

تحلیل فرم ریپل مارک‌ها و موانع نیکا در پلایای سیرجان

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

پذیرش مقاله: ۱۳۹۱/۱۱/۱۴ تأیید نهایی: ۱۳۹۲/۰۶/۲۵

چکیده

این پژوهش تلاش دارد تأثیر خصوصیت‌های مورفومتری نیکاها را روی ویژگی‌های مورفومتری ریپل مارک‌ها در پلایای سیرجان بررسی کند. ابتدا خصوصیت‌های مورفومتری بیست نمونه از نیکاهاى گونه درختچه‌گز، اشنان و گل‌گزی، شامل ارتفاع و قطر تاج پوشش گیاه، ارتفاع و قطر قاعده مخروط نیکا، ارتفاع مانع (مجموع ارتفاع نیکا و ارتفاع گیاه) و همچنین طول و عرض محدوده تحت تأثیر مانع اندازه‌گیری شد. سپس رابطه همبستگی تحلیل رگرسیون بین معیارهای ارتفاع مانع، قطر تاج پوشش گیاه و قطر قاعده نیکا و متغیرهای طول و عرض محدوده 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، اندازه طول موج و ارتفاع ریپل مارک‌ها کوچکتر می‌شود. همچنین دامنه تأثیرگذاری نیکاهاى مختلف روی ریپل‌ها تا حد بسیار زیادی وابسته به قطر تاج پوشش گیاه و ارتفاع مانع است؛ به طوری که طول محدوده، کمابیش سه برابر ارتفاع مانع و عرض آن، وابسته به قطر تاج پوشش گیاه و بعد از آن قطر قاعده نیکا است.

کلیدواژه‌ها: ارتفاع موج، ریپل مارک، طول موج، کویر سیرجان، مورفومتری، نیکا.

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

در مناطقی است که حساسیت بالایی نسبت به فرسایش دارند. در بررسی ویژگی‌های اشکال فرسایش بادی استفاده از بعضی از خصوصیت‌های مرفومتريک، می‌توانند اطلاعات بسیار مهمی را از رفتار این اشکال در محیط‌های مختلف ارائه دهند. مرفومتري در واقع تحلیل‌های کمی از ویژگی‌های ژئومورفیک لندفرم‌های یک منطقه است (بیاتی خطی، ۱۳۸۸: ۲). بگنولد (۱۹۵۴) بیان می‌کند که با افزایش سرعت باد ذرات به حرکت درمی‌آیند، بلکه اگر سرعت کشش باد به حد بحرانی برسد، در آن هنگام ذرات به حرکت درمی‌آیند. وی این حد بحرانی را آستانه روانی^۱ خواند که نشانه 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 به‌وسیله فشار جهشی تشکیل می‌شوند. طول موج‌های آنها با طول موج حرکت ذرات جهنده ارتباط دارد، در نتیجه از بی‌ثباتی آیرودینامیکی تشکیل شده‌اند (چورلی و همکاران، ۱۹۸۵: ۴۳۴).

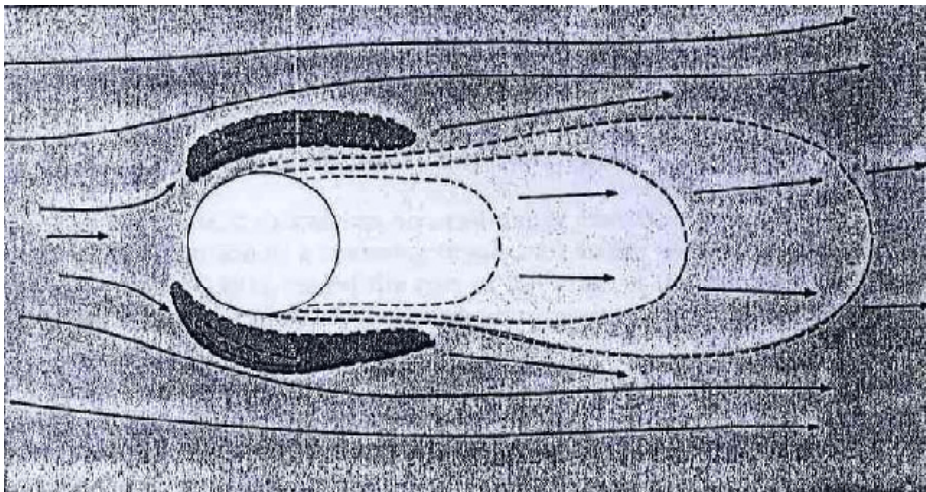
مهرشاهی و نکونام (۱۳۸۸) گزارش دادند که ریپل مارک‌ها کوچکترین و معمولی‌ترین عوارض بیابانی هستند که امتداد آنها عمود بر جهت بادهای توفان‌زا بوده و برش عرضی آنها نامتقارن است. ریپل‌ها از ماسه‌های روان بادی هنگامی که سرعت اصطکاک جریان‌های آزاد بزرگتر از آستانه سرعت اصطکاک ماسه است، در فضاهای مساعد و یکنواخت ایجاد می‌شوند و هنگامی ناپدید می‌شوند که سرعت اصطکاک^۲ جریان آزاد از یک حد معین تجاوز کند. مقیاس ریپل‌ها متناسب با سرعت باد است (دمیالو و همکاران، ۲۰۰۱).

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

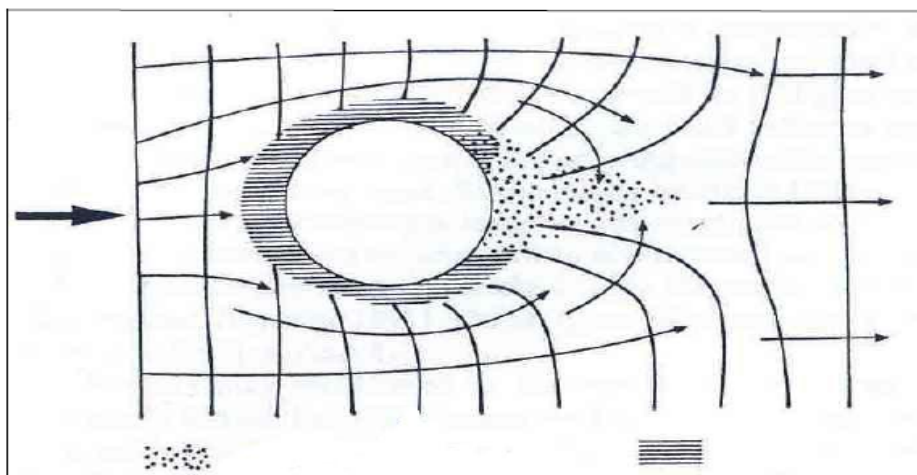
احمدی بیان می‌کند ریپل مارک‌های معمولی ارتفاع کمی (۳ تا ۲۵ سانتی‌متر) دارند و فاصله قله آنها در حدود ۱۰ برابر ارتفاع آنها است (احمدی، ۱۳۸۷: ۳۹۵). لونسدال و اسپیسز (۱۹۷۷) و هو و هومفری (۱۹۹۵) گزارش دادند که ریپل‌های ماسه‌ای اشکال عمومی از شیب‌های ملایم در نواحی بادرفتی، به‌وسیله جریان‌های سطح پایین یک‌طرفه 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 مرفومتريک ریپل‌ها بازتابی از دینامیک آنها است.

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

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



≡ حمل ماسه

••••• انباشت ماسه

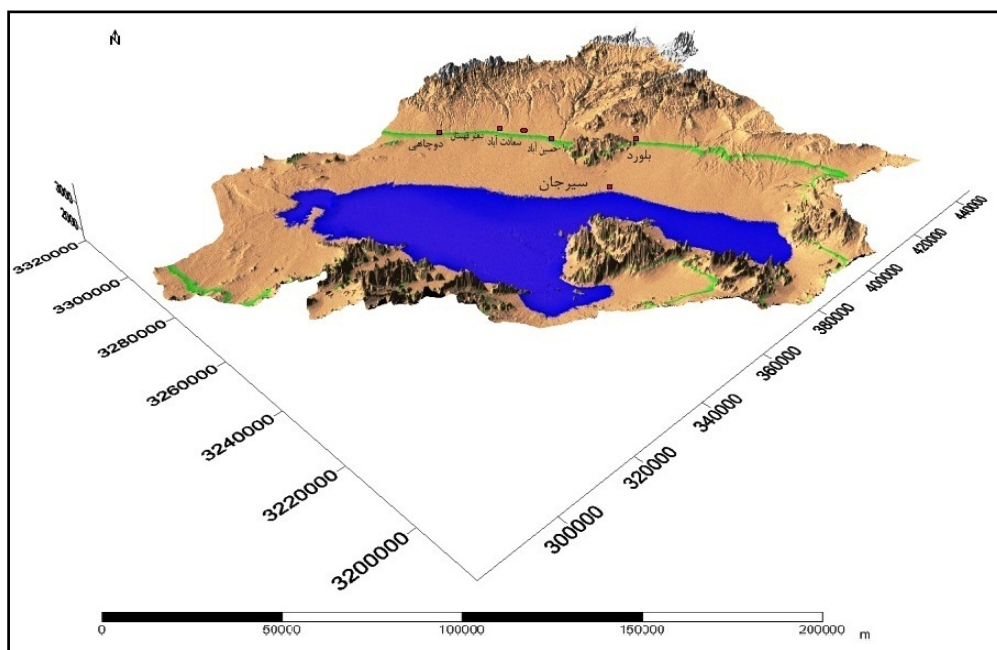
شکل ۲. تأثیر نیکا بر سرعت باد و تشکیل ریپل مارک‌ها (دانین، ۱۹۹۶)

نگهبان و همکاران (۱۳۹۲) بیان می‌کنند که نبکاهای هر گونه گیاهی، در دو پلات مجاور ویژگی‌های متفاوتی دارند که این موضوع تأثیرات متفاوت عوامل تأثیرگذار نبکاهای، از جمله اندازه 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 مرفومتري نبکاهای و خصوصیت‌های مرفومتري محدوده تحت تأثیر مانع که در آن محدوده ویژگی‌های مرفومتري ریپل مارک‌ها تغییر کرده است و همچنین تأثیر فاصله از مانع را بر خصوصیت‌های مرفومتري ریپل مارک‌ها در منطقه مورد مطالعه بررسی کند.

موقعیت منطقه مورد مطالعه

پلايای سیرجان یکی از مهم‌ترین پلاياهای استان کرمان است. این پلايا با وسعتی برابر با ۱۶۲۵ کیلومتر مربع از بزرگترین کویرهای حوضه آبخیز اصفهان است که در فرورفتگی مثلثی شکلی واقع در جنوب غربی شهر سیرجان قرار گرفته است. این پلايا در محدوده عرض‌های ۲۸ درجه و ۴۶ دقیقه تا ۲۹ درجه و ۵۹ دقیقه شمالی و محدوده طول‌های ۵۴ درجه و ۵۷ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۲۷ دقیقه شرقی گسترده شده است (کرینسلی، ۱۳۸۱: ۲۲۰). منطقه 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 پلايای سیرجان را نشان می‌دهد.



شکل ۳. نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه

ویژگی باد در منطقه مطالعاتی

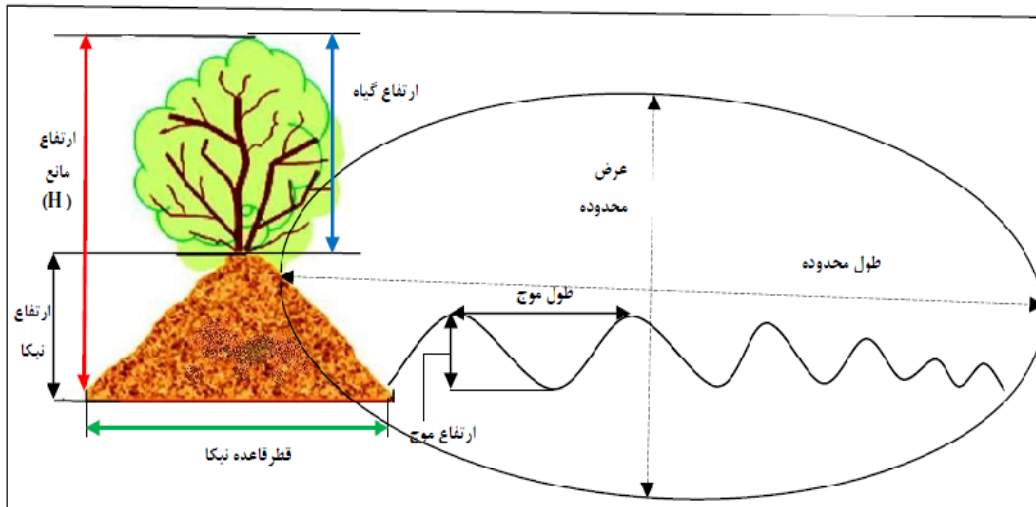
باد غالب منطقه در طول سال عمدتاً از جهت جنوب غرب است که به طور متوسط ۲۲/۵ بار رخ می‌دهد و سرعت متوسط آن ۵ متربرثانیه است. ضعیف‌ترین باد هم باد شرقی است که ۸/۸ بار روی می‌دهد و سرعت متوسط آن ۳/۸ متربرثانیه است. جدول (۱) ویژگی‌های باد منطقه مورد مطالعه را در ماه‌های مختلف سال نشان می‌دهد. نتایج این جدول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

جدول ۱. ویژگی‌های باد در منطقه مطالعاتی

ماه‌های سال	سمت باد غالب در ماه‌های مختلف سال	میانگین ماهانه درصد باد غالب	میانگین ماهانه 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 منطقه مورد مطالعه بادهای موسمی هم می‌وزند که بیشترین آن در دو نوبت (۹۰ روز در سال) و به صورت متناوب اتفاق می‌افتد. نوبت اول از نیمه اول اسفند تا نیمه اردیبهشت و نوبت دوم از نیمه 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، به طور متناوب و با سرعت متوسط می‌وزد. این باد باران‌زا بوده و باعث بالا رفتن رطوبت هوا می‌شود. دومین باد محلی منطقه باد قبله است که در اواخر بهار تا پاییز، از سمت جنوب به طور 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 به طور متناوب و با سرعت ملایم می‌وزد و موجب سردی هوا می‌شود و در نهایت باد محلی شمال که از سمت شمال و در همه فصول به طور متناوب و با سرعت ملایم و گاهی شدید می‌وزد.



شکل ۵. نمایش شماتیک معیارهای اندازه‌گیری شده

یافته‌های پژوهش

به‌طور کلی از نبکاهای منطقه مورد مطالعه، نبکاهای گونه درختچه گز، گل‌گری و اشنان نمونه‌های انتخاب‌شده برای بررسی هستند که در کمربند سبز کویر پراکنده شده‌اند (شکل ۶).



شکل ۶. تصویری از نبکاها و ریپل‌های منطقه مطالعاتی

خلاصه اطلاعات آماری قطر تاج پوشش، قطر قاعده نبکا، ارتفاع مانع و همچنین طول و عرض محدوده 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

حد اکثر	حداقل	انحراف معیار	میانگین	ویژگی (cm)	تعداد	گونه
۸۲۰	۳۰۰	۱۳۳/۶۲۴۵۷	۵۷۶/۵	قطر تاج پوشش	۲۰	درختچه گز
۱۱۵۰	۵۰۰	۱۷۳/۷۳۵۸۲	۷۲۰/۵	قطر قاعده نیکا		
۱۱۰۰	۵۵۰	۱۲۸/۷۱۴۲۹	۷۹۹	طول محدوده		
۸۸۰	۳۲۰	۱۶۷/۴۷۲۲۷	۵۴۴/۵	عرض محدوده		
۳۴۰	۱۸۰	۴۳/۲۹۴۴۳	۲۵۶/۷۵	ارتفاع مانع		
۳۲۰	۱۵۰	۵۲/۰۶۹۶۶	۲۲۳/۲۵	قطر تاج پوشش	۲۰	اشنان
۳۵۰	۱۵۱	۵۶/۳۳۳۱۳	۲۴۰/۵	قطر قاعده نیکا		
۴۸۰	۲۰۰	۹۸/۶۵۴۱	۳۱۸	طول محدوده		
۳۵۰	۱۷۰	۵۰/۲۷۲۹۴	۲۴۷	عرض محدوده		
۱۸۰	۵۰	۳۷/۳۴۶۱۸	۱۰۵	ارتفاع مانع		
۱۷۰	۷۰	۲۹/۹۲۹۰۴	۱۱۲/۸	قطر تاج پوشش	۲۰	گل گزی
۱۵۰	۸۰	۲۱/۰۹۵۰۲	۱۱۶/۵	قطر قاعده نیکا		
۲۸۰	۱۴۸	۴۲/۹۳۱۱۳	۲۱۵/۶۵	طول محدوده		
۲۰۰	۸۰	۳۶/۸۰۸	۱۳۲/۷۵	عرض محدوده		
۱۲۰	۵۰	۲۲/۲۱۹۰۱	۷۹	ارتفاع مانع		

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

جدول ۳. رابطه بین خصوصیت‌های مرفومتري نیکاهای گونه درختچه گز و طول و عرض محدوده تحت تأثیر

نوع گونه	ویژگی‌ها	ضریب همبستگی	ضریب تبیین	ضریب تعدیل شده تبیین شده	خطای برآورد	ضرایب استاندارد شده	مقدار F	سطح معناداری
درختچه 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 قاعده نیکا و طول محدوده	۰/۸۴۳	۰/۷۱۰	۰/۶۹۴	۰/۱۷۱	۰/۸۴۳	۴۴/۰۶۷	۰/۰۰۰
	قطر قاعده نیکا 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 مرفومتري نیکاهای گونه‌اشنان و طول و عرض محدوده تحت تأثیر را نشان می‌دهد. این نتایج حاکی از بیشترین رابطه بین ارتفاع مانع و طول محدوده تحت تأثیر با ضریب تبیین ۰/۹۳۸ و همچنین بین قطر تاج پوشش و عرض محدوده تحت تأثیر با ضریب تبیین ۰/۹۸۹ است.

جدول ۴. رابطه بین خصوصیت‌های مرفومتري نیکاهای گونه‌اشنان و طول و عرض محدوده تحت تأثیر

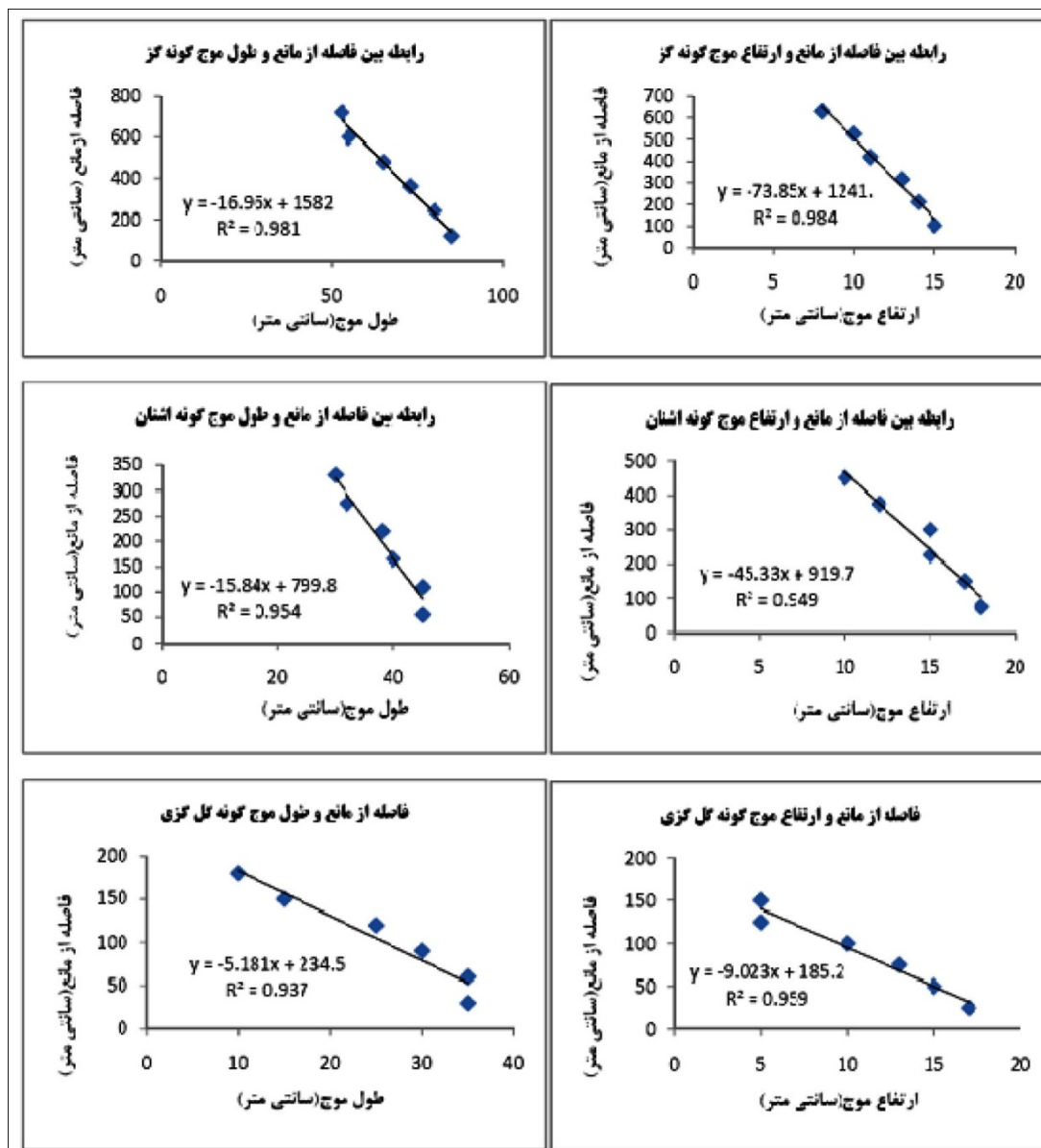
نوع گونه	ویژگی	ضریب همبستگی	ضریب تبیین	ضریب تعدیل شده	خطای برآورد	ضرایب استاندارد شده	مقدار F	سطح معناداری
اشنان	قطر تاج پوشش و طول محدوده	۰/۹۲۷	۰/۸۵۹	۰/۸۵۲	۰/۴۷	۰/۹۲۷	۱۱۰/۰۲۸	۰/۰۰۰
	قطر تاج پوشش و عرض محدوده	۰/۹۹۴	۰/۹۸۹	۰/۹۳۵	۰/۰۷۵	۰/۹۹۴	۲۳۶/۴۸۴	۰/۰۰۰
	قطر قاعده نیکا و طول محدوده	۰/۹۱۵	۰/۸۳۷	۰/۸۲۸	۰/۰۵۴	۰/۹۱۵	۹۲/۶۱۷	۰/۰۰۰
	قطر قاعده نیکا 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 مرفومتري نیکاهای گونه گل گزی و طول و عرض محدوده تحت تأثیر را نشان می‌دهد. نتایج این جدول نشان می‌دهد که طول محدوده تحت تأثیر، بیشترین ارتباط را میان ارتفاع مانع با ضریب تبیین ۰/۹۵۶ دارد. همچنین عرض محدوده تحت تأثیر بیشترین ارتباط را با قطر تاج پوشش با ضریب تبیین ۰/۹۳۲ دارد.

جدول ۵. رابطه بین خصوصیت‌های مرفومتري نیکاهای گونه گل گزی و طول و عرض محدوده تحت تأثیر

نوع گونه	ویژگی	ضریب همبستگی	ضریب تبیین	ضریب 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 قاعده نیکا و طول محدوده	۰/۲۵۲	۰/۰۶۲	۰/۰۱۰	۰/۱۲۴	۰/۲۵۰	۱/۱۹۹	۰/۲۸۸
	قطر قاعده نیکا 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 (نیکاهای 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 مرفومتری ریپل مارک‌های تشکیل شده در بادپناه نیکاهای گونه درختچه‌گر 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 ۶. خلاصه ارتباطات بین مؤلفه‌های طول و ارتفاع موج و فاصله از مانع (درختجه گز)

ANOVA		خطای برآورد	ضریب تعیین تعدیل شده	ضریب تعیین	ضریب همبستگی	روابط	ارتفاع مانع (cm)	نیکا
سطح معناداری	مقدار F							
۰/۰۰۰	۹۷/۰۳۶	۶۰/۳۴۵۹۹	۰/۹۵۱	۰/۹۶۰	۰/۹۸۰	فاصله از مانع و طول موج	۲۹۰	۲۰ ۱۹ ۱۸ ۱۷ ۱۶ ۱۵ ۱۴ ۱۳ ۱۲ ۱۱ ۱۰ ۹ ۸ ۷ ۶ ۵ ۴ ۳ ۲ ۱
۰/۰۰۳	۲۱/۸۴۷	۱۱۹/۳۱۰۷۶	۰/۸۰۷	۰/۸۴۵	۰/۹۱۹	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۰	۲۱۱/۶۴۵	۳۴/۱۸۴۵۹	۰/۹۹۷	۰/۹۸۱	۰/۹۹۱	فاصله از مانع و طول موج	۲۴۰	
۰/۰۶۳	۴/۵۱۸	۱۷۲/۰۰۰۴۶	۰/۴۱۳	۰/۵۳۰	۰/۷۲۸	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۰	۸۰/۶۵۱	۵۶/۸۳۴۵۷	۰/۹۴۱	۰/۹۵۳	۰/۹۷۶	فاصله از مانع و طول موج	۲۵۰	
۰/۰۰۱	۴۵	۷۴/۷۰۱۷۹	۰/۸۹۸	۰/۹۱۸	۰/۹۵۸	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۰	۱۶۳/۶۰۶	۳۳/۹۲۸۴۵	۰/۹۷۰	۰/۹۷۶	۰/۹۸۸	فاصله از مانع و طول موج	۲۱۰	
۰/۰۰۰	۲۵۷/۲۵۰	۲۷/۱۷۵۶۶	۰/۹۸۱	۰/۹۸۵	۰/۹۹۲	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۰	۱۹۴/۹۹۱	۴۵/۹۶۵۷۰	۰/۹۷۶	۰/۹۸۰	۰/۹۹۰	فاصله از مانع و طول موج	۳۱۰	
۰/۰۰۱	۵۷/۸۳۹	۸۲/۴۵۵۲۲	۰/۹۱۹	۰/۹۳۵	۰/۹۶۷	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۰	۱۵۳۶	۱۴/۳۹۱۰۵	۰/۹۹۷	۰/۹۹۷	۰/۹۹۹	فاصله از مانع و طول موج	۲۷۰	
۰/۰۰۰	۱۲۶	۴۹/۵۳۱۴۶	۰/۹۶۲	۰/۹۶۹	۰/۹۸۴	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۰	۲۱۰	۴۵/۷۵۴۳۲	۰/۹۷۷	۰/۹۸۱	۰/۹۹۱	فاصله از مانع و طول موج	۳۲۰	
۰/۰۰۰	۴۳۳/۵۰۰	۳۲	۰/۹۸۹	۰/۹۹۱	۰/۹۹۵	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۰	۱۰۶/۷۶۵	۳۷/۷۶۰۸۶	۰/۹۵۵	۰/۹۶۴	۰/۹۸۲	فاصله از مانع و طول موج	۱۹۰	
۰/۰۰۱	۷۸/۶۷۲	۴۳/۷۰۸۱۴	۰/۹۴۰	۰/۹۵۲	۰/۹۷۶	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۱	۸۸/۲۳۵	۵۰/۰۹۱۹۹	۰/۹۴۶	۰/۹۵۷	۰/۹۷۸	فاصله از مانع و طول موج	۲۳۰	
۰/۰۰۱	۶۴/۶۵۴	۵۸/۰۶۰۹۹	۰/۹۲۷	۰/۹۴۲	۰/۹۷۰	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۲	۵۷/۱۲۷	۷۴/۹۰۸۵۵	۰/۹۱۸	۰/۹۳۵	۰/۹۶۷	فاصله از مانع و طول موج	۲۸۰	
۰/۰۰۰	۴۳۳/۵	۲۸	۰/۹۸۹	۰/۹۹۱	۰/۹۹۵	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۲	۵۶	۷۰/۲۰۸۰۲	۰/۹۱۷	۰/۹۳۳	۰/۹۶۶	فاصله از مانع و طول موج	۲۶۰	
۰/۰۰۲	۴۹/۰۶۵	۷۴/۶۵۵۲۴	۰/۹۰۶	۰/۹۲۵	۰/۹۶۲	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۰	۳۲۰/۳۱۱	۳۴/۸۴۹۵۱	۰/۹۸۵	۰/۹۸۸	۰/۹۹۴	فاصله از مانع و طول موج	۳۰۰	
۰/۰۰۲	۴۹/۰۶۵	۸۶/۱۴۰۶۶	۰/۹۰۶	۰/۹۲۵	۰/۹۶۲	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۴	۳۶	۷۲/۷۵۸۱۶	۰/۸۷۵	۰/۹۰۰	۰/۹۴۹	فاصله از مانع و طول موج	۲۲۰	
۰/۰۰۰	۱۱۴/۳۳۳	۴۲/۳۰۱۷۳	۰/۹۵۸	۰/۹۶۶	۰/۹۸۳	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۲	۵۷/۱۲۷	۶۶/۸۸۲۶۳	۰/۹۱۸	۰/۹۳۵	۰/۹۶۷	فاصله از مانع و طول موج	۲۵۰	
۰/۰۰۰	۴۳۳/۵	۲۵	۰/۹۸۹	۰/۹۹۱	۰/۹۹۵	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۱	۸۸/۶۷	۷۳/۸۷۴۹۷	۰/۹۴۶	۰/۹۵۷	۰/۹۷۸	فاصله از مانع و طول موج	۳۴۰	
۰/۰۰۱	۶۴/۶۵۴	۸۵/۸۲۹۲۹	۰/۹۲۷	۰/۹۴۲	۰/۹۷۰	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۸	۲۴/۰۳۵	۱۱۴/۱۵۳۹۸	۰/۸۲۲	۰/۸۵۷	۰/۹۲۶	فاصله از مانع و طول موج	۲۸۰	
۰/۰۰۰	۱۸۶/۵۱۱	۴۳/۷۹۰۹۵	۰/۹۷۴	۰/۹۷۹	۰/۹۸۹	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۲	۵۶	۴۸/۶۰۵۵۶	۰/۹۱۷	۰/۹۳۳	۰/۹۶۶	فاصله از مانع و طول موج	۱۸۰	
۰/۰۰۰	۱۱۴/۳۳۳	۳۴/۶۱۰۵۱	۰/۹۵۸	۰/۹۶۶	۰/۹۸۳	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۰	۱۰۹/۴۴۸	۴۵/۱۶۶۶۵	۰/۹۵۶	۰/۹۶۵	۰/۹۸۲	فاصله از مانع و طول موج	۲۳۰	
۰/۰۰۱	۶۶	۵۷/۵	۰/۹۲۹	۰/۹۴۳	۰/۹۷۱	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۴	۳۴/۰۷۴	۷۲/۸۸۰۵۱	۰/۸۶۹	۰/۸۹۵	۰/۹۴۶	فاصله از مانع و طول موج	۲۱۵	
۰/۰۰۱	۹۸/۹۱۰	۴۴/۳۳	۰/۹۵۱	۰/۹۶۱	۰/۹۸۰	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۰	۳۳۶	۳۰/۶۲۷۶۳	۰/۹۸۵	۰/۹۸۸	۰/۹۹۴	فاصله از مانع و طول موج	۲۷۰	
۰/۰۰۵	۳۰/۰۹۳	۹۶/۷۲۰۴۹	۰/۸۵۳	۰/۸۸۳	۰/۹۴۰	فاصله از مانع و ارتفاع موج		

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

ANOVA		خطای برآورد	ضریب تعیین تعدیل شده	ضریب تعیین	ضریب همبستگی	روابط	ارتفاع مانع (cm)	نبکا
سطح معناداری	مقدار F							
۰/۰۰۱	۸۴/۴۵۲	۱/۵۰۹	۰/۹۴۲	۰/۹۵۵	۰/۹۷۷	فاصله از مانع و طول موج	۱۱۰	نبکا
۰/۰۰۱	۶۴/۶۵۴	۰/۶۰۹	۰/۹۲۷	۰/۹۴۲	۰/۹۷۰	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۰	۵۹/۸۱۶	۲/۸۴۴	۰/۹۲۲	۰/۹۳۷	۰/۹۶۸	فاصله از مانع و طول موج	۸۰	
۰/۰۳۰	۴/۴۴۲	۰/۶۴۷	۰/۴۰۸	۰/۵۲۶	۰/۷۲۵	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۶	۲۹/۶۳۴	۱/۹۷۶	۰/۸۵۱	۰/۸۸۱	۰/۹۳۹	فاصله از مانع و طول موج	۶۰	
۰/۰۰۳	۴۴/۴۶۲	۰/۶۰۹	۰/۸۹۷	۰/۹۱۷	۰/۹۵۸	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۸	۲۳/۹۲۷	۱/۸۸	۰/۸۲۱	۰/۸۵۷	۰/۹۲۶	فاصله از مانع و طول موج	۱۵۰	
۰/۰۰۱	۷۵/۶۲۵	۰/۷۵۶	۰/۹۳۷	۰/۹۵۰	۰/۹۷۵	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۰	۴۸۶	۰/۵۸۶	۰/۹۹۰	۰/۹۹۲	۰/۹۹۶	فاصله از مانع و طول موج	۹۰	
۰/۰۰۱	۶۴/۶۵۴	۰/۶۰۹	۰/۹۲۷	۰/۹۴۲	۰/۹۷۰	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۲	۵۳/۸۱۳	۴۱/۴۳۸۰۶	۰/۹۱۴	۰/۹۳۱	۰/۹۶۵	فاصله از مانع و طول موج	۱۵۰	
۰/۰۰۱	۶۹/۷۷۳	۳۶/۶۸۲۷۰	۰/۹۳۲	۰/۹۴۶	۰/۹۷۳	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۰	۱۰۹/۴۴۸	۱۹/۶۳۷۶۸	۰/۹۵۶	۰/۹۶۵	۰/۹۸۲	فاصله از مانع و طول موج	۱۰۰	
۰/۰۰۱	۹۸/۹۱۰	۲۰/۶۱۸۶۱	۰/۹۵۱	۰/۹۶۱	۰/۹۸۰	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۴۱	۸/۸۹۵	۵۲/۴۲۳۵۱	۰/۶۱۲	۰/۶۹۰	۰/۸۳۱	فاصله از مانع و طول موج	۹۰	
۰/۰۰۱	۹۰/۴۱۹	۱۹/۳۷۳۲۶	۰/۹۴۷	۰/۹۵۸	۰/۹۷۹	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۱	۸۳/۲۸	۳۹/۳۴۰۷۲	۰/۹۴۳	۰/۹۵۴	۰/۹۷۷	فاصله از مانع و طول موج	۱۸۰	
۰/۰۰۱	۷۳/۳۱۶	۴۱/۷۹۹۰۸	۰/۹۳۵	۰/۹۴۸	۰/۹۷۴	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۱	۸۸/۶۷	۱۰/۸۶۳۹۷	۰/۹۴۶	۰/۹۵۷	۰/۹۷۸	فاصله از مانع و طول موج	۵۰	
۰/۰۰۱	۸۰/۶۵۱	۱۱/۳۶۶۹۱	۰/۹۴۱	۰/۹۵۳	۰/۹۷۶	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۲	۵۷/۱۲۷	۲۱/۴۰۲۴۴	۰/۹۱۸	۰/۹۳۵	۰/۹۶۷	فاصله از مانع و طول موج	۸۰	
۰/۰۰۱	۸۰	۱۸/۲۵۷۴۲	۰/۹۴۰	۰/۹۵۲	۰/۹۷۶	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۱	۹۰/۷۵۶	۳۲/۲۳۱۲۲	۰/۹۴۷	۰/۹۵۸	۰/۹۷۹	فاصله از مانع و طول موج	۱۵۰	
۰/۰۰۱	۹۸/۹۱	۳۰/۹۲۷۹۱	۰/۹۵۱	۰/۹۶۱	۰/۹۸۰	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۱۲	۱۹/۰۳۳	۵۲/۳۶۶۹۱	۰/۷۸۳	۰/۸۲۶	۰/۹۰۹	فاصله از مانع و طول موج	۱۳۰	
۰/۰۰۲	۵۴/۳۵۷	۳۲/۹۰۱۱۵	۰/۹۱۴	۰/۹۳۱	۰/۹۶۵	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۱	۹۶/۵۰۷	۱۴/۶۰۴۵۹	۰/۹۵۰	۰/۹۶۰	۰/۹۸۰	فاصله از مانع و طول موج	۷۰	
۰/۰۰۱	۸۰/۶۵۱	۱۵/۹۱۳۶۸	۰/۹۴۱	۰/۹۵۳	۰/۹۷۶	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۱	۶۲/۵	۳۰/۷۷۹۳۵	۰/۹۲۵	۰/۹۴۰	۰/۹۶۹	فاصله از مانع و طول موج	۱۲۰	
۰/۰۰۱	۶۱/۲۹۹	۳۱/۰۶۱۲۳	۰/۹۲۳	۰/۹۳۹	۰/۹۶۹	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۱	۷۵/۶۲۵	۲۳/۴۴۰۳۶	۰/۹۳۷	۰/۹۵۰	۰/۹۷۵	فاصله از مانع و طول موج	۱۰۰	
۰/۰۰۰	۲۰۲/۵	۱۴/۵۵۵۵۶	۰/۹۷۶	۰/۹۸۱	۰/۹۹۰	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۰	۱۰۶/۳۱۲	۳۱/۸۶۳۷۳	۰/۹۵۵	۰/۹۶۴	۰/۹۸۲	فاصله از مانع و طول موج	۱۶۰	
۰/۰۰۰	۱۱۲/۶۶۷	۳۰/۹۸۲۸۷	۰/۹۵۷	۰/۹۶۶	۰/۹۸۳	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۲	۵۷/۱۲۷	۲۴/۰۷۷۷۵	۰/۹۱۸	۰/۹۳۵	۰/۹۶۷	فاصله از مانع و طول موج	۹۰	
۰/۰۰۱	۶۴/۶۵۴	۲۲/۷۱۹۵۲	۰/۹۲۷	۰/۹۴۲	۰/۹۷۰	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۱	۶۰/۷۵۰	۱۵/۵۹۶۲۶	۰/۹۲۳	۰/۹۳۸	۰/۹۶۹	فاصله از مانع و طول موج	۶۰	
۰/۰۰۱	۶۶	۱۵	۰/۹۲۹	۰/۹۴۳	۰/۹۷۱	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۰	۱۰۹/۴۴۸	۱۵/۷۱۰۱۴	۰/۹۵۶	۰/۹۶۵	۰/۹۸۲	فاصله از مانع و طول موج	۸۰	
۰/۰۰۰	۱۰۹/۴۴۵	۱۵/۱۰۱۵	۰/۹۴۶	۰/۹۵۵	۰/۹۷۷	فاصله از مانع و ارتفاع موج		

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

ANOVA		خطای برآورد	ضریب تعیین تعدیل شده	ضریب تعیین	ضریب همبستگی	روابط	ارتفاع مانع (cm)	نیکا
سطح معناداری	مقدار F							
۰/۰۰۴	۳۴/۵	۲/۳۴	۰/۸۷	۰/۸۹۶	۰/۹۴۷	فاصله از مانع و طول موج	۵۰	گل گزی
۰/۰۰۴	۳۴/۸۶۲	۱/۱۴	۰/۸۵	۰/۸۹۶	۰/۹۴۵	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۷	۲۵/۰۴۷	۰/۲۶	۰/۸۲۸	۰/۸۶۲	۰/۹۲۹	فاصله از مانع و طول موج	۷۰	
۰/۰۰۹	۲۲/۲۷۲	۰/۱۳	۰/۸۱	۰/۸۴۸	۰/۹۲۱	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۱	۶۰/۱۶۷	۰/۰۲۳	۰/۹۲۲	۰/۹۳۸	۰/۹۶۸	فاصله از مانع و طول موج	۶۰	
۰/۰۰۳	۴۳/۳۲۷	۰/۰۱۲	۰/۸۴۹	۰/۹۱۵	۰/۹۵۷	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۲	۴۹/۰۶۵	۰/۰۰۸	۰/۹۰۶	۰/۹۲۶	۰/۹۶۲	فاصله از مانع و طول موج	۸۰	
۰/۰۰۲	۵۹/۳۴۵	۰/۰۰۵	۰/۹۲۱	۰/۹۳۷	۰/۹۶۸	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۱	۲۱	۰/۰۳۵	۰/۸	۰/۸۴	۰/۹۱۷	فاصله از مانع و طول موج	۵۰	
۰/۰۰۱	۹۳/۶۷۱	۰/۰۱۱	۰/۹۴۹	۰/۹۵۸	۰/۹۷۹	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۳	۴۵/۳۲۶	۲۹/۷۸۱۶۸	۰/۸۹۹	۰/۹۱۹	۰/۹۵۹	فاصله از مانع و طول موج	۱۰۰	
۰/۰۰۱	۶۰/۷۵	۲۵/۹۹۳۷۶	۰/۹۲۳	۰/۹۳۸	۰/۹۶۹	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۰	۴۳۲/۰۸۱	۸/۰۱۳۰۰	۰/۹۸۹	۰/۹۹۱	۰/۹۹۵	فاصله از مانع و طول موج	۸۰	
۰/۰۰۱	۶۶	۲۰	۰/۹۲۹	۰/۹۴۳	۰/۹۷۱	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۰	۱۰۶/۳۱۲	۲۱/۹۰۶۳۲	۰/۹۵۵	۰/۹۶۴	۰/۹۸۲	فاصله از مانع و طول موج	۱۱۰	
۰/۰۰۰	۳۳۶	۱۲/۴۷۷۹۲	۰/۹۸۵	۰/۹۸۸	۰/۹۹۴	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۱	۷۱/۱۸۵	۱۲/۰۶۱۲۷	۰/۹۳۳	۰/۹۴۷	۰/۹۷۳	فاصله از مانع و طول موج	۵۰	
۰/۰۰۱	۹۸/۹۱	۱۰/۳۰۹۳۰	۰/۹۵۱	۰/۹۶۱	۰/۹۸۰	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۴	۳۶	۳۳/۰۷۱۸۹	۰/۸۷۵	۰/۹	۰/۹۴۹	فاصله از مانع و طول موج	۱۰۰	
۰/۰۰۰	۱۳۶	۱۷/۶۷۷۶۷	۰/۹۶۴	۰/۹۷۱	۰/۹۸۶	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۰	۲۳۲/۱۱۹	۹/۵۲۸۴۳	۰/۹۷۹	۰/۹۸۳	۰/۹۹۱	فاصله از مانع و طول موج	۷۰	
۰/۰۰۳	۳۸/۳۶۸	۲۲/۴۹۳۹۶	۰/۸۸۲	۰/۹۰۶	۰/۹۵۲	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۱	۷۵/۱۳	۲۱/۱۶۲۱۵	۰/۹۳۷	۰/۹۴۹	۰/۹۷۴	فاصله از مانع و طول موج	۹۰	
۰/۰۰۱	۷۵/۶۲۵	۲۱/۰۹۶۳۳	۰/۹۳۷	۰/۹۵۰	۰/۹۷۵	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۰	۲۳۲/۱۱۹	۱۰/۸۸۹۶۳	۰/۹۷۹	۰/۹۸۳	۰/۹۹۱	فاصله از مانع و طول موج	۸۰	
۰/۰۰۰	۴۳۳/۰۴۵	۷/۹۱۴۱۳	۰/۹۸۹	۰/۹۹۱	۰/۹۹۶	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۰	۱۰۸	۱۹/۷۶۴۲۴	۰/۹۵۵	۰/۹۶۴	۰/۹۸۲	فاصله از مانع و طول موج	۱۰۰	
۰/۰۰۰	۲۰۲/۳۱۶	۱۴/۵۶۲۰۶	۰/۹۷۶	۰/۹۸۱	۰/۹۹۰	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۰	۲۳۲/۱۱۹	۱۴/۹۷۳۳۴	۰/۹۷۹	۰/۹۸۳	۰/۹۹۱	فاصله از مانع و طول موج	۱۱۰	
۰/۰۰۱	۷۶/۷۴۸	۲۵/۶۰۴۴۷	۰/۹۳۸	۰/۹۵۰	۰/۹۷۵	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۰	۱۶۳/۶۰۶	۱۱/۳۰۹۴۸	۰/۹۷۰	۰/۹۷۶	۰/۹۸۸	فاصله از مانع و طول موج	۷۰	
۰/۰۰۰	۱۰۶/۳۱۲	۱۳/۹۴۰۳۸	۰/۹۵۵	۰/۹۶۴	۰/۹۸۲	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۰	۱۰۶/۳۱۲	۹/۹۵۷۴۲	۰/۹۵۵	۰/۹۶۴	۰/۹۸۲	فاصله از مانع و طول موج	۵۰	
۰/۰۰۱	۶۰/۷۵۰	۱۲/۹۹۶۸۸	۰/۹۲۳	۰/۹۳۸	۰/۹۶۹	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۰	۱۳۶	۱۰/۶۰۶۶۰	۰/۹۶۴	۰/۹۷۱	۰/۹۸۶	فاصله از مانع و طول موج	۶۰	
۰/۰۰۱	۹۹/۴۰۹	۱۲/۳۴۱۳۰	۰/۹۵۲	۰/۹۶۱	۰/۹۸۰	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۰	۳۵۱/۶۹۸	۱۳/۳۰۸۵۲	۰/۹۸۶	۰/۹۸۹	۰/۹۹۴	فاصله از مانع و طول موج	۱۲۰	
۰/۰۰۰	۲۱۰	۱۷/۱۵۷۸۷	۰/۹۷۷	۰/۹۸۱	۰/۹۹۱	فاصله از مانع و ارتفاع موج		
۰/۰۰۰	۲۱۰/۰۱۰	۱۱/۴۳۸۵۸	۰/۹۷۵	۰/۹۸۲	۰/۹۹۳	فاصله از مانع و طول موج	۸۰	
۰/۰۰۰	۴۴۳/۰۴۵	۷/۹۱۴۱۳	۰/۹۸۹	۰/۹۹۱	۰/۹۹۶	فاصله از مانع و ارتفاع موج		

برای بررسی ارتباط بین مؤلفه‌های ارتفاع مانع و قطر تاج پوشش گیاه با طول و عرض محدوده 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 هر کدام از نمونه‌ها طول و عرض محدوده متأثر از مانع اندازه‌گیری شد. جدول (۹، ۱۰ و ۱۱) مقادیر اندازه‌گیری شده این مؤلفه‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۹. معیارهای ارتفاع مانع، قطر تاج پوشش، قطر قاعده، طول و عرض محدوده برای نیکاهای درختچه‌گر

مانع	ارتفاع مانع (cm)	قطر تاج پوشش (cm)	قطر قاعده نیکا (cm)	طول محدوده (cm)	عرض محدوده (cm)
نیکاهای درختچه‌گر	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 نیکاهای اشنان

مانع	ارتفاع مانع (cm)	قطر تاج پوشش (cm)	قطر قاعده نیکا (cm)	طول محدوده (cm)	عرض محدوده (cm)
نیکاهای 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

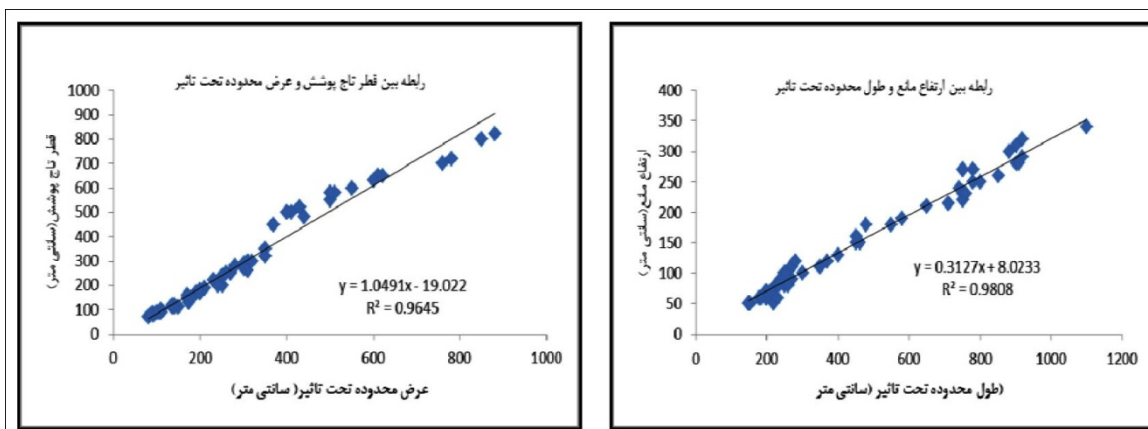
ادامه جدول ۱۰. معیارهای ارتفاع مانع، قطر تاج پوشش، قطر قاعده، طول و عرض محدوده برای نیکاهای اشنان

مانع	ارتفاع مانع (cm)	قطر تاج پوشش (cm)	قطر قاعده نیکا (cm)	طول محدوده (cm)	عرض محدوده (cm)
نیکاهای 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 نیکاهای گل گزی

مانع	ارتفاع مانع (cm)	قطر تاج پوشش (cm)	قطر قاعده نیکا (cm)	طول محدوده (cm)	عرض محدوده (cm)
نیکاهای 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 محدوده تحت تأثیر را نشان می‌دهد.



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

بحث و نتیجه گیری

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، به دلیل اینکه ارتباط مستقیمی با فرایندهای فرسایش و رسوب دارند و همچنین می‌توان آنها را به صورت کمی 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 نیکا است. نیکاها اجتماعی از رسوب‌های بادی هستند که موقعیت و وضعیت آنها به وسیله وجود پوشش گیاهی تثبیت شده است. گیاهان با تقویت کردن تجمع رسوب‌ها و به هم پیوستن مواد رسوبی به وسیله سیستم‌های ریشه‌ای خود، سرعت باد نزدیک سطح زمین را کاهش داده و سبب ایجاد چشم‌انداز نیکا می‌شوند (مک‌کان و بیرن، ۱۹۸۹). مقصودی و همکاران (۱۳۹۱) ضمن تحلیل ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی نیکاهای غرب دشت لوت، بیان می‌کنند که نوع گونه گیاهی در اندازه رسوب‌های هر نیکا تأثیر شایانی دارد. در همین راستا، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که با توجه به خصوصیت‌های مرفومتري موانع مختلف و تأثیری که بر ویژگی‌های باد می‌گذارد، محدوده متأثر از مانع متفاوت بوده و ویژگی‌های مرفومتري ریپل مارک‌های تشکیل شده در این محدوده تغییر می‌یابد. همچنین طول محدوده تحت تأثیر (محدوده بادپناه مانع)، یعنی محدوده‌ای که مؤلفه‌های مرفومتري ریپل مارک‌ها در آن تغییر می‌یابند با ارتفاع مانع رابطه مستقیم دارد؛ به گونه‌ای که هرچه ارتفاع مانع افزایش یابد، طول محدوده متأثر از مانع (بادپناه مانع) افزایش می‌یابد. براساس نتایج به دست آمده طول این محدوده کمابیش سه برابر ارتفاع مانع (۳H) است. از سوی دیگر، عرض محدوده وابسته به قطر تاج پوشش گیاه و پس از آن، قطر قاعده نیکا 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، به طوری 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). ژئومورفولوژی کاربردی (جلد ۲ فرسایش بادی)، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- اونق، م. (۱۳۷۵). نقشه بندی حساسیت محیط زیست (یک وسیله برنامه ریزی ناحیه‌ای)، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، سال ۱۳۷۵، شماره ۳(۲)، صص ۹-۲۹.
- بیاتی خطیبی، م. (۱۳۸۳). فرسایش، فرایندهای فرسایشی و شکل‌های ناشی از آن‌ها، مجله رشد آموزش جغرافیا، سال نوزدهم، شماره ۶۹، صص ۲-۱۴.
- چورلی، آر. جی.، شوم، اس. ای.، سوندن، 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 نیکاهای چهار گونه گیاهی در غرب دشت لوت (شرق شهداد - دشت تکاب)، مجله پژوهش‌های جغرافیایی طبیعی، سال چهارم و چهارم، شماره ۷۹، صص ۷۶-۵۵.
- مهرشاهی، د.، نکونام، ز. (۱۳۸۸). چهره‌های شگفت‌انگیز فرسایش بادی در بیابان‌های ایران، مجله رشد آموزش جغرافیا، سال بیست و چهارم، شماره ۱، صص ۳-۹.
- نگهبان، س.، یمانی، م.، مقصودی، م.، عزیز، ق. (۱۳۹۲). بررسی تراکم، ژئومورفولوژی و پهنه بندی ارتفاعی نیکاهای حاشیه غربی دشت لوت و تأثیرات پوشش گیاهی بر مورفولوژی آنها، مجله پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، سال اول، شماره ۴، صص ۱۷-۴۲.
- Ahmadi, H., 2008, **Applied Geomorphology** (Wind Erosion Vol. 2), Tehran University Press, Tehran.
- Anderson, R. S., Sorensen, M., Wilets 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 Dynamics in 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 Geomorphology 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 Sedimentology, 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 Morphology**, 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.