آنالیز عددی روابط مورفومتریک پیکان‌های ماسه‌ای و گونه‌های گیاهی عامل (مطالعه موردی: ریگ نجارآباد، شاهرود)

۱- علیرضا عرب عامری، دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه تربیت مدرس تهران
alireza.ameri91@ut.ac.ir
۲- مهران مقصودی، دانشیار ژئومورفولوژی، دانشگاه تهران

دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۱۵
پذیرش: ۱۳۹۵/۰۲/۱۲

چکیده

پیکان ماسه‌ای یکی از مهم‌ترین اشکال اراضی تراکمی ریگ نجار آباد در شهرستان شاهرود است. در این پژوهش ارتباط بین خصوصیات مرفولوژیکی و مرفومتریک پیکان‌های ماسه‌ای حاصل از گونه‌های خارشتر و اشنان منطقه مورد مطالعه با استفاده از رگرسیون خطی ساده و چندگانه بررسی است. خصوصیات مرفومتری گیاهی شامل ارتفاع گیاه و قطر تاج پوشش و خصوصیات مرفومتری پیکان ماسه‌ای شامل حجم پیکان ماسه‌ای، حداکثر عرض پیکان ماسه‌ای و طول پیکان ماسه‌ای هستند. نتایج تحلیل همبستگی پیکان‌های ماسه‌ای بیانگر عملکرد متفاوت ارتباطات بین مولفه‌های پوشش گیاهی و خصوصیات مرفومتری پیکان‌های ماسه‌ای است. در گونه اشنان ارتباط و همبستگی زیادی ۰/۶۷۰ بین ارتفاع گیاه و طول پیکان ماسه‌ای و همچنین قطر تاج پوشش و حداکثر عرض پیکان ماسه‌ای ۰/۷۵۳ وجود دارد، در حالی که این همبستگی در گونه خارشتر ۰/۵۰۴ و ۰/۶۸۰ می باشد. نتایج رگرسیون خطی چند گانه نیز بیانگر ارتباط و همبستگی بیشتر مولفه‌های مرفومتری پیکان ماسه‌ای با ارتفاع گیاه و قطر تاج پوشش در گونه اشنان ۰/۸۷۹، ۰/۸۳۱، ۰/۶۶۱ در مقایسه با گونه خارشتر ۰/۷۶۹، ۰/۶۸۳، ۰/۵۲۳ است. نتایج نشان دهنده این است که گونه خارشتر ساز وکار متکامل تری در به دام انداختن ماسه‌ها و تشکیل پیکان ماسه‌ای دارد. نتایج حاصل از این پژوهش در رویکرد مدیریت مناطق بیابانی و همچنین در طرح‌های تثبیت ماسه‌های روان مفید خواهد بود.

واژگان کلیدی: مولفه های مرفومتریک؛ مولفه‌های مرفولوژیک؛ پیکان ماسه‌ای؛ ریگ نجارآباد.

مقدمه

نیروی باد در حدود ۲۸ درصد از خشکی‌های جهان را فرسایش می‌دهد [۱۷]. طوفان‌های ماسه‌ای و گرد و خاک نه تنها در ایران بلکه در سایر کشورهای آسیایی، آفریقایی و آمریکایی نیز موجب خسارات مالی و جانی فراوان می‌شود [۱۶]. طوفان سیاه شمال چین در سال ۱۹۹۳ باعث کشته شدن ۸۵ نفر و تخریب حدود ۳۷۳۰۰۰ هکتار از محصولات زراعی [۲۹] و همچنین جابه جایی سالانه دست کم ۱۶۱ میلیون تن خاک در کانادا به ارزش ۲۴۹ میلیون دلار [۲۰] شد. تحرک ماسه‌های بادی در منطقه مورد مطالعه به عنوان مخاطره زیست‌محیطی در نواحی خشک و نیمه خشک، باعث می‌شود سالانه هزاران تن ماسه روان اراضی کشاورزی، مراکز سکونت‌گاهی و راه‌های دسترسی را در کام خود فرو برده و باعث نابودی آن‌ها، مهاجرت روستاییان و زیان‌های اقتصادی بی‌شماری می‌شود. این مسائل باعث عدم اجرای طرح‌های محرومیت‌زدایی نظیر ساخت راه‌های ارتباطی، اجرای طرح‌های عمرانی و کشاورزی شده و باعث فقر شدید اقتصادی در بین ساکنان منطقه و مهاجرت آن‌ها به مناطق دیگر می‌شود [۲۳] . شناخت و بررسی دقیق و آماری پیکان‌های ماسه‌ای منطقه مطالعاتی و تحلیل علمی خصوصیات آن‌ها به عنوان عامل بازدارنده ماسه‌های متحرک می‌تواند در مدیریت محیط منطقه و استفاده بهینه از منابع طبیعی آن مفید واقع شود. پوشش گیاهی نقش مهمی در تعیین دینامیک و مرفولوژی تپه‌های ماسه‌ای در محیط‌های بیابانی از طریق تاثیر روی حمل و نقل و به دام انداختن ماسه‌ها دارند [۲۸، ۲۷، ۲۶، ۲۲ و ۱۴]. بین سیستم‌های بادی که از نظر مقدار بار رسوب فقیر و غنی هستند، تشکیلات متفاوتی از عوارض ماسه‌ای

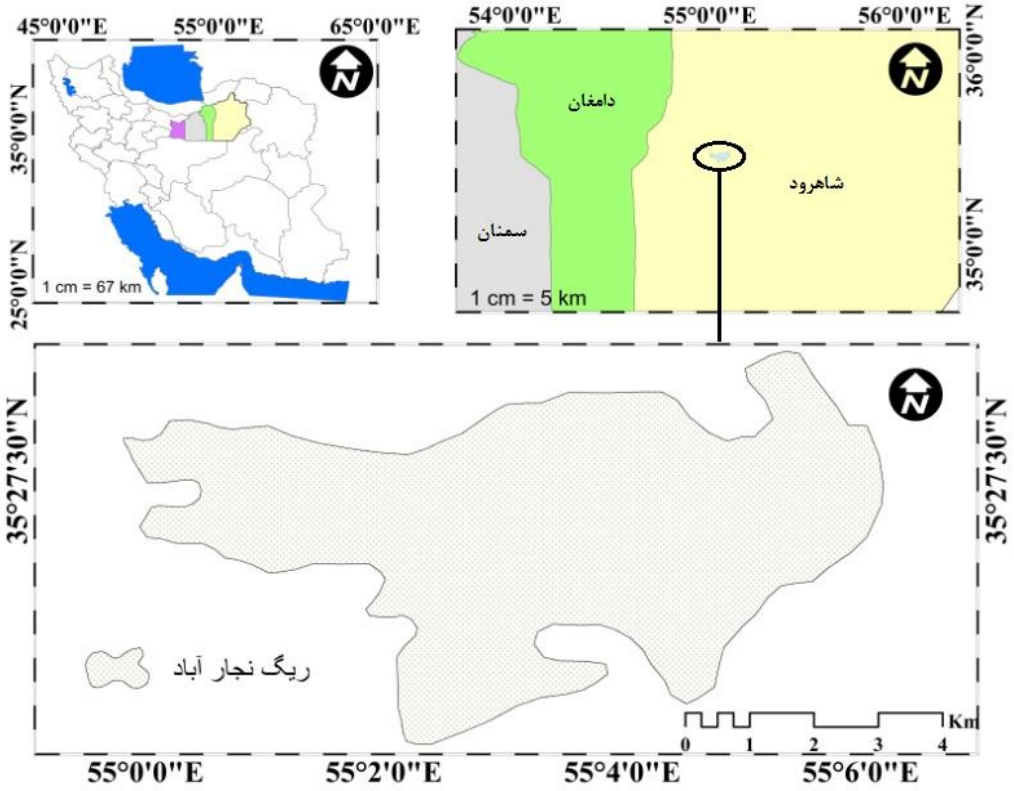
می‌توان مشاهده کرد [۱۰] که پیکان‌های ماسه‌ای یکی از آن‌هاست. ساده‌ترین و ابتدایی‌ترین اشکال تراکم ماسه، پیکان ماسه‌ای است. بیشترین حجم ماسه‌های بادی از طریق جهش جابه جا می‌شوند. چنانچه در مسیر سقوط این دانه‌ها مانعی وجود داشته باشد به علت کاهش سرعت باد در برخورد با این مانع دانه‌ها به زمین می‌افتند. سپس در محلی که کمترین میزان فشار وجود دارد روی هم متمرکز می‌شوند. مناسب ترین نواحی برای ایجاد پیکان‌های ماسه‌ای بیابان‌های با پوشش استپی است [۱۲]. در رابطه با ارتباط خصوصیات مرفولوژی گونه‌های گیاهی و خصوصیات مورفومتری عوارض حاصل از آن‌ها تحقیقات زیادی صورت گرفته است [۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۵، ۲۴ و ۲۵]. به‌طوری‌که ویژگی‌های مرفولوژیکی و توسعه نبکاهای ساحلی را در منطقه شمال شرق کویت مورد ارزیابی قرار دادند [۲]. بررسی پراکندگی و ویژگی‌های نبکاهای گونه *Nitrari asphaerocarpa* در بیابان گبی ثابت کرد که نبکاهای مطالعه شده در اندازه‌های مختلف وجود دارند و میانگین ارتفاع و طول آن‌ها به ترتیب ۱۵ و ۱۸ سانتیمتر می‌باشد [۱۱]. همچنین رابطه خطی بین ارتفاع و طول نبکاها نشان می‌دهد که بیشتر آن‌ها در مرحله رشد قرار دارد. [۱۸] با بررسی خصوصیات مرفومتری نبکا و مرفولوژی گیاهی آن با استفاده از روش‌های آماری در کویر سیرجان و تعیین ارتباط آماری بین مشخصه‌های مرفومتری و مرفولوژی گیاهی آن، سازگارترین گونه گیاهی را در منطقه مشخص شد. نتایج تحقیقات در خصوص ارتباط بین گونه‌های گیاهی و عوارض ایجاد شده بوسیله آن‌ها، کمتر از معیارهای کمی تبعیت کرده و به طور عمده دیدگاه‌های سنتی را در شکل‌گیری این گونه‌های ناهمواری دنبال کرده است. در این پژوهش با تکیه بر روش‌های کمی، خصوصیات ژئومرفولوژی موجود در چشم انداز پیکان ماسه‌ای بررسی شده و ارتباط بین عوامل موثر در شکل زایی پیکان ماسه‌ای تعیین می‌گردد. از آن‌جایی که عوامل متعددی در مورفولوژی پیکان ماسه‌ای دخالت دارند. در این پژوهش با ثابت نگه داشتن برخی از این عوامل، نقش عامل پوشش گیاهی در مورفولوژی پیکان ماسه‌ای بررسی شود. به عبارت دیگر، عوامل اقلیمی (باران، باد) و عوامل ترسیمی (اندازه دانه‌بندی و .....) و عامل زمان ثابت فرض شده و به تغییرات و ارتباطات حاصل بر اثر عملکرد ویژگی‌های گونه گیاهی پیکان ماسه‌ای پرداخته شده است. هدف اصلی این پژوهش بررسی رابطه بین عوامل پوشش گیاهی با خصوصیات مورفومتری پیکان ماسه‌ای گونه های اشنان[1] و خارشتر[2] با استفاده از روش‌های اندازه‌گیری عددی و تحلیل‌های آماری است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه، ریگ نجارآباد بوده که در شمال شرق طرود، شهرستان شاهرود، در استان سمنان و در حاشیه شمالی کویر بزرگ مرکزی واقع شده است. به دلیل کمبود ریزش‌های جوی در اطراف این کویر، سیستم‌های شکل‌زایی بادی بر دیگر فرآیندها حاکمیت دارند و می‌توان انواع رخساره‌های فرسایش بادی را در این منطقه مشاهده کرد. ریگ نجارآباد با وسعت ۲۸۶۴/۹ هکتار یکی از ریگ‌های موجود در حاشیه شمالی کویر بزرگ مرکزی است که به صورت نامنظم در امتداد غربی-شرقی در طول ۸ کیلومتر کشیده شده است. این ریگ در محدوده بین ۳۵درجه و ۲۵دقیقه تا ۳۵ درجه و ۲۹دقیقه عرض شمالی و ۵۴ درجه و ۵۹ دقیقه ۵۵ درجه و ۷ دقیقه طول شرقی واقع شده است (شکل ۱). موقعیت جغرافیایی خاص منطقه، شرایط متضاد اقلیمی را در فصل‌های مختلف سال، هم از نظر منشأ توده‌های هوای باران زا و هم در ارتباط با شرایط هوای برودتی و حرارتی به وجود آورده است. مقادیر عناصر اقلیمی منطقه مورد مطالعه در جدول ۱ نمایش داده شده است. باد به عنوان یکی از عوامل موثر در فرسایش و جابه جایی مواد در فرسایش خاک، هوازدگی و تجزیه آن موثر است [۱]. برای ترسیم گلباد منطقه مورد مطالعه از آمار یکساله ایستگاه کلیماتولوژی طرود، استفاده شد. گلباد منطقه نشان می‌دهد که بیشترین فراوانی بادها جهت شمالی دارند (شکل ۲). جهت پیکان‌های ماسه‌ای در منطقه شمال شرق- جنوب غرب می‌باشد، زیرا ماسه‌های روان تحت تاثیر بادهای غالب منطقه حرکت کرده و در جهت بادهای غالب پیکان های ماسه‌ای شکل گرفته‌اند.

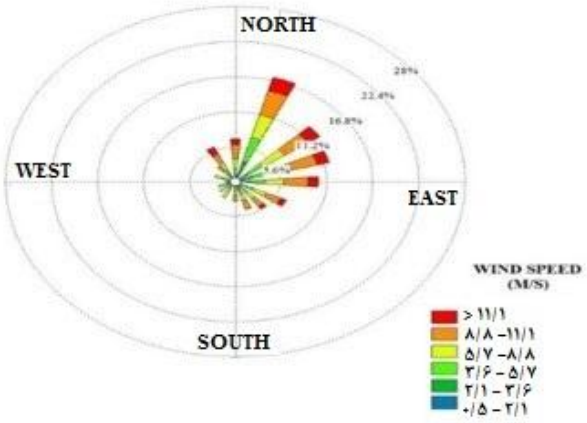
1-Seidlitzia Florida
2- Alhagi mannifera



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

جدول ۱- متغیر اقلیمی منطقه مورد مطالعه (در دوره آماری ۳۰ساله (۱۹۸۰ تا ۲۰۱۰)

متغیرهای اقلیمی	دوره زمانی				
	زمستان	بهار	تابستان	پاییز	سالانه
میانگین حداقل دما	-۰/۶۵	۱۵/۱۵	۲۱/۳۸	۵/۶۸	۱۰/۳۸
میانگین حداکثردما	۱۲/۹۱	۳۰/۶۸	۳۸/۹۷	۲۲/۱۹	۲۶/۱۸
میانگین حداقل رطوبت نسبی	۴۳/۲۱	۲۷/۶۸	۳۱/۷۱	۳۸/۱۲	۳۵/۱۸
میانگین حداکثر رطوبت نسبی	۶۶/۳۱	۴۵/۱۷	۳۸/۸۹	۵۷/۱۶	۵۱/۸۸
میانگین بارندگی	۱۱۸/۸۹	۷۶/۴۹	۲۹/۹۶	۹۸/۱۲	۸۰/۸۶
میانگین سرعت باد	۱۲/۱۵	۸/۳۱	۵/۴۳	۷/۲۴	۸/۲۸



شکل ۲- گلباد سالانه منطقه مورد مطالعه

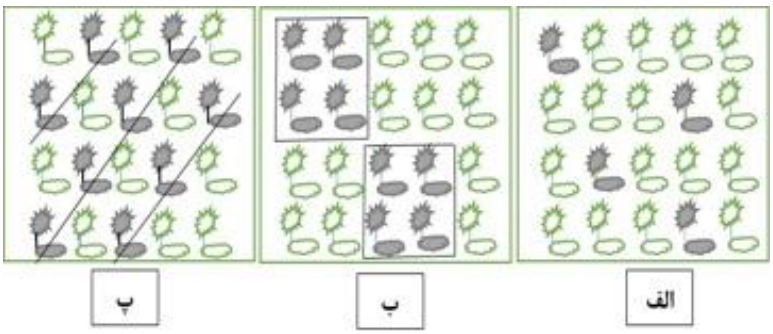
روش تحقیق

در این پژوهش از ابزار مختلفی برای بررسی مورفومتری پیکان‌های ماسه‌ای و مرفولوژی گیاه استفاده شده است. برای بررسی مورفومتری پیکان ماسه‌ای و مرفولوژی گیاه از متر، ژالون و GPS استفاده شد. همچنین برای مشخص کردن محدوده مورد مطالعه از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰، تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارث و بازدیدهای میدانی استفاده شد. روش کار این پژوهش به مراحل زیر تقسیم شده است.

۱) مشخص کردن محدوده مورد نظر از روی تصاویر ماهواره‌ای؛

۲) بازدید کلی چشم‌انداز منطقه و مشخص کردن خطوط ترانسکت برای سهولت مطالعه وانتخاب پیکان‌های ماسه‌ای با هدف برداشت‌های میدانی. در این پژوهش از ۱۰ترانسکت به منظور برداشت نمونه‌های مورد نظر و مطالعه بر روی آن‌ها استفاده شد. حجم نمونه به موقعیت پیکان ماسه‌ای نسبت به موقعیت ترانسکت‌های مستقر شده بستگی دارد. روش‌ها و واحدهای نمونه‌برداری رایج در مطالعات میدانی به سه دسته تقسیم می‌شوند [۳]. روش نقطه‌ای؛ واحد نقطه (شکل ۳ الف)؛ روش تک بعدی؛ واحد طول (ترانسکت) (شکل ۳ پ)؛ روش دو بعدی: واحد پلات (کوادرات) (شکل ۳ ب). روش نمونه‌برداری در این پژوهش بر اساس روش تک بعدی و واحد نمونه‌برداری طولی صورت گرفته است. این روش امکان نمونه‌برداری تصادفی را در کل محدوده مورد مطالعه فراهم می آورد. بنابراین برای پوشش کامل منطقه مطالعاتی ۱۰ ترانسکت یک کیلومتری با استفاده از دستگاه GPS در نظر گرفته شد (شکل ۴). نخست در قسمت جنوبی منطقه موردمطالعه نقاط ابتدایی ترانسکت‌ها با GPS تعیین و سپس در جهت شمال جغرافیایی مسیری به طول یک کیلومتر طی شد. سپس در امتداد آن پیکان‌های برخورد کرده با مسیر اندازه گیری شد.حجم نمونه بستگی به موقعیت پیکان‌های ماسه‌ای نسبت به محل ترانسکت‌های مستقر شده داشته است در مجموع ۴۸ پیکان ماسه‌ای از گونه اشنان و ۱۶ پیکان ماسه‌ای گونه خارشتر ارزیابی شده است.

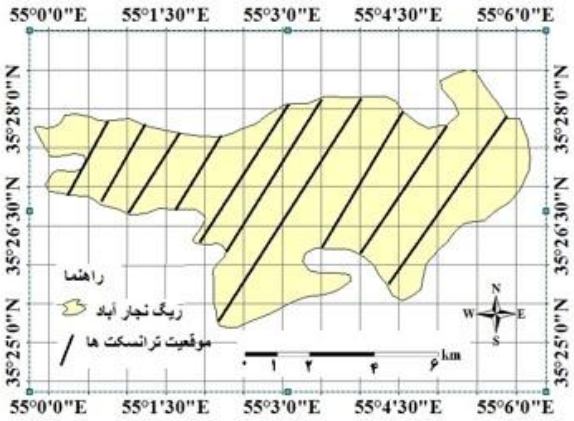
۳) برداشت ویژگی‌های مورفومتری پیکان‌های ماسه‌ای و مرفولوژی گیاه، چگونگی اندازه‌گیری مولفه‌های مرفومتریک و مرفولوژیک پیکان‌های ماسه‌ای در شکل ۵ نشان داده شده است. جدول ۲ مشخصات گونه‌های گیاهی تشکیل دهنده پیکان ماسه‌ای در منطقه مطالعاتی را نشان می‌دهد.



شکل ۳- انواع روش‌های نمونه‌برداری میدانی

جدول ۲- مشخصات گونه‌های گیاهی تشکیل دهنده پیکان ماسه‌ای

اسم علمی	علامت اختصاری	اسم فارسی	خانواده	شکل حیاتی	شکل رویشی
Seidlitzia florida	*Sl.fl*	اشنان	Tamariaceae	بوته‌ای	فانروفیت
Alhagi mannifera	*Al.ma*	خارشتر	Fabaceae	فورب چند ساله	همی کریپتوفیت



شکل ۴- موقعیت ترانسکت‌ها و پیکان‌های ماسه‌ای در منطقه مطالعاتی

شکل ۵- توضیح تصویری مولفه‌های مورفومتریک و مورفولوژیک پیکان ماسه‌ای

۴) برای محاسبه قطر تاج پوشش گیاه، میانگین دو قطر تاج گیاه، اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری ارتفاع گیاه بلندترین شاخه گیاه ، و برای اندازه‌گیری ارتفاع پیکان ماسه‌ای، ارتفاع قله پیکان ماسه‌ای تا سطح قاعده آن و برای به دست آوردن حجم پیکان ماسه‌ای نیز از رابطه ۱ استفاده شد [۵].

$$V = 0.5(0.33\ \pi\ R^2\ H) \quad (۱)$$

که در آن:

V: حجم مخروط پیکان ماسه‌ای به متر مربع، H: ارتفاع پیکان ماسه‌ای به متر و R: شعاع قاعده مخروط پیکان ماسه‌ای به متر است. نمایی از پیکان‌های ماسه‌ای منطقه مورد مطالعه در شکل ۶ نشان داده شده است.

شکل ۶- نمایی از پیکان‌های ماسه‌ای منطقه مطالعاتی

۵) تجزیه و تحلیل ویژگی‌های مورفومتری و مورفولوژی پیکان‌های ماسه‌ای:

رابطه‌سنجی بین صفات گیاهی با صفات مرفومتری پیکان ماسه‌ای بر اساس تحلیل رگرسیون ساده و تحلیل رگرسیون چند متغیره با استفاده از نرم افزار SPSS استوار شده است. برای این منظور، ابتدا روش‌های رگرسیون ساده خطی و غیر خطی آزمون شد. در روش رگرسیون ساده، روابط گوناگون خطی، توانی، لگاریتمی، نمایی، مکعبی و غیره بین مولفه‌های گوناگون محاسبه و از بین روابط رگرسیون ساده روابط با ارزش رجحانی بالاتر انتخاب گردید. در این روش، بهترین ارتباطات از توابع خطی، توانی و نمایی پیروی می کند. بنابراین، در قسمت نتایج فقط به ذکر این روابط اکتفا شده است. در آخر برای شناسایی نوع رابطه و میزان تاثیر آن‌ها ضریب همبستگی، ضریب تعیین، ضریب تعیین تعدیل شده، انحراف معیار برآورد و سطح معنی‌داری روابط ارائه شد و بهترین روابط با ارجحیت بالا گزارش شده است. روش آماری چند متغیره نیز بین متغیرهای وابسته (پیش بینی شونده) و متغیرهای مستقل (پیش‌بینی کننده) رابطه همبستگی برقرار می‌نماید، به گونه‌ای که متغیر وابسته توسط متغیرهای مستقل قابل پیش‌بینی باشد. اساس این تحلیل الگوی خطی عمومی است. در تحلیل رگرسیون گام به گام، متغیرهای مستقل همزمان بررسی می‌گردند. ممکن است دو متغیر در دو معادله جداگانه رابطه معناداری داشته باشند، ولی وقتی هر دو همزمان وارد معادله شوند رابطه آن‌ها با متغیر وابسته تغییر نموده و یکی از آن‌ها معنی‌داری خود را از دست بدهد. در این روش از بین متغیرهای پیش‌بینی‌کننده هر کدام که بیشترین همبستگی را با متغیر وابسته و کمترین همبستگی معنی‌دار را با سایر متغیرها داشته باشد وارد معادله می‌شود. سپس متغیر بعدی که بیشترین همبستگی را با متغیر وابسته دارد وارد معادله می‌شود. اگر احتمال معنی‌دار بودن یکی از این دو متغیر از ۱۰ درصد تجاوز کرد، آن را از معادله خارج و متغیر بعدی وارد معادله می‌شود. وضعیت ایده آل آن است که متغیرهای پیش‌بینی کننده کمترین همبستگی را با یکدیگر و بیشترین همبستگی را با متغیر پیش‌بینی شونده داشته باشد، در غیر این صورت، اگر متغیرهای پیش‌بینی کننده همبستگی زیادی با هم داشته باشند، یکی از آن‌ها که همبستگی بیشتری با متغیر پیش‌بینی کننده دارد، انتخاب و دیگری حذف می‌گردد، حتی اگر همبستگی آن با متغیر پیش بینی کننده معنی‌دار باشد.

نتایج

با توجه به ویژگی‌های گیاه شناسی، هیدرولوژیکی، زمین شناسی، اقلیمی و ژئومورفولوژیکی منطقه مطالعاتی و اهداف پژوهش، می‌توان گفت که نوع پیکان‌های ماسه‌ای و متغیرهای مورفومتری آن متفاوت است. در این پژوهش سعی گردیده تا مهم‌ترین نوع پیکان‌های ماسه‌ای شامل پیکان‌های ماسه‌ای گونه‌های *Seidlitzia florida* و *Alhagi mannifera* و مؤثرترین متغیرهای مورفومتری آن‌ها شامل ارتفاع پیکان ماسه‌ای، حجم پیکان ماسه‌ای، حداکثر عرض پیکان ماسه‌ای، قطر تاج پوشش، ارتفاع گیاه پرداخته شده است (جدول ۳).

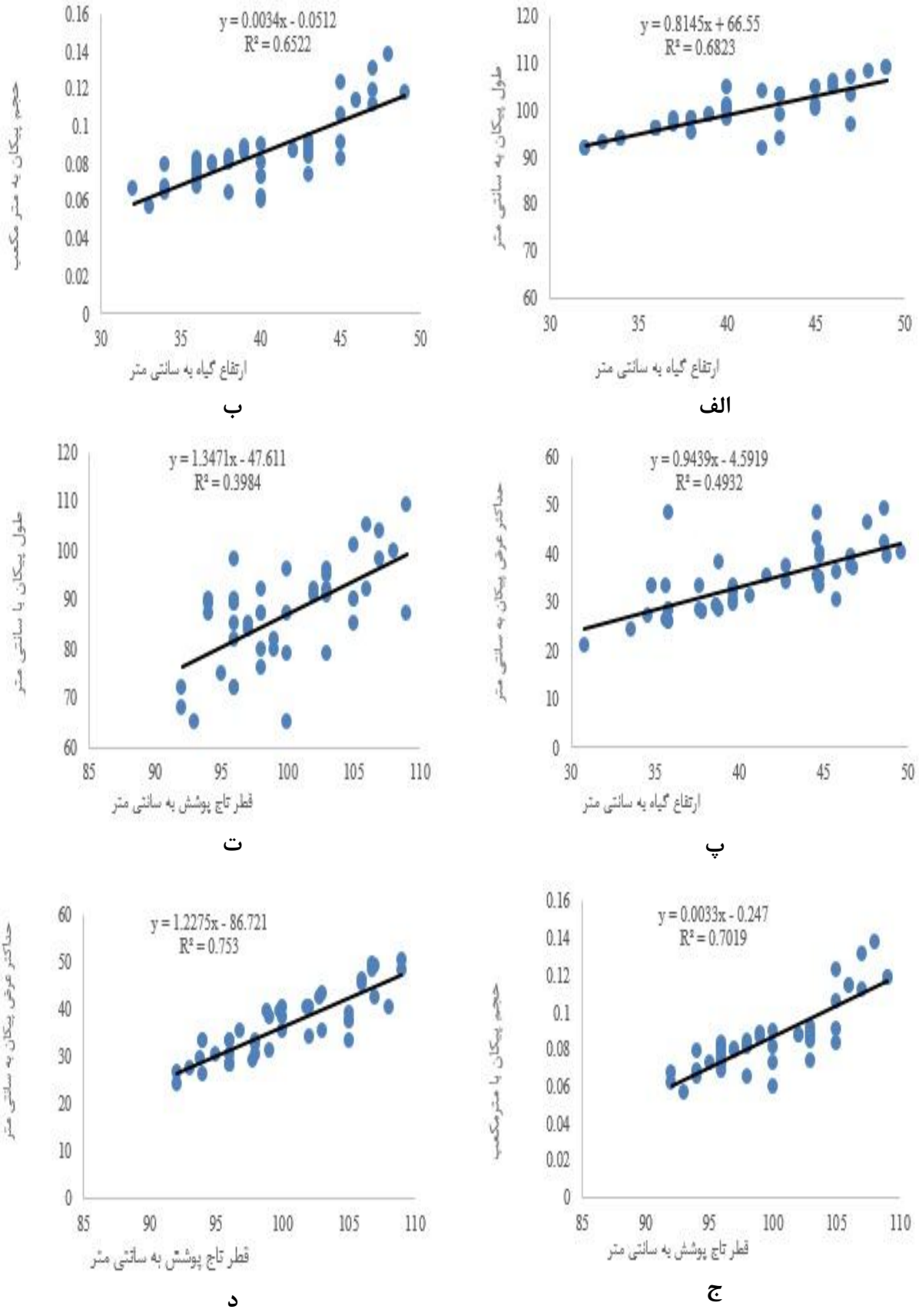
جدول ۳- مشخصات مورفومتری و مورفولوژی پیکان‌های ماسه‌ای

گونه‌های گیاهی	متغیرها	میانگین	حداقل	حداکثر	واریانس	انحراف از معیار
Sl.fl	ارتفاع گیاه (cm)	۳۹/۰۷	۳۰	۴۹	۰/۳۵	۵/۰۰۸
	قطر تاج پوشش (cm)	۹۲/۸۳	۸۲	۱۰۹	۰/۳۴	۶/۹۸۳
	طول پیکان (cm)	۸۳/۳۳	۶۵	۱۱۰	-۰/۰۷	۱۱/۵۲
	حجم پیکان(cm^3)	۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۱۴	-۰/۲۵	۵/۳۳۶
	حداکثر عرض پیکان (cm)	۳۶/۴۳	۲۴	۴۷	-۰/۲۵	۵/۳۳۶
Al.ma	ارتفاع گیاه (cm)	۲۹/۸۷	۲۰/۸	۳۹/۸	۰/۳۵	۵/۰۰۸
	قطر تاج پوشش (cm)	۸۶/۰۳	۷۵/۲	۱۰۲	۰/۳۴	۶/۹۸۳
	طول پیکان (cm)	۷۹/۰۳	۵۵/۷	۱۰۰	-۰/۰۷	۱۱/۵۲۳
	حجم پیکان (cm^3)	۰/۰۶۳	۰/۰۴۱	۰/۱۱	۳/۰۱	۰/۰۱۱
	حداکثر عرض پیکان (cm)	۳۵/۲۳	۲۲/۸	۴۵/۸	-۰/۲۵۴	۵/۳۳۶

پس از اندازه‌گیری مولفه‌های مورفومتریک و مورفولوژیک پیکان‌های ماسه‌ای گونه‌های *Alhagi mannifera* و *Seidlitzia florida* و تشکیل ماتریس داده‌ها اقدام به رابطه‌سنجی و تجزیه و تحلیل داده‌ها گردید. بررسی ارتباط بین متغیرهای مورفومتری گیاه و مرفولوژی پیکان‌های ماسه‌ای گونه‌های *Alhagi mannifera* و *Seidlitzia florida* در جدول‌های ۶ تا ۴ و شکل‌های ۷ و ۸ ارائه شده است. جدول‌های ۴ و ۵ نتایج رگرسیون ساده بین مولفه‌های مورفومتری و مورفولوژی گونه *Seidlitzia florida* و *Alhagi mannifera* را نشان داده است. خصوصیات مورفولوژی گیاهی شامل ارتفاع گیاه و قطر تاج پوشش و خصوصیات مورفومتری پیکان ماسه‌ای شامل حجم پیکان ماسه‌ای، حداکثر عرض پیکان ماسه‌ای و طول پیکان ماسه‌ای هستند. نتایج حاصل از رگرسیون ساده بین مولفه‌های مورفومتری و مورفولوژی پیکان‌های ماسه‌ای گونه *Seidlitzia florida* بیانگر بیشترین میزان همبستگی خطی بین ارتفاع گیاه و طول پیکان ماسه‌ای به میزان ۰/۹۳۴ در معادله خطی، ۰/۹۵۱ در معادله نمایی و ۰/۹۷۸ در معادله توانی به ترتیب با ضرایب تبیین ۰/۷۱۸، ۰/۷۷۹ ۰/۸۱۹ برای معادلات خطی، توانی و نمایی می‌باشد. ضرایب همبستگی برای پارامترهای دیگر مرفومتری و مرفولوژی برای پیکان ماسه‌ای گونه *Seidlitzia florida* به ترتیب زیر می‌باشد. ضرایب همبستگی بین ارتفاع گیاه و حجم پیکان ۰/۷۵۹ در معادله خطی، ۰/۸۲۱ در معادله توانی و ۰/۸۷۴ در معادله نمایی به ترتیب با ضرایب تبیین ۰/۵۳۲، ۰/۶۴۸، ۰/۶۸۹ برای معادلات خطی، توانی و نمایی می باشد. ضرایب همبستگی بین ارتفاع گیاه و حداکثر عرض پیکان ۰/۵۳۲ در معادله خطی، ۰/۵۵۶ در معادله توانی و ۰/۵۶۱ در معادله نمایی به ترتیب با ضرایب تبیین ۰/۲۸۴، ۰/۳۱۵، ۰/۳۱۷ برای معادلات خطی، توانی و نمایی است. ضرایب همبستگی بین قطر تاج پوشش و طول پیکان ۰/۰۰۵۴ در معادله خطی، ۰/۰۷۶ در معادله توانی و ۰/۱۳۵ در معادله نمایی به‌ترتیب با ضرایب تبیین ۰/۰۰۷، ۰/۰۱۵، ۰/۰۶۸ برای معادلات خطی، توانی و نمایی است. ضرایب همبستگی بین قطر تاج پوشش و حجم پیکان ۰/۸۳۵ در معادله خطی، ۰/۸۷۶ در معادله توانی و ۰/۸۸۷ در معادله نمایی به ترتیب با ضرایب تبیین ۰/۶۲۵، ۰/۶۷۵، ۰/۶۸۱ برای معادلات خطی، توانی و نمایی می‌باشد. ضرایب همبستگی بین قطر تاج پوشش و حداکثر عرض پیکان، ۰/۹۱۲ در معادله خطی، ۰/۹۲۳ در معادله توانی و ۰/۹۶۵ در معادله نمایی به‌ترتیب با ضرایب تبیین ۰/۷۰۹، ۰/۷۳۴، ۰/۸۱۲ برای معادلات خطی، توانی و نمایی می‌باشد.

جدول ۴- نتایج آنالیز رگرسیون بین مولفه‌های مرفومتری و مرفولوژی گونه *Seidlitzia florida*

پارامترهای مدل	نوع رابطه	ضریب همبستگی	ضریب تعیین	ضریب تعیین تعدیل شده	انحراف معیار برآورد	F	سطح معنی‌داری
ارتفاع گیاه و طول پیکان	خطی	۰/۸۸۶	۰/۶۸۲	۰/۶۷۸	۱/۵۶	۲۱۵/۷۶	۰/۰۰۰
	توانی	۰/۹۱۰	۰/۷۷۹	۰/۷۷۵	۰/۱۷۹	۱۱۴/۵	۰/۰۰۰
	نمایی	۰/۹۵۳	۰/۷۶۰	۰/۷۵۳	۰/۱۳۵	۸۵/۸۹	۰/۰۰۰
ارتفاع گیاه و حجم پیکان	خطی	۰/۷۵۹	۰/۵۳۲	۰/۵۲۸	۱/۹۱۲	۱۱۰/۱۹۸	۰/۰۰۰
	توانی	۰/۸۲۱	۰/۶۵۲	۰/۶۴۷	۰/۲۲۹	۸۷/۱۲۶	۰/۰۰۰
	نمایی	۰/۸۷۴	۰/۶۸۹	۰/۶۸۴	۰/۱۵۸	۶۵/۸۷	۰/۰۰۰
ارتفاع گیاه و حداکثر عرض پیکان	خطی	۰/۶۳۲	۰/۳۸۴	۰/۳۸۰	۱/۳۲	۶۲/۳۲	۰/۰۰۰
	توانی	۰/۶۵۶	۰/۴۱۷	۰/۴۱۱	۰/۱۸۹	۳۲/۸۷	۰/۰۰۰
	نمایی	۰/۶۸۷	۰/۴۹۳	۰/۴۸۸	۰/۱۱۲	۲۵/۹۸	۰/۰۰۰
قطر تاج پوشش و طول پیکان	خطی	۰/۵۳۲	۰/۲۸۴	۰/۲۸۰	۱/۰۹	۰/۰۸۸	۰/۰۰۰
	توانی	۰/۵۵۶	۰/۳۱۷	۰/۳۱۱	۰/۱۶۷	۲/۸۷	۰/۰۰۰
	نمایی	۰/۵۹۵	۰/۳۹۸	۰/۳۹۱	۰/۱۲۱	۳/۹۸	۰/۰۰۰
قطر تاج پوشش و حجم پیکان	خطی	۰/۸۳۵	۰/۶۲۵	۰/۶۲۱	۱/۶۵	۲۱۴/۶۴	۰/۰۰۰
	توانی	۰/۸۷۶	۰/۶۷۵	۰/۶۷۲	۰/۲۸۹	۱۱۲/۷۶	۰/۰۰۰
	نمایی	۰/۸۹۸	۰/۷۰۱	۰/۶۹۳	۰/۲۱۴	۸۳/۹۳	۰/۰۰۰
قطر تاج پوشش و حداکثر عرض پیکان	خطی	۰/۹۱۲	۰/۷۰۹	۰/۷۰۲	۱/۶۲	۲۱۱/۷۶	۰/۰۰۰
	توانی	۰/۹۱۸	۰/۷۲۳	۰/۷۱۴	۰/۲۱۹	۱۰۸/۵	۰/۰۰۰
	نمایی	۰/۹۶۵	۰/۷۵۳	۰/۷۴۸	۰/۱۵۳	۶۹/۸۹	۰/۰۰۰



شکل ۷- ارتباط بین مولفه‌های مورفولوژی گیاه و مورفومتری پیکان ماسه‌ای گونه *Seidlitzia florida*. الف) رابطه خطی بین ارتفاع گیاه و طول پیکان ماسه‌ای، ب) رابطه توانی بین ارتفاع گیاه و حجم پیکان ماسه‌ای، پ) رابطه نمایی ارتفاع گیاه و حداکثر عرض پیکان، ت) رابطه نمایی بین قطر تاج پوشش و طول پیکان ماسه‌ای، ج) رابطه نمایی بین قطر تاج پوشش و حجم پیکان، و د) رابطه نمایی بین قطر تاج پوشش و حداکثر عرض پیکان.

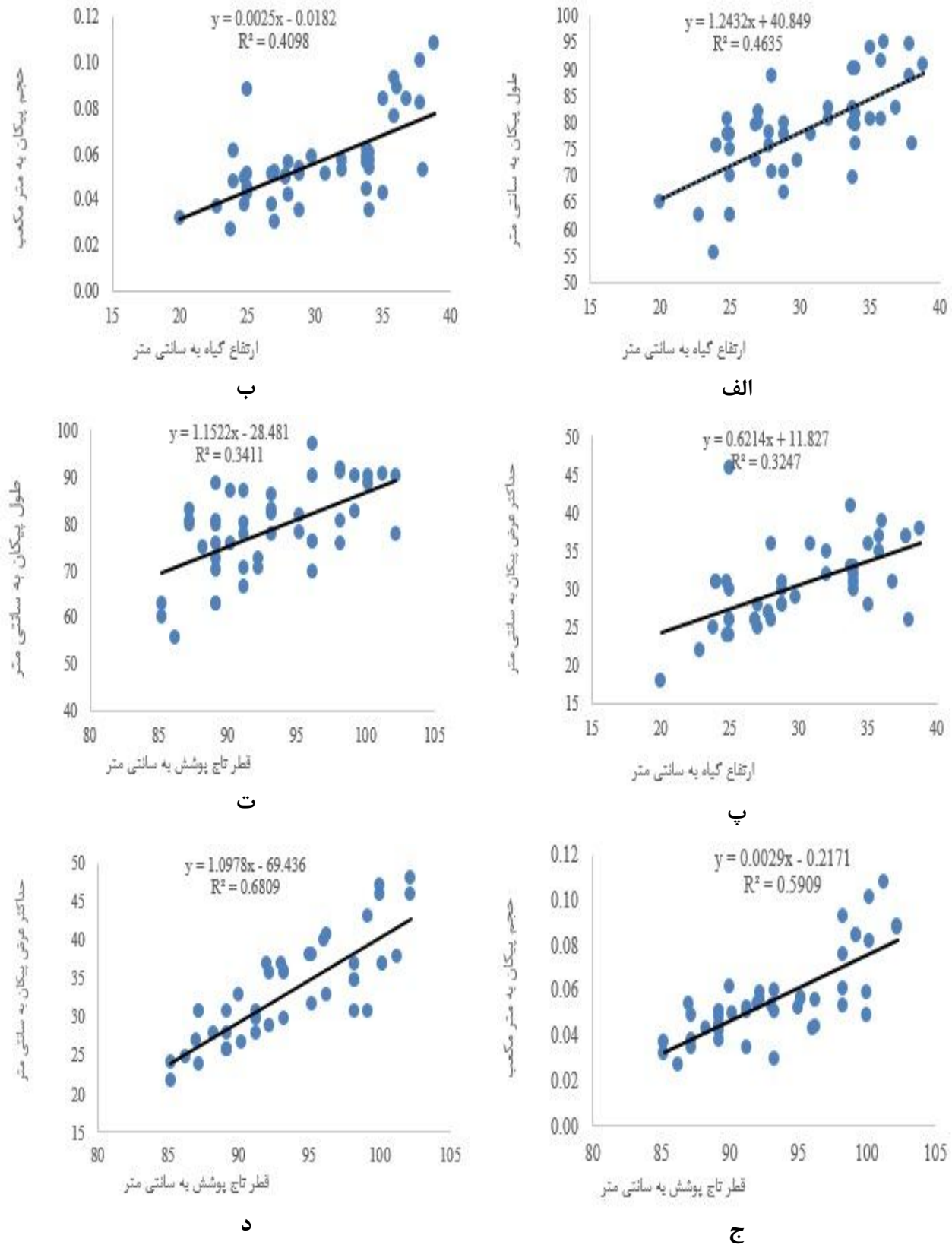
۰/۴۹۸ برای معادلات خطی، توانی و نمایی است. ضرایب همبستگی بین ارتفاع گیاه و حداکثر عرض پیکان ۰/۰۷۷ در معادله خطی، ۰/۱۰۲ در معادله توانی و ۰/۱۳۲ در معادله نمایی به ترتیب با ضرایب تبیین ۰/۰۰۸، ۰/۰۱۹، ۰/۰۵۶ برای معادلات خطی، توانی و نمایی می‌باشد. ضرایب همبستگی بین قطر تاج پوشش و طول پیکان ۰/۰۰۳۲ در معادله خطی، ۰/۰۵۶ در معادله توانی و ۰/۱۹۸ در معادله نمایی به ترتیب با ضرایب تبیین ۰/۰۰۶، ۰/۰۳۴، ۰/۰۷۹ برای معادلات خطی، توانی و نمایی می‌باشد. ضرایب همبستگی بین قطر تاج پوشش و حجم پیکان، ۰/۴۰۸ در معادله خطی، ۰/۴۱۱ در معادله توانی و ۰/۴۲۳ در معادله نمایی به ترتیب با ضرایب تبیین ۰/۲۰۹، ۰/۲۴۵، ۰/۲۷۸ برای معادلات خطی، توانی و نمایی می‌باشد. مقادیر پایین ضریب تبیین نشانه عدم رابطه معنی‌دار بین مولفه‌هاست.

در پیکان ماسه‌ای گونه *Alhagi mannifera* بیشترین همبستگی بین قطر تاج پوشش و حداکثر عرض پیکان به میزان ۰/۸۲۱ در معادله خطی، ۰/۸۵۸ در معادله توانی و ۰/۸۶۷ در معادله نمایی به ترتیب با ضرایب تبیین ۰/۵۸۶، ۰/۶۱۲، ۰/۶۳۶ برای معادلات خطی، توانی و نمایی می‌باشد. ضرایب همبستگی برای پارامترهای دیگر مرفومتری و مرفولوژی برای پیکان ماسه‌ای گونه *Alhagi mannifera* به ترتیب زیر می‌باشد.

ضرایب همبستگی بین ارتفاع گیاه و طول پیکان ۰/۴۷۸ در معادله خطی، ۰/۵۰۹ در معادله توانی و ۰/۵۲۳ در معادله نمایی به‌ترتیب با ضرایب تبیین ۰/۲۷۶، ۰/۳۰۹، ۰/۳۳۰ برای معادلات خطی، توانی و نمایی می‌باشد. ضرایب همبستگی بین ارتفاع گیاه و حجم پیکان ۰/۶۱۲ در معادله خطی، ۰/۶۳۵ در معادله توانی و ۰/۶۷۸ در معادله نمایی به ترتیب با ضرایب تبیین ۰/۴۱۳، ۰/۴۵۶.

جدول ۵- نتایج آنالیز رگرسیون بین مولفه‌های مرفومتری و مرفولوژی گونه *Alhagi mannifera*

پارامترهای مدل	نوع رابطه	ضریب همبستگی	ضریب تعیین	ضریب تعیین تعدیل شده	انحراف معیار برآورد	مقدار f	سطح معنی‌داری
ارتفاع گیاه و طول پیکان	خطی	۰/۵۷۸	۰/۳۷۶	۰/۳۷۱	۱/۲۵	۴۴/۳۹	۰/۰۰۰
	توانی	۰/۶۰۹	۰/۴۶۳	۰/۴۵۶	۰/۱۵۸	۳۴/۸۲	۰/۰۰۰
	نمایی	۰/۷۲۳	۰/۵۰۴	۰/۵۳۱	۰/۱۱۸	۳۱/۹۰	۰/۰۰۰
ارتفاع گیاه و حجم پیکان	خطی	۰/۵۴۰	۰/۳۴۳	۰/۳۳۷	۱/۳۸	۶۵/۷۰	۰/۰۰۰
	توانی	۰/۵۸۰	۰/۳۷۹	۰/۳۷۱	۰/۱۸۹	۴۶/۳۰	۰/۰۰۰
	نمایی	۰/۶۱۴	۰/۴۰۹	۰/۴۰۲	۰/۱۴۲	۶۵/۸۵	۰/۰۰۰
ارتفاع گیاه و حداکثر عرض پیکان	خطی	۰/۵۲۱	۰/۲۶۴	۰/۲۶۰	۱/۵۳	۰/۷۸	۰/۰۰۰
	توانی	۰/۵۳۶	۰/۲۸۰	۰/۲۷۳	۰/۱۳۰	۲/۵۷	۰/۰۰۰
	نمایی	۰/۵۸۰	۰/۳۲۴	۰/۳۰۷	۰/۱۰۹	۲/۹۸	۰/۰۰۰
قطر تاج پوشش و طول پیکان	خطی	۰/۵۲۰	۰/۲۷۲	۰/۲۶۸	۱/۶۸	۰/۰۸۲	۰/۰۰۰
	توانی	۰/۵۴۰	۰/۳۰۲	۰/۲۹۱	۰/۱۶۷	۱/۲۳	۰/۰۰۰
	نمایی	۰/۵۷۱	۰/۳۴۱	۰/۳۳۵	۰/۱۳۷	۲/۹۶	۰/۰۰۰
قطر تاج پوشش و حجم پیکان	خطی	۰/۷۲۵	۰/۵۱۵	۰/۵۰۶	۱/۵۱	۴۲/۳۴	۰/۰۰۰
	توانی	۰/۷۶۶	۰/۵۶۵	۰/۵۵۹	۰/۱۷۹	۳۰/۷۲	۰/۰۰۰
	نمایی	۰/۷۸۸	۰/۵۹۰	۰/۵۸۳	۰/۱۱۴	۲۷/۷۹	۰/۰۰۰
قطر تاج پوشش و حداکثر عرض پیکان	خطی	۰/۸۲۱	۰/۵۸۶	۰/۵۸۱	۱/۸۷	۱۸۷/۶۲	۰/۰۰۰
	توانی	۰/۸۴۸	۰/۶۱۲	۰/۶۰۷	۰/۲۰۹	۱۲۱/۷۰	۰/۰۰۰
	نمایی	۰/۸۶۷	۰/۶۸۰	۰/۶۷۶	۰/۱۴۹	۹۲/۲۳	۰/۰۰۰



شکل ۸- ارتباط بین مولفه‌های مورفولوژی گیاه و مورفومتری پیکان ماسه‌ای گونه *Alhagi mannifera*. الف: رابطه توانی بین ارتفاع گیاه و طول پیکان ماسه‌ای، ب) رابطه نمایی بین ارتفاع گیاه و حجم پیکان ماسه‌ای، پ) رابطه نمایی ارتفاع گیاه و حداکثر عرض پیکان، ت) رابطه نمایی بین قطر تاج پوشش و طول پیکان ماسه‌ای، ج) رابطه نمایی بین قطر تاج پوشش و حجم پیکان، د) رابطه نمایی بین قطر تاج پوشش و حداکثر عرض پیکان.

نتایج تحلیل رگرسیون خطی چندگانه بین تک تک مولفه‌های مورفولوژی با متغیرهای مورفومتری پیکان ماسه‌ای مدل‌های متعددی را مرهون می‌سازد. جدول ۶ مناسب‌ترین مدل‌ها و ارتباط موجود را برای هر گونه گیاهی ارائه نموده است. از بین متغیرهای مستقل، متغیرهای مناسب را برای ساختن مدل‌ها استخراج نموده و خلاصه اطلاعات مدل‌های منتخب را برای استفاده از ضرایب همبستگی، ضریب تبیین، ضریب تبیین تعدیل شده و خطای استاندارد برآوردها ارائه نموده است. برای هر گونه گیاهی دو مدل برای تبیین روابط اکوژئومرفولوژیکی بیان شده است. مدل یک تحلیل ارتباط چندگانه بین ارتفاع گیاه با مولفه‌های مرفومتری پیکان ماسه‌ای شامل طول پیکان، حجم پیکان و حداکثر عرض پیکان را توجیه می‌کند. میزان ضریب همبستگی و ضریب تبیین مدل برای گونه *Seidlitzia florida* به ترتیب ۰/۸۷۹ و ۰/۷۵۳ و برای گونه *Alhagi mannifera* ۰/۷۶۹ و ۰/۵۶۱ می‌باشد. مدل شماره دو ارتباط بین قطر تاج پوشش با مولفه‌های مرفومتری پیکان ماسه‌ای شامل طول پیکان، حجم پیکان و حداکثر عرض پیکان را توجیه می‌کند. میزان ضریب همبستگی و ضریب تبیین مدل برای گونه *Seidlitzia florida* به‌ترتیب ۰/۷۳۱ و ۰/۵۴۲ و برای گونه *Alhagi mannifera* ۰/۶۷۳ و ۰/۷۲ می‌باشد.

جدول ۶- نتایج آنالیز رگرسیون خطی چندگانه بین پارامترهای مورفومتری و مورفولوژی

گونه	مدل	ضریب همبستگی	ضریب تعیین	خطای برآورد	متغیر مستقل	متغیر وابسته	ضرایب استاندارد شده	مقدار T	سطح معنی‌دار T
SI.fl	۱	۰/۸۷۹	۰/۷۵۳	۴/۸۳	طول پیکان	ارتفاع گیاه	-۰/۱۲۸	-۳/۹۸	۰/۰۰۰
						قطر قاعده گیاه	۰/۸۵۶	۱۵/۶۵	۰/۰۰۰
						مقدار ثابت	۱۵/۵۸	۳/۰۸	۰/۰۰۰
	۲	۰/۷۳۱	۰/۵۴۲	۱۳/۷۵	حجم پیکان	ارتفاع گیاه	۰/۴۸۰	۶/۹۷	۰/۰۰۰
						قطر قاعده گیاه	۰/۳۳۲	۴/۸۵	۰/۰۰۰
						مقدار ثابت	۱۲/۳۲	۳/۵۶	۰/۰۰۰
	۳	۰/۶۶۱	۰/۴۲۸	۱۹/۹۸	حداکثر عرض پیکان	ارتفاع گیاه	۰/۱۲۶	۲/۹۰	۰/۰۰۰
						قطر قاعده گیاه	۰/۵۴۸	۵/۸۷	۰/۰۰۰
						مقدار ثابت	۱۶/۳۹	۲/۹۶	۰/۰۰۰
Al.ma	۱	۰/۷۶۹	۰/۵۶۱	۶/۴۱	طول پیکان	ارتفاع گیاه	-۰/۱۷۶	-۲/۹۳	۰/۰۰۰
						قطر قاعده گیاه	۰/۷۵۶	۱۴/۲۱	۰/۰۰۰
						مقدار ثابت	۱۱/۲۳	۳/۶۸	۰/۰۰
	۲	۰/۶۸۳	۰/۴۷۲	۱۵/۵۳	حجم پیکان	ارتفاع گیاه	۰/۵۲۱	۴/۷۲	۰/۰۰۰
						قطر قاعده گیاه	۰/۳۷۶	۳/۷۱	۰/۰۰۰
						مقدار ثابت	۱۶/۳۸	۵/۵۰	۰/۰۰۰
	۳	۰/۵۲۳	۰/۳۵۶	۲۱/۶۷	حداکثر عرض پیکان	ارتفاع گیاه	۰/۱۵۷	۳/۵۴	۰/۰۰۰
						قطر قاعده گیاه	۰/۶۴۰	۶/۵۷	۰/۰۰۰
						مقدار ثابت	۱۱/۴۶	۴/۶۳	۰/۰۰۰

بحث و نتیجه‌گیری

زیر بنای نگرش سیستمی حاکمیت بینش کلی‌گرایی، ژرف‌نگری و رابطه‌سنجی در ابعاد مختلف زمانی-مکانی و در آخر غایت اندیشی است. شناسایی ارتباطات بین سیستم از طریق مفهوم شبکه تعریف می‌شود. شناسایی این شبکه و نحوه رفتار آن به درک درستی از سیستم و عملکرد آن منجر می‌گردد [۱۱]. کارآیی این سیستم در هنگامی که روابط متقابل خطی و غیر خطی میان اجزا و عناصر سیستم برقرار است، از اهمیت بالایی برقرار است [۱۷]. سیستم مورد بررسی در این پژوهش پیکان ماسه‌ای است که از نوع سیستم طبیعی و باز می‌باشد و در سطوح مختلف قابل مدل‌سازی است. در سطح اول عناصر مورفومتری پیکان ماسه‌ای و مورفولوژی گیاه تعریف و نوع و میزان رابطه بین آن‌ها با متغیرهای روابط خطی و چندگانه تعیین و مدل‌سازی شده است. این پژوهش برآورد دقیق میزان همبستگی بین مولفه‌های مورفومتری و مورفولوژی را از طریق روابط آماری امکان پذیر ساخته

است. در تشکیل چشم انداز پیکان ماسه‌ای فرآیندهای مختلفی موثر هستند که مهم‌ترین آن‌ها، فرآیندهای بادرفتی و فرآیند زیست‌شناسی موجود در سیستم است. سیستم بادرفتی به صورت نیروی محرک با انتقال ماده به سیستم وارد می‌شود و فرآیند زیستی به عنوان نیروی مقاوم در برابر فرآیند بادرفتی عکس العمل نشان داده، مقاومت می‌کند و باعث تثبیت ماده در قسمت پشت به باد می شود. بنابراین، تقابل این دو فرآیند به افزایش ماده در پشت گیاه منجر می‌شود. این تجمع ماده به صورت شکل اراضی پیکان ماسه‌ای بروز می‌کند. توان بیولوژیک گونه‌های گیاهی با شکل‌های رویشی مختلف متفاوت است؛ به همین جهت شکل ایجاد شده به‌وسیله آن‌ها نیز ابعاد متفاوتی خواهد داشت. حد نهایی ابعاد شکل پیکان ماسه‌ای را حد آستانه تحمل شکل رویشی تشکیل دهنده آن رقم می‌زند. نتایج حاصل از پژوهش بیانگر دو شکل رویشی بوته‌ای و علفی چند ساله در منطقه مورد مطالعه است. مقایسه نتایج تحلیل همبستگی پیکان‌های ماسه‌ای بیانگر عملکرد متفاوت ارتباطات بین مولفه‌های پوشش گیاهی و خصوصیات مورفومتری پیکان های ماسه‌ای است. در گونه *Seidlitzia florida* ارتباط و همبستگی زیادی ۰/۶۷۰ بین ارتفاع گیاه و طول پیکان ماسه‌ای وجود دارد در حالی که این همبستگی در گونه *Alhagi mannifera* ۰/۵۰۴ می‌باشد. این موضوع نتیجه شکل رویشی دو گونه مختلف است. به گونه‌ای که گونه *Seidlitzia florida* دارای شکل بوته‌ای ولی گونه *Alhagi mannifera* دارای شکل حیاتی علفی چند ساله می‌باشد، یعنی اندام‌های هوایی گونه *Alhagi mannifera* در پایان دوره فرسایشی از بین رفته و در آغاز دوره رویشی بعد از قسمت طوقه شروع به رشد می‌کند. اما گونه *Seidlitzia florida* دارای اندام‌های هوایی پایا می‌باشد و در پایان دوره رویشی اندام‌های گیاه از بین نمی‌رود و در آغاز دوره رویشی دوباره رشد می‌کنند. لازم به ذکر است که اندازه گیاه، کلیه متغیرهای مرفومتری پیکان ماسه‌ای را در هر دو گونه کنترل می‌کند و با تغییر در آن، دیگر متغیرها تحت تاثیر قرار می‌گیرد. همچنین نتایج حاصل از رگرسیون خطی چند گانه نیز بیانگر ارتباط و همبستگی بیشتر مولفه‌های مرفومتری پیکان ماسه‌ای با ارتفاع گیاه و قطر تاج پوشش در گونه *Seidlitzia florida* ۰/۸۷۹، ۰/۸۳۱، ۰/۶۶۱ در مقایسه با گونه *Alhagi mannifera* ۰/۷۶۹، ۰/۶۸۳، ۰/۵۲۳ می‌باشد. به طور کلی وجود ارتباط بین مولفه‌های مورفولوژی گیاه و مورفومتری پیکان ماسه‌ای حاکی از اتخاذ نوعی شیوه تطابقی گونه‌ها با شرایط رسوب گذاری و فرآیند بادرفتی است. این ساز و کار می‌تواند بیانگر میزان تحمل گونه نسبت به تنش محیطی باشد. هرچه این ارتباطات قوی‌تر و پایدارتر باشد، شیوهٔ تطابقی گونه متکامل‌تر است. پژوهشگران زیادی به بررسی ارتباط خصوصیات مرفولوژیکی گونه های گیاهی و عوارض حاصل از آنها پرداخته‌اند. [۵] در تحلیل ارتباط موجود بین اجزاء تراکم پوشش تاجی با میزان ترسیب، وجود پیچیدگی در روابط حاکم را به کمک تنوع تراکم پوشش تاجی و نحوه عملکرد آن‌ها در به دام انداختن رسوب های بادی و شکل‌گیری اشکال ناهمواری نبکا توجیه نموده است. به طوری که پوشش تاجی گونه‌ها را در گروه های سه گانه تاج پوشش‌های سست و ول، تاج پوشش‌های نیمه انبوه و تاج پوشش‌های انبوه تقسیم‌بندی نموده است. این نتایج بیانگر این است که گونه‌های مختلف با توجه به سرشت اکولوژیک تاج پوشش خود عملکرد متفاوتی در مقابل فرآیند بادرفتی بروز می‌دهند. این نتایج با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. تحلیل مقایسه‌ای ارتباطات بین مولفه‌های مرفومتری نبکا و مرفولوژی گیاهی گونه‌های *Alhagi mannifera*، *Reaumuria turkestanica* و *Tamarix mascatensis* در کفه خیرآباد سیرجان نیز انجام شده است [۲۳]. نتایج تحقیق بیانگر این است که عوامل توجیه گر مولفه‌های عمودی نبکا در نبکاهای *Ta.ma* و *Re.tu* عوامل سه گانه ارتفاع گیاه، قطر طوقه و تاج پوشش گیاه به‌ترتیب با ضریب تبیین ۰/۷۲۰ و ۰/۷۳۷است [۲]. نتایج این پژوهش در درجه اول مدیران محیطی را از وضعیت سیستم بادرفتی پیکان ماسه‌ای مطلع می‌سازد و در درجه دوم به عنوان ابزاری در خدمت مدیران محیطی، در بازه‌های زمانی مختلف بیانگر روند و گسترش چشم انداز پیکان ماسه‌ای است.

References

[1]. Ahmadi, H. (2008). Application Geomorphology, Volume2, Desert-Wind erosion, Tehran university publication (In Farsi).

[2]. Al-Awadhi, J.M., & Al-Dousari, A.M., (2013). Morphological Characteristics and Development of Coastal Nabkhas, North-East Kuwait, *International Journal of Earth Sciences (Geologische Rundschau)*, 102 (3): 949-958.

[3]. Bonham, C.D.,(1989). Measurement for Terrestrial Vegetation. *John wiley & Sons, Inc*, 23: 65-62.

[4]. Bishop, S. R., Momiji, H., Carretero-Gonzalez, R. & Warren, A.,(2002). Modeling desert dune fields based on discrete dynamics, *Discrete Dynamicsin Nature and Society*, 7: 7–17.

[5]. Danin, A., (1996). Plants of desert dunes. *Springer*, 43: 136-177.

[6]. Dougill, A.J., & Thomas, A.D. (2002). Nebkha dunes in the Molopo Basin, south Africa and Botswana formation controls and their validity as indicators of soil degradation, *Journal of arid environment*,50 : 413-423.

[7]. Douseri, A. (1995). Sedimentolongical and Morohological characteristics of some nebkha deposits in the northern coastal plain of Kuwait. *Arid Environ*, 29: 267-292.

[8]. Hesp, P., & Mclachlan, A., (2000). Morphology, dynamics, ecology and fauna of Arc Totheca populifolia andAzania regions nebkha dunes. *Journal of arid environments*, 44: 155-172.

[9]. Hesp, P., (2002). Foredunes and blowouts: Initiation, geomorphology and dynamics. *Geomorphology*, 48: 245–268.

[10]. Hersen, P. (2004). On the crescentic shape of barchan dunes. *The European Physical Journal*, 37: 507–514.

[11]. Jasem, M. (2014). The Effect of a Single Shrub on Wind Speed and Nabkhas Dune Development: A Case Study in Kuwait. *International Journal of Geosciences*, 5: 20-26.

[12]. Mahmodi, F., (2000). Dynamic Geomorphology, University of Payamenour Press, Tehran (in Farsi).

[13]. Mohammadrezayi, S.H. (2003). Systematical Approach to acosystema analysis, First publish. Tehra (in Farsi).

[14]. Musick, H.B., & Gillette, S.M. (1996). Wind-tunnel Modeling of the Influence of Vegetation Structure on Saltation Threshold, *Earth Surface Processes and Landforms*, 21: 589-606.

[15]. Khalaf, F.I., Miska, R., & Al-Douseri, A ,(1995). Sedimentolongical and Morphological characteristics of some nebkha deposits in the northern coastal plain of Kuwait, Arabia. *Journal Arid Environment*, 29: 267-292.

[16]. Lin, G. (2002). Dust bowl in the 1930' sand storms in the USA, Global Alarm, Dustand sand storms from the world's dry lands. *United Nations*, 43-37.

[17]. Nicholas, P., Hamish, A., McGowan, R. & Grant, H. (2006).AUSLEM (Australian Land Erodibility Model): A tool for identifying wind erosionhazard in Australia, *Geomorphology*, 78, 179-200.

[18]. Poorgsrvani, M., Vali, A., & Movahedi, S., (2009). Grouped an Comparative Nebkas Type Sedliziavloreda, Romarlatorkestenica and Alhaji Mannifera the Basis of the Righteousness of Performance of Plants in the Vegetative forms in Kheirabadi Sirjan, *Geography Space*, 9 (31), 137-158(In Farsi).

[19]. Ramesht, M.H. (2006). Geomorphology Maps, Tehran. Samt Publication (in Farsi).

[20]. Squires, R. (2002). Dust and sand storms: An early warning of impending disaster, Global Alarm: Dust and sand storms from the world's dry lands, United Nations, 65-75.

[21]. Thomas, D.S.G., Knight, M., & Wiggs, G.F.S. (2005). Remobilization of southern African desert dune systems by twenty-first century globalwarming. *Nature*, 435, 1218–1221.

[22]. Tsoar, H., & 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.

[23]. Vali, A., & Poorgsrvani, M., (2008). Comparison Analysis Nebka Morphometric Relationships between Components and Morphology of Plant Species Tamarix Mascatensis, Reaumuria Turkestanica, Mannifera Alhagi in Khairabad Sirjan, Geography and Environmental Planning, 20 (35), 119-134 (in Farsi).

[24]. Wasson, R.J., & Hyde, R. (1983). Factors determining desert dune type. *Nature*, 304, 337–339.

[25]. Werner, B.T. (1995). Aeolian dunes: computer simulation and attractor interpretation. *Geology*, 23, 1107–1110.

[26]. Wiggs, G.F.S., Livingstone, I., Thomas, D.S.G., & 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.

[27]. Wiggs, G.F.S., Thomas, D.S.G., Bullard, J.E., & Livingstone, I., (1995). Dune Mobility and Vegetation Cover in the Southwest Kalahari Desert, *Earth Surface Processes and Landforms*, 20, 515-530.

[28]. Wolfe, S.A., & Nickling, W. G., (1993). The Protective Role of Sparse Vegetation in Wind Erosion, *Progress in Physical Geography*, 17, 50-68.

[29]. Youlin, Y. (2002). Black windstorm in northwest China: A case study of the stormy sanddust storms on May 5th 1993, Global Alarm: Dust and sand storms from the world's dry lands, United Nations.

[30]. Yong Zhong, S.U., Rong, Y., ZhiHui, Z., & Ming, W D. (2012). Distribution and Characteristics of Nitraria sphaerocarpa nebkhas in a Gobi habitat outside an oasis in Hexi Corridor region, China, *Sciences in Cold and Arid Regions*, 4(4), 0288–0295.

Numerical analysis of morphometrical affiliation of sand arrows and operative species (Case study: Najjar Abad Erg, Shahrood)

1-A.R. Arabameri, PhD Student of Geomorphology, Faculty of Humanities, Department of Geography, Tarbiat Modares University

alireza.ameri91@ut.ac.ir

2-M. Maghsoudi, Assistant Prof., Faculty of Geography, University of Tehran

Received: 05 Jan 2016
Accepted: 01 May 2016

Abstract

Sand arrow is one of the most important accumulation land forms in Najjar abad Erg in the Northeastern of toroud village. In this research emphasized on the affiliation between morphometrical and morphological characteristics of species of *Alhagi mannifera* and *Seidlitzia florida* sand arrow using regression and multiregression. morphometrical parameters of species including plant height, canopy diameter and morphometrical parameters of sand arrow including length, maximum width of the arrow and volume. Result of correlation analysis indicates different performance between morphometrical and morphological characteristics of Species. In Seidlitzia Florida Species there are high correlation between plant height and length of the sand arrow (0.670) and also canopy diameter and maximum width of the arrow (0.753) respectively, but this correlation in *Alhagi mannifera* is (0.504) and (0.680) respectively. Result of linear multiregression indicate more correlation between morphological characteristic of Sand arrow and plant height and canopy diameter in *Seidlitzia florida* Species (0.879, 0.831,0.661) in comparison with *Alhagi mannifera* Species (0.769,0.683,0.523). Results indicate that *Seidlitzia florida* Species have more prefect mechanism on trapping of sand and formation of Sand arrow. The results of this research will be fruitful in systemic management approach of desert regions, and also can be fruitful for quicksand stabilization projects.

Keyword: Morphology; Morphometric; Sand; Shahrood.