

## مطالعه خصوصیات مورفومتری ریپل‌مارک‌ها در سه لندفرم مختلف (مطالعه موردی: کویر سیرجان)

نرجس سالاری\* - دانشجوی کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه اصفهان  
علیرضا تقیان - استادیار دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه اصفهان  
عباسعلی ولی - دانشیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کاشان

پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۰۳/۱۵      تأیید نهایی: ۱۳۹۲/۱۲/۲۵

### چکیده

مطالعه در مورد کیفیت و خصوصیات اشکال فرسایش بادی و همچنین ارتباط این اشکال با سایر لندفرم‌ها و پدیده‌های موجود در محیط به عنوان یک معیار مهم و باارزش در ارزیابی شرایط منابع طبیعی به خصوص در مناطقی که دارای حساسیت بالایی نسبت به فرسایش می‌باشند ضروری می‌نماید. در بررسی ویژگی‌های اشکال فرسایش بادی استفاده از بعضی از پارامترهای مورفومتری می‌تواند اطلاعات بسیار مهمی را از رفتار این اشکال در محیط‌های مختلف ارائه دهند. این پژوهش سعی در بررسی اختلافات موجود بین خصوصیات مورفومتری ریپل‌مارک‌ها به صورت طرح تصادفی در حوضه کویر سیرجان در سه موقعیت مکانی متفاوت، یعنی در پناه تپه‌های طبیعی، در پناه پوشش گیاهی و در سطوح هموار به صورت کمی اندازه‌گیری و مورد مقایسه قرار گرفت. فاکتورهای مورفومتری مورد مقایسه ریپل‌مارک‌ها شامل طول موج ریپل‌مارک‌ها و ارتفاع موج ریپل‌مارک‌ها در موقعیت‌های مختلف یک مکان می‌باشد. نتایج آنالیز واریانس اختلاف معنی‌داری بین پارامترهای طول موج و ارتفاع موج ریپل‌مارک‌ها در موقعیت‌های مختلف را نشان می‌دهد. در سطح احتمال خطای کمتر از ۱ درصد ( $\alpha < 0.01$ ) نتایج آزمون مقایسه میانگین‌ها برای هر یک از عوامل ذکر شده ریپل‌مارک‌ها را در سه گروه متمایز تفکیک می‌کند. گروه اول شامل ریپل‌های در پناه پوشش گیاهی، گروه دوم شامل ریپل‌های باد پناه تپه‌های طبیعی و گروه سوم شامل ریپل‌های سطوح هموار می‌باشد. بنابراین می‌توان با آنالیز پارامترها نتیجه گرفت الگوی ریپل‌مارک‌های ماسه‌ای به شدت تحت تأثیر شرایط محیطی تشکیل‌دهنده آن‌ها قرار دارند.

واژگان کلیدی: فرسایش بادی، ریپل‌مارک، مورفومتری، کویر سیرجان.

## مقدمه

تاکنون بحث‌های زیادی برای شناسایی شاخص‌های مناسب جهت ارزیابی سریع شدت و وسعت تخریب در مناطق خشک صورت گرفته است استفاده از شاخص‌های ژئومورفولوژیکی به علت اینکه می‌توان آن‌ها را به صورت کمی اندازه گرفت و همچنین ارتباط مستقیمی که با فرایندهای فرسایش و رسوب دارند، از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. ریپل-مارک‌ها امواجی هستند که در اثر وزش باد بر روی عرصه‌های ماسه‌ای ایجاد می‌شوند. شناسایی رفتار ریپل‌مارک‌ها به عنوان یکی از اشکال فرسایش بادی تأثیر بسیار زیادی بر شناخت و کنترل فرسایش بادی در مناطق مختلف خواهد داشت. خصوصیات این امواج تابع عوامل متعددی از جمله رژیم باد و ویژگی‌های مانع می‌باشد. چین و شکن‌ها اشکال و اندازه‌های کوچکی هستند که اساساً به وسیله فشار جهشی تشکیل می‌شوند. طول موج‌های آن‌ها با طول موج حرکت ذرات جهنده ارتباط دارد، در نتیجه از بی‌ثباتی آئرودینامیکی تشکیل شده‌اند (چورلی<sup>۱</sup> و همکاران ۱۳۸۴). 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 که سرعت اصطکاک جریان آزاد از یک حد معین تجاوز کند ناپدید می‌گردند. مقیاس ریپل‌ها متناسب با سرعت باد است (دمیاو<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۱). ریپل‌های ماسه‌ای اشکال عمومی از شیب‌های ملایم در نواحی باد رفتی توسط جریان‌های سطح پایین یک‌طرفه ظاهر می‌شوند (هوو و همفری<sup>۳</sup>، ۱۹۹۵:۱۳). وقتی که باد بر روی بستر ماسه‌ای می‌وزد باعث حرکت ماسه‌ها و در نتیجه تشکیل ریپل‌مارک‌ها می‌گردد (مونتانی و توماس<sup>۴</sup>، ۲۰۰۲:۵). از جمله موانعی که بر روی خصوصیات ریپل‌مارک‌ها تأثیر می‌گذارد نکا می‌باشد، نکاها تجمعات رسوبات بادی هستند که موقعیت و وضعیت آن‌ها به وسیله وجود پوشش گیاهی تثبیت شده است. گیاهان با تقویت کردن تجمع رسوبات و به هم پیوستن مواد رسوبی به وسیله سیستم‌های ریشه‌ای خود سرعت باد نزدیک سطح زمین را کاهش داده و باعث ایجاد چشم‌انداز نکا می‌گردند (مک‌کان و بیرن<sup>۵</sup>، ۱۹۸۹). از دیگر موانع می‌توان به تپه‌های ماسه‌ای اشاره کرد که نقش بسیار مهمی در مورفومتری ریپل‌مارک‌ها دارند. لونسدال و اسپیسز<sup>۶</sup> (۱۹۷۷) گزارش دادند که ریپل‌های ماسه‌ای اشکال عمومی از شیب‌های ملایم در نواحی باد رفتی توسط جریان‌های سطح پایین یک‌طرفه ظاهر می‌شوند. دانین<sup>۷</sup> (۱۹۹۶) گزارش داد که گیاهان قادرند به طور محلی سرعت و جهت باد تأثیرگذارند ایشان بیان می‌کنند گونه علف گندمی که دارای تاج پوشش نسبتاً متراکم می‌باشد تأثیر زیادی بر جهت ریپل‌ها دارد. ایشان بیان می‌دارد که مقاومت در برابر باد در اطراف یک نکا کاهش می‌یابد اما در سمت باد پناه نکا سرعت باد کاهش می‌یابد و این کاهش سرعت باد بر روی خصوصیات مورفومتری ریپل‌مارک‌های شکل گرفته در بادپناه نکا تأثیر می‌گذارد. مهرشاهی و نکونام (۱۳۸۸) گزارش دادند که ریپل‌مارک‌ها کوچک‌ترین و معمولی‌ترین عوارض بیابانی می‌باشند که امتداد آن‌ها عمود بر جهت بادهای توفان زا بوده و برش عرضی آن‌ها نامتقارن است. پورمیرزایی (۱۳۸۵) در پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود به مطالعه جامعه‌شناسی گیاهی و تهیه نقشه گیاهی کویر سیرجان پرداخته است و گونه‌های گیاهی مختلف را در کویر سیرجان شناسایی و طبقه‌بندی نموده است. پورخسروانی (۱۳۸۸) در پایان‌نامه ارشد خود به تحلیل رابطه آماری بین مؤلفه‌های مورفولوژی گیاهی و مورفومتری نکاهای کویر نمک سیرجان پرداخت. سیف و کارگر (۱۳۹۰)، به پتانسیل یابی منابع آب با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی و سیستم جغرافیایی در حوضه آبریز سیرجان پرداخته و بیان نموده‌اند مناطق بدون پتانسیل

۱. Chorley, G. 1384

De Miao 2001. ۲

۳. Howe and Humphery 1995

۴. Mountney and Thompson 2002

Byrne 1998 & McCann . ۵

Lonsdale and speiss 1977 . ۶

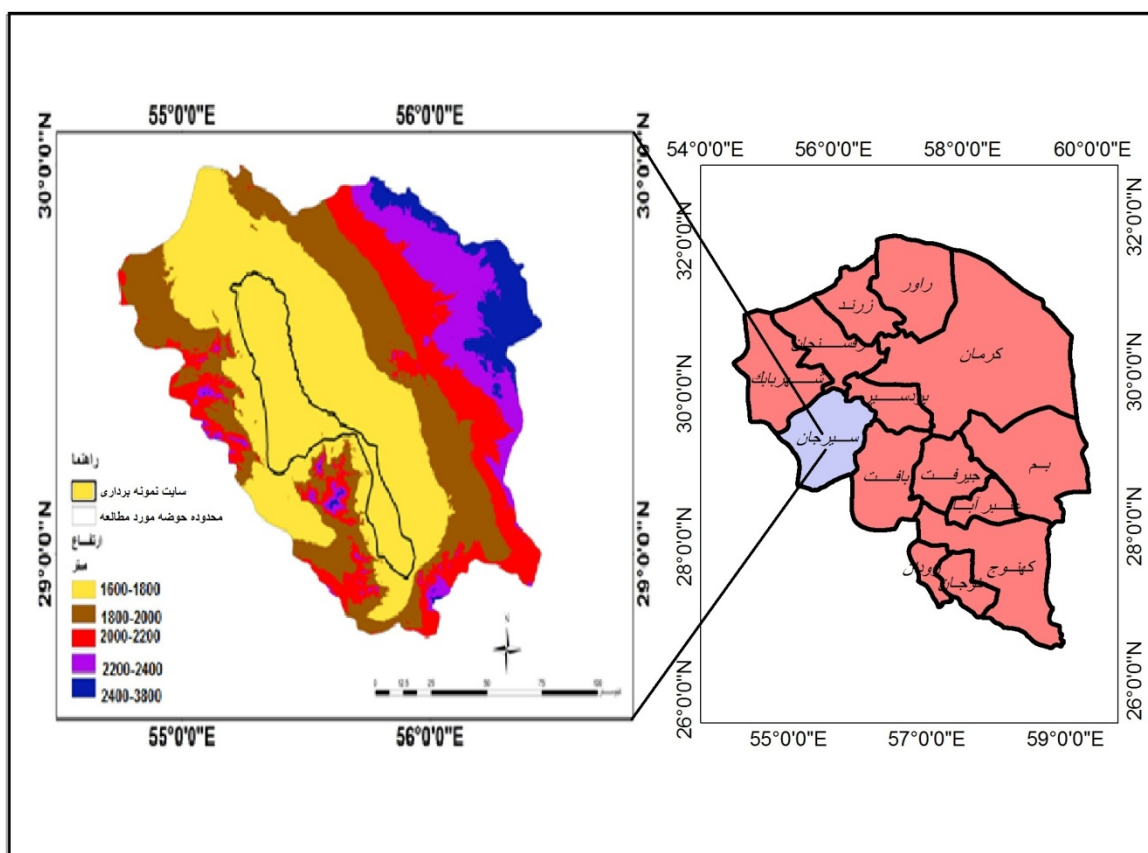
۷. Danin, A. 1996

در قسمت کوهستانی حوضه و مرکز پلایا به دلیل شرایط حاکم بر آن یعنی شور بودن خاک و ضعیف بودن ساختار آن مناطق بدون پتانسیل یا پتانسیل کم می‌باشند. رامشت و همکاران (۱۳۹۱) ضمن بررسی و مطالعه ریپل‌ها در منطقه‌ی نگار بردسیر اختلافات موجود بین خصوصیات مورفومتری ریپل‌ها در سه موقعیت مکانی متفاوت، یعنی در پناه پوشش گیاهی، در پناه تپه‌های طبیعی و در سطوح هموار به صورت کمی اندازه‌گیری و مورد مقایسه قرار دادند.

با توجه به موقعیت ایران در کمربند بیابانی کره زمین فرسایش بادی و ماسه‌های روان از جمله مخاطرات محیطی مهم آن می‌باشند. به همین علت شناخت ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی عوارض این مناطق تأثیر مهمی بر حرکت ماسه‌ها، نحوه حرکت و کنترل آن دارد. هدف این پژوهش مطالعه خصوصیات مورفومتری ریپل مارک‌ها در سه لندفرم مختلف (سطوح هموار، بادپناه پوشش گیاهی و تپه‌های طبیعی) در کویر سیرجان می‌باشد. حوضه آبریز کویر سیرجان از نظر توپوگرافی، بیشتر قسمت‌های منطقه (به ویژه در حاشیه کویر سیرجان) با شیب کم (کمتر از ۳ درصد) به چاله سیرجان ختم می‌شود؛ به طوری که با سطح نسبتاً هموار و بدون عارضه روبرو می‌شویم. این سطوح در حاشیه چاله سیرجان و همچنین اطراف آن امکان توسعه اشکال بادی را امکان‌پذیر می‌سازد؛ با این وجود در نواحی شرقی و غربی حوضه ارتفاعاتی وجود دارد که در نواحی شرقی به ۳۶۰۰ متر نیز می‌رسد. این ارتفاعات از یک طرف منبع عناصر ریزدانه‌ای است که توسط فرآیندهای اولیه تشکیل و سپس به وسیله آب‌های جاری از این نواحی خارج می‌گردد و از طرف دیگر منشأ تشکیل فراباره‌های محلی است که نقش عمده‌ای در حرکت ماسه‌ها دارند (مقصودی، ۱۳۸۵). در این پژوهش طبق قالب طرح آزمایش تصادفی برای سه موقعیت مربوط به سه منطقه مجزا شامل منطقه دارای پوشش گیاهی، منطقه تپه ماهوری و سطوح هموار مورد ارزیابی قرار گرفت. برای این منظور خصوصیات ژئومتری ۵۰ موج شامل ارتفاع موج و طول موج برای هر یک از مناطق اندازه‌گیری شد سپس به کمک آنالیز واریانس فرضیات تحقیق مورد آزمون قرار گرفت و به کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن میانگین گروه‌ها مورد مقایسه و گروه‌بندی قرار گرفت.

### موقعیت منطقه مورد مطالعه

کویر سیرجان یکی از مهم‌ترین پلایاهای استان کرمان می‌باشد این پلایا با وسعتی برابر با ۱۶۲۵ کیلومتر مربع از بزرگ‌ترین کویرهای حوضه آبریز اصفهان-سیرجان است که در فرورفتگی مثلثی شکلی واقع در جنوب غربی شهر سیرجان قرار گرفته است. این پلایا 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 نوار جنوب‌غربی 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 (۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه

## روش تحقیق

شیوه مورد استفاده در این پژوهش شامل روش‌های توصیفی، اسنادی، بررسی‌های میدانی، تحلیل آماری داده‌ها و آنالیز رگرسیون و همبستگی بین پارامترها می‌باشد. ابتدا تعیین محدوده مورد مطالعه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱/۵۰۰۰ و مشاهدات میدانی انجام شد، سپس اندازه‌گیری پارامترهای مورفومتری ریپل‌مارک‌ها شامل سنجش طول موج و ارتفاع موج ریپل‌مارک‌ها در فواصل و شرایط گوناگون، از جمله در شرایط باد پناه نبکا، پوشش گیاهی، تپه‌ها و در شرایط سطوح هموار در قالب طرح کاملاً تصافی صورت گرفت برای این منظور خصوصیات ژئومتری ۵۰ موج شامل ارتفاع موج و طول موج برای هر یک از مناطق اندازه‌گیری شد و در جداولی نمایش داده شد، از آنجا که هدف این پژوهش مقایسه خصوصیات مورفومتری ریپل‌مارک‌ها در موقعیت‌های مکانی مختلف، و بررسی ویژگی‌های لندفرم‌های متفاوت در خصوصیات مورفومتری ریپل‌مارک‌های مستقر روی آن‌ها بوده است، به محاسبه این فاکتورها در دامنه پشت به بادپناه بسنده کرده شد. و سپس به کمک آنالیز واریانس فرضیات تحقیق مورد آزمون قرار گرفت و به کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن میانگین گروه‌ها مورد مقایسه و گروه‌بندی قرار گرفت. زمانی که بخواهیم میانگین‌های بیش از دو جامعه را با همدیگر مقایسه کنیم و معنی‌داری تفاوت آن‌ها را باهم بررسی کنیم باید از تحلیل واریانس استفاده کرد، تحلیل واریانس در واقع روشی برای آزمایش تفاوت بین گروه‌های مختلف داده‌ها یا نمونه‌ها است. این روش کل واریانس موجود در یک مجموعه از داده‌ها را به دو بخش تقسیم می‌کند. بخشی از این واریانس که ممکن است به خاطر

شانس یا تصادف باشد و بخش دیگر که ممکن است ناشی از عوامل خاصی باشد. از طرف دیگر واریانس موجود ممکن است ناشی از تفاوت بین گروه‌های مورد مطالعه و یا به خاطر تفاوت موجود در درون نمونه‌ها حادث شده باشد. بنابراین تحلیل واریانس به عنوان یک روش تحلیل با بررسی مجموع این تفاوت‌ها به تبیین پدیده مورد نظر می‌پردازد. در صورتی که دو عامل داشته باشیم و قصد داشته باشیم که به تحلیل همزمان دو عامل در گروه‌های مختلف بپردازیم باید از تحلیل واریانس دو طرفه استفاده کرد (کلاتتری، ۱۳۸۵: ۱۲۵). متغیر مکان در سطح اسمی طرح شده، از طرف دیگر متغیر میزان طول و ارتفاع در سطح فاصله‌ای سنجیده شده است که برای تحلیل با تکنیک تحلیل واریانس دو طرفه آن را به سطح ترتیبی کاهش دادیم. بنابراین از تکنیک آماری تحلیل واریانس دو طرفه (Two way Anova) برای آزمودن این فرضیه استفاده شده است.

### یافته‌های پژوهش

بعد از بررسی نقشه‌های منطقه، قسمتی از کویر ابراهیم‌آباد به دلیل تپیک بودن و داشتن شرایط لازم به عنوان سایت نمونه‌برداری انتخاب و برداشت‌های میدانی صورت گرفت. در سایت انتخابی اندازه‌گیری فاکتورهای چون طول موج ریپل مارک و ارتفاع ریپل مارک در فاصله‌های مشخص و ثابت در سه موقعیت مورد نظر به صورت تصادفی شکل گرفت. جدول (۱) خصوصیات ژئومتری ۱۵۰ موج ریپل مارک، که شامل طول موج ریپل مارک و ارتفاع موج ریپل مارک می‌باشد، در سه موقعیت مکانی مختلف در کویر ابراهیم‌آباد سیرجان آورده شده است که در هر موقعیت ۵۰ ریپل اندازه‌گیری شده و فاکتورهای کمی آن‌ها همان طور که مشاهده می‌کنیم آورده شده است و سپس در مرحله بعد پژوهش آنالیز واریانس جهت بررسی اختلاف بین صفات اندازه‌گیری شده در موقعیت‌های مکانی مختلف انجام شد.

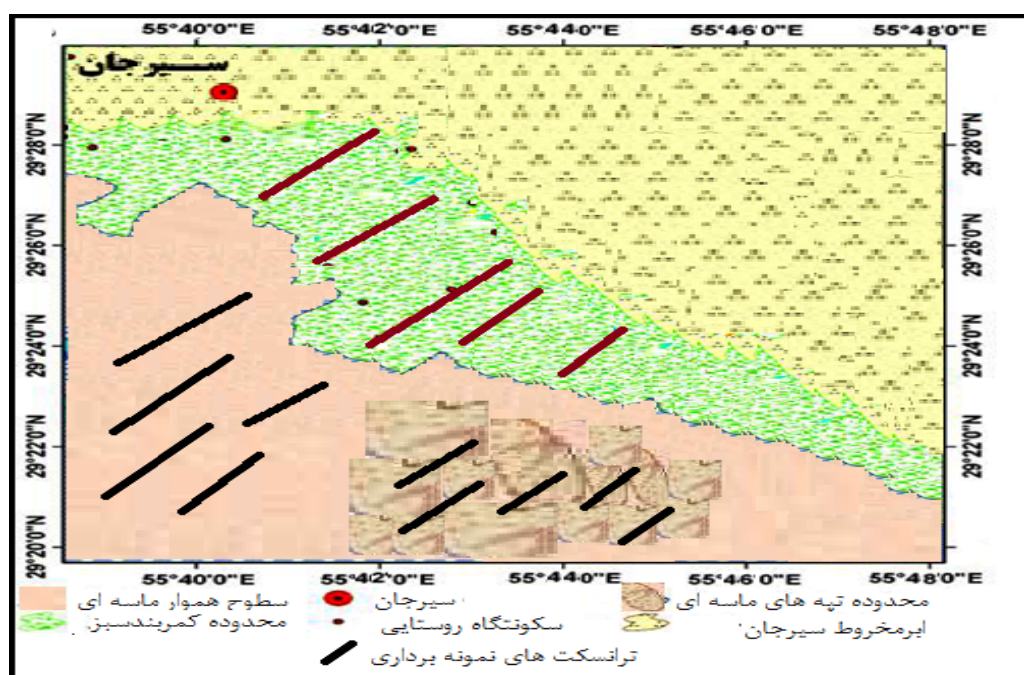
جدول (۱) خصوصیات مورفومتری ریپل مارک‌ها در سه موقعیت مکانی متفاوت

ردیف	باد پناه تپه‌ها		باد پناه پوشش گیاهی		سطوح هموار	
	طول موج (cm)	ارتفاع موج (cm)	طول موج (cm)	ارتفاع موج (cm)	طول موج (cm)	ارتفاع موج (cm)
۱	۱۹۷	۲۵	۲۰۰	۳۲	۵۵	۱۰
۲	۱۹۸	۲۴	۱۸۵	۳۰	۳۵	۱۷
۳	۱۹۲	۲۴	۱۰۰	۱۸	۴۱	۱۸
۴	۱۹۰	۲۳	۱۹۵	۳۱	۲۵	۱۵
۵	۱۷۵	۲۱	۸۶	۱۷	۱۵	۷
۶	۱۵۰	۱۹	۱۸۰	۲۸	۵۰	۱۹
۷	۱۶۵	۲۰	۲۰۰	۳۲	۴۰	۱۸
۸	۱۳۰	۱۷	۷۰	۱۶	۳۳	۱۷
۹	۱۶۰	۲۰	۱۲۵	۱۹	۲۰	۱۱

سطوح هموار		بادپناه پوشش گیاهی		بادپناه تپه		ردیف
ارتفاع موج (cm)	طول موج (cm)	ارتفاع موج (cm)	طول موج (cm)	ارتفاع موج (cm)	طول موج (cm)	
۱۷	۴۵	۱۷	۸۵	۱۸	۱۴۰	۱۱
۱۴	۳۵	۲۹	۱۹۰	۱۷	۱۳۵	۱۲
۱۱	۲۰	۱۷	۱۱۵	۱۲	۱۱۰	۱۳
۱۷	۴۱	۱۳	۱۱۲	۱۶	۱۲۸	۱۴
۱۵	۳۷	۱۵	۶۵	۱۵	۱۲۰	۱۵
۱۵	۳۵	۱۶	۷۸	۱۳	۱۰۰	۱۶
۲۰	۵۳	۱۸	۹۰	۱۴	۱۱۵	۱۷
۱۴	۳۰	۲۹	۱۹۲	۲۰	۱۷۰	۱۸
۱۱	۲۲	۲۸	۱۸۵	۱۸	۱۵۰	۱۹
۷	۱۵	۲۲	۱۵۰	۱۰	۹۰	۲۰
۹	۱۸	۱۶	۸۰	۱۸	۱۶۸	۲۱
۱۶	۴۰	۱۹	۱۱۳	۹	۷۰	۲۲
۱۲	۲۵	۲۰	۱۲۱	۸	۶۵	۲۳
۱۹	۵۰	۲۰	۱۲۵	۱۳	۱۲۷	۲۴
۱۶	۳۳	۱۳	۶۳	۲۰	۱۷۸	۲۵
۱۶	۳۸	۲۹	۱۸۸	۲۰	۱۸۵	۲۶
۱۶	۴۲	۲۷	۱۸۵	۱۵	۱۴۳	۲۷
۱۵	۳۵	۲۵	۱۲۲	۱۶	۱۳۰	۲۸
۱۳	۲۵	۱۴	۷۵	۱۰	۹۰	۲۹
۸	۱۷	۱۵	۸۲	۱۵	۱۳۴	۳۰
۱۰	۱۵	۱۳	۵۹	۱۴	۱۲۲	۳۱
۱۲	۲۰	۱۴	۶۷	۱۰	۹۲	۳۲
۱۵	۳۲	۱۸	۱۱۲	۲۵	۱۹۶	۳۳
۱۸	۴۰	۲۵	۱۳۰	۲۱	۱۹۵	۳۴
۸	۱۸	۲۳	۱۲۵	۲۰	۱۸۲	۳۵
۸	۱۷	۱۸	۱۱۰	۹	۷۳	۳۶
۷	۱۶	۱۶	۸۵	۱۳	۱۱۰	۳۷
۱۲	۲۱	۱۳	۶۰	۸	۶۴	۳۸
۱۷	۳۵	۲۶	۱۴۰	۹	۷۷	۳۹
۱۷	۳۱	۲۳	۱۳۳	۲۰	۱۹۳	۴۰
۱۷	۴۰	۱۴	۶۵	۱۴	۱۲۰	۴۱

۱۴	۲۷	۲۵	۱۴۴	۱۸	۱۵۵	۴۲
۱۶	۲۵	۱۹	۱۱۵	۱۹	۱۵۰	۴۳
۹	۱۵	۲۱	۱۲۰	۲۰	۱۸۰	۴۴
۱۱	۲۰	۱۸	۹۵	۱۵	۱۴۰	۴۵
۷	۱۴	۱۷	۱۰۵	۱۳	۱۱۵	۴۶
۱۷	۳۸	۲۵	۱۷۷	۹	۷۵	۴۷
۱۲	۲۶	۱۴	۱۱۳	۱۳	۱۱۸	۴۸
۱۲	۲۵	۱۵	۱۰۵	۲۰	۱۹۰	۴۹
۱۰	۱۹	۱۰	۵۷	۹	۸۰	۵۰
۱۰	۵۵	۳۲	۲۰۰	۲۵	۱۹۷	۵۱

شکل (۲) به صورت شماتیک موقعیت ترانسکت های نمونه برداری در سه موقعیت مکانی در پناه تپه های طبیعی، در پناه پوشش گیاهی و در سطوح هموار نشان داده شده است.



شکل (۲) موقعیت ترانسکت های نمونه برداری در سه موقعیت مکانی مورد بررسی

خصوصیات ژئومتری ریپل ها اعم از طول موج و ارتفاع آن‌ها در سه موقعیت مکانی مختلف به شرح کلی جدول (۲) می‌باشد. ستون‌های ۱ و ۲ مشخصات موقعیت‌های مکانی و پارامترهای ریپل ها، ستون‌های ۳، ۴، ۵ و ۶ به ترتیب تعداد نمونه، میانگین، انحراف معیار استاندارد شده و انحراف معیار خطا را برای پارامترهای مختلف ریپل ها نشان می‌دهد. انحراف معیار استاندارد و انحراف معیار خطا مبین میزان یکنواختی صفات اندازه‌گیری شده در مناطق مختلف می‌باشد. ستون‌های ۷ و ۸ میزان حداکثر و حداقل صفات اندازه‌گیری شده تعداد نمونه‌ها را نشان می‌دهد. بطور کلی خصوصیات کمی ریپل ها به شرح فوق می‌باشد. بطوریکه ملاحظه می‌شود حداکثر ارتفاع ریپل ها معادل ۳۱ سانتی‌متر و در موقعیت تپه ماهوری و حداقل ارتفاع آن‌ها معادل ۷ سانتی‌متر در سطوح هموار بوده است. همچنین بیشترین طول موج معدل

۲۰۰ سانتی‌متر مربوط به موقعیت باد پناه پوشش گیاهی و حداقل آن به میزان ۱۴ سانتی‌متر مربوط به سطوح هموار بوده است.

جدول (۲) مشخصات آمار توصیفی ریپل‌ها در موقعیت‌های مکانی مختلف.

۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
پارامتر	موقعیت	تعداد	میانگین	انحراف معیار استاندارد	انحراف معیار خطا	حداقل پارامترها Cm	حداکثر پارامترها Cm
طول موج	پوشش گیاهی	۵۰	۱۳۳/۴۷ E۲	۴/۱۶۴۸ E۱	۵/۸۸۹۹۳	۶۰	۲۰۰
	تپه ماهوری	۵۰	۱۱۷/۰۰ E۲	۴/۳۵۲۹ E۱	۶/۱۵۶۰۰	۵۵	۱۹۷
	سطوح هموار	۵۰	۲۹/۶۴۰۰	۱۱/۲۶۸ E۱	۱/۵۹۳۵۵	۱۴	۵۵
ارتفاع موج	پوشش گیاهی	۵۰	۱۵/۱۴۰۰	۴/۵۸۰۳۹	۰/۶۴۷۷۷	۸	۲۵
	تپه ماهوری	۵۰	۱۷/۰۲۰۰	۶/۹۴۴۳۶	۰/۹۸۲۰۸	۸	۳۱
	سطوح هموار	۵۰	۱۵/۳۸۰۰	۳/۱۰۲۹۳	۰/۴۳۸۸۲	۷	۲۱

جدول (۳) نتایج آنالیز واریانس جهت بررسی اختلاف بین صفات اندازه‌گیری شده در موقعیت‌های مکانی مختلف می‌باشد. بطوریکه ملاحظه می‌شود اختلاف معنی‌داری در موقعیت‌های مکانی مختلف وجود دارد. بنابراین با توجه به اختلاف بین صفات در موقعیت‌های مکانی مختلف با استفاده از آزمون‌های مقایسه میانگین‌ها که در جدول (۳) ارائه گردیده می‌توان اختلاف تک‌تک میانگین‌ها را جستجو نمود بطوریکه بر اساس پارامترهای اندازه‌گیری شده در سه گروه تفکیک شده‌اند.

جدول (۳) نتایج آنالیز واریانس برای طرح کاملاً تصادفی مقایسه ژئومتری ریپل مارکها

پارامتر	تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F
طول موج	بین گروه‌ها	۳۴۸۳۰۴/۰۵۳	۲	۱۷۴۱۵۲/۰۲۷	**۱۸۰/۵۰۹
	داخل گروه‌ها	۱۴۱۸۲۲/۷۸۰	۱۴۷	۹۶۴/۷۸۱	.....
	کل	۴۹۰۱۲۶/۸۳۳	۱۴۹	.....	.....
ارتفاع موج	بین گروه‌ها	۱۱۴۴/۳۷۳	۲	۵۷۲/۱۸۷	**۲۳/۵۳۰
	داخل گروه‌ها	۳۵۷۴/۷۰۰	۱۴۷	۲۴/۳۱۸	.....
	کل	۴۷۱۹/۰۷۳	۱۴۹	.....	.....

\*\*اختلاف معنی‌دار در سطح کمتر از ۱ درصد

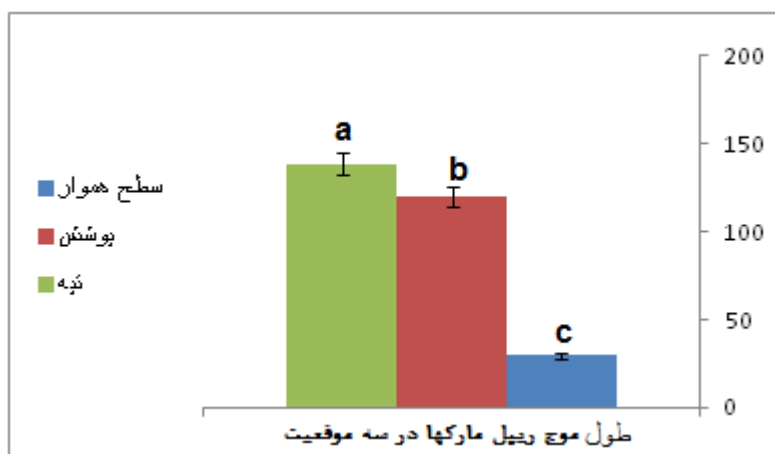


با توجه به جدول (۳) نتایج آنالیز واریانس (آزمون ANOVA) اثر موقعیت‌های مکانی بادپناه پوشش گیاهی، بادپناه تپه‌ها و سطوح هموار بر روی طول موج ریپل مارک‌ها و ارتفاع موج ریپل مارک‌ها در سطح کمتر از ۱ درصد اختلاف معنی‌داری دارد که بیانگر تأثیر موقعیت‌های مختلف مکانی بر در طول موج ریپل مارک‌ها و ارتفاع موج ریپل مارک‌ها می‌باشد.

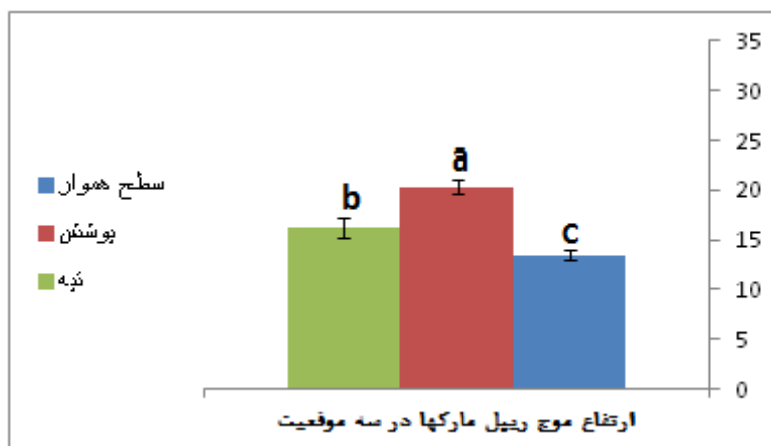
نتایج جدول (۴) نتیجه مقایسه میانگین موقعیت‌ها به روش دانکن

زیرگروه‌ها بر اساس $\alpha = 0.01$			تعداد	موقعیت مکانی	پارامتر
۳	۲	۱			
۱۳/۴۲۰۰	.....	.....	۵۰	سطح هموار	ارتفاع موج
.....	.....	۱۶/۱۰۰۰	۵۰	منطقه با پوشش گیاهی	
.....	۲۰/۱۴۰۰	.....	۵۰	منطقه تپه ماهور	
۲۹/۰۲۰۰	.....	.....	۵۰	سطح هموار	طول موج
.....	.....	۲۱/۰۲۱ E۲	۵۰	منطقه با پوشش گیاهی	
.....	۳۹/۰۶۱ E۲	.....	۵۰	منطقه تپه ماهور	

نتایج جدول (۴) نشان می‌دهد که بر اساس پارامترهای ارتفاع موج و طول موج سه گروه مختلف از ریپل‌های موقعیت‌های مختلف قابل تفکیک می‌باشد در سطح احتمال خطای کمتر از یک درصد گروه اول شامل ریپل‌های ایجادشده در منطقه هموار، گروه دوم شامل ریپل‌های ایجادشده در باد پناه پوشش گیاهی و گروه سوم شامل ریپل‌های تشکیل شده در باد پناه تپه‌های طبیعی می‌باشد. بنابراین می‌توان با آنالیز پارامترها نتیجه گرفت الگوی ریپل‌های ماسه‌ای به شدت تحت تأثیر شرایط محیطی تشکیل‌دهنده آن‌ها قرار دارند.



شکل (۳) نمودار مقایسه میانگین طول موج ریپل مارک‌ها در سه موقعیت مکانی مختلف



شکل (۴) نمودار مقایسه میانگین ارتفاع موج ریپل مارکها در سه موقعیت مکانی مختلف

شکل‌های (۳) و (۴) نمودارهای مقایسه میانگین مورفومتری ریپل مارکها در سه موقعیت مکانی مجزا به روش دانکن می‌باشد که به ترتیب از بیشترین مقدار مؤلفه مورد سنجش با a, b, c نشانه‌گذاری می‌شود. همان‌طور که مشاهده می‌کنیم در هر دو نمودار فوق a به موقعیت مکانی مربوط به بادپناه پوشش گیاهی اختصاص یافته و b نیز به موقعیت مکانی مربوط به بادپناه تپه‌ها اختصاص یافت و در آخر c به پارامترهای مربوط به سطوح هموار اختصاص یافت.

جدول (۵) نتایج آزمون معناداری تفاوت بین مناطق مختلف و میزان طول و ارتفاع

SIG	DF	F	میانگین مربع	مجموع مربعات	متغیر
۰.۰۰۰	۱	۱۱۸.۳۵	۴۲.۹۲	۴۲.۹۲	طول
۰.۰۰۹	۱	۷.۰۹۹	۲.۵۷	۲.۵۷	ارتفاع
۰.۷۷۵	۱	۰.۰۸۲	۰.۰۳	۰.۰۳	طول*ارتفاع

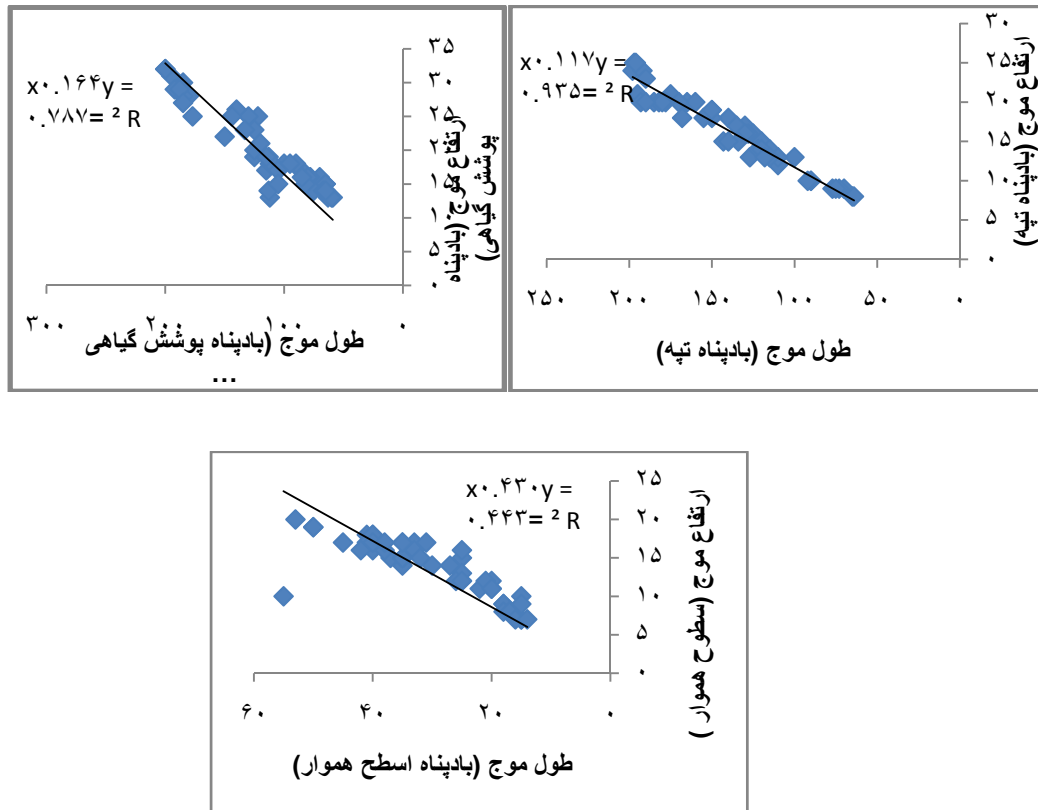
فرضیه‌های آماری به ترتیب زیر نوشته می‌شود:

H:  $P > 0$  فرضیه یک

H:  $P = 0$  فرضیه صفر

در فرضیه صفر، فرض ما این است که هیچ‌گونه تفاوتی بین مناطق مختلف و میزان طول و ارتفاع وجود ندارد و فرضیه مقابل بیانگر وجود تفاوت بین این دو متغیر می‌باشد.

جدول شماره (۵): نتایج آزمون معناداری تفاوت بین مکان‌های مختلف با میزان طول و ارتفاع را نشان می‌دهد، براساس محاسبات انجام شده مجموع مربعات و میانگین مربع برای طول ۴۲.۹۲ و برای ارتفاع ۲.۵۷ می‌باشد. درجه آزادی برابر با یک می‌باشد. میزان F برای متغیر طول ۱۱۸.۳۵ و برای ارتفاع ۷.۰۹۹ می‌باشد. سطح معنی‌داری برای این دو مؤلفه به ترتیب برای طول (۰.۰۰۰) و برای عرض (۰.۰۰۹) می‌باشد که نشان می‌دهد هر دو معنی‌دار می‌باشد اما اثر متقابل این دو با همدیگر به خاطر اینکه بیش از ۰.۰۵ می‌باشد (sig=0.775) معنی‌دار نمی‌باشد.



شکل (۵) ارتباط بین پارامترهای طول و ارتفاع موج ریپل مارک‌ها در سه موقعیت مکانی (بادپناه تپه، با پناه پوشش گیاهی و در سطوح هموار)

همان طور که در شکل (۵) مشاهده می‌شود بیشترین همبستگی بین طول موج ریپل مارک‌ها و ارتفاع موج ریپل مارک‌ها  $0/93$  و مربوط به موقعیت مکانی باد پناه تپه‌ها بوده است، همبستگی بین طول موج ریپل مارک‌ها و ارتفاع موج ریپل مارک‌های در موقعیت بادپناه پوشش گیاهی  $0/78$  درصد و همبستگی بین طول موج ریپل مارک‌ها و ارتفاع موج ریپل مارک‌های در موقعیت سطوح هموار  $0/44$  درصد بوده است.

### نتیجه‌گیری و پیشنهادات

مطالعه بر روی خصوصیات مورفومتری ریپل مارک‌ها به عنوان یکی از اشکال تراکمی فرسایش بادی تأثیر بسزایی در مدیریت محیط و برنامه‌ریزی در مناطق فرسایش بادی خواهد داشت شناسایی رفتار ریپل مارک‌ها به عنوان یکی از اشکال فرسایش بادی تأثیر بسیار زیادی بر شناخت و کنترل فرسایش بادی در مناطق مختلف خواهد داشت. خصوصیات این امواج تابع عوامل متعدد از جمله رژیم باد و ویژگی‌های مانع می‌باشد. این پژوهش سعی در بررسی اختلافات موجود بین خصوصیات مورفومتری ریپل‌ها در حوضه کویر سیرجان در سه موقعیت مکانی متفاوت، یعنی در پناه تپه‌های طبیعی، در پناه پوشش گیاهی و در سطوح هموار به صورت کمی اندازه‌گیری و مورد مقایسه قرار گرفت. فاکتورهای مورفومتری مورد مقایسه ریپل‌ها شامل طول موج و ارتفاع موج می‌باشد. نتایج آنالیز واریانس اختلاف معنی‌داری بین پارامترهای طول موج و ارتفاع موج ریپل‌ها در موقعیت‌های مختلف نشان می‌دهد. در سطح احتمال خطای کمتر از  $1\%$  (درصد  $0/01$ ) نتایج آزمون مقایسه میانگین‌ها برای هر یک از عوامل ذکر شده ریپل‌ها را در سه گروه متمایز تفکیک می‌کند. گروه اول شامل ریپل‌های در پناه پوشش گیاهی، گروه دوم شامل ریپل‌های باد پناه تپه‌های طبیعی و گروه سوم شامل ریپل‌های سطوح هموار می‌باشد. بنابراین می‌توان با آنالیز پارامترها نتیجه گرفت الگوی ریپل‌های ماسه‌ای به شدت تحت تأثیر شرایط محیطی تشکیل‌دهنده آن‌ها قرار دارند با توجه به محاسبات صورت گرفته و نتایج آنالیز واریانس، اختلاف

معنی‌داری بین پارامترهای طول موج و ارتفاع موج ریپل‌ها در موقعیت‌های مختلف وجود دارد به عبارتی می‌توان گفت ویژگی‌های لندفرم‌ها در خصوصیات مورفومتری ریپل‌مارک‌های مستقر روی آن‌ها موثر می‌باشد. با توجه به تأثیر زیاد موانع از جمله پوشش گیاهی بر مورفومتری ریپل‌مارک‌ها و از آنجا که هرچه طول موج و ارتفاع موج ریپل‌مارک‌ها بزرگ‌تر باشد ریپل‌مارک‌ها دارای حرکت کمتری هستند بنابراین توصیه می‌شود با افزایش پوشش گیاهی سازگار با محیط در محدوده پهنه‌های ماسه‌ای از حرکت شن‌های روان جلوگیری به عمل آید.

### منابع

- پورخسروانی، محسن، ۱۳۸۸، تحلیل رابطه آماری بین مؤلفه‌های مورفولوژی گیاهی و مورفومتری نیکاه‌ها (مطالعه موردی: نیکاه‌های کویر نمک سیرجان)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، رشته ژئومورفولوژی، دانشگاه اصفهان.
- پورمیرزایی، احمد، ۱۳۸۵، مطالعه جامعه‌شناسی گیاهی و تهیه نقشه گیاهی کویر سیرجان استان کرمان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد (رشته علوم گیاهی)، دانشگاه پیام نور.
- چورلی، ریچارد جی، استانلی، شوم، سودن، دیوید ای، ۱۳۸۴، ژئومورفولوژی (جلد اول: دیدگاه‌ها)، ترجمه احمد معتمد، انتشارات سمت، تهران.
- رامشت، محمدحسین، ولی، عباسعلی، پورخسروانی، محسن، ۱۳۹۱، بررسی تأثیر پراکنش مکانی بر روی خصوصیات ژئومتری ریپل‌مارک‌ها (منطقه مورد مطالعه: دشت نگار بردسیر)، مجله مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، سال دوم، شماره هفتم، صص ۱-۹.
- سیف، عبدالله، کارگر، ابودر، ۱۳۹۰، پتانسیل‌یابی منابع آب زیرزمینی با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی و سیستم جغرافیایی، مطالعه موردی: حوضه آبریز سیرجان، فصل‌نامه جغرافیای طبیعی، سال چهارم، شماره ۱۲.
- کلانتری، خلیل، ۱۳۸۵، پردازش و تحلیل داده‌ها در تحقیقات اجتماعی-اقتصادی، تهران، انتشارات شریف.
- کرینسلی، دانیل، ۱۳۸۱، کویرهای ایران (خصوصیات ژئومورفولوژیکی و پالئوکلیماتولوژی آن)، ترجمه عباس پاشایی، انتشارات سازمان جغرافیایی وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح.
- مقصودی، مهران، ۱۳۸۵، شناخت فرآیندهای موثر بر توسعه و تحول عوارض ماسه‌ای (مطالعه موردی: عوارض ماسه‌ای چاله سیرجان)، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۵۶.
- مهرشاهی، داریوش، نکونام، زری، ۱۳۸۸، چهره‌های شگفت‌انگیز فرسایش بادی در بیابان‌های ایران، مجله رشد آموزش جغرافیا، دوره ۲۴، شماره ۱، صص ۳-۹.
- Danin, A., 1996, *Plants of desert dunes*. Springer 177, 136.
- Howe, J.A., Humphery, J.D., 1995. *Photographic evidence for slope-current activity on the Hebrides slope, North-east Atlantic Ocean*. Scot. J. Geol. 30, 107-115.
- Lonsdale, P., Speiss, F.N., 1977, *Abyssal bedforms explored with a deeply towed instrument package*. Mar. Geol. 23, 57-75.
- McCann, S.B., Byrne, M.-L., 1989, *Stratification models for vegetated coastal dunes in Atlantic Canada*., Proc. R. Soc. Edinb, 96B, 203-215.
- Mountney NP, Thompson DB., 2002, *Stratigraphic evolution and preservation of aeolian dune and damp/wet interdune strata: an example from the Triassic Helsby Sandstone Formation, Cheshire Basin, UK*. Sedimentology; 49:805- 33.
- De Miao, Qing-Song Mu, Sheng-Zhi Wu, 2001, *Computer simulation of aeolian sand ripples and dunes* , Physics Letters A 288, 16-22.