پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، سال ٤٥، شماره ٣، پاییز ١٣٩٢
صص. ٩٤-٧٧

تحلیل فرم ریپل مارک‌ها و موانع نبکا در پلایای سیرجان

محسن پورخسروانی* ـ استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه شهید باهنر، کرمان
عباسعلی ولی ـ استادیار ژئومورفولوژی، گروه جغرافیا، دانشگاه کاشان
طیبه محمودی محمدآبادی ـ دانشجوی دکترای ژئومورفولوژی، دانشکدهٔ علوم جغرافیایی و برنامه‌ریزی، دانشگاه اصفهان
نرجس سالاری ـ دانشجوی کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی، دانشکدهٔ علوم جغرافیایی و برنامه‌ریزی، دانشگاه اصفهان

پذیرش مقاله: ١٣٩١/١١/١٤ تأیید نهایی: ١٣٩٢/٠٦/٢٥

چکیده

این پژوهش تلاش دارد تأثیر خصوصیت‌های مورفومتری نبکاها را روی ویژگی‌های مورفومتری ریپل مارک‌ها در پلایای سیرجان بررسی کند. ابتدا خصوصیت‌های مرفومتری بیست نمونه از نبکاهای گونهٔ درختچهٔ گز، اشنان و گل گزی، شامل ارتفاع و قطر تاج پوشش گیاه، ارتفاع و قطر قاعدهٔ مخروط نبکا، ارتفاع مانع (مجموع ارتفاع نبکا و ارتفاع گیاه) و همچنین طول و عرض محدودهٔ تحت تأثیر مانع اندازه‌گیری شد. سپس رابطهٔ همبستگی تحلیل رگرسیون بین معیارهای ارتفاع مانع، قطر تاج پوشش گیاه و قطر قاعدهٔ نبکا و متغیرهای طول و عرض محدودهٔ تحت تأثیر برقرار شد. همچنین با استفاده از این آزمون تأثیر فاصله از مانع روی طول موج و ارتفاع ریپل مارک‌ها سنجیده شد. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که در فواصل نزدیک به مانع که سرعت باد کاهش یافته است، ارتفاع و طول موج ریپل مارک‌ها افزایش می‌یابد؛ اما هرچه فاصله از مانع زیاد شود، اندازهٔ طول موج و ارتفاع ریپل مارک‌ها کوچکتر می‌شود. همچنین دامنهٔ تأثیرگذاری نبکاهای مختلف روی ریپل‌ها تا حد بسیار زیادی وابسته به قطرتاج پوشش گیاه و ارتفاع مانع است؛ به‌طوری که طول محدوده، کمابیش سه برابر ارتفاع مانع و عرض آن، وابسته به قطر تاج پوشش گیاه و بعد از آن قطر قاعدهٔ نبکا است.

کلیدواژه‌ها: ارتفاع موج، ریپل مارک، طول موج، کویر سیرجان، مرفومتری، نبکا .

مقدمه

مطالعه در مورد کیفیت و خصوصیت‌های اشکال فرسایش بادی و همچنین ارتباط این اشکال با لندفرم‌های دیگر و پدیده‌های موجود در محیط ضروری به نظر می‌رسد؛ زیرا معیاری مهم و با ارزش در ارزیابی شرایط منابع طبیعی، به‌ویژه

* نویسنده مسئول: ٠٩١٣٣٤٧٠٧٢٩ E-mail: mohsen_pourkhosravani_2007@yahoo.com

در مناطقی است که حساسیت بالایی نسبت به فرسایش دارند. در بررسی ویژگی‌های اشکال فرسایش بادی استفاده از بعضی از خصوصیت‌های مرفومتریک، می‌توانند اطلاعات بسیار مهمی را از رفتار این اشکال در محیط‌های مختلف ارائه دهند. مرفومتری در واقع تحلیل‌های کمّی از ویژگی‌های ژئومورفیک لندفرم‌های یک منطقه است (بیاتی خطیبی، ۱۳۸۸: ۲).

بگنولد (۱۹۵۴) بیان می‌کند که با افزایش سرعت باد ذرات به حرکت درنمی‌آیند، بلکه اگر سرعت کشش باد به حد بحرانی برسد، در آن هنگام ذرات به حرکت درمی‌آیند. وی این حد بحرانی را آستانهٔ روانی[1] خواند که نشانهٔ شروع حرکت ذرات تحت تأثیر، فقط عامل باد است. اشکال ناهمواری بادی در حد برخورد بین سطح ماسه و هوا شکل می‌گیرند. چین‌وشکن‌ها اشکال و اندازه‌های کوچکی هستند که دراصل به‌وسیلهٔ فشار جهشی تشکیل می‌شوند. طول موج‌های آنها با طول موج حرکت ذرات جهنده ارتباط دارد، درنتیجه از بی‌ثباتی آیرودینامیکی تشکیل شده‌اند (چورلی و همکاران، ۱۹۸۵: ۴۳۴).

مهرشاهی و نکونام (۱۳۸۸) گزارش دادند که ریپل مارک‌ها کوچکترین و معمولی‌ترین عوارض بیابانی هستند که امتداد آنها عمود بر جهت بادهای توفان‌زا بوده و برش عرضی آنها نامتقارن است. ریپل‌ها از ماسه‌های روان بادی هنگامی که سرعت اصطکاک جریان‌های آزاد بزرگتر از آستانه سرعت اصطکاک ماسه است، در فضاهای مساعد و یکنواخت ایجاد می‌شوند و هنگامی ناپدید می‌شوند که سرعت اصطکاک[2] جریان آزاد از یک حد معین تجاوز کند. مقیاس ریپل‌ها متناسب با سرعت باد است (دمیااو و همکاران، ۲۰۰۱).

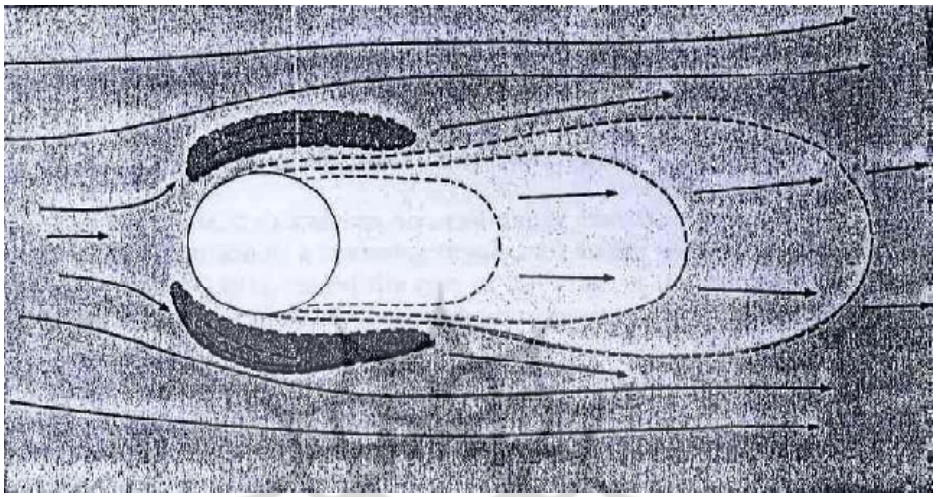
مشاهدات صحرایی و تونل باد نشان می‌دهد که بادهای با سرعت ۱۲ تا ۱۴ متردرثانیه، سطح مواج قابل تشخیصی را در مدت کمتر از یک دقیقه روی یک سطح صاف ماسه‌ای سست ایجاد می‌کنند؛ البته تکامل و گسترش پهنه‌های مواج بزرگ زمان طولانی‌تری لازم دارد (رفاهی، ۱۳۸۸: ۱۹۲).

احمدی بیان می‌کند ریپل مارک‌های معمولی ارتفاع کمی (۳ تا ۲۵ سانتی‌متر) دارند و فاصلهٔ قلل آنها در حدود ۱۰ برابر ارتفاع آنها است (احمدی، ۱۳۸۷: ۳۹۵). لونسدال و اسپیسز (۱۹۷۷) و هو و هومفری (۱۹۹۵) گزارش دادند که ریپل‌های ماسه‌ایِ اشکال عمومی از شیب‌های ملایم در نواحی بادرفتی، به‌وسیلهٔ جریان‌های سطح پایین یک‌طرفه ظاهر می‌شوند. اندرسون (۱۹۹۰: ۵) مطرح کرد که ارتباط بین طول موج ریپل مارک‌ها و فرایندهای جهش رسوب‌های بادی با کاهش و افزایش انرژی جهش ذرات هماهنگ است. این نشان می‌دهد که ویژگی‌های مرفومتریک ریپل‌ها بازتابی از دینامیک آنها است.

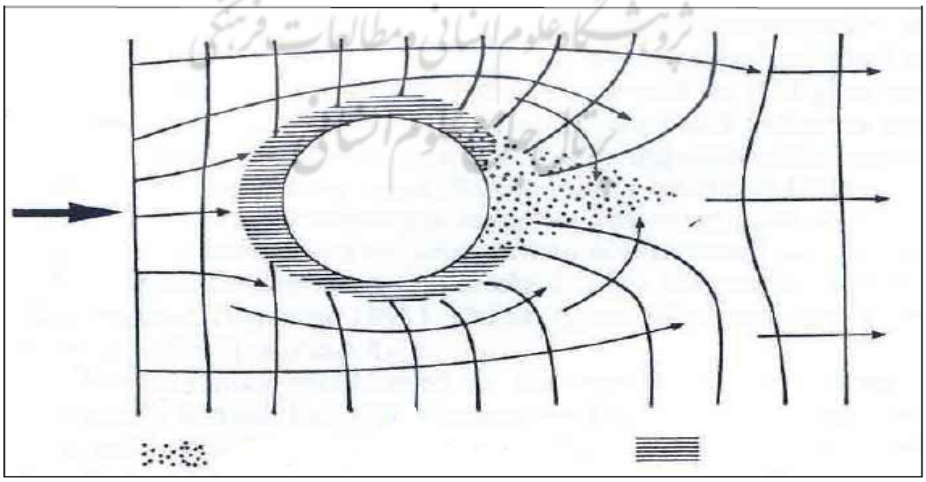
راسل و همکاران (۲۰۰۲) گزارش دادند که الگوهای شکل‌گرفتهٔ بادی در مقیاس‌های بزرگ تنوع زیادی دارند. آنها بیان کردند که الگوی ریپل مارک‌های ماسه‌ای در سطح تپه‌ها، به‌شدت به‌وسیلهٔ مورفولوژی تپه‌ها کنترل می‌شود. موج‌های ایجاد شده بر اثر باد که در گذشته تشکیل شده‌اند، دلیلی است برای حرکت تازهٔ شن‌ها و برای رسم نقشهٔ حرکت باد در سراسر سطوح تپه‌ای ایده‌ال هستند (بی‌شاپ، ۲۰۰۱).

1. Fluid threshold
2. Friction velocity

دانین (۱۹۹۶) گزارش داد که گیاهان قادرند به‌طور محلی بر سرعت و جهت باد تأثیر بگذارند (شکل ۱). وی بیان می‌کند، گونهٔ علف گندمی[1] که دارای تاج پوشش به‌نسبت متراکمی است، تأثیر زیادی بر جهت ریپل‌ها دارد. همچنین مقاومت در برابر باد در اطراف یک نبکا کاهش می‌یابد، اما در سمت بادپناه نبکا، سرعت باد کاهش می‌یابد و این کاهش سرعت باد بر خصوصیت‌های مرفومتری ریپل مارک‌های شکل‌گرفته در بادپناه نبکا تأثیر می‌گذارد (شکل ۲).



شکل ۱. تأثیر گیاه بر سرعت باد. رنگ خاکستری رژیم نرمال باد؛ رنگ سفید کاهش سرعت باد و رنگ مشکی افزایش سرعت باد نسبت به رژیم نرمال باد (دانین، ۱۹۹۶).



شکل۲. تأثیر نبکا بر سرعت باد و تشکیل ریپل مارک‌ها (دانین، ۱۹۹۶)

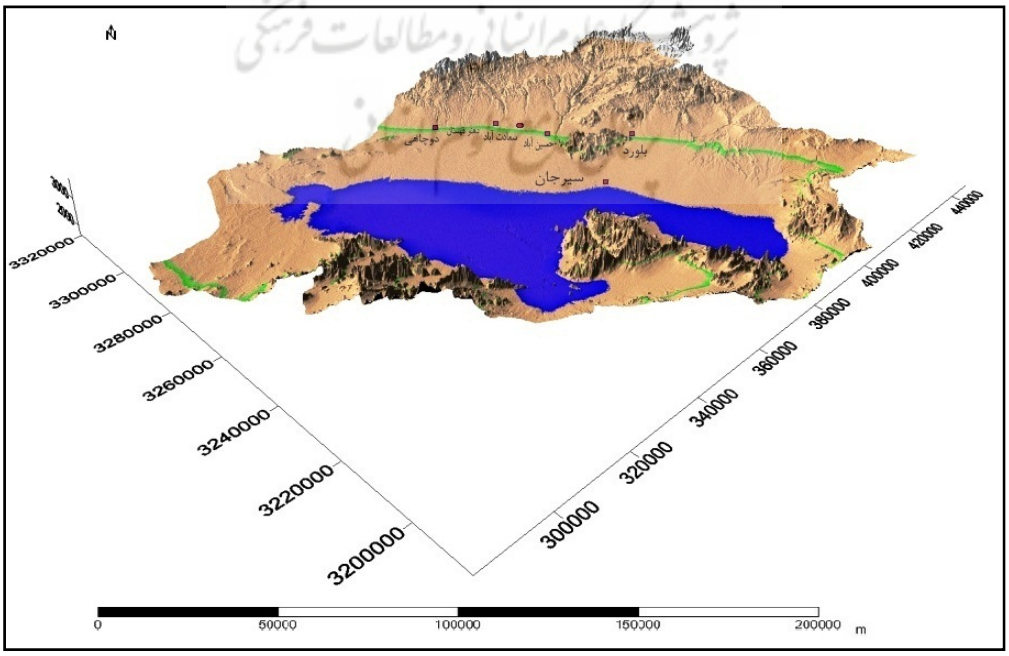
1. Agropyron junceum

نگهبان و همکاران (۱۳۹۲) بیان می‌کنند که نبکاهای هر گونهٔ گیاهی، در دو پلات مجاور ویژگی‌های متفاوتی دارند که این موضوع تأثیرات متفاوت عوامل تأثیرگذار نبکاها، ازجمله اندازهٔ پوشش گیاهی و فرایندهای بادی بر قسمت‌های مختلف منطقه را نشان می‌دهد. به‌طور کلی پوشش گیاهی، یک فرایند بیرونی در ژئومورفولوژی به‌شمار می‌رود که همانند یک نیروی مقاوم در جهت تغییرات عمل می‌کند. اثرات پوشش گیاهی در تغییرات خصوصیت‌های ریپل مارک‌ها مشهود است.

این پژوهش تلاش می‌کند با استفاده از مدل‌سازی آماری، ارتباط میان خصوصیت‌های مرفومتری نبکاها و خصوصیت‌های مرفومتری محدودهٔ تحت تأثیر مانع که در آن محدوده ویژگی‌های مرفومتری ریپل مارک‌ها تغییر کرده است و همچنین تأثیر فاصله از مانع را بر خصوصیت‌های مرفومتری ریپل مارک‌ها در منطقهٔ مورد مطالعه بررسی کند.

موقعیت منطقهٔ مورد مطالعه

پلایای سیرجان یکی از مهم‌ترین پلایاهای استان کرمان است. این پلایا با وسعتی برابر با ۱۶۲۵ کیلومتر مربع از بزرگترین کویرهای حوضهٔ آبخیز اصفهان است که در فرورفتگی مثلثی شکلی واقع در جنوب غربی شهر سیرجان قرار گرفته است. این پلایا در محدودهٔ عرض‌های ۲۸ درجه و ۴۶ دقیقه تا ۲۹ درجه و ۵۹ دقیقهٔ شمالی و محدودهٔ طول‌های ۵۴ درجه و ۵۷ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۲۷ دقیقه شرقی گسترده شده است (کرینسلی، ۱۳۸۱: ۲۲۰). منطقهٔ مطالعاتی در کمربند سبز نوار جنوب غربی تا غرب شهر سیرجان قرار داشته و در محدوده‌ای به عرض ۲۹ درجه و ۲۰ دقیقه تا ۲۹ درجه و ۳۰ دقیقه شمالی و طول ۵۵ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۵۵ درجه و ۴۰ دقیقه شرقی گسترده شده است شکل (۳) موقعیت پلایای سیرجان را نشان می‌دهد.



شکل ۳. نقشهٔ موقعیت منطقهٔ مورد مطالعه

ویژگی باد در منطقهٔ مطالعاتی

باد غالبِ منطقه در طول سال عمدتاً از جهت جنوب غرب است که به‌طور متوسط ۲۲/۵ بار رخ می‌دهد و سرعت متوسط آن ۵ متربرثانیه است. ضعیف‌ترین باد هم باد شرقی است که ۸/۸ بار روی می‌دهد و سرعت متوسط آن ۳/۸ متربرثانیه است. جدول (۱) ویژگی‌های باد منطقهٔ مورد مطالعه را در ماه‌های مختلف سال نشان می‌دهد. نتایج این جدول نشان می‌دهد که باد غالبِ منطقه در ماه‌های مختلف متفاوت است.

جدول ۱. ویژگی‌های باد در منطقهٔ مطالعاتی

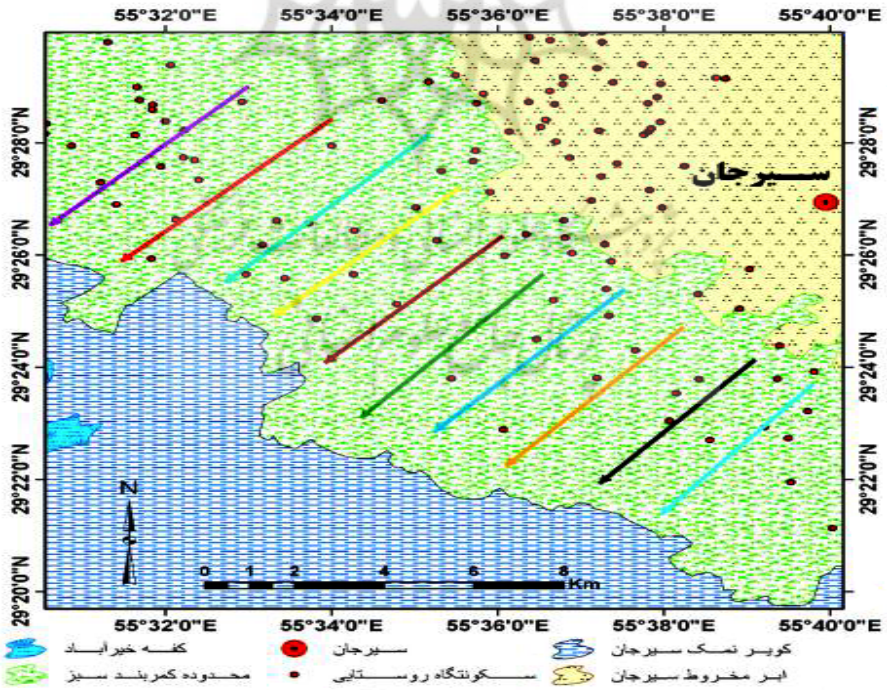
ماه‌های سال	سمت باد غالب در ماه‌های مختلف سال	میانگین ماهانهٔ درصد باد غالب	میانگین ماهانهٔ سرعت باد غالب (متربرثانیه)
ژانویه	جنوب شرق	۱۸/۴۱	۴/۴
فوریه	جنوب شرق	۱۹/۱۵	۵/۴
مارس	جنوب غرب	۱۹/۷۵	۵/۷
آوریل	جنوب غرب	۱۳/۹۹	۵/۳
می	جنوب غرب	۱۳/۸۳	۵
ژوئن	جنوب غرب	۱۲/۷۶	۴/۷
جولای	جنوب غرب	۱۶/۳۳	۵/۸
اوت	شمال غرب	۱۸/۴۳	۵/۷
سپتامبر	جنوب غرب	۱۲	۴/۸
اکتبر	جنوب غرب	۹/۴۸	۴/۴
نوامبر	جنوب شرق	۱۰/۳۷	۴
دسامبر	جنوب شرق	۱۴/۷۳	۴/۶

منبع: سازمان هواشناسی ایستگاه سینوپتیک سیرجان، ۱۳۸۲

در منطقهٔ مورد مطالعه بادهای موسمی هم می‌وزند که بیشترین آن در دو نوبت (۹۰ روز در سال) و به‌صورت متناوب اتفاق می‌افتد. نوبت اول از نیمهٔ اول اسفند تا نیمهٔ اردیبهشت و نوبت دوم از نیمهٔ شهریور تا آخر مهرماه است. جهت این باد از شمال غرب به جنوب شرق و گاهی برعکس بوده و عموماً همراه با گردوخاک است. مهم‌ترین بادهای محلی منطقه عبارتند از: باد گرمسیری که از سمت جنوب و بیشتر در زمستان، به‌طور متناوب و با سرعت متوسط می‌وزد. این باد باران‌زا بوده و باعث بالارفتن رطوبت هوا می‌شود. دومین باد محلی منطقه باد قبله است که در اواخر بهار تا پاییز، از سمت جنوب به‌طور متناوب و با سرعت ملایم و گاهی شدید می‌وزد و سبب قطع بارندگی می‌شود. سومین باد محلی باد موسوم به باد اصفهان است که از سمت غرب و شمال غرب در پاییز و زمستان به‌طور متناوب و با سرعت ملایم می‌وزد و موجب سردی هوا می‌شود و درنهایت باد محلی شمال که از سمت شمال و در همه فصول به‌طور متناوب و با سرعت ملایم و گاهی شدید می‌وزد.

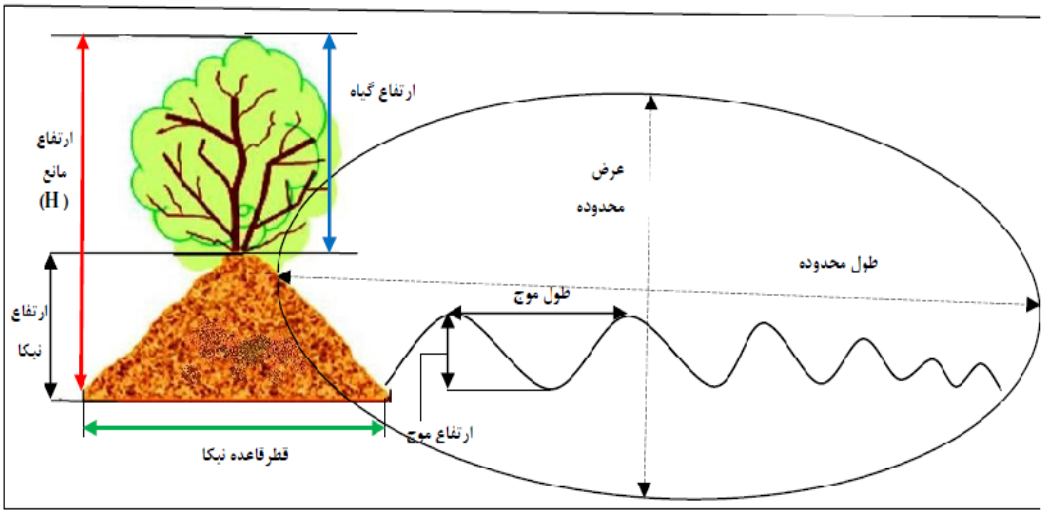
مواد و روش‌ها

پژوهش پیش رو در چارچوب طرح تصادفی برای تحلیل فرم و فرایند ریپل مارک‌ها و پوشش گیاهی در منطقهٔ مورد مطالعه انجام گرفت. برای این امر، خصوصیت‌های مرفومتری بیست نمونه از نبکاهای گونهٔ درختچهٔ گز، اشنان و گل گزی شامل ارتفاع گیاه، قطر تاج پوشش گیاه، ارتفاع نبکا، قطر قاعدهٔ مخروط نبکا، ارتفاع مانع (مجموع ارتفاع نبکا و ارتفاع گیاه) و همچنین طول و عرض محدودهٔ تحت تأثیر مانع (نبکا) برای گونه‌های مختلف، در امتداد دَه ترانسکت مشخص‌شده در عرض کمربند سبز کویر، اندازه‌گیری شدند (شکل ۴). سپس برای بررسی مؤثرترین عامل روی محدودهٔ تحت تأثیر مانع که خصوصیت‌های مرفومتری ریپل مارک‌ها در این محدوده تغییر کرده است، رابطهٔ همبستگی تحلیل رگرسیون بین معیارهای ارتفاع مانع، قطر تاج پوشش گیاه و قطر قاعدهٔ نبکا و ویژگی‌های طول و عرض محدودهٔ تحت تأثیر برقرار شد. در گام بعد، تلاش شد خصوصیت‌های مرفومتری ریپل مارک‌ها شامل طول و ارتفاع موج تا جایی که متأثر از مانع باشد، اندازه‌گیری شود. برای این کار، اگر ارتفاع مانع با H نشان داده شود، ارتفاع و طول موج ریپل مارک‌ها را به سانتی‌متر در فواصل (H) ۰/۵، (H) ۱، (H) ۱/۵، (H) ۲، (H) ۲/۵ و... تا جایی اندازه‌گیری شدند که بتوان تأثیرات مانع را روی خصوصیت‌های موفومتری ریپل‌ها تشخیص داد. سپس با استفاده از آزمون تحلیل رگرسیون تأثیر فاصله از مانع روی طول موج و ارتفاع ریپل مارک‌ها سنجیده شد.



شکل ٤. نقشهٔ موقعیت ترانسکت‌های نمونه‌برداری در منطقهٔ مطالعاتی

شکل (۵) نحوهٔ محاسبه طول موج و ارتفاع ریپل مارک‌ها را به‌صورت شماتیک نشان می‌دهد.



شکل ۵. نمایش شماتیک معیارهای اندازه‌گیری‌شده

یافته‌های پژوهش

به‌طور کلی از نبکاهای منطقهٔ مورد مطالعه، نبکاهای گونهٔ درختچهٔ گز، گل گزی و اشنان نمونه‌های انتخاب‌شده برای بررسی هستند که در کمربند سبز کویر پراکنده شده‌اند (شکل ۶).

شکل ٦. تصویری از نبکاها و ریپل‌های منطقهٔ مطالعاتی

خلاصه اطلاعات آماری قطر تاج پوشش، قطر قاعدهٔ نبکا، ارتفاع مانع و همچنین طول و عرض محدودهٔ تحت تأثیر، شامل میانگین، تعداد، حداقل، حداکثر، انحراف معیار برای موانع مختلف در جدول (۲) ارائه شده است.

جدول ۲. مشخصات آمار توصیفی معیارهای مورد مطالعه

گونه	تعداد	ویژگی (cm)	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
درختچهٔ گز	۲۰	قطر تاج پوشش	۵۷۶/۵	۱۳۳/۶۲۴۵۷	۳۰۰	۸۲۰
		قطر قاعدهٔ نبکا	۷۲۰/۵	۱۷۳/۷۳۵۸۲	۵۰۰	۱۱۵۰
		طول محدوده	۷۹۹	۱۲۸/۷۱۴۲۹	۵۵۰	۱۱۰۰
		عرض محدوده	۵۴۴/۵	۱۶۷/۴۷۲۷	۳۲۰	۸۸۰
		ارتفاع مانع	۲۵۶/۷۵	۴۳/۲۹۴۴۳	۱۸۰	۳۴۰
اشنان	۲۰	قطر تاج پوشش	۲۲۳/۲۵	۵۲/۰۶۹۶۶	۱۵۰	۳۲۰
		قطر قاعدهٔ نبکا	۲۴۰/۵	۵۶/۳۳۳۱۳	۱۵۱	۳۵۰
		طول محدوده	۳۱۸	۹۸/۶۵۴۱	۲۰۰	۴۸۰
		عرض محدوده	۲۴۷	۵۰/۲۷۲۹۴	۱۷۰	۳۵۰
		ارتفاع مانع	۱۰۵	۳۷/۳۴۶۱۸	۵۰	۱۸۰
گل گزی	۲۰	قطر تاج پوشش	۱۱۲/۸	۲۹/۹۲۹۰۴	۷۰	۱۷۰
		قطر قاعدهٔ نبکا	۱۱۶/۵	۲۱/۰۹۵۰۲	۸۰	۱۵۰
		طول محدوده	۲۱۵/۶۵	۴۲/۹۳۱۱۳	۱۴۸	۲۸۰
		عرض محدوده	۱۳۲/۷۵	۳۶/۸۰۸	۸۰	۲۰۰
		ارتفاع مانع	۷۹	۲۲/۲۱۹۰۱	۵۰	۱۲۰

جدول (۳) رابطه میان خصوصیت‌های مرفومتری نبکاهای درختچهٔ گز و طول و عرض محدودهٔ متأثر از مانع را نشان می‌دهد. نتایج این جدول نشان می‌دهد که ارتفاع مانع بیشترین تأثیر را در طول محدودهٔ تحت تأثیر دارد. ضریب تبیین ۰/۸۸ بین این ویژگی و طول محدودهٔ تحت تأثیر بیانگر این مطلب است. همچنین این نتایج نشان می‌دهد، بیشترین رابطه بین قطر تاج پوشش نبکا و عرض محدودهٔ تحت تأثیر با ضریب تبیین ۰/۹۱ است.

جدول ۳. رابطه بین خصوصیت‌های مرفومتری نبکاهای گونهٔ درختچهٔ گز و طول و عرض محدودهٔ تحت تأثیر

نوع گونه	ویژگی‌ها	ضریب همبستگی	ضریب تبیین	ضریب تبیین تعدیل شده	خطای برآورد	ضرایب استاندارد شده	مقدار F	سطح معناداری
درختچهٔ گز	قطر تاج پوشش و طول محدوده	۰/۸۶۸	۰/۷۵۳	۰/۷۴۰	۰/۱۲۲	۰/۸۶۸	۵۴/۹۶۵	۰/۰۰۰
	قطر تاج پوشش و عرض محدوده	۰/۹۵۷	۰/۹۱۵	۰/۹۱۰	۰/۰۵۵	۰/۹۵۷	۱۹۳/۷۱۹	۰/۰۰۰
	قطر قاعدهٔ نبکا و طول محدوده	۰/۸۴۳	۰/۷۱۰	۰/۶۹۴	۰/۱۷۱	۰/۸۴۳	۴۴/۰۶۷	۰/۰۰۰
	قطر قاعدهٔ نبکا و عرض محدوده	۰/۸۲۸	۰/۶۸۵	۰/۶۶۸	۰/۱۳۷	۰/۸۲۸	۳۹/۲۰۴	۰/۰۰۰
	ارتفاع مانع و طول محدوده	۰/۹۴۰	۰/۸۸۳	۰/۸۷۶	۰/۰۲۷	۰/۹۴۰	۱۳۵/۶۵۸	۰/۰۰۰
	ارتفاع مانع و عرض محدوده	۰/۹۰۵	۰/۸۱۹	۰/۸۰۹	۰/۰۲۶	۰/۹۰۵	۸۱/۵۹۰	۰/۰۰۰

جدول (۴) رابطه بین خصوصیت‌های مرفومتری نبکاهای گونهٔ اشنان و طول و عرض محدودهٔ تحت تأثیر را نشان می‌دهد. این نتایج حاکی از بیشترین رابطه بین ارتفاع مانع و طول محدودهٔ تحت تأثیر با ضریب تبیین ۰/۹۳۸ و همچنین بین قطر تاج پوشش و عرض محدودهٔ تحت تأثیر با ضریب تبیین ۰/۹۸۹ است.

جدول ٤. رابطه بین خصوصیت‌های مرفومتری نبکاهای گونهٔ اشنان و طول و عرض محدودهٔ تحت تأثیر

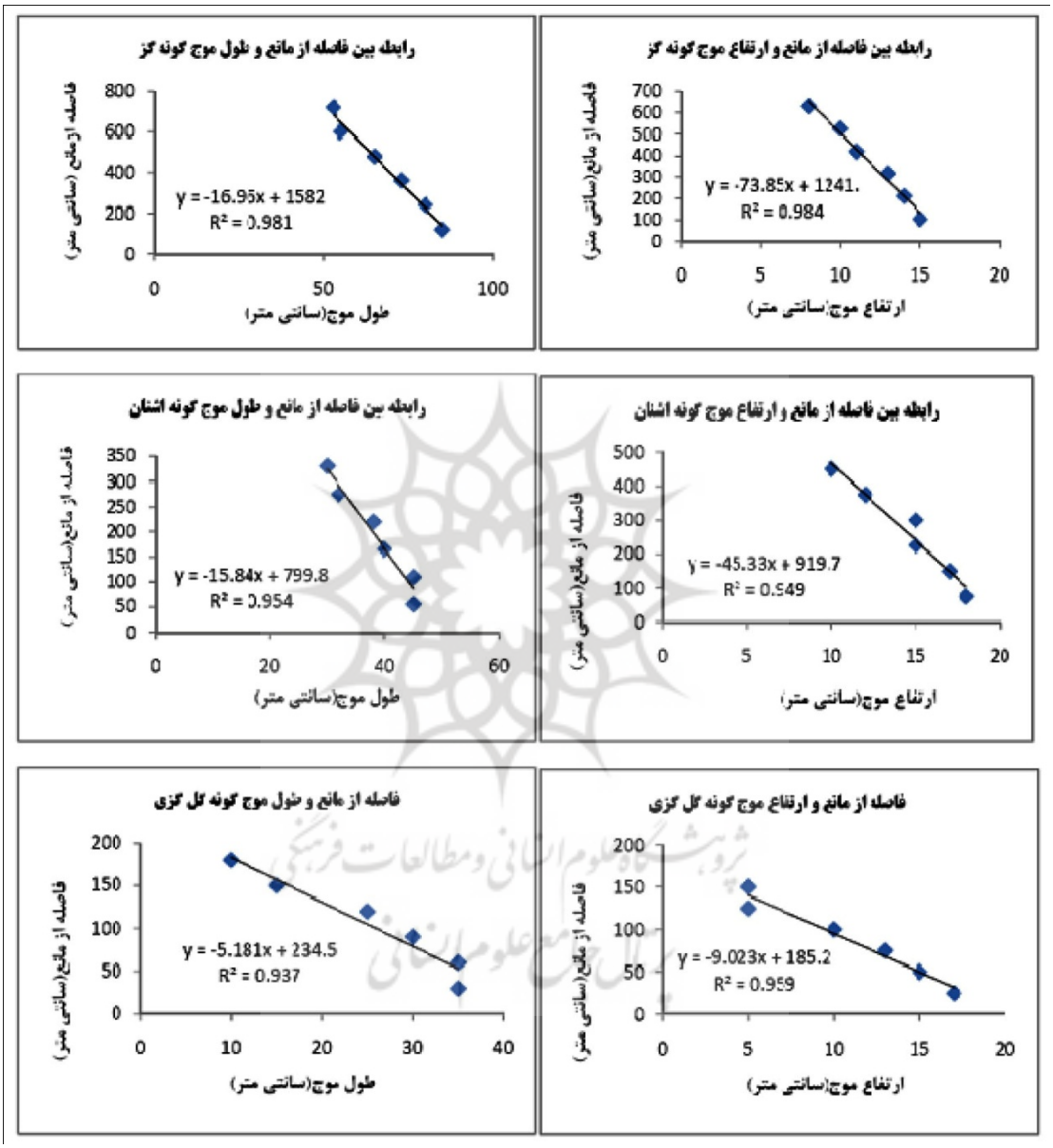
نوع گونه	ویژگی	ضریب همبستگی	ضریب تبیین	ضریب تبیین تعدیل شده	خطای برآورد	ضرایب استاندارد شده	مقدار F	سطح معناداری
اشنان	قطر تاج پوشش و طول محدوده	۰/۹۲۷	۰/۸۵۹	۰/۸۵۲	۰/۴۷	۰/۹۲۷	۱۱۰/۰۲۸	۰/۰۰۰
	قطر تاج پوشش و عرض محدوده	۰/۹۹۴	۰/۹۸۹	۰/۹۳۵	۰/۰۷۵	۰/۹۹۴	۲۳۶/۴۸۴	۰/۰۰۰
	قطر قاعدهٔ نبکا و طول محدوده	۰/۹۱۵	۰/۸۳۷	۰/۸۲۸	۰/۰۵۴	۰/۹۱۵	۹۲/۶۱۷	۰/۰۰۰
	قطر قاعدهٔ نبکا و عرض محدوده	۰/۹۳۵	۰/۸۷۵	۰/۸۶۸	۰/۰۹۳	۰/۹۳۵	۱۲۵/۸۶۶	۰/۰۰۰
	ارتفاع مانع و طول محدوده	۰/۹۶۹	۰/۹۳۸	۰/۹۳۵	۰/۰۲۲	۰/۹۶۹	۲۷۲/۵۹۴	۰/۰۰۰
	ارتفاع مانع و عرض محدوده	۰/۹۵۶	۰/۹۱۵	۰/۹۵۲	۰/۰۲۸	۰/۹۵۶	۶۶۵/۹۵۲	۰/۰۰۰

جدول (۵) رابطه بین خصوصیت‌های مرفومتری نبکاهای گونهٔ گل گزی و طول و عرض محدودهٔ تحت تأثیر را نشان می‌دهد. نتایج این جدول نشان می‌دهد که طول محدودهٔ تحت تأثیر، بیشترین ارتباط را میان ارتفاع مانع با ضریب تبیین ۰/۹۵۶ دارد. همچنین عرض محدودهٔ تحت تأثیر بیشترین ارتباط را با قطر تاج پوشش با ضریب تبیین ۰/۹۳۲ دارد.

جدول ۵. رابطه بین خصوصیت‌های مرفومتری نبکاهای گونهٔ گل گزی و طول و عرض محدودهٔ تحت تأثیر

نوع گونه	ویژگی	ضریب همبستگی	ضریب تبیین	ضریب تبیین تعدیل شده	خطای برآورد	ضرایب استاندارد شده	مقدار F	سطح معناداری
گل گزی	قطر تاج پوشش و طول محدوده	۰/۷۲۰	۰/۵۱۸	۰/۴۹۲	۰/۱۲۶	۰/۷۲۰	۱۹/۳۷۴	۰/۰۰۰
	قطر تاج پوشش و عرض محدوده	۰/۹۶۵	۰/۹۳۲	۰/۹۲۸	۰/۰۵۰	۰/۹۶۵	۲۴۶/۴۳۵	۰/۰۰۰
	قطر قاعدهٔ نبکا و طول محدوده	۰/۲۵۲	۰/۰۶۲	۰/۰۱۰	۰/۱۲۴	۰/۲۵۰	۱/۱۹۹	۰/۲۸۸
	قطر قاعدهٔ نبکا و عرض محدوده	۰/۳۳۲	۰/۱۱۰	۰/۰۶۱	۰/۱۲۷	۰/۳۳۲	۲/۲۳۴	۰/۱۵۲
	ارتفاع مانع و طول محدوده	۰/۹۷۸	۰/۹۵۶	۰/۹۵۴	۰/۰۲۶	۰/۹۷۸	۳۹۳/۴۷۱	۰/۰۰۰
	ارتفاع مانع و عرض محدوده	۰/۹۵۶	۰/۹۲۱	۰/۹۷۱	۰/۳۶۳	۰/۹۵۶	۴۲/۰۵۰	۰/۰۰۰

شکل (۷) ارتباط میان فاصله از مانع (نبکاهای مختلف) و ویژگی‌های مرفومتری موج، شامل طول و ارتفاع موج را نشان می‌دهد. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، بیشترین همبستگی به میزان ۹۸ درصد، میان ویژگی‌های مورفومتری ریپل مارک‌های تشکیل‌شده در بادپناه نبکاهای گونهٔ درختچهٔ گز به نسبت افزایش فاصله از مانع است.



شکل ۷. ارتباط بین فاصله از مانع و ویژگی‌های مرفومتری موج

جداول (۶، ۷ و ۸) نتایج حاصل از بررسی تأثیر فاصله از مانع بر ویژگی‌های مرفومتری ریپل‌ها (طول موج و ارتفاع موج) را در سطح احتمال خطای کمتر از یک درصد، برای موانع مختلف نشان می‌دهد. این نتایج حاکی از آن است که بین ویژگی‌های مرفومتری ریپل مارک‌ها و میزان فاصله از مانع، ارتباط قوی وجود دارد. مقادیر بالای ضریب تبیین بیانگر این ارتباط قوی است. این نتایج نشان می‌دهد که تأثیر فاصله از مانع بر طول موج ریپل‌ها قوی‌تر از تأثیر این عامل بر ارتفاع موج ریپل‌ها است.

جدول ٦. خلاصهٔ ارتباطات بین مؤلفه‌های طول و ارتفاع موج و فاصله از مانع (درختچهٔ گز)

نبکا	ارتفاع مانع (cm)	روابط	ضریب همبستگی	ضریب تعیین	ضریب تعیین تعدیل شده	خطای برآورد	ANOVA	
							مقدار F	سطح معناداری
درختچهٔ گز	۲۹۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۸۰	۰/۹۶۰	۰/۹۵۱	۶۰/۳۴۵۹۹	۹۷/۰۳۶	۰/۰۰۰
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۱۹	۰/۸۴۵	۰/۸۰۷	۱۱۹/۳۱۰۷۶	۲۱/۸۴۷	۰/۰۰۳
	۲۴۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۹۱	۰/۹۸۱	۰/۹۹۷	۳۴/۱۸۴۵۹	۲۱۱/۶۴۵	۰/۰۰۰
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۷۲۸	۰/۵۳۰	۰/۴۱۳	۱۷۲/۰۰۰۴۶	۴/۵۱۸	۰/۰۶۳
	۲۵۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۷۶	۰/۹۵۳	۰/۹۴۱	۵۶/۸۳۴۵۷	۸۰/۶۵۱	۰/۰۰۰
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۵۸	۰/۹۱۸	۰/۸۹۸	۷۴/۷۰۱۷۹	۴۵	۰/۰۰۱
	۲۱۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۸۸	۰/۹۷۶	۰/۹۷۰	۳۳/۹۲۸۴۵	۱۶۳/۶۰۶	۰/۰۰۰
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۹۲	۰/۹۸۵	۰/۹۸۱	۲۷/۱۷۵۶۶	۲۵۷/۲۵۰	۰/۰۰۰
	۳۱۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۹۰	۰/۹۸۰	۰/۹۷۶	۴۵/۹۶۵۷۰	۱۹۴/۹۹۱	۰/۰۰۰
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۶۷	۰/۹۳۵	۰/۹۱۹	۸۲/۴۵۵۲۲	۵۷/۸۳۹	۰/۰۰۱
	۲۷۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۹۹	۰/۹۹۷	۰/۹۹۷	۱۴/۳۹۱۰۵	۱۵۳۶	۰/۰۰۰
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۸۴	۰/۹۶۹	۰/۹۶۲	۴۹/۵۳۱۴۶	۱۲۶	۰/۰۰۰
	۳۲۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۹۱	۰/۹۸۱	۰/۹۷۷	۴۵/۷۵۴۳۲	۲۱۰	۰/۰۰۰
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۹۵	۰/۹۹۱	۰/۹۸۹	۳۲	۴۳۳/۵۰۰	۰/۰۰۰
	۱۹۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۸۲	۰/۹۶۴	۰/۹۵۵	۳۷/۷۶۰۸۶	۱۰۶/۷۶۵	۰/۰۰۰
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۷۶	۰/۹۵۲	۰/۹۴۰	۴۳/۷۰۸۱۴	۷۸/۶۷۲	۰/۰۰۱
	۲۳۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۷۸	۰/۹۵۷	۰/۹۴۶	۵۰/۰۹۱۹۹	۸۸/۲۳۵	۰/۰۰۱
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۷۰	۰/۹۴۲	۰/۹۲۷	۵۸/۰۶۰۹۹	۶۴/۶۵۴	۰/۰۰۱
	۲۸۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۶۷	۰/۹۳۵	۰/۹۱۸	۷۴/۹۰۸۵۵	۵۷/۱۲۷	۰/۰۰۲
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۹۵	۰/۹۹۱	۰/۹۸۹	۲۸	۴۳۳/۵	۰/۰۰۰
	۲۶۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۶۶	۰/۹۳۳	۰/۹۱۷	۷۰/۲۰۸۰۲	۵۶	۰/۰۰۲
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۶۲	۰/۹۲۵	۰/۹۰۶	۷۴/۶۵۵۲۴	۴۹/۰۶۵	۰/۰۰۲
	۳۰۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۹۴	۰/۹۸۸	۰/۹۸۵	۳۴/۸۴۹۵۱	۳۲۰/۲۱۱	۰/۰۰۰
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۶۲	۰/۹۲۵	۰/۹۰۶	۸۶/۱۴۰۶۶	۴۹/۰۶۵	۰/۰۰۲
	۲۲۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۴۹	۰/۹۰۰	۰/۸۷۵	۷۲/۷۵۸۱۶	۳۶	۰/۰۰۴
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۸۳	۰/۹۶۶	۰/۹۵۸	۴۲/۳۰۱۷۳	۱۱۴/۳۳۳	۰/۰۰۰
	۲۵۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۶۷	۰/۹۳۵	۰/۹۱۸	۶۶/۸۸۲۶۳	۵۷/۱۲۷	۰/۰۰۲
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۹۵	۰/۹۹۱	۰/۹۸۹	۲۵	۴۳۳/۵	۰/۰۰۰
	۳۴۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۷۸	۰/۹۵۷	۰/۹۴۶	۷۳/۸۷۴۹۷	۸۸/۶۷	۰/۰۰۱
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۷۰	۰/۹۴۲	۰/۹۲۷	۸۵/۸۲۹۲۹	۶۴/۶۵۴	۰/۰۰۱
	۲۸۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۲۶	۰/۸۵۷	۰/۸۲۲	۱۱۴/۱۵۳۹۸	۲۴/۰۳۵	۰/۰۰۸
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۸۹	۰/۹۷۹	۰/۹۷۴	۴۳/۷۹۰۹۵	۱۸۶/۵۱۱	۰/۰۰۰
	۱۸۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۶۶	۰/۹۳۳	۰/۹۱۷	۴۸/۶۰۵۵۶	۵۶	۰/۰۰۲
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۸۳	۰/۹۶۶	۰/۹۵۸	۳۴/۶۱۰۵۱	۱۱۴/۳۳۳	۰/۰۰۰
	۲۳۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۸۲	۰/۹۶۵	۰/۹۵۶	۴۵/۱۶۶۶۵	۱۰۹/۴۴۸	۰/۰۰۰
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۷۱	۰/۹۴۳	۰/۹۲۹	۵۷/۵	۶۶	۰/۰۰۱
	۲۱۵	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۴۶	۰/۸۹۵	۰/۸۶۹	۷۲/۸۸۰۵۱	۳۴/۰۷۴	۰/۰۰۴
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۸۰	۰/۹۶۱	۰/۹۵۱	۴۴/۳۳	۹۸/۹۱۰	۰/۰۰۱
	۲۷۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۹۴	۰/۹۸۸	۰/۹۸۵	۳۰/۶۲۷۶۳	۳۳۶	۰/۰۰۰
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۴۰	۰/۸۸۳	۰/۸۵۳	۹۶/۷۲۰۴۹	۳۰/۰۹۳	۰/۰۰۵

جدول ۷. خلاصه ارتباطات بین مؤلفه‌های طول و ارتفاع موج و فاصله از مانع (اشنان)

نبکا	ارتفاع مانع (cm)	روابط	ضریب همبستگی	ضریب تعیین	ضریب تعیین تعدیل شده	خطای برآورد	ANOVA	
							مقدار F	سطح معناداری
اشنان	۱۱۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۷۷	۰/۹۵۵	۰/۹۴۲	۱/۵۰۹	۸۴/۴۵۲	۰/۰۰۱
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۷۰	۰/۹۴۲	۰/۹۲۷	۰/۶۰۹	۶۴/۶۵۴	۰/۰۰۱
	۸۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۶۸	۰/۹۳۷	۰/۹۲۲	۲/۸۴۴	۵۹/۸۱۶	۰/۰۰۰
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۷۲۵	۰/۵۲۶	۰/۴۰۸	۰/۶۴۷	۴/۴۴۲	۰/۰۳۰
	۶۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۳۹	۰/۸۸۱	۰/۸۵۱	۱/۹۷۶	۲۹/۶۳۴	۰/۰۰۶
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۵۸	۰/۹۱۷	۰/۸۹۷	۰/۶۰۹	۴۴/۴۶۲	۰/۰۰۳
	۱۵۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۲۶	۰/۸۵۷	۰/۸۲۱	۱/۸۸	۲۳/۹۲۷	۰/۰۰۸
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۷۵	۰/۹۵۰	۰/۹۳۷	۰/۷۵۶	۷۵/۶۲۵	۰/۰۰۱
	۹۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۹۶	۰/۹۹۲	۰/۹۹۰	۰/۵۸۶	۴۸۶	۰/۰۰۰
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۷۰	۰/۹۴۲	۰/۹۲۷	۰/۶۰۹	۶۴/۶۵۴	۰/۰۰۱
	۱۵۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۶۵	۰/۹۳۱	۰/۹۱۴	۴۱/۴۳۸۰۶	۵۳/۸۱۳	۰/۰۰۲
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۷۳	۰/۹۴۶	۰/۹۳۲	۳۶/۶۸۲۷۰	۶۹/۷۷۳	۰/۰۰۱
	۱۰۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۸۲	۰/۹۶۵	۰/۹۵۶	۱۹/۶۳۷۶۸	۱۰۹/۴۴۸	۰/۰۰۰
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۸۰	۰/۹۶۱	۰/۹۵۱	۲۰/۶۱۸۶۱	۹۸/۹۱۰	۰/۰۰۱
	۹۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۸۳۱	۰/۶۹۰	۰/۶۱۲	۵۲/۴۲۳۵۱	۸/۸۹۵	۰/۰۴۱
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۷۹	۰/۹۵۸	۰/۹۴۷	۱۹/۳۷۳۲۶	۹۰/۴۱۹	۰/۰۰۱
	۱۸۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۷۷	۰/۹۵۴	۰/۹۴۳	۳۹/۳۴۰۷۲	۸۳/۲۸	۰/۰۰۱
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۷۴	۰/۹۴۸	۰/۹۳۵	۴۱/۷۹۹۰۸	۷۳/۳۱۶	۰/۰۰۱
	۵۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۷۸	۰/۹۵۷	۰/۹۴۶	۱۰/۸۶۳۹۷	۸۸/۶۷	۰/۰۰۱
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۷۶	۰/۹۵۳	۰/۹۴۱	۱۱/۳۶۶۹۱	۸۰/۶۵۱	۰/۰۰۱
	۸۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۶۷	۰/۹۳۵	۰/۹۱۸	۲۱/۴۰۲۴۴	۵۷/۱۲۷	۰/۰۰۲
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۷۶	۰/۹۵۲	۰/۹۴۰	۱۸/۲۵۷۴۲	۸۰	۰/۰۰۱
	۱۵۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۷۹	۰/۹۵۸	۰/۹۴۷	۳۲/۲۳۱۲۲	۹۰/۷۵۶	۰/۰۰۱
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۸۰	۰/۹۶۱	۰/۹۵۱	۳۰/۹۲۷۹۱	۹۸/۹۱	۰/۰۰۱
	۱۳۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۰۹	۰/۸۲۶	۰/۷۸۳	۵۲/۳۶۶۹۱	۱۹/۰۳۳	۰/۰۱۲
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۶۵	۰/۹۳۱	۰/۹۱۴	۳۲/۹۰۱۱۵	۵۴/۳۵۷	۰/۰۰۲
	۷۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۸۰	۰/۹۶۰	۰/۹۵۰	۱۴/۶۰۴۵۹	۹۶/۵۰۷	۰/۰۰۱
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۷۶	۰/۹۵۳	۰/۹۴۱	۱۵/۹۱۳۶۸	۸۰/۶۵۱	۰/۰۰۱
	۱۲۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۶۹	۰/۹۴۰	۰/۹۲۵	۳۰/۷۷۹۳۵	۶۲/۵	۰/۰۰۱
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۶۹	۰/۹۳۹	۰/۹۲۳	۳۱/۰۶۱۲۳	۶۱/۲۹۹	۰/۰۰۱
	۱۰۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۷۵	۰/۹۵۰	۰/۹۳۷	۲۳/۴۴۰۳۶	۷۵/۶۲۵	۰/۰۰۱
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۹۰	۰/۹۸۱	۰/۹۷۶	۱۴/۵۵۵۵۶	۲۰۲/۵	۰/۰۰۰
	۱۶۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۸۲	۰/۹۶۴	۰/۹۵۵	۳۱/۸۶۳۷۳	۱۰۶/۳۱۲	۰/۰۰۰
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۸۳	۰/۹۶۶	۰/۹۵۷	۳۰/۹۸۳۸۷	۱۱۲/۶۶۷	۰/۰۰۰
	۹۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۶۷	۰/۹۳۵	۰/۹۱۸	۲۴/۰۷۷۷۵	۵۷/۱۲۷	۰/۰۰۲
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۷۰	۰/۹۴۲	۰/۹۲۷	۲۲/۷۱۹۵۲	۶۴/۶۵۴	۰/۰۰۱
	۶۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۶۹	۰/۹۳۸	۰/۹۲۳	۱۵/۵۹۶۲۶	۶۰/۷۵۰	۰/۰۰۱
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۷۱	۰/۹۴۳	۰/۹۲۹	۱۵	۶۶	۰/۰۰۱
	۸۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۸۲	۰/۹۶۵	۰/۹۵۶	۱۵/۷۱۰۱۴	۱۰۹/۴۴۸	۰/۰۰۰
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۷۷	۰/۹۵۵	۰/۹۴۶	۱۵/۱۰۱۵	۱۰۹/۴۴۵	۰/۰۰۰

جدول ۸. خلاصه ارتباطات بین مؤلفه‌های طول و ارتفاع موج و فاصله از مانع (گل گزی)

نبکا	ارتفاع مانع (cm)	روابط	ضریب همبستگی	ضریب تعیین	ضریب تعیین تعدیل شده	خطای برآورد	ANOVA	
							مقدار F	سطح معناداری
گل گزی	۵۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۴۷	۰/۸۹۶	۰/۸۷	۲/۳۴	۳۴/۵	۰/۰۰۴
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۴۵	۰/۸۹۶	۰/۸۵	۱/۱۴	۳۴/۸۶۲	۰/۰۰۴
	۷۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۲۹	۰/۸۶۲	۰/۸۲۸	۰/۲۶	۲۵/۰۴۷	۰/۰۰۷
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۲۱	۰/۸۴۸	۰/۸۱	۰/۱۳	۲۲/۲۷۲	۰/۰۰۹
	۶۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۶۸	۰/۹۳۸	۰/۹۲۲	۰/۰۲۳	۶۰/۱۶۷	۰/۰۰۱
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۵۷	۰/۹۱۵	۰/۸۴۹	۰/۰۱۲	۴۳/۳۲۷	۰/۰۰۳
	۸۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۶۲	۰/۹۲۶	۰/۹۰۶	۰/۰۰۸	۴۹/۰۶۵	۰/۰۰۲
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۶۸	۰/۹۳۷	۰/۹۲۱	۰/۰۰۵	۵۹/۳۴۵	۰/۰۰۲
	۵۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۱۷	۰/۸۴	۰/۸	۰/۰۳۵	۲۱	۰/۰۱
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۷۹	۰/۹۵۸	۰/۹۴۹	۰/۰۱۱	۹۳/۶۷۱	۰/۰۰۱
	۱۰۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۵۹	۰/۹۱۹	۰/۸۹۹	۲۹/۷۸۱۶۸	۴۵/۳۲۶	۰/۰۰۳
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۶۹	۰/۹۳۸	۰/۹۲۳	۲۵/۹۹۳۷۶	۶۰/۷۵	۰/۰۰۱
	۸۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۹۵	۰/۹۹۱	۰/۹۸۹	۸/۰۱۳۰۰	۴۳۲/۰۸۱	۰/۰۰۰
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۷۱	۰/۹۴۳	۰/۹۲۹	۲۰	۶۶	۰/۰۰۱
	۱۱۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۸۲	۰/۹۶۴	۰/۹۵۵	۲۱/۹۰۶۳۲	۱۰۶/۳۱۲	۰/۰۰۰
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۹۴	۰/۹۸۸	۰/۹۸۵	۱۲/۴۷۷۹۲	۳۳۶	۰/۰۰۰
	۵۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۷۳	۰/۹۴۷	۰/۹۳۳	۱۲/۰۶۱۲۷	۷۱/۱۸۵	۰/۰۰۱
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۸۰	۰/۹۶۱	۰/۹۵۱	۱۰/۳۰۹۳۰	۹۸/۹۱	۰/۰۰۱
	۱۰۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۴۹	۰/۹	۰/۸۷۵	۳۳/۰۷۱۸۹	۳۶	۰/۰۰۴
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۸۶	۰/۹۷۱	۰/۹۶۴	۱۷/۶۷۷۶۷	۱۳۶	۰/۰۰۰
	۷۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۹۱	۰/۹۸۳	۰/۹۷۹	۹/۵۲۸۴۳	۲۳۲/۱۱۹	۰/۰۰۰
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۵۲	۰/۹۰۶	۰/۸۸۲	۲۲/۴۹۳۹۶	۳۸/۳۶۸	۰/۰۰۳
	۹۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۷۴	۰/۹۴۹	۰/۹۳۷	۲۱/۱۶۲۱۵	۷۵/۱۳	۰/۰۰۱
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۷۵	۰/۹۵۰	۰/۹۳۷	۲۱/۰۹۶۳۳	۷۵/۶۲۵	۰/۰۰۱
	۸۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۹۱	۰/۹۸۳	۰/۹۷۹	۱۰/۸۸۹۶۳	۲۳۲/۱۱۹	۰/۰۰۰
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۹۶	۰/۹۹۱	۰/۹۸۹	۷/۹۱۴۱۳	۴۳۳/۰۴۵	۰/۰۰۰
	۱۰۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۸۲	۰/۹۶۴	۰/۹۵۵	۱۹/۷۶۴۲۴	۱۰۸	۰/۰۰۰
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۹۰	۰/۹۸۱	۰/۹۷۶	۱۴/۵۶۲۰۶	۲۰۲/۳۱۶	۰/۰۰۰
	۱۱۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۹۱	۰/۹۸۳	۰/۹۷۹	۱۴/۹۷۳۲۴	۲۳۲/۱۱۹	۰/۰۰۰
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۷۵	۰/۹۵۰	۰/۹۳۸	۲۵/۶۰۴۴۷	۷۶/۷۴۸	۰/۰۰۱
	۷۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۸۸	۰/۹۷۶	۰/۹۷۰	۱۱/۳۰۹۴۸	۱۶۳/۶۰۶	۰/۰۰۰
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۸۲	۰/۹۶۴	۰/۹۵۵	۱۳/۹۴۰۳۸	۱۰۶/۳۱۲	۰/۰۰۰
	۵۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۸۲	۰/۹۶۴	۰/۹۵۵	۹/۹۵۷۴۲	۱۰۶/۳۱۲	۰/۰۰۰
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۶۹	۰/۹۳۸	۰/۹۲۳	۱۲/۹۹۶۸۸	۶۰/۷۵۰	۰/۰۰۱
	۶۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۸۶	۰/۹۷۱	۰/۹۶۴	۱۰/۶۰۶۶۰	۱۳۶	۰/۰۰۰
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۸۰	۰/۹۶۱	۰/۹۵۲	۱۲/۳۴۱۳۰	۹۹/۴۰۹	۰/۰۰۱
	۱۲۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۹۴	۰/۹۸۹	۰/۹۸۶	۱۳/۳۰۸۵۲	۳۵۱/۶۹۸	۰/۰۰۰
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۹۱	۰/۹۸۱	۰/۹۷۷	۱۷/۱۵۷۸۷	۲۱۰	۰/۰۰۰
	۸۰	فاصله از مانع و طول موج	۰/۹۹۳	۰/۹۸۲	۰/۹۷۵	۱۱/۴۳۸۵۸	۲۱۰/۰۱۰	۰/۰۰۰
		فاصله از مانع و ارتفاع موج	۰/۹۹۶	۰/۹۹۱	۰/۹۸۹	۷/۹۱۴۱۳	۴۴۳/۰۴۵	۰/۰۰۰

برای بررسی ارتباط بین مؤلفه‌های ارتفاع مانع و قطر تاج پوشش گیاه با طول و عرض محدودهٔ تحت تأثیر، مؤلفه‌های ارتفاع مانع که مجموع ارتفاع گیاه و ارتفاع تپه است، همراه با قطر تاج پوشش گیاه برای گونه‌های مختلف اندازه‌گیری شدند. همچنین برای هرکدام از نمونه‌ها طول و عرض محدودهٔ متأثر از مانع اندازه‌گیری شد. جدول (۹، ۱۰ و ۱۱) مقادیر اندازه‌گیری‌شدهٔ این مؤلفه‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۹. معیارهای ارتفاع مانع، قطر تاج پوشش، قطر قاعده، طول و عرض محدوده برای نبکاهای درختچهٔ گز

مانع	ارتفاع مانع (cm)	قطر تاج پوشش (cm)	قطر قاعدهٔ نبکا (cm)	طول محدوده (cm)	عرض محدوده (cm)
نبکاهای درختچهٔ گز	۲۴۰	۵۵۰	۶۶۰	۷۴۰	۵۰۰
	۳۱۰	۸۲۰	۹۷۰	۹۰۰	۸۸۰
	۲۹۰	۶۵۰	۷۰۰	۹۲۰	۶۲۰
	۲۵۰	۵۰۰	۶۵۰	۷۸۰	۴۰۰
	۲۱۰	۴۵۰	۵۵۰	۶۵۰	۳۷۰
	۲۷۰	۶۰۰	۶۹۰	۷۸۰	۵۵۰
	۳۲۰	۸۰۰	۹۹۰	۹۲۰	۸۵۰
	۱۹۰	۳۵۰	۵۸۰	۵۸۰	۳۵۰
	۲۳۰	۵۰۰	۶۱۰	۷۵۰	۴۱۰
	۲۸۰	۷۰۰	۷۱۰	۹۰۰	۷۶۰
	۲۶۰	۵۸۰	۶۷۰	۸۵۰	۵۱۰
	۳۰۰	۶۵۰	۱۰۰۰	۸۸۰	۶۱۰
	۲۲۰	۵۰۰	۶۰۰	۷۵۰	۴۰۰
	۲۵۰	۵۲۰	۷۲۰	۸۰۰	۴۳۰
	۳۴۰	۷۲۰	۱۱۵۰	۱۱۰۰	۷۸۰
	۲۸۰	۶۵۰	۷۸۰	۹۱۰	۶۱۰
	۱۸۰	۳۰۰	۵۰۰	۵۵۰	۳۲۰
	۲۳۰	۵۸۰	۶۵۰	۷۶۰	۵۰۰
	۲۱۵	۴۸۰	۵۵۰	۷۱۰	۴۴۰
	۲۷۰	۶۳۰	۶۸۰	۷۵۰	۶۰۰

جدول ۱۰. معیارهای ارتفاع مانع، قطر تاج پوشش، قطر قاعده، طول و عرض محدوده برای نبکاهای اشنان

مانع	ارتفاع مانع (cm)	قطر تاج پوشش (cm)	قطر قاعدهٔ نبکا (cm)	طول محدوده (cm)	عرض محدوده (cm)
نبکاهای اشنان	۸۰	۱۷۵	۱۸۰	۲۵۰	۲۰۰
	۱۱۰	۲۵۰	۲۴۰	۳۵۰	۲۶۰
	۱۵۰	۲۹۰	۳۰۰	۴۶۰	۳۰۰
	۹۰	۲۰۰	۲۳۰	۲۵۰	۲۴۰
	۶۰	۱۵۰	۲۱۰	۲۰۰	۱۸۰
	۱۵۰	۳۰۰	۳۱۰	۴۵۰	۳۱۰
	۱۰۰	۲۴۰	۲۵۰	۲۵۰	۲۵۰

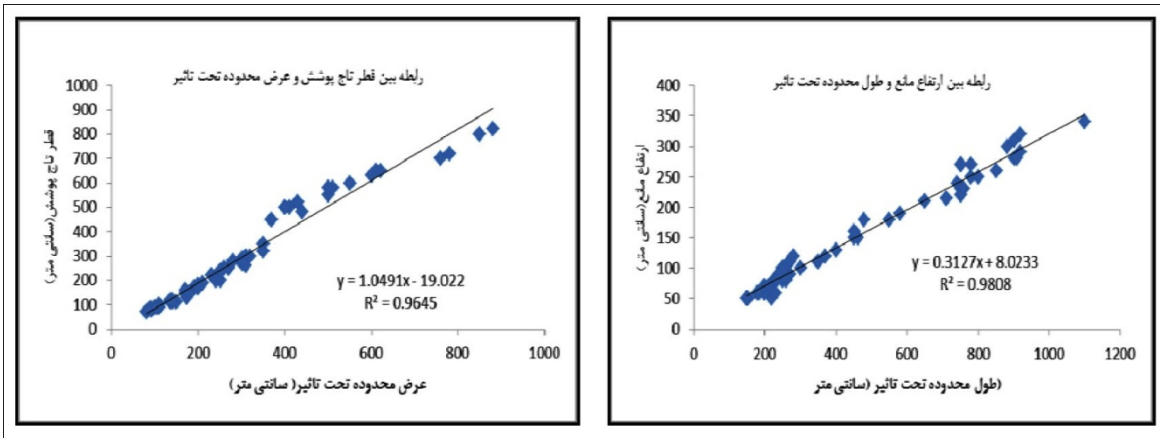
ادامه جدول ۱۰. معیارهای ارتفاع مانع، قطر تاج پوشش، قطر قاعده، طول و عرض محدوده برای نبکاهای اشنان

مانع	ارتفاع مانع (cm)	قطر تاج پوشش (cm)	قطر قاعدهٔ نبکا (cm)	طول محدوده (cm)	عرض محدوده (cm)
نبکاهای اشنان	۹۰	۲۲۰	۲۰۰	۲۷۰	۲۳۰
	۱۸۰	۳۲۰	۳۵۰	۴۸۰	۳۵۰
	۵۰	۱۵۰	۱۵۰	۲۲۰	۱۷۰
	۸۰	۱۷۰	۲۰۰	۲۵۰	۲۰۰
	۱۵۰	۲۷۰	۳۱۰	۴۶۰	۳۰۰
	۱۳۰	۲۸۰	۲۹۰	۴۰۰	۲۸۰
	۷۰	۱۸۰	۱۶۰	۲۰۰	۲۰۰
	۱۲۰	۲۵۰	۲۵۰	۳۷۰	۲۷۰
	۱۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۳۰۰	۲۵۰
	۱۶۰	۲۶۰	۳۲۰	۴۵۰	۳۱۰
	۹۰	۲۰۰	۲۳۰	۲۶۰	۲۴۰
	۶۰	۱۷۰	۲۰۰	۲۳۰	۱۹۰
	۸۰	۱۹۰	۲۳۰	۲۶۰	۲۱۰

جدول ۱۱. معیارهای ارتفاع مانع، قطر تاج پوشش، قطر قاعده، طول و عرض محدوده برای نبکاهای گل گزی

مانع	ارتفاع مانع (cm)	قطر تاج پوشش (cm)	قطر قاعدهٔ نبکا (cm)	طول محدوده (cm)	عرض محدوده (cm)
نبکاهای گل گزی	۵۰	۸۶	۱۱۰	۱۵۰	۹۰
	۷۰	۱۰۰	۱۴۰	۲۰۰	۱۱۰
	۶۰	۹۰	۱۱۰	۱۸۰	۱۰۰
	۸۰	۱۲۰	۱۰۰	۲۳۰	۱۴۰
	۵۰	۷۰	۹۰	۱۵۰	۸۰
	۱۰۰	۱۵۰	۱۱۰	۲۵۰	۱۷۰
	۸۰	۱۱۰	۱۲۰	۲۲۵	۱۳۵
	۱۱۰	۱۵۰	۱۳۰	۲۷۰	۱۸۰
	۵۰	۸۰	۸۰	۱۵۵	۹۲
	۱۰۰	۱۳۰	۱۰۰	۲۵۰	۱۷۳
	۷۰	۹۰	۱۵۰	۲۱۰	۱۱۰
	۹۰	۱۱۰	۱۱۰	۲۴۰	۱۵۰
	۸۰	۱۲۰	۹۰	۲۳۲	۱۳۵
	۱۰۰	۱۶۰	۱۲۰	۲۵۵	۱۷۰
	۱۱۰	۱۵۰	۱۴۰	۲۷۰	۱۸۰
	۷۰	۹۰	۱۵۰	۲۰۰	۱۱۰
	۵۰	۸۰	۱۰۰	۱۴۸	۸۵
	۶۰	۹۰	۱۲۰	۱۸۵	۱۰۵
	۱۲۰	۱۷۰	۱۵۰	۲۸۰	۲۰۰
	۸۰	۱۱۰	۱۱۰	۲۳۲	۱۴۰

شکل (۸) رابطه میان ارتفاع و قطر تاج پوشش مانع را با طول و عرض محدودهٔ تحت تأثیر را نشان می‌دهد.



شکل ۸. روابط میان ارتفاع مانع و قطر تاج پوشش با طول و عرض محدودهٔ تحت تأثیر

بحث و نتیجه‌گیری

تا کنون بحث‌های زیادی برای شناسایی شاخص‌هایی مناسب برای ارزیابی سریع شدت و وسعت تخریب در مناطق خشک صورت انجام شده است. برای این امر استفاده از شاخص‌های ژئومورفولوژیکی، به‌دلیل اینکه ارتباط مستقیمی با فرایندهای فرسایش و رسوب دارند و همچنین می‌توان آنها را به‌صورت کمّی اندازه گرفت، از اهمیت بالایی برخوردار هستند. ریپل مارک‌ها امواجی هستند که در اثر وزش باد روی سطح‌های ماسه‌ای ایجاد می‌شوند. شناسایی رفتار ریپل مارک‌ها که یکی از اشکال فرسایش بادی هستند، تأثیر بسیار زیادی بر شناخت و کنترل فرسایش بادی در مناطق مختلف خواهند داشت. خصوصیت‌های این امواج تابع عوامل بسیاری چون، رژیم باد و ویژگی‌های مانع است. از دسته موانعی که بر خصوصیت‌های ریپل مارک‌ها تأثیر می‌گذارد، موانع نبکا است. نبکاها اجتماعی از رسوب‌های بادی هستند که موقعیت و وضعیت آنها به‌وسیلهٔ وجود پوشش گیاهی تثبیت شده است. گیاهان با تقویت‌کردن تجمع رسوب‌ها و به‌هم‌پیوستن مواد رسوبی به‌وسیلهٔ سیستم‌های ریشه‌ای خود، سرعت باد نزدیک سطح زمین را کاهش‌داده و سبب ایجاد چشم‌انداز نبکا می‌شوند (مک‌کان و بیرن، ۱۹۸۹). مقصودی و همکاران (۱۳۹۱) ضمن تحلیل ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی نبکاهای غرب دشت لوت، بیان می‌کنند که نوع گونهٔ گیاهی در اندازهٔ رسوب‌های هر نبکا تأثیر شایانی دارد. در همین راستا، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که با توجه به خصوصیت‌های مرفومتری موانع مختلف و تأثیری که بر ویژگی‌های باد می‌گذارد، محدودهٔ متأثر از مانع متفاوت‌بوده و ویژگی‌های مرفومتری ریپل مارک‌های تشکیل‌شده در این محدوده تغییر می‌یابد. همچنین طول محدودهٔ تحت تأثیر (محدوده بادپناه مانع)، یعنی محدوده‌ای که مؤلفه‌های مرفومتری ریپل مارک‌ها در آن تغییر می‌یابند با ارتفاع مانع رابطهٔ مستقیم دارد؛ به‌گونه‌ای که هرچه ارتفاع مانع افزایش یابد، طول محدودهٔ متأثر از مانع (بادپناه مانع) افزایش می‌یابد. براساس نتایج به‌دست‌آمده طول این محدوده کمابیش سه برابر ارتفاع مانع (3H) است. از سوی دیگر، عرض محدوده وابسته به قطر تاج پوشش گیاه و پس از آن، قطر قاعدهٔ نبکا است.

همچنین طول موج و ارتفاع ریپل مارک‌ها ارتباط بسیار زیادی با فاصله از مانع دارد. با توجه به اینکه در بادپناه موانع سرعت و انرژی باد به مقدار قابل توجهی کاهش پیدا می‌کند، به‌طوری که در فواصل نزدیک به مانع که سرعت باد کاهش یافته است، ارتفاع و طول موج ریپل مارک‌ها افزایش می‌یابد، اما هر چه فاصله از مانع زیاد شود اندازه طول موج و ارتفاع ریپل مارک‌ها کوچکتر می‌شود.

منابع

احمدی، ح. (۱۳۸۷). **ژئومرفولوژی کاربردی (جلد۲ فرسایش بادی)**، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

اونق، م. (۱۳۷۵). **نقشه بندی حساسیت محیط زیست (یک وسیلهٔ برنامه ریزی ناحیه‌ای)** ، مجلهٔ علوم کشاورزی و منابع طبیعی، سال ۱۳۷۵، شماره (۲)۳، صص ۹-۲۹.

بیاتی خطیبی، م. (۱۳۸۳). **فرسایش، فرایندهای فرسایشی و شکل‌های ناشی از آن‌ها**، مجلهٔ رشد آموزش جغرافیا، سال نوزدهم، شماره ۶۹، صص.۲-۱۴.

چورلی، آر. جی.، شوم، اس. ای.، سودن، دی. ای. (۱۳۷۹). **ژئومورفولوژی (جلد سوم)**، ترجمه احمد معتمد، تهران: انتشارات سمت.

رفاهی، ح. (۱۳۸۸). **فرسایش بادی و کنترل آن**، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

فرهنگ جغرافیای آبادی‌های استان کرمان جلد نهم شهرستان سیرجان. (۱۳۸۲). انتشارات سازمان جغرافیای وزارت دفاع و نیروهای مسلح.

کرینسلی، د. (۱۳۸۱). **کویرهای ایران (خصوصیات ژئومورفولوژیکی و پالئوکلیماتولوژی آن)**، ترجمه عباس پاشایی، انتشارات سازمان جغرافیایی وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح.

مقصودی، م. ، نگهبان، س.، باقری سیدشکری، س.، چزغه، س. (۱۳۹۱). **مقایسه و تحلیل ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی نبکاهای چهار گونهٔ گیاهی در غرب دشت لوت (شرق شهداد - دشت تکاب)**، مجلهٔ پژوهش هایی جغرافیای طبیعی، سال چهل‌وچهارم، شماره ۷۹، صص. ۷۶-۵۵.

مهرشاهی، د.، نکونام، ز. (۱۳۸۸). **چهره‌های شگفت انگیز فرسایش بادی در بیابان‌های ایران**، مجلهٔ رشد آموزش جغرافیا، سال بیست‌وچهارم، شماره ۱، صص. ۳-۹.

نگهبان، س.، یمانی، م.، مقصودی، م.، عزیزی، ق. (۱۳۹۲). **بررسی تراکم، ژئومورفولوژی و پهنه بندی ارتفاعی نبکاهای حاشیهٔ غربی دشت لوت و تأثیرات پوشش گیاهی بر مورفولوژی آنها**، مجلهٔ پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، سال اول، شماره ۴، صص.۴۲-۱۷.

Ahmadi, H., 2008, **Applied Geomorphology** (Wind Erosion Vol. 2), Tehran University Press, Tehran.

Anderson, R. S., Sorensen, M., Wiletts B.B,. 1990, **A Review of Recent Progress in Our Understanding of Aeolian Sediment Transport**, University of Ahrhus, Research Reports, No. 213, PP. 48.

Bagnold. R. A., 1954, **Experiments on a Gravity-free Dispersion of Large Solid Spheres in a Newtonian Fluid under Shear**, Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences, Vol. 225, No. 1160, PP. 49-63

Bishop, S. R., Momiji, H., Carretero-Gonzalez, R., Warren, A., 2002, **Modelling Desert Dune Fields Based on Discrete Dynamics,** Discrete Dynamicsin Nature and Society,Vol. 7, No. 1, PP. 7–17.

Chorley, R. J., Schumm, S.A., Sugden, D.E., 2000, **Geomorphology (Vol. 2),** Translated by Motamed A., Samt Press, Tehran.

Danin, A., 1996, **Plants of Desert Dunes**, New Phytologist, Vol. 136, No. 3, PP. 539-542.

Gazetteer Abadihai in Kerman Province, the City of Sirjan (Vol. 9), 2003, Publishing a Geographical Organization of the Ministry of Defense and Armed Forces.

Howe, J.A., Humphery, J.D., 1995, **Photographic Evidence for Slope-current Activity on the Hebrides Slope, North-east Atlantic Ocean,** Scottish Journal of Geology, Vol. 31, PP. 107-115.

Klinsli, K., 2002, **Iran's Deserts (the Geomorphologyki and Paleoclimatology Properties),** Translated by Pashaei, A., Publishing Geographic Organization of the Ministry of Defense and Armed Forces Logistics.

Lonsdale, P., Speiss, F.N., 1977, **Abyssal Bedforms Explored with a Deeply towed Instrument Package**, Developments in Sedimentolory, Vol. 23, PP. 57-75.

Maghsoudi, M., Negahban, S., Bagheri said-Shokeri, S., Chezgheh, S., 2012, **Comparative and Analysis of Nebkas Geomorphologic Features Four Plant Species in West of Lut (East of Shahdad-Takab Plain),** Physical Geography Research Quarterly, Vol. 44, No.79, PP. 55-76.

McCann, S.B., Byrne, M. L., 1989, **Stratification Models for Vegetated Coastal Dunes in Atlantic Canada**, Proceedings of the Royal Society of Edinburgh, Section B. Biological Sciences, 96B, PP. 203–215.

Mehrshahi, D., Nekonam, Z., 2009, **The Face of Desertification and Erosion of the Marvelous Iranian in Antibody,** Journal of Geography Education Growth, Vol. 24, No.1, PP. 3-9.

Miao, T.D., Mu, Q.S., Wu, S.Z., 2001, **Computer Simulation of Aeolian Sand Ripples and Dunes**, Physics Letters A, Vol. 288, No. 1, PP. 16-22.

Negahban, S., Yamani, M., Maghsuodi, M., Azizi, GH., 2013, **Density of Geomorphology and Altitudinal Zonation Nebkas Western Margin of Lut and Vegetation Effects on Morphplogy,** Journal of Quantitative Geomorphology Research, Vol.1, No.4, PP. 17-42.

Onaq, M., 1996, **Environmental Sensitivity Mapping** (A Tool for Planning Area), Journal of Agriculture and Natural Resources, Vol. 2, No. 3, PP. 9-29.

Refahi, H., 2009, **Wind Erosion and Its Control,** Tehran University Press, Tehran.

Wynn, R. B., Masson, D.G., Bett, B. J., 2002, Hydrodynamic **Significance** of **Variable Ripple Morphology Across Deep-**water **Barchan Duues** in the Faroe-Shetland Channel**,** Marine Geology, Vol. 192, No. 1-3, PP. 309-319.