این لندفرم و کنترل ماسه‌های روان مؤثر و مفید واقع گردد. این پژوهش یک تحقیق بنیادی – کاربردی است که هدف از آن بررسی ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی پیکان‌های ماسه‌ای و یافتن ارتباط منطقی بین ویژگی‌های مورفومتری پیکان‌ها با قطر ذرات ماسه و ویژگی‌های مورفومتری پوشش نباتی باهدف شناخت بهتر مکانیسم شکل‌گیری این لندفرم در ساحل شمالی دریای عمان می‌باشد.

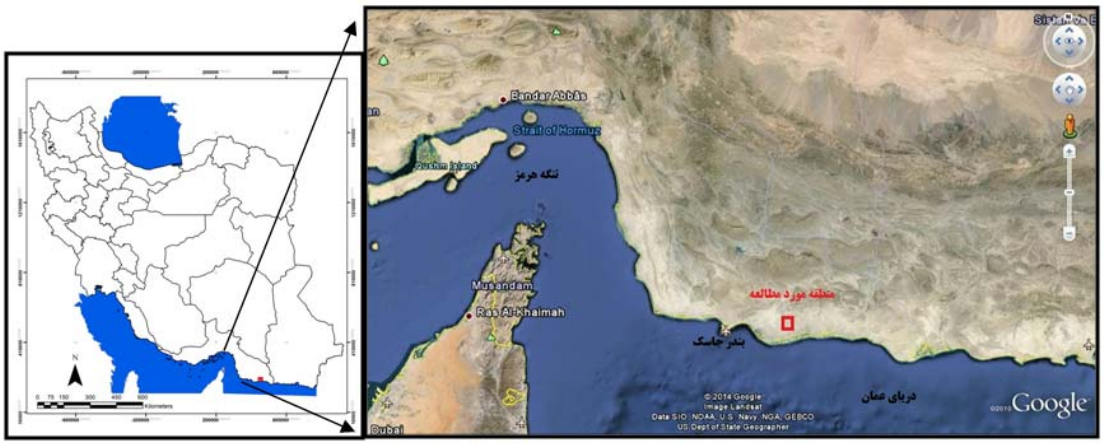


شکل‌های شماره ۱ و ۲: نمونه‌ای از پیکان ماسه‌ای در منطقه

منطقه موردمطالعه

منطقه موردمطالعه در ساحل شمالی دریای عمان و مابین شهرستان‌های جاسک(استان هرمزگان) و منطقه لیردف در مرز استان سیستان و بلوچستان و هرمزگان در طول جغرافیایی ۵۷:۲۴:۲۵ تا ۵۷:۴۴:۱۸ شرقی و عرض ۲۵:۳۸:۲۳ تا ۲۵:۳۹:۱۵ شمالی با ارتفاع متوسط ۶ متر از سطح دریا واقع‌شده است. این منطقه در بین شهر جاسک و منطقه لیردف، فاصله حدود ۷۵ کیلومتری شرق شهر جاسک و حدود ۴۰ کیلومتری غرب لیردف قرار دارد. در این منطقه پوشش گیاهی

بوته‌ای به‌صورت پراکنده وجود دارد و سرتاسر منطقه موردمطالعه پوشیده از ماسه‌های بادی می‌باشد کـه بخشـی از ایـن ماسه‌ها از دلتاهای رودخانه‌های اطراف و بخشی دیگر از خط ساحلی منتقل‌شده‌اند (شکل شماره ۳).

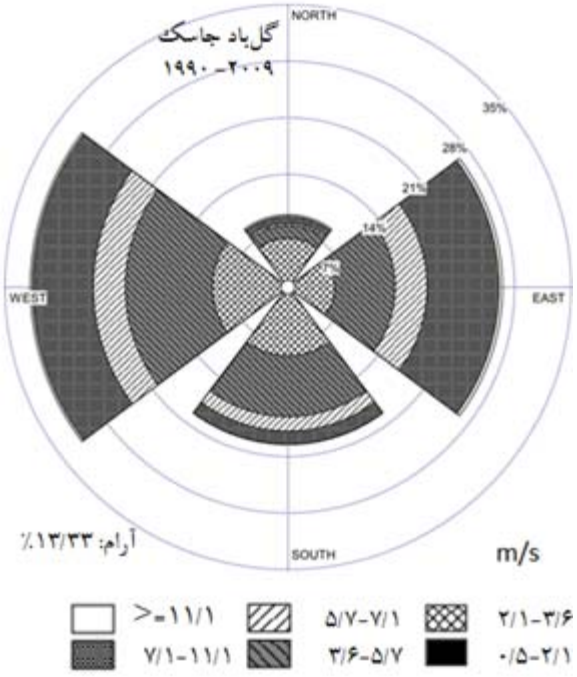


شکل شماره۳: موقعیت منطقه موردمطالعه

تحلیل فراوانی سرعت بادها

نزدیک‌ترین ایستگاه سینوپتیک به محدوده موردمطالعه، ایستگاه هواشناسی شهرستان جاسک در فاصله حدود ۷۵ کیلومتری شرق منطقه واقع‌شده است، که با توجه به شرایط توپوگرافی و عدم‌تغییر شرایط آب و هوائی در فاصله‌های کم، از آمار آب و هوائی این منطقه جهت مشخص کردن فراوانی بادها و ترسیم گلباد استفاده شد.

ازآنجاکه جهت نسیم دریا و زمان شروع آن وابسته به‌سرعت باد همدیدی است، وجود باد غالب و قوی همدیدی، سبب تغییر نسیم دریا می‌شود(صدیق‌زاده و همکاران، ۱۳۸۹). لیکن با توجه به روند شرقی – غربی جلگه در ساحل منطقه موردمطالعه، می‌توان نتیجه گرفت که نسیم خالص دریا به خشکی از جهت تقریبی جنوبی وزش داشته و ۱۹/۴۸درصد بادهای منطقه را تشکیل داده است. (شکل شماره ۴ و جدول شماره ۱). (اکبریان و همکاران، ۱۳۹۳).



شکل شماره ٤: گلباد سالانه ایستگاه سینوپتیک جاسک در چهار جهت اصلی(اکبریان و همکاران، ۱۳۹۳)

جدول ۱: توزیع فراوانی جهت‌های مختلف باد و نسیم دریا در ساحل منطقه موردمطالعه(اکبریان و همکاران، ۱۳۹۳)

	سرعت(m/s) / جهت	۰/۵–۱/۲	۲/۱–۳/۶	۳/۶–۵/۷	۵/۷–۸/۸	۱۱/۱–۸/۸	۱۱/۱=<	جمع (٪)
ساحل جنوبی	شمالی	۰/۱۱	۶	۱/۵۵	۰/۷۰	۰/۴۳	۰/۲۲	۸/۹۷
	شرقی	۰/۰۵	۵/۷	۷/۴۵	۱۱/۵۴	۱/۲۹	۰/۴۱	۲۶/۴۵
	*جنوبی	۰/۰۹	۸/۴	۷/۵۰	۳/۲۲	۰/۱۸	۰/۰۷	۱۹/۸۲
	غربی	۰/۰۷	۹/۳	۱۰/۷۴	۱۰/۵۱	۰/۸۸	۰/۲۷	۳۱/۷۴
	آرام	–	–	–	–	–	–	۱۳/۳۳

*جهت جنوبی در ساحل دریای عمان و جهت غربی در ساحل تنگه هرمز منطبق با نسیم دریا به ساحل است.

مواد و روش‌ها

پژوهش موردنظر از لحاظ روش کار به چهار قسمت تقسیم می‌شود:

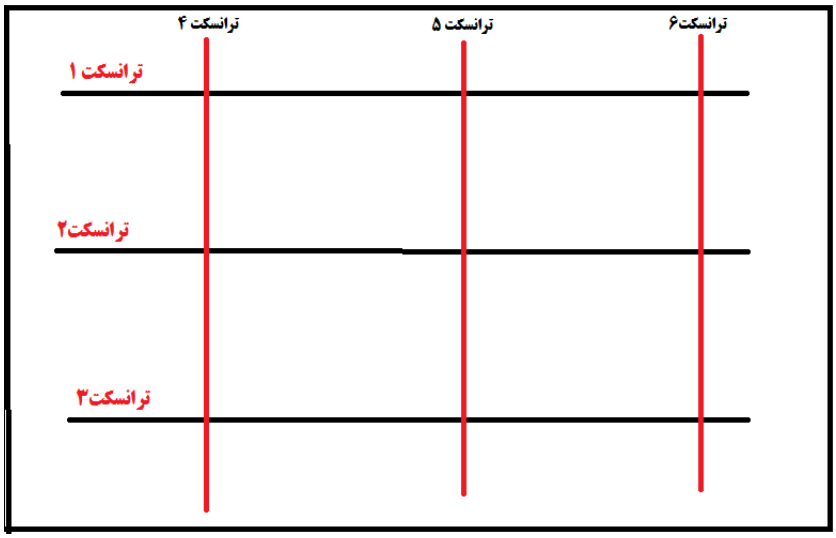
الف: مطالعات میدانی منطقه و مشخص کردن محدوده‌ای که در آن به بررسی پیکان‌های ماسه‌ای پرداخته شود. در پژوهش موردنظر محدوده‌ای به وسعت حدود ۵۲۵۰ مترمربع انتخاب‌شده است.

ب: مشخص کردن ترانسکت‌هائی جهت سهولت مطالعه پیکان‌های ماسه‌ای. در این پژوهش، ۶ ترانکست انداخته‌شده که حدود ۲۰ پیکان ماسه‌ای موردبررسی قرارگرفته است (شکل شماره ۵).

ج: بررسی و اندازه‌گیری مورفومتری پیکان‌های ماسه‌ای، که در این پژوهش طول پیکان، عرض پیکان در رأس، وسط و قاعده، نوع پوشش گیاهی، ارتفاع تپه ماسه‌ای و گیاه، جهت پیکان و شیب دو پهلوی پیکان موردبررسی قرارگرفته است.

د: نمونه‌برداری رسوب از قسمت‌های مختلف (رأس، وسط و قاعده) پیکان و گرانولومتری آن‌ها در آزمایشگاه.

ه: با استفاده از نرم‌افزارهای spss و Gradstate همبستگی بین اجزای مورفومتری و تحلیل داده‌های گرانولومتری انجام‌شده و درنهایت نمودارهای مربوطه ترسیم گردید.



شکل شماره۵: شکل شماتیک ترانسکت‌ها و محدوده بررسی پیکان‌های ماسه‌ای

یافته‌های پژوهش

نام علمی : Cyperus conglomerates

گونه‌ای از «جگن» که در گویش محلی بیابان‌نشینان بنام «کلبیت» شهرت دارد، گیاهی است بوته‌ای پایا که در تمام عرصه‌های شنی استقرار دارند(شکل شماره ۶).

کلبیت ازجمله گیاهان شن دوست بسیار سازگار به خاک‌های شنی و فقیر از مواد غذایی می‌باشد. این گیاه به‌صورت پوشش غالب، ایجاد تیپ گیاهی یکنواختی و همگنی را در شنزارها به وجود می‌آورد. از طرفی، در جوامع گیاهی اسکنبیل، دم گاوی، خارسوف، نترونسی، به‌صورت گونه غالب یا همراه، مشاهده می‌شود. به علت انعطاف اکولوژیکی بسیار وسیع این‌گونه گیاهی، انتشار جغرافیایی آن در ایران بسیار وسیع می‌باشد به‌طوری‌که از شنزارهای جنوب کشور ، مرکزی و تا شمال کشور نیز گسترش نموده است. این گیاه دارای برگ‌هایی باریک، کشیده و معمولاً از میان‌برگ‌ها، یک ساقه گل دهنده، به طول ۳۰ تا ۶۰ سانتیمتر خارج می‌شود. بذرهای گیاه پس از رسیدن به‌راحتی از پوشش محافظ گل‌آذین جدا و توسط باد پراکنده می‌شود (ثابتی، ۱۳۸۲).

شکل شماره٦: عکسی از گیاه کلبیت

اغلب در سال‌هایی که متوسط بارندگی سالیانه (زمستان و بهار) مناسب باشد، رویشگاه‌های کلبیت، با ایجاد ساقه‌های گل دهنده و رشد رویشی بسیار مناسب، بستر را به شنزارها می‌بخشد. کلبیت دارای سیستم ریشه‌ای بسیار فعال، به‌صورت ریزوم‌های جانبی (افقی و عمودی) فراوان، معمولاً ایجاد توده‌های وسیع به‌صورت کلنی، در عرصه‌های شنی می‌نماید. بر روی ریزومهای افقی، جست‌های عمودی، به‌صورت جوانه‌های فعال رویشی که تولید اندام‌های هوایی می‌کند، ظاهر می‌شود(ثابتی، ۱۳۸۲).

نتایج

موفومتری پیکان‌های ماسه‌ای

در بررسی مرفومتری پیکان‌های ماسه‌ای منطقه موردمطالعه به بررسی پارامترهای مختلف مربوط به پیکان‌ها پرداخته‌شده است که همه این موارد در جدول شماره ۲ ارائه گردیده است.

جدول شماره۲: موفومتری پیکان‌های ماسه‌ای منطقه موردمطالعه

پیکان ماسه‌ای	طول پیکان (متر)	ارتفاع تپه ماسه‌ای (CM)	ارتفاع گیاه (CM)	عرض در محل گیاه (CM)	عرض در وسط پیکان (CM)	عرض در قاعده پیکان (CM)	نوع گیاه
P1	۰.۹۰	۱۳	۱۹	۳۵	۲۵	۱۰	Cyperus conglomerates
P2	۰.۷۵	۱۷	۲۴	۲۵	۱۰	۵	Cyperus conglomerates
P3	۲.۹	۲۳	۳۲	۳۵	۲۶	۱۳	Cyperus conglomerates
P4	۱.۴	۲۹	۳۳	۴۵	۲۳	۱۱	Cyperus conglomerates
P5	۰.۸۳	۱۳	۱۸	۲۹	۹	۶	Cyperus conglomerates
P6	۰.۸۶	۱۸	۲۴	۲۹	۲۵	۱۲	Cyperus conglomerates
P7	۰.۸۳	۲۲	۲۶	۴۶	۲۳	۷	Cyperus conglomerates
P8	۰.۸۹	۱۳	۱۸	۱۷	۱۱	۷	Cyperus conglomerates
P9	۰.۷۷	۱۴	۱۷	۳۳	۲۲	۸	Cyperus conglomerates
P10	۰.۶۴	۲۳	۲۸	۳۶	۱۳	۹	Cyperus conglomerates
P11	۰.۷۳	۹	۱۲	۲۴	۹	۵	Cyperus conglomerates
P12	۲.۵۵	۲۱	۲۷	۳۱	۲۲	۱۳	Cyperus conglomerates
P13	۰.۸۸	۱۴	۱۷	۲۹	۱۲	۸	Cyperus conglomerates
P14	۰.۳۳	۹	۱۳	۱۲	۷	۴	Cyperus conglomerates
P15	۰.۶۷	۱۵	۱۹	۲۶	۱۱	۶	Cyperus conglomerates
P16	۰.۶۲	۸	۱۱	۲۱	۷	۳	Cyperus conglomerates
P17	۱.۵۹	۷	۱۰	۲۵	۱۷	۱۲	Cyperus conglomerates
P18	۰.۵۵	۸	۱۳	۲۱	۱۲	۶	Cyperus conglomerates
P19	۰.۸۱	۱۳	۱۷	۱۳	۹	۳	Cyperus conglomerates
P20	۰.۵۶	۹	۱۴	۸	۵	۳	Cyperus conglomerates

بررسی تأثیر پوشش گیاهی بر مرفومتری پیکان‌های ماسه‌ای

در این قسمت به بررسی ارتباط و همبستگی بین طول پیکان ماسه‌ای با ارتفاع تپه و تاج گیاه پرداخته‌شده است. نتایج نشان می‌دهد که طول پیکان ماسه‌ای با ارتفاع تپه و ارتفاع گیاه در سطح ۹۵ درصد معناداری ارتباط دارند. اما ارتفاع گیاه با ارتفاع تپه ماسه‌ای در سطح ۹۹ درصد معناداری با یکدیگر ارتباط دارند. با توجه به موارد ذکرشده، با افزایش ارتفاع گیاه، طول پیکان بیشتر شده و همچنین ارتفاع تپه ماسه‌ای افزایش پیدا می‌کند، هرچند ارتباط بعضی از آن‌ها در سطح ۹۵ یا ۹۹ درصد معناداری است، اما مهم این است که با یکدیگر ارتباط داشته و این مورد وابسته بودن متغیرهای مختلف پیکان ماسه‌ای به یکدیگر را ثابت می‌کند(جدول شماره ۳).

جدول شماره ۳: همبستگی بین پارامترهای طول پیکان با ارتفاع گیاه و تپه ماسه‌ای

	همبستگی پیرسون	طول پیکان (متر)	ارتفاع تپه ماسه‌ای	ارتفاع گیاه
طول پیکان (متر)	**همبستگی پیرسون**	۱	۰/۴۵۷*	۰/۵۳۹*
	معناداری		۰/۰۳۴	۰/۰۱۴
ارتفاع تپه ماسه‌ای	**همبستگی پیرسون**	۰/۴۵۷*	۱	۰/۹۷۹**
	معناداری	۰/۰۳۴		۰/۰۰
ارتفاع گیاه	**همبستگی پیرسون**	۰/۵۳۹*	۰/۹۷۹**	۱
	معناداری	۰/۰۱۴	۰/۰۰	
*. *Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).*(رابطه در سطح ۹۵ درصد معنادار است)				
**. *Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).* (رابطه در سطح ۹۹ درصد معنادار است)				

پس از تحلیل همبستگی اجزای مورفومتری بالا، از پارامترهای دیگری جهت تحلیل بیشتر همبستگی اجزای مورفومتری استفاده گردید تا ارتباطات به‌روشنی نشان داده شود، به همین منظور از ۳ پارامتر بالا به‌اضافه عرض پیکـان ماسـه‌ای در محل گیاه، وسط و انتهای پیکان استفاده گردید که تحلیل‌های آماری آن‌ها در جدول شماره ۴ ارائه‌شده است.

جدول شماره٤: همبستگی بین ٦ پارامتر مورفومتری پیکان ماسه‌ای

	همبستگی پیرسون	طول پیکان (متر)	ارتفاع تپه ماسه‌ای	ارتفاع گیاه	عرض در محل گیاه	عرض در وسط پیکان	عرض در رأس پیکان
طول پیکان (متر)	همبستگی پیرسون	۱	۰/۴۵۷*	۰/۵۳۹*	۰/۳۷۴	۰/۵۹۷**	۰/۷۴۸**
	معناداری		۰/۰۳۴	۰/۰۱۴	۰/۱۰۴	۰/۰۰۵	۰/۰۰
ارتفاع تپه ماسه‌ای	همبستگی پیرسون	۰/۴۵۷*	۱	۰/۹۷۹**	۰/۷۶۰**	۰/۶۲۲**	۰/۵۶۱*
	معناداری	۰/۰۳۴		۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰۳	۰/۰۱۰
ارتفاع گیاه	همبستگی پیرسون	۰/۵۳۹*	۰/۹۷۹**	۱	۰/۷۰۳**	۰/۶۳۴**	۰/۵۸۵**
	معناداری	۰/۰۱۴	۰/۰۰		۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۷
عرض در محل گیاه	همبستگی پیرسون	۰/۳۷۴	۰/۷۶۰**	۰/۷۰۳**	۱	۰/۷۶۶**	۰/۶۳۷**
	معناداری	۰/۱۰۴	۰/۰۰	۰/۰۰۱		۰/۰۰	۰/۰۰۳
عرض در وسط پیکان	همبستگی پیرسون	۰/۵۹۷**	۰/۶۲۲**	۰/۶۳۴**	۰/۷۶۶**	۱	۰/۸۴۷**
	معناداری	۰/۰۰۵	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰		۰/۰۰
عرض در قاعده پیکان		۰/۷۴۸**	۰/۵۶۱*	۰/۵۸۵**	۰/۶۳۷**	۰/۸۴۷**	۱
		۰/۰۰	۰/۰۱۰	۰/۰۰۷	۰/۰۰۳	۰/۰۰	
*. *Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).*(رابطه در سطح ۹۵ درصد معنادار است)							
**. *Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).* (رابطه در سطح ۹۹ درصد معنادار است)							

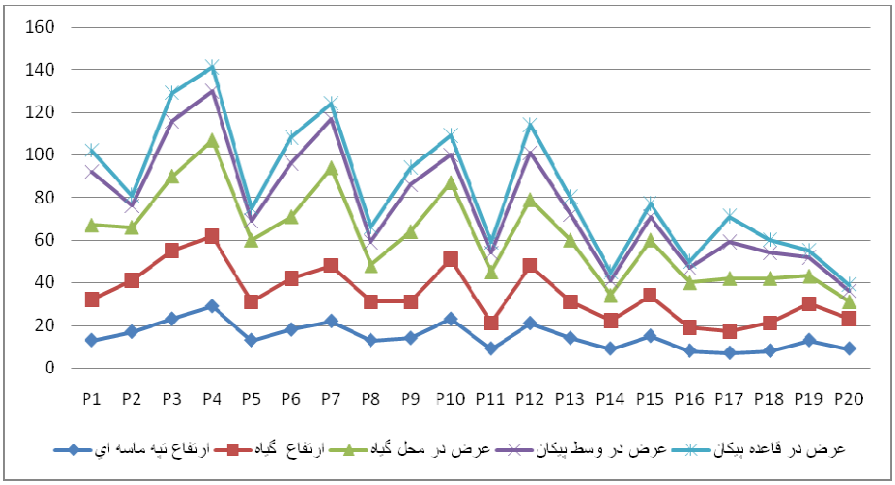
ارتباط معناداری پارامترهای انتخاب‌شده پیکان ماسه‌ای با یکدیگر نتایج متنوع و متفاوتی را نشان می‌دهد بدین‌صورت که، بین طول پیکان ماسه‌ای که از مهم‌ترین متغیرهای پیکان ماسه‌ای به شمار می‌رود، با پهنای پیکان در محل گیاه هیچ‌گونه ارتباط معناداری وجود ندارد و ارتباط آن بسیار ضعیف است، اما با پهنای آن در وسط و رأس رابطه تنگاتنگی در حد ۹۹درصد معناداری را دارا می‌باشد. این مطلب نشان‌دهنده تأثیر کم‌حجم تپه ماسه‌ای در محل گیاه در اندازه پیکان می‌باشد، هرچند این موضوع ممکن است در بعضی دیگر از انواع پیکان‌های ماسه‌ای در دیگر مناطق بیابانی صدق نکند، امام در منطقه موردمطالعه گویای چنین واقعیتی می‌باشد(جدول شماره۴).

ارتباط ارتفاع تپه ماسه‌ای با سه پارامتر مربوط به پهنای پیکان، عکس ارتباط طول پیکان می‌باشد، بدین‌صورت که ارتفاع تپه ماسه‌ای با پهنای پیکان در محل گیاه و در وسط پیکان در حد ۹۹ درصد معناداری بوده اما با رأس پیکان در حد ۹۵ درصد معناداری است. بین ارتفاع گیاه با سه پارامتر یادشده همبستگی تنگاتنگی در سطح ۹۹ درصد معناداری وجود دارد. بدین‌صورت که با افزایش ارتفاع گیاه، پهنای پیکان در قسمت‌های مختلف نیز بیشتر می‌شود. هرچند ممکن است از دید یک ژئومروفولوژیست این موارد بدیهی و روشن باشد اما در این پژوهش با استفاده از مشاهدات تجربی و میدانی و همچنین استدلال‌ها و ابزارهای علمی و عملی، همه این مباحث به اثبات می‌رسد.

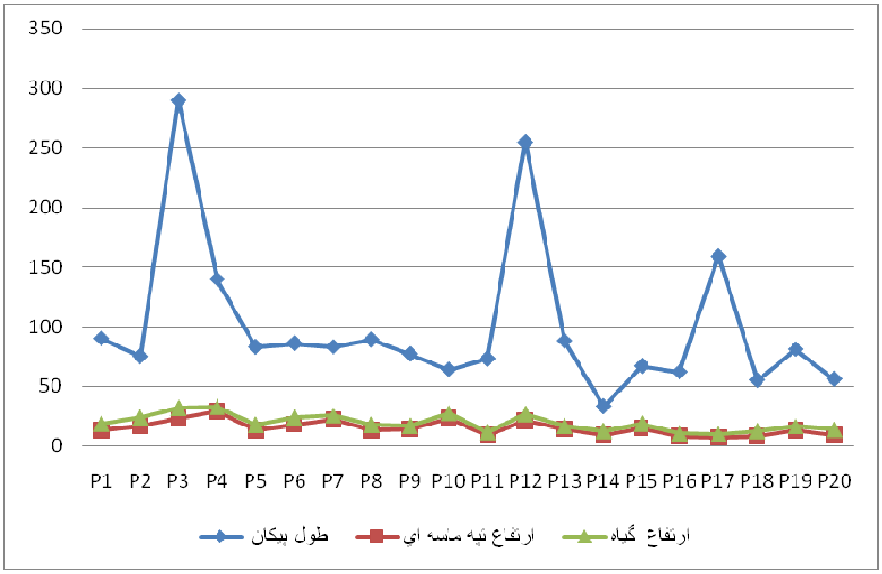
در شکل شماره ۷ به مقایسه ۵ پارامتر پرداخته‌شده است و طول پیکان از نمودار حذف گردیده (به دلیل اندازه بزرگ‌تر آن نسبت به دیگر متغیرها باعث فشردگی دیگر بخش‌های نمودار می‌شد) تا ارتباطات پارامترها تحت تأثیر یکدیگر به‌روشنی بیان شود. همان‌طور که از روی شکل نیز ملاحظه می‌گردد، پارامترهای انتخاب‌شده ارتباط تنگاتنگی با یکدیگر دارند و تغییر در هر یک از آن‌ها، باعث تغییر در دیگر پارامترها می‌شود. مسئله قابل‌توجه در این میان، نقش و تأثیر پوشش گیاهی به‌عنوان عامل اصلی به وجود آورنده پیکان ماسه‌ای می‌باشد، و تغییر در دیگر پارامترها به‌طور کامل به پوشش گیاهی ارتباط دارد.

در شکل شماره ۸ نیز ۳ پارامتر اصلی پیکان ماسه‌ای با یکدیگر مقایسه شده است، که به‌روشنی ارتباط و تأثیرپذیری ویژگی‌های مورفومتری اصلی پیکان ماسه‌ای یعنی طول پیکان و ارتفاع تپه از ارتفاع گیاه را نشان می‌دهد.

موارد ذکرشده تأثیر مستقیم اندازه گیاه بر ویژگی‌های مورفومتری پیکان‌های ماسه‌ای در منطقه موردمطالعه را نشان می‌دهد. دلیل اینکه طول پیکان‌ها نسبت به دیگر مناطق بیابانی زیاد نیست، به‌اندازه پوشش گیاهی مربوط می‌شود.



شکل شماره ۷: مقایسه تغییرات هماهنگ در ارتفاع پارامترهای مورفومتری



شکل شماره ۸: مقایسه تغییرات در ارتفاع پارامترهای منتخب تحت تأثیر یکدیگر

تحلیل آماری اجزای مورفومتری پیکان‌ها

در این قسمت از پژوهش به بررسی و تحلیل آماری ویژگی‌های مورفومتری پیکان‌های ماسه‌ای موردمطالعه پرداخته‌شده است. اجزای مورفومتری هر پدیده و یا عارضه‌ای، ویژگی‌های شکلی و اندازه و تفاوت هر یک از گونه‌های موردمطالعه با یکدیگر را بیان می‌کند. پرداختن به این عوامل نشان می‌دهد که در بین پیکان‌های موردبررسی، بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین آن‌ها چه اندازه می‌باشد و یا اینکه میزان چولگی و کشیدگی و ... بین عوارض موردمطالعه چگونه است.

در بین ۲۰ پیکان ماسه‌ای موردمطالعه، میانگین ارتفاع گیاه ۱۹/۶ سانتی‌متر است که مد(بیشترین فراوانی) مربوط به‌اندازه ۱۷ سانتی‌متر است. حداکثرارتفاع گیاه در بین گونه‌های موردمطالعه ۳۳ سانتی‌متر و حداقل آن ۱۰ سانتی‌متر است. این موارد نشان می‌دهد که پیکان‌های ماسه‌ای موردمطالعه به‌صورت کوچک و در حد چند ۱۰ سانتی‌متر می‌باشد و نسبت به پیکان‌های ماسه‌ای دیگر نقاط تفاوت زیادی دارد، حال وقتی‌که اندازه گیاهان موردنظر کوتاه باشد، بالتبع اندازه تپه‌های ماسه‌ای ایجادشده کوتاه‌تر است به‌طوری‌که میانگین اندازه تپه ماسه‌ای ۱۴/۹ سانتی‌متر بوده و مد آن ۱۳ سانتی‌متر است و بزرگ‌ترین تپه ماسه‌ای ایجادشده ۲۹ سانتی‌متر و کوتاه‌ترین آن ۷ سانتی‌متر است.

طول پیکان ماسه‌ای بسیار مهم است و مهم‌ترین بخش مورفومتری پیکان‌ها محسوب می‌شود زیرا ماهیت و اساس وجودی پیکان و شکل ظاهری پیکان ماسه‌ای به طول آن می‌باشد و اگر پیکان ماسه‌ای طول و کشیدگی نداشته باشد ممکن است در زمره دیگر تپه‌های ماسه‌ای مانند نبکاها قرار بگیرند. در بین پیکان‌های ماسه‌ای موردمطالعه، طویل‌ترین پیکان ۲۹۰ سانتی‌متر و کوتاه‌ترین آن‌ها ۳۳ سانتی‌متر و تفاوت بین آن‌ها ۲۵۷ سانتی‌متر است. میانگین طول پیکان‌های موردمطالعه ۱۰۰ سانتی‌متر و انحراف معیار آن‌ها ۰/۶۵ می‌باشد.

در بین عرض‌های مختلف پیکان ماسه‌ای در محل گیاه، وسط و قاعده پیکان، به‌طور طبیعی بیشترین عرض مربوط به محل گیاه و سپس وسط و در آخر، قاعده پیکان می‌باشد و به همین ترتیب واریانس و انحراف معیار نیز از این روند تبعیت می‌کنند اما در بخش چولگی و کشیدگی کمترین میزان مربوط به عرض پیکان در محل گیاه بوده و بیشترین میزان به قاعده آن اختصاص می‌یابد که این مورد قابل‌تأمل است(جدول شماره ۵).

جدول شماره۵: تحلیل آماری اجزای مورفومتری پیکان‌های ماسه‌ای

	طول پیکان (CM)	ارتفاع تپه ماسه‌ای(CM)	ارتفاع گیاه (CM)	عرض در محل گیاه(CM)	عرض در وسط پیکان(CM)	عرض در قاعده پیکان(CM)
میانگین	۱۰۰/۳	۱۴/۹	۱۹/۶	۲۷	۱۴/۹	۷/۵۵
میانه	۸۲	۱۳/۵	۱۸	۲۷/۵	۱۲	۷
مد	۸۳	۱۳	۱۷	۲۹	۹	۳
انحراف معیار	۶/۵۲	۶/۱۱	۶/۹	۱۰/۰۷	۷/۱۲	۳/۳۶
واریانس	۴۲/۶	۳۷/۳۵	۴۷/۷۲	۱۰۱/۵۷	۵۰/۸۳	۱۱/۳۱
دامنه تغییرات	۲۵۷	۲۲	۲۳	۳۸	۲۱	۱۰
کمترین	۳۳	۷	۱۰	۸	۵	۳
بیشترین	۲۹۰	۲۹	۳۳	۴۶	۲۶	۱۳

گرانولومتری رسوبات پیکان‌های ماسه‌ای

در نمونه‌برداری از رسوبات مربوط به پیکان ماسه‌ای از سه قسمت رأس، وسط و قاعده پیکان نمونه‌برداری به‌عمل‌آمده است و نتیجه گرانولومتری این رسوبات که در آزمایشگاه انجام‌شده، در جدول شماره ۶ ارائه گردیده است.

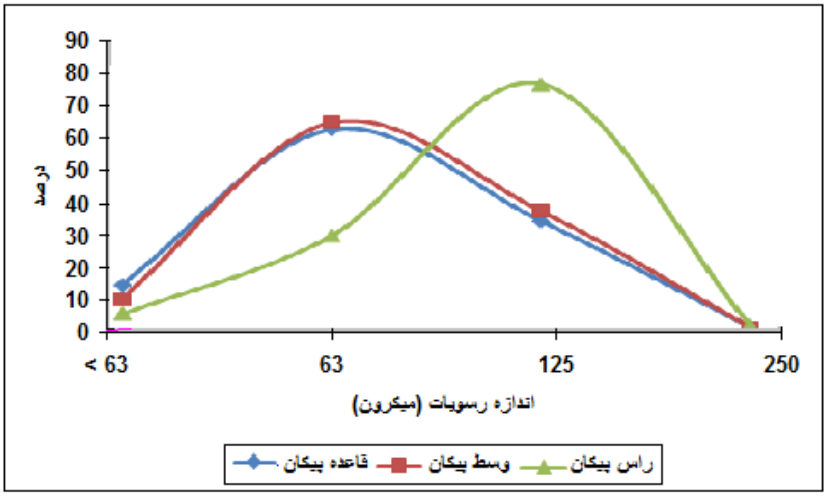
جدول شماره٦: نتایج گرانولومتری نمونه‌های مختلف پیکان ماسه‌ای

شماره الک / کد نمونه	۲۰۰۰ میکرون	۱۰۰۰ میکرون	۵۰۰ میکرون	۲۵۰ میکرون	۱۲۵ میکرون	۶۳ میکرون	کمتر از ۶۳ میکرون	جمع
قاعده پیکان	–	–	–	۰/۴۷	۳۰/۵۶	۵۶/۴۲	۱۲/۵۵	۱۰۰
وسط پیکان	–	–	–	۰/۲۴	۳۳/۱۶	۵۸/۲۱	۸/۳۹	۱۰۰
رأس پیکان	–	–	–	۰/۸۶	۶۸/۸۹	۲۶/۲	۴/۱۵	۱۰۰

تحلیل فراوانی رسوبات

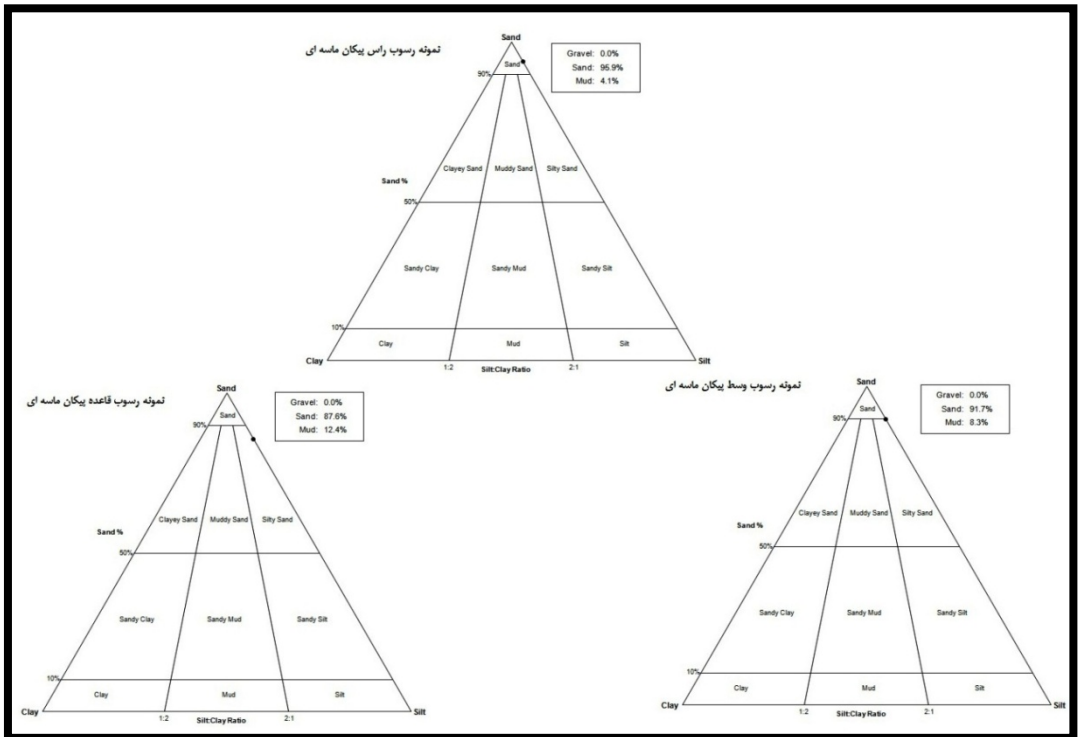
جهت گرانولومتری رسوبات پیکان ماسه‌ای، از سه قسمت پیکان(قاعده، وسط و رأس پیکان) نمونه‌برداری رسوب انجام شد و رسوبات در آزمایشگاه دانه سنجی شدند. همان‌طور که در جدول شماره ۵ ملاحظه می‌گردد، در هر سه نمونه گرفته‌شده از قاعده، وسط و رأس پیکان، رسوبات درشت‌دانه با اندازه‌های بیشتر از ۲۵۰ میکرون وجود ندارد، در قسمت ۲۵۰ میکرون ملاحظه می‌گردد که در رأس پیکان نسبت به وسط و قاعده(محل گیاه) آن، رسوبات درشت‌دانه بیشتری وجود دارد که به دلیل حرکت رسوبات درشت‌دانه‌تر به سمت نوک پیکان می‌باشد و بدین‌صورت است که رسوبات درشت‌دانه‌تر بیشتر در قسمت نوک پیکان دیده می‌شوند که این مورد در برخی دیگر از تپه‌های ماسه‌ای نیز دیده می‌شود مانند برخان که بازوها به نسبت دارای رسوبات درشت‌دانه تری هستند. شکل شماره فراوانی رسوبات در هر یک از اندازه‌ها را نشان می‌دهد. همچنین ریزدانه‌ترین رسوبات که مربوط به خانواده رس‌ها می‌باشند، هرچقدر از محل گیاه به سمت نوک پیکان حرکت کنیم فراوان‌تر می‌باشند و کمترین مقدار رسوبات ریزدانه در نوک پیکان و بیشترین آن در قسمت قاعده(محل گیاه) می‌باشد. در نمونه قاعده و وسط پیکان، ذرات بین ۶۳ تا ۱۲۵ میکرون فراوان‌ترین هستند اما در

نمونه رأس پیکان، ذرات بین ۱۲۵ تا ۲۵۰ میکرون، که این امر نیز حرکت ذرات درشت‌دانه به سمت رأس پیکان را نشان می‌دهد(شکل شماره ۹).



شکل شماره ۹ : فراوانی رسوبات در هر یک از اندازه‌ها

نمونه رسوبات وارد نرم‌افزار Gradstaet شد و سپس دیاگرام رسوبات ترسیم گردید. در دیاگرام‌های ترسیم‌شده که مربوط به هر سه نمونه است و در شکل شماره ۱۰ ارائه گردیده است، نشان می‌دهد که نمونه رسوب مربوط به رأس پیکان ماسه‌ای با دارا بودن حدود ۹۵ درصد ماسه، و حدود ۴ درصد رس و گل، در قسمت ماسه قرار می‌گیرد. نمونه رسوبات مربوط به وسط پیکان ماسه‌ای با داشتن حدود ۹۱ درصد ماسه و همچنین ۸ درصد گل و رس در مرز بین ماسه‌ای و سیلتی قرار می‌گیرند و نمونه مربوط به قاعده پیکان، با دارا بودن ۸۷ درصد ماسه و ۱۲ درصد گل و رس در محدوده سیلتی– ماسه‌ای قرار می‌گیرد.



شکل شماره ۱۰: دیاگرام تحلیلی نرم‌افزار Gradstate

نتیجه‌گیری

فرآیند شکل زایی مسلط در مناطق بیابانی فرآیندهای بادی است که باعث به وجود آمدن اشکال متنوعی تحت تأثیر جابجایی و حمل ماسه می‌شود. در این مناطق بادها مسلح به ذرات ماسه هستند و به‌محض کاهش سرعت باد رسوب‌گذاری ماسه‌ها آغاز می‌شود، ذرات معلق به‌صورت پوششی نازک بر سطح زمین فرود می‌آیند، ذرات غلطان به‌محض برخورد با مانع متوقف می‌شوند اما جابجایی ذرات در حال جهش بیش از ذرات غلطان است. یکی از اشکال ماسه‌ای که در محیط‌های بیابانی استپی توسط ذرات جهشی به وجود می‌آید پیکان‌های ماسه‌ای است.

در این پژوهش که به بررسی ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی پیکان‌های ماسه‌ای در ساحل شمالی دریای عمان پرداخته‌شده، این نتایج استخراج گردیده است. ابتدا به بررسی ارتباط و همبستگی بین طول پیکان ماسه‌ای با ارتفاع تپه و تاج گیاه پرداخته‌شده است و نتایج نشان داد که طول پیکان ماسه‌ای با ارتفاع تپه و ارتفاع گیاه در سطح ۹۵ درصد معناداری ارتباط دارند. اما ارتفاع گیاه با ارتفاع تپه ماسه‌ای در سطح ۹۹ درصد معناداری با یکدیگر ارتباط دارند. با توجه به موارد ذکرشده، با افزایش ارتفاع گیاه، طول پیکان بیشتر شده و همچنین ارتفاع تپه ماسه‌ای افزایش پیدا می‌کند. ارتباط ارتفاع تپه ماسه‌ای با سه پارامتر مربوط به پهنای(عرض) پیکان، عکس ارتباط طول پیکان می‌باشد، بدین‌صورت که ارتفاع تپه ماسه‌ای با پهنای پیکان در محل گیاه و در وسط پیکان در حد ۹۹ درصد معناداری بوده اما با رأس پیکان در حد ۹۵ درصد معناداری است. بین ارتفاع گیاه با سه پارامتر یادشده همبستگی تنگاتنگی در سطح ۹۹ درصد معناداری وجود دارد. بدین‌صورت که با افزایش ارتفاع گیاه، پهنای پیکان در قسمت‌های مختلف نیز بیشتر می‌شود. علاوه بر این، بین طول پیکان ماسه‌ای که از مهم‌ترین متغیرهای پیکان ماسه‌ای به شمار می‌رود، با پهنای پیکان در محل گیاه هیچ‌گونه ارتباط معناداری وجود ندارد و ارتباط آن بسیار ضعیف است، اما با پهنای آن در وسط و رأس رابطه تنگاتنگی در حد ۹۹درصد معناداری را دارا می‌باشد.

میانگین ارتفاع گیاه ۱۹/۶ سانتی‌متر است که مد(بیشترین فراوانی) مربوط به‌اندازه ۱۷ سانتی‌متر است. حداکثرارتفاع گیاه در بین گونه‌های موردمطالعه ۳۳ سانتی‌متر و حداقل آن ۱۰ سانتی‌متر است. این موارد نشان می‌دهد که پیکان‌های ماسه‌ای موردمطالعه به‌صورت کوچک و در حد چند ۱۰ سانتی‌متر می‌باشد و نسبت به پیکان‌های ماسه‌ای دیگر نقاط تفاوت زیادی دارد. در بین پیکان‌های ماسه‌ای موردمطالعه، طویل‌ترین پیکان ۲۹۰ سانتی‌متر و کوتاه‌ترین آن‌ها ۳۳ سانتی‌متر و تفاوت بین آن‌ها ۲۵۷ سانتی‌متر است. میانگین طول پیکان‌های موردمطالعه ۱۰۰ سانتی‌متر و انحراف معیار آن‌ها ۰/۶۵ می‌باشد. نتایج دانه سنجی رسوبات نشان می‌دهد که درشت‌دانه‌ترین رسوبات در رأس پیکان قرار داشته و هرچقدر به سمت قاعده و محل گیاه حرکت می‌کنیم از اندازه رسوبات کاسته می‌شود.

منابع

- محمودی، فرج اله. ۱۳۸۵. ژئومورفولوژی دینامیک. انتشارات پیام نور.
- ثابتی، حبیب‌الله. ۱۳۸۲. جنگل‌ها، درختان و درختچه‌های ایران. انتشارات دانشگاه یزد.
- مقصودی، مهران. نگهبان، سعید. باقری سیدشکری، سجاد. ۱۳۹۳. تحلیل مورفومتری پیکان‌های ماسه‌ای حاصل از گونه خارشتر(*Alhagi maurorum*) در غرب دشت لوت (شرق شهداد). کاوش‌های جغرافیایی مناطق بیابانی. سال دوم. شماره۳.صص۲۰-۱.
- *Bagnold R. A., 1941. The Physics of Blown Sand and Desert Dune. London: Methuen & Co. Ltd. 172 - 218.*
- *Besler, H., 1992. Geomorphology der ariden Gebiete. Wiss.Buchges, Darmstadt.*
- *Brookfield, T.S., Ahlbrandt, M.E., 1983. Eolian Sediments and Processes. Elsevier, Amsterdam.*

- *Corrigan B.M., B-E. Van Wyk, C.J. Geldenhuys, J.F. Durand. 2008. Vegetation cover changes of the Sand Forest in the KwaNibela Peninsula, St Lucia from 1937–2002. South African Journal of Botany, Volume 74, Page 364.*
- *Dong Zhibao, Jianjun Qu, Xunming Wang, Guangqiang Qian, Wanyin Luo, Zhenhai Wei. 2008. Pseudo-feathery dunes in the Kumtagh Desert. Geomorphology, Volume 100, Pages 328-334.*
- *Haney Alan, Marlin Bowles, Steven Apfelbaum, Emily Lain, Tom Post. 2008. Gradient analysis of an eastern sand savanna's woody vegetation, and its long-term responses to restored fire processes. Forest Ecology and Management, Volume 256, Pages 1560-1571.*
- *Karavas Nikolas, Kyriacos Georghiou, Margarita Arianoutsou, Dimitris Dimopoulos. 2005. Vegetation and sand characteristics influencing nesting activity of Caretta caretta on Sekania beach. Biological Conservation, Volume 121, Pages 177-188.*
- *Kocurek, G., 1996. Desert aeolian systems. In: Reading, H.G. Ed. , Sedimentary Environments: Processes, Facies and Stratigraphy. 3rd edn. Blackwell, Oxford, pp. 125–153.*
- *Lancaster, N., 1995. Geomorphology of desert dunes. Routledge, London.*
- *Li Houqiang, Ai Nanshan, 1992. Turbulent theory for wind-accumulated landform formation. Journal of Desert Research, 12. (3): 1-9. (in Chinese).*
- *Ling Yuquan, 1990. Flow field characteristics and their relationship to the intensity of drifting sand activity in the Taklimakan Desert. In: DIEERDE, Berlin. 6: 113-121.*
- *Liu Zhenxing, 1960. Movement of dune under the action of wind. Acta Meteorologica Sinica, 31 (1) : 84 - 91. (in Chinese).*
- *Livingstone Ian, Giles F.S. Wiggs, Corinne M. Weaver. 2007. Geomorphology of desert sand dunes: A review of recent progress. Earth-Science Reviews, Volume 80, Pages 239-257.*
- *Mckee E. D. , 1979. A Study of Global Sand Sea. Washington: U. S. Govement Printing Office. 8 - 19.*
- *Musick, H. B. and Gillette, S. M. 1996. 'Wind-tunnel modelling of the influence of vegetation structure on saltation threshold', Earth Surface Processes and Landforms, 21, 589–606.*
- Musick, H.B. and Gillette, S.M., 1996, Wind-tunnel Modeling of the Influence of Vegetation Structure on Saltation Threshold, Earth Surface Processes and Landforms, Vol. 21, PP.589-606.
- *Nickling, W.G., 1986. Aeolian Geomorphology. Allen and Un-win, London.*
- *Pye, K., Tsoar, H., 1990. Aeolian Sand and Sand Dunes. Unwin Hyman, London.*
- *Tsoar, H. and Møller, J. T. 1986. 'The role of vegetation in the formation of linear sand dunes', in Nickling, W. G. (Ed.), Aeolian Geomorphology, Allen and Unwin, Boston, 75–95.*
- *Wiggs, G. F. S., Livingstone, I., Thomas, D. S. G. and Bullard, J. E. 1996. 'Airflow and roughness characteristics over partially vegetated linear dunes in the southwest Kalahari Desert', Earth Surface Processes and Landforms, 21, 19–34.*
- *Wiggs, G. F. S., Thomas, D. S. G., Bullard, J. E. and Livingstone, I. 1995. 'Dune mobility and vegetation cover in the southwest Kalahari Desert', Earth Surface Processes and Landforms, 20, 515–530.*
- *Wolfe, S. A. and Nickling, W. G. 1993. 'The protective role of sparse vegetation in wind erosion', Progress in Physical Geography, 17.۶۸–۵۰.*
- *Zhu Zhenda, Wu Zhen, Liu Shu et al. , 1980. Desert in China. Beijing: Science press. 36-55 (ir~ Chinese).*