

نشریه مدیریت بیابان

www.isadmc.ir

انجمن علمی مدیریت و کنترل مناطق بیابانی ایران

بررسی توان رسوب‌زایی در خساره‌های ژئومورفولوژی با استفاده از تونل باد و مدل اریفر (مطالعه موردی آران - کاشان)

زهرا ایازی^{۱*}، طیبه مصباح‌زاده^۲، حسن احمدی^۳، ناصر مشهدی^۴

۱. دانشجوی دکتری بیابان‌زایی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران،
 ۲. استادیار گروه احیاء مناطق خشک و بیابانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران
 ۳. استادیار گروه احیاء مناطق خشک و بیابانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران
 ۴. استادیار مرکز تحقیقات بین‌المللی بیابان، دانشگاه تهران، ایران
- * نویسنده مسئول: ayazi@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۱/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۰۷

چکیده

باد مانند آب‌های جاری، ولی به مقیاس کوچکتر، شکل سطح زمین را تغییر می‌دهد. این عمل، به‌خصوص در مناطق خشک و صحرائی که تغییر سریع دمای هوا موجب تشکیل بادهای قوی و دایمی می‌شود شدت بیشتری دارد. در این تحقیق به‌منظور بررسی توان رسوب‌زایی در خساره‌های مختلف ژئومورفولوژی در منطقه آران از دستگاه تونل باد و مدل اریفر استفاده شد. نتایج بدست آمده از تونل باد نشان داد که بیشترین سرعت آستانه فرسایش در شرایط طبیعی متعلق به رخساره پوسته‌های سخت و خشک دشت رسی با سرعت آستانه بیش از 13 m/s و سپس اراضی پفی و اراضی کشاورزی - رسی با سرعتی برابر 12 m/s است. کمترین سرعت آستانه فرسایش متعلق به خاک‌های ریز دانه لومی - شنی دشت سر پوشیده با سرعتی برابر $6/5 \text{ m/s}$ می‌باشد. همچنین نتایج بدست آمده شدت فرسایش بادی با استفاده از تونل باد نشان داد که پایدارترین رخساره، رخساره دشت رسی و اراضی پفی با میزان رسوبی معادل ۰ تا $175/2$ تن در کیلومتر مربع در سال می‌باشند که در کلاس فرسایش I و حساس‌ترین رخساره، رخساره پهنه‌های ماسه‌ای همراه با پوشش سنگریزه‌ای با تراکم زیر ۳۰ درصد و دشت رسی - تپه ماسه‌ای با میزان رسوبی معادل $545/0/09$ تا $5517/04$ تن در کیلومتر مربع در سال که در کلاس فرسایشی IV طبقه بندی شده است. در صورتی که پایدارترین رخساره در مدل اریفر رخساره اراضی کشاورزی با میزان رسوب $415/1$ تن در کیلومتر مربع در سال که در کلاس فرسایشی II و حساس‌ترین رخساره، رخساره پهنه‌ها و تپه‌های ماسه‌ای با میزان رسوبی معادل $1168/6$ تن در کیلومتر مربع در سال که در کلاس فرسایشی IV قرار گرفته است. با توجه به نتایج آماری به دست آمده از مقایسه این دو مدل می‌توان نتیجه گرفت که به جزء در مورد اراضی پفی و دشت رسی که اختلاف معنی‌داری با هم داشتند در بقیه رخساره اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.

واژگان کلیدی: فرسایش بادی؛ مدل اریفر؛ دستگاه تونل بادی؛ رخساره‌های ژئومورفولوژی

■ مقدمه

امروزه پدیده فرسایش بادی به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین فرایندهای تخریب اراضی در مناطق مختلف دنیا از جمله ایران به‌شمار می‌آید. اگرچه این پدیده به‌عنوان یک عامل طبیعی همواره در تخریب چهره و سیمای طبیعی کره زمین دارای قدمتی برابر عمر آن می‌باشد، اما با افزایش جمعیت و تلاش در جهت رفع نیازهای بشری از یک سو و دست‌اندازی انسان بر منابع طبیعی به‌همراه مدیریت‌های غیر اصولی باعث شده که در طی قرن بیستم تحقیقات علمی و عملی در رابطه با دینامیک و نحوه اثر فرسایش بادی به‌همراه کنش و اندرکنش‌های موجود در بین عوامل معلول این پدیده مورد توجه محققان قرار گیرد (۱).

فرسایش بادی یکی از جنبه‌های مهم تخریب اراضی در مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می‌شود (۲) به‌طوری‌که حدود یک ششم مساحت اراضی دنیا را تحت تأثیر خود قرار داده است (۱۶). مهار فرسایش بادی زمانی مؤثرتر خواهد بود که اطلاعات کافی در خصوص عوامل مؤثر بر آن در دسترس باشد. از این رو، لازم است در مورد نحوه و مکانیسم برداشت ذرات خاک و رسوب به‌وسیله باد، قدرت فرساینده‌گی باد و فرسایش‌پذیری خاک مطالعه صورت گیرد (۱۴). فرسایش‌پذیری به ویژگی‌های فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی خاک و همچنین شرایط سطحی آن مربوط می‌شود، در حالی‌که فرساینده‌گی به فیزیک باد مانند سرعت آن وابسته است (۹). به‌طور کلی، خطر فرسایش بادی در مناطقی شدیدتر است که خاک سست، خشک و برهنه بوده و بادهای با سرعت و تکرار زیاد وجود داشته باشد (۷). از جمله مهم‌ترین عوامل مؤثر بر فرسایش بادی، زبری آئرو‌دینامیکی است که به شرایط سطح خاک وابسته می‌باشد و اهمیت آن از آنجا مشخص می‌شود که باعث کاهش سرعت باد در سطح تماس جریان باد و خاک شده و از این طریق شدت فرسایش را کاهش می‌دهد (۳، ۱۹).

در پژوهشی با استفاده از تونل باد تلاطم باد در لایه سطحی مورد بررسی قرار داده شد که نشان دهنده تغییرات قدرت تلاطم متناسب با سرعت و زبری سطوح می‌باشد، و همچنین ضریب تبدیل تلاطم بر روی لایه سطحی با افزایش ارتفاع افزایش می‌یابد (۱۰). L_n و همکاران با استفاده از تونل

بادی الگوی جریان باد در ۵ کلاس بادی ۱۴-۴ متر بر ثانیه را بر روی مدل‌های مختلف نبکا را بررسی کردند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که وجود گیاهان بر روی تپه ماسه‌های کوچک باعث کند شدن جریان هوا بر روی آنها می‌شود و همچنین باعث تغییر الگوی جریان هوا و کاهش حمل ماسه از روی نبکاها می‌شود و همچنین باعث رسوب مواد ریزدانه و تقویت و گسترش شکل نبکاها می‌شود (۸). از طریق تونل باد قابل حمل، فرسایش بادی در اراضی که تغییر یافته‌اند مطالعه شد و نتایج حاصله نشان داد که در خاک‌های پوسته‌ای که به‌طور مصنوعی یکنواخت شده بودند هدر رفت خاک از همه کمتر است (۵).

تغییر نیمرخ جفت تپه‌های ماسه‌ای عرضی با استفاده از تونل باد بررسی شده است و نتایج به دست آمده نشان داده است که اثر باد بر روی تپه اول بیشتر است و به عنوان باد پناه برای تپه دوم عمل می‌کند (۴). روند فرسایش بادی در نوع خاک تحت کشت و خاک کشاورزی- مرتعی با استفاده از تونل باد و زاویه باد و رطوبت خاک مورد بررسی قرار گرفته و نتایج نشان داده است که که ضریب فرسایش بادی خاک با افزایش سرعت باد افزایش می‌یابد (۶). هنگامی که سرعت باد بیش از مقدار بحرانی می‌رسد، فرسایش بادی خاک به‌طور ناگهانی افزایش می‌یابد.

فرسایش بادی از طریق مدل DUSTRUN برآورد شده است و نتایج نشان داده است که این مدل یک وسیله مناسب برای مدل‌سازی پدیده گرد غبار ناشی از فرسایش بادی می‌باشد (۱۵) برای برآورد استعداد اراضی در برابر فرسایش بادی مدل AUSLEM استفاده شد، این مدل در بعضی از ایستگاه‌های مورد مطالعه همبستگی قوی را نشان داده و در نیمی دیگر همبستگی ضعیف که به دلیل ناتوانی مدل در میزان تغییرات زودگذر در فرساینده‌گی خاک بوده است (۱۸). مطالعه طهماسبی بیرگانی در مورد مدل اریفر نشان داد که در این مدل هرچه میزان تولید رسوب برآوردی بیشتر باشد فرسایش بادی در آن منطقه غلبه دارد (۱۷). مصباح‌زاده و همکاران (۱۱) برای تعیین شدت فرسایش در کلاس‌های مختلف از مدل اریفر استفاده کردند و نتایج تحقیق آنها حاصله نشان داد که $41/8$ درصد منطقه در کلاس بیابان‌زایی شدید و خیلی شدید قرار می‌گیرند که این مناطق بیشتر تپه‌های ماسه‌ای فعال و اراضی که در آنها تغییر کاربری شده است

سنجش فرسایش بادی (تونل باد) در توانایی برآورد پتانسیل رسوبدهی و انتخاب روش کارآمدتر.

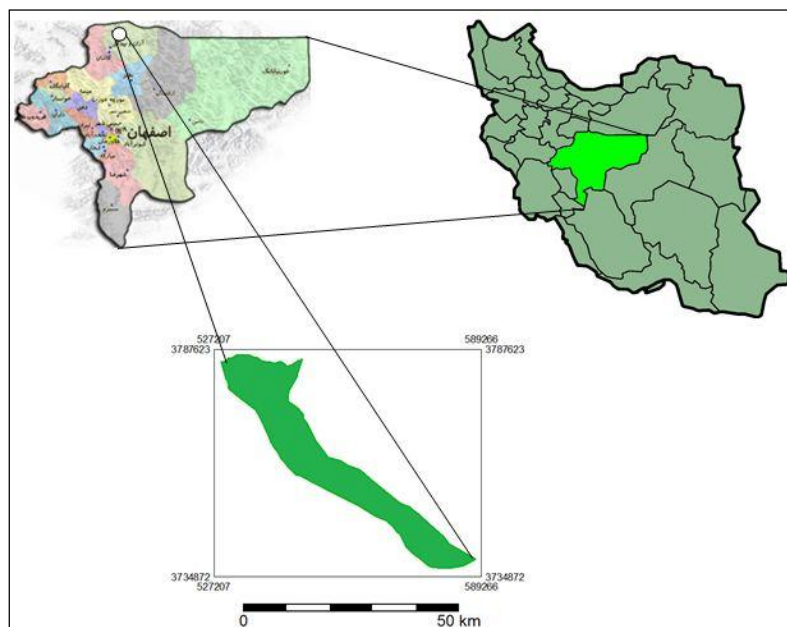
■ مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسی

منطقه مورد بررسی در شمال اصفهان در محدوده طول‌های $34^{\circ}13'03''$ تا $51^{\circ}18'09''$ شرقی و عرض‌های $51^{\circ}51'22''$ تا $51^{\circ}18'09''$ شمالی واقع شده است، مساحتی بالغ بر $581/2$ کیلومتر مربع را شامل می‌شود و در منطقه از نظر ارتفاعی مسطح می‌باشد و دارای شیب بسیار کمی است (شکل ۱). بارندگی متوسط سالانه منطقه حدود $132/5$ میلی‌متر که توزیع فصلی آن از $0/7$ میلی‌متر در تابستان تا 65 میلی‌متر متغییر است. دامنه سالانه درجه حرارت منطقه حدود 26 درجه سانتی‌گراد است، که از میانگین حداقل $11/9$ تا میانگین حداکثر 46 درجه سانتی‌گراد در تغییر است. همچنین منطقه مورد بررسی با روش دمارتن جزء اقلیم فراهشک سرد محسوب می‌شود.

دیده‌می‌شود. نتایج حاصله از ارزیابی فرسایش و رسوبات بادی با استفاده از مدل IRIFR در منطقه زهک دشت سیستان نشان داد که منطقه مورد مطالعه در طبقه‌های بیابان‌زایی متوسط، شدید و خیلی شدید قرار گرفته است (۱۳). در پژوهشی مقدار فرسایش و رسوبدهی واحدکاری مختلف (اراضی شوره‌زار و پف کرده، کشاورزی، تاغ‌زار، فرسایش یافته مارنی) با بهره‌گیری از دو مدل RWEQ و IRIFR مورد بررسی قرار گرفت. بررسی خروجی‌های دو مدل نشان داد که روند کلی فرسایش‌های اندازه‌گیری شده در رخساره‌های مورد بررسی به‌طور تقریبی یکسان است، در رخساره اراضی شوره‌زار بیشترین و اراضی کشاورزی (گندم) کمترین است. اما مقادیر عددی فرسایش خاک در مدل RWEQ در بعضی رخساره‌ها از مدل IRIFR کمتر و در برخی دیگر بیشتر بود (۱۲).

هدف از این مطالعه؛ ۱- تعیین نوع رخساره ژئومرفولوژی که بیشترین پتانسیل رسوبدهی را دارد و فرسایش بادی بر روی آن مؤثرتر است و ۲- مقایسه مدل اریفر و دستگاه



شکل ۱- نقشه موقعیت مکانی منطقه مورد بررسی

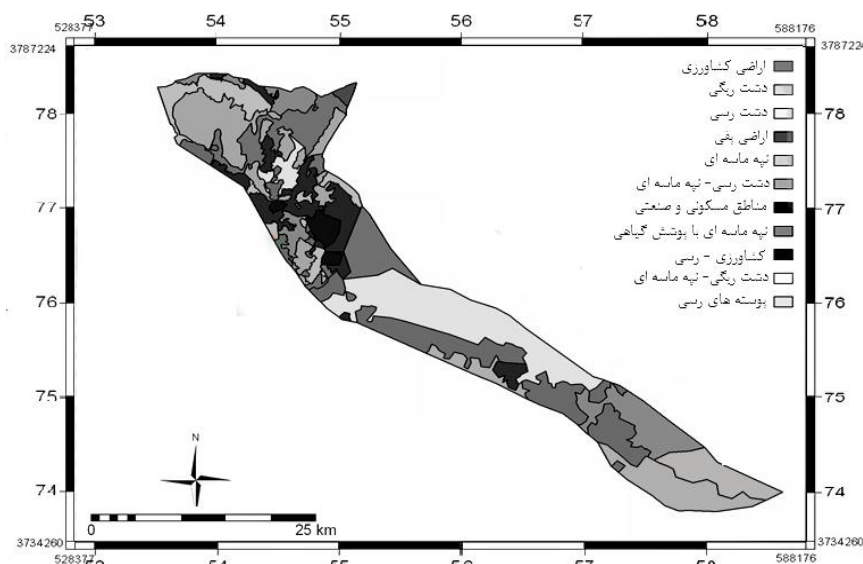
روش پژوهش

در این تحقیق برای تعیین شدت فرسایش بادی رخساره‌های ژئومورفولوژی به‌عنوان واحدکاری استفاده شده است. این واحدها براساس روش دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران (۱) در منطقه تعیین و تفکیک گردیدند. بر پایه این بررسی‌ها در منطقه مورد مطالعه تنها واحد دشت‌سر

شناسایی شد. با توجه به اینکه منطقه مسطح می‌باشد و با تلفیق نقشه‌ها باهم چندان تغییری در نقشه رخساره‌ها دیده نشد، بنابراین نقشه رخساره‌های ژئومورفولوژی پایه کار قرار گرفت و در منطقه ۱۱ رخساره شناسایی شد (جدول ۱). سپس جهت تعیین شدت فرسایش بادی از دو روش تونل بادی و مدل تجربی اریفر استفاده شد (شکل ۲).

جدول ۱- رخساره‌های شناسایی شده در منطقه مورد مطالعه

نام رخساره ژئومورفولوژی	مساحت (km)	درصد مساحت
اراضی کشاورزی	۹۳/۱۵	۱۶/۰۲
دشت ریگی	۵۰/۰۱	۸/۶
دشت رسی	۳۶/۹۴	۶/۳۵
اراضی پفی	۲/۷۹	۰/۴۸
تپه ماسه‌ای	۶۵/۳۱	۱۱/۲۳
دشت رسی - تپه ماسه‌ای	۵۸/۵۶	۱۰/۱
پهنه‌های ماسه‌ای با پوشش سنگریزه‌ای (با تراکم زیر ۳۰ درصد)	۱۱۱/۹۲	۱۹/۲۵
اراضی کشاورزی - رسی	۵۴/۵۴	۹/۴
تپه ماسه‌ای با پوشش گیاه	۶۷/۳۶	۱۱/۵۹
پوسته‌های شلجمی	۲۸/۶۴	۵
کل منطقه	۵۸۱/۲۸	۱۰۰



شکل ۲- نقشه رخساره‌های ژئومورفولوژی منطقه مورد مطالعه

دستگاه سنجش فرسایش بادی (تونل باد)

دستگاه سنجش فرسایش بادی (شکل ۳) که در واقع نوعی تونل باد قابل حمل است که در ایران طراحی و ساخته شده است و به کمک آن می‌توان بسیاری از عوامل موثر در فرسایش‌پذیری

خاک از جمله سرعت آستانه فرسایش بادی را اندازه‌گیری نمود. این دستگاه یک مدل صحرایی-آزمایشگاهی است که بدون هیچ‌گونه تغییری در شرایط ساختمان خاک، به سهولت قادر به اندازه‌گیری پارامترهای مورد نظر می‌باشد. اجزاء مختلف دستگاه

امکان پذیر می‌باشد، به راحتی می‌توان سرعت آستانه فرسایش بادی را در خاک‌های مختلف در هر مرحله اعم از جابجایی، غلطشی و جهشی با دقت قابل قبول اندازه گیری نمود. دستگاه مذکور دارای یک جدول استاندارد تعیین کلاس فرسایش پذیری خاک می‌باشد (جدول ۲).

شامل: ژنراتور (مولد برق) قابل حمل، کلید تنظیم سرعت جریان باد، رابط انتقال جریان هوا از فن مولد باد به تونل، بدنه تونل آزمایش و محفظه یا سیکلون جمع‌آوری رسوب می‌باشد. این دستگاه دارای یک سطح مقطع تماس با خاک است که از طریق دریچه‌های شیشه‌ای کلیه فعل و انفعالات داخل تونل قابل رویت می‌باشد، لذا با تنظیم سرعت جریان باد که به وسیله مربوطه



شکل ۳- دستگاه سنجش فرسایش بادی مورد استفاده در منطقه

جدول ۲- برآورد فرسایش پذیری خاک‌های مختلف توسط دستگاه سنجش فرسایش بادی

مقدار خاک برداشت شده در مدت ۱ ساعت وزش باد با سرعت ۱۵m/s در ارتفاع ۲۰ cm			نوع خاک از نظر فرسایش پذیری	کلاس خاک
kg/ha/hr	gr/m ² /hr	0.3 gr/m ²		
۱۰۰-۰	۱۰-۰	۳-۰	پایدار	I
۳۳۰-۱۰۰	۳۳-۱۰	۱۰-۳	نسبتاً پایدار	II
۱۰۰۰-۳۳۰	۱۰۰-۳۳	۳۰-۱۰	حساس	III
>۱۰۰۰	>۱۰۰	>۳۰	بسیار حساس	IV

نتایج

نتایج اندازه گیری فرسایش بادی با دستگاه سنجش فرسایش بادی

نتایج حاصل از اندازه گیری مقدار فرسایش در شرایط طبیعی و از سطح مقطع ۳۰×۱۰۰ سانتی متر مربع بر اثر وزش بادی با سرعت ۱۵ m/s در ارتفاع ۲۰cm توسط دستگاه سنجش فرسایش بادی و همچنین تعیین کلاس فرسایش پذیری خاک براساس استاندارد در جدول ۳ و ۴، خلاصه شده است و سرعت

مدل تجربی اریفر (IRIFR)

در این روش نقش و تاثیر نه عامل مهم و موثر در فرسایش بادی و میزان رسوبدهی ناشی از آنها مورد ارزیابی قرار گرفته است. بسته به شدت و ضعف هر عامل و تاثیر آن در رسوبزایی، امتیازی به آن داده می‌شود. مجموع اعداد به دست آمده برای عامل‌های مختلف نشان دهنده شدت فرسایش بادی خواهد بود. از روی مجموع اعداد میزان رسوبدهی واحد کاری، زیر حوزه یا حوزه آبخیز برآورد می‌شود (۱).

آستانه فرسایش در رخساره‌های ژئومورفولوژی در جدول ۵، ۴) ترسیم شده است. نشان داده شده است و نقشه حساسیت به فرسایش بادی (شکل

جدول ۳- مقدار خاک برداشت شده در سرعت‌های مختلف برحسب $0/3\text{gr/m}^2$ تا ارتفاع ۲۰ سانتی توسط دستگاه تونل باد

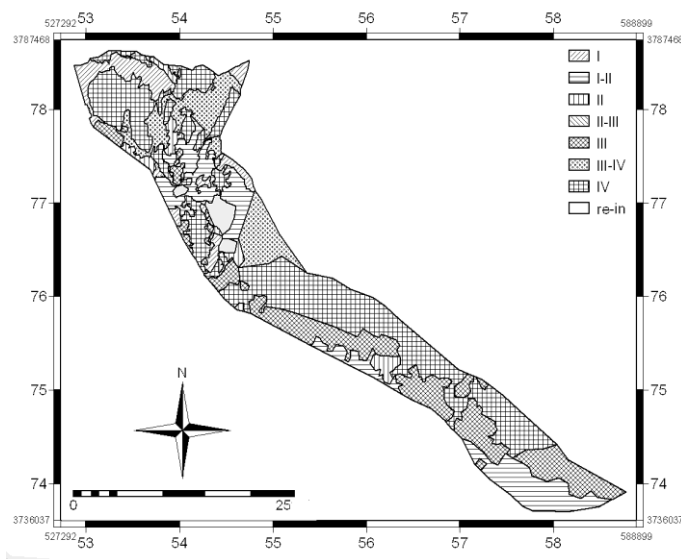
نام رخساره ژئومورفولوژی	سرعت باد				
	۷m/s (۱۵min)	۹m/s (۱۵min)	۱۱m/s (۱۵min)	۱۳m/s (۱۵min)	۱۳m/s (۱hr)
رگ متوسط دانه	۰	۰	۰/۳	۱	۴
دشت رسی	۰	۰	۰	۰	۰
اراضی پفی	۰	۰	۰	۰/۳	۱/۲
پهنه‌های ماسه‌ای با پوشش سنگریزه‌ای	۱/۱	۲/۱	۲/۹	۳/۷	۳۷
دشت رسی - تپه‌ماسه‌ای	۲/۲	۱/۹	۲/۹	۳/۸	۷/۸
پوسته‌های شلجمی	۰	۰	۱/۶	۲/۳	۱۶
اراضی کشاورزی-رسی	۰	۰	۰	۱/۷	۷
اراضی کشاورزی	۰	۱/۱	۲	۳/۲	۲۷/۳

جدول ۴- میزان فرسایش و تعیین کلاس فرسایش پذیری خاک

توضیحات	نام رخساره	کلاس فرسایش	خاک برداشت شده (kg/ha/yr)
پایدار تا نسبتا پایدار	رگ متوسط دانه	I-II	۱۳۱
پایدار	دشت رسی	I	۰
پایدار	اراضی پفی	I	۴۰
بسیار حساس	پهنه‌های ماسه‌ای با پوشش سنگریزه‌ای با ترکم $< ۰/۳۰$	IV	۱۲۴۴/۵
بسیار حساس	دشت رسی - تپه ماسه‌ایی	IV	۱۲۵۹/۶
حساس	پوسته‌های شلجمی	III	۴۶۶
نسبتا پایدار	اراضی کشاورزی-رسی	II	۲۳۷
حساس تا بسیار حساس	اراضی کشاورزی	III	۶۸۷

جدول ۵- نتایج سرعت آستانه فرسایش در هر کدام از رخساره‌های ژئومورفولوژی

نام رخساره ژئومورفولوژی	(m/s سرعت آستانه)
رگ متوسط دانه	۹/۵
دشت رسی	> ۱۳
اراضی پفی	۱۲
پهنه‌های ماسه‌ای با پوشش سنگریزه‌ای با ترکم $< ۰/۳۰$	۶/۵
دشت رسی تپه ماسه‌ای	۸/۵
پوسته‌های شلجمی	۱۰
اراضی کشاورزی-رسی	۱۲
اراضی کشاورزی	۱۰



شکل ۴- نقشه کلاس‌های فرسایش پذیری خاک با استفاده از تونل باد

نتایج مربوط بر آورد فرسایش بادی از طریق مدل اریفر امتیازات و تعیین کلاس در روش اریفر در جدول ۶، ارائه گردیده است و همچنین نقشه حساسیت به فرسایش از طریق مدل اریفر بر آورد شده ترسیم شده است (شکل ۵).

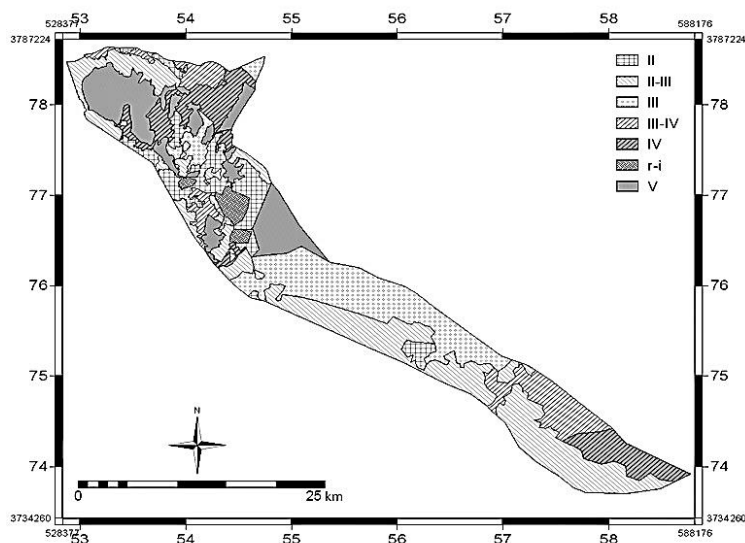
جدول ۶- امتیاز فاکتورهای نه گانه مؤثر در فرسایش خاک، شدت و کلاس فرسایش باد در روش اریفر

وضعیت فرسایش	شدت فرسایش	کلاس فرسایش	جمع نمرات	مدیریت و استفاده از زمین (۱۵-۵)	نوع و پراکنش نهشته‌های بادی (۱۰-۱)	رطوبت خاک (۱۰-۱)	آثار فرسایش سطح خاک (۲۰-۲)	انبوهی پوشش گیاهی (۱۵-۵)	خاک و پوشش سطح آن (۱۵-۵)	سرعت و وضعیت باد (۲۰-۱)	شکل اراضی و پستی و بلندی (۱۰-۱)	سنگ شناسی (۱۰-۱)	نام رخصاره ژئومورفولوژی
II-III	کم تا متوسط		۵۱/۳	۵	۴/۲	۴	۷	۱/۵	۶/۵	۱۱	۵/۶	۶/۵	اراضی کشاورزی
II-III	کم تا متوسط		۵۳	۹/۵	۱/۵	۶	۶/۵	۴/۵	۲/۵	۱۱	۵	۶/۵	دشت ریگی
II-III	کم تا متوسط		۵۵/۳	۱۰/۵	۳/۵	۴	۳	۱۰/۲	-۳	۱۱	۷/۶	۸/۵	دشت رسی
III	متوسط		۶۲/۸	۷	۷	۴/۵	۱۰	۸/۸	۰/۵	۱۱	۷	۷	اراضی پفی
V	خیلی زیاد		۱۱۳	۱۵	۱۰	۱۰	۲۰	۱۵	۱۵	۱۱	۷	۱۰	تپه ماسه‌ای
III-IV	متوسط تا زیاد		۶۸/۳	۶/۵	۶/۵	۶/۳	۱۲	۷/۵	۶/۲	۱۱	۴/۵	۶/۸	دشت رسی- تپه ماسه‌ای
IV	زیاد		۷۹/۵	۶/۸	۸	۸/۴	۱۰/۷	۵/۳	۱۲/۵	۱۱	۸	۹	پهنه‌های ماسه‌ای با پوشش گیاهی
III	متوسط تا زیاد		۶۵/۱	۶/۳	۵/۸	۵/۳	۱۰	۸/۵	۵/۵	۱۱	۵	۷/۷	پهنه‌های ماسه‌ای با پوشش سنگریزه‌ای با تراکم < ۳۰٪
II	کم تا متوسط		۴۶/۳	۵/۴	۳/۵	۴	۵	۰	۴	۱۱	۶/۱	۷/۳	اراضی کشاورزی-رسی
IV	زیاد		۸۷/۷	۱۲	۹	۴/۷	۱۲	۱۳	۱۰	۱۱	۷	۹	پوسته‌های شلجمی

برای تعیین پتانسیل رسوب‌دهی در هر یک از واحدهای کاری، زیر حوضه‌ها و یا حوزه آبخیز می‌توان از جدول ۷، استفاده کرد. جدول ۷، نیز برآورد میزان رسوب و میزان رسوب ویژه را نشان می‌دهد.

جدول ۷، میزان رسوب ویژه و درصد تولید رسوب در منطقه

درصد تولید رسوب	درصد مساحت	میزان رسوب		میزان رسوب ویژه		امتیاز فرسایش	تعداد رخساره	مساحت (km)	نام رخساره ژئومورفولوژی
		ton/yr	m/yr	ton/km/yr	m/km/yr				
۲/۶۵	۱۶/۰۲	۴۹۶۵۱/۷	۳۸۱۹۳/۷	۵۳۳/۰۳	۴۱۰/۰۲	۵۱/۳	۱۸	۹۳/۱۵	اراضی کشاورزی
۱/۵۵	۸/۶	۲۹۰۲۰/۸	۲۲۳۲۳/۷	۵۸۰/۳	۴۴۶/۴	۵۳	۲	۵۰/۰۱	دشت ریگی
۰/۲۸	۶/۳۵	۲۴۰۳۶/۴	۱۸۴۸۹/۶	۶۵۱/۰۴	۵۰۰/۰۸	۵۵/۳	۲	۳۶/۹۴	دشت رسی
۰/۱۴	۰/۴۸	۲۷۱۸/۳	۲۰۹۰/۹	۹۷۴/۳	۷۲۸/۷	۶۲/۶۸	۱	۲/۷۹	اراضی پفی
۴۰/۶۷	۱۱/۲۳	۷۶۱۲۵۰/۱	۵۸۵۵۷۵/۱	۱۱۶۵۵۹	۸۹۶۶/۱	۱۱۳	۸	۶۵/۳۱	تپه ماسه‌ای
۳۳/۲۵	۱۰/۱	۶۲۲۳۱۷/۱	۴۷۸۷۰۵/۹	۱۱۶۸/۶	۸۹۸/۹	۶۷/۳	۴	۵۸/۵۶	دشت رسی - تپه ماسه‌ای
۶/۳۵	۱۹/۲۵	۱۱۸۹۳۷/۴	۹۱۴۹۰/۴	۱۰۶۲/۷	۸۱۷/۵	۶۵/۱	۲	۱۱۱/۹۲	پهنه‌های ملس‌ای با پوشش سنگریزهای با ترکم < ۳۰٪
۱/۲۱	۹/۴	۲۲۶۳۹/۵	۱۷۴۱۵/۱	۴۱۵/۱	۳۱۹/۳	۴۶/۳	۹	۵۴/۵۴	اراضی کشاورزی-رسی
۷/۸۵	۱۱/۵۹	۱۴۷۰۶۷/۱	۱۱۳۱۲۸/۶	۲۱۸۳/۳	۱۶۷۹/۴	۷۹/۵	۱	۶۷/۳۶	تپه ماسه‌ای با پوشش گیاه
۵/۰۳	۵	۹۴۲۱۹/۸	۷۲۴۷۶/۹	۳۲۸۹/۸	۲۵۳۰/۶	۸۷/۷	۳	۲۸/۶۴	پوسته‌های شلجمی
۱۰۰	۱۰۰	۱۸۷۱۸۵۸	۱۴۳۹۸۹۰	۱۱۳۹/۸	۸۷۶/۷	۶۶/۵	۵۸	۵۸۱/۲۸	کل منطقه



شکل ۵- نقشه حساسیت به فرسایش برآورد شده از طریق مدل اریفر

نتایج کلی فاکتورهای نه گانه مؤثر در فرسایش خاک،

شدت و کلاس فرسایش باد

سنگ شناسی: مقایسه رخساره‌ها در منطقه مطالعاتی نشان می‌دهد که این عامل از تغییرات چندانی برخوردار نمی‌باشد. این رخساره‌ها به دلیل اینکه تمامی سطح آنها از رسوبات ریزدانه دوران چهارم و تپه‌ها و پهنه‌های ماسه‌ای تشکیل شده است امتیازات بالایی را به خود اختصاص داده‌اند. به همین دلیل می‌توان گفت مستعد برای فرسایش بادی هستند پس به دلیل اینکه عرصه مورد بررسی را رسوبات کواترنر به خود اختصاص داده‌اند میزان حساسیت کل منطقه به فرسایش بادی از نظر عامل سنگ شناسی در حد بالایی می‌باشد.

شکل اراضی و پستی و بلندی: مقایسه رخساره‌ها با همدیگر نشان می‌دهد که در عرصه مطالعاتی در زمینه عامل شکل اراضی و پستی و بلندی بیشترین حساسیت مربوط به تپه‌های ماسه‌ای، اراضی رسی، اراضی پفی و پوسته‌های رسی (سطوح شلجمی شکل) می‌باشند. بقیه رخساره‌ها از حساسیت کمتری برخوردار می‌باشد.

سمت و وضعیت باد: در منطقه مورد مطالعه از نظر این عامل تفاوت چندانی مشاهده نمی‌شود. دلیل این امر بیشتر به ماهیت عامل و تعاریف ارائه شده در مدل تجربی مربوط می‌شود و در تمام رخساره‌ها این امتیاز یکسان است.

خاک و پوشش سطح آن: رخساره تپه ماسه‌ای در این وضعیت بیشترین امتیاز را به خود اختصاص داد و کمترین امتیاز مربوط به رخساره دشت رسی است. دلیل بالا بودن امتیاز وجود وجود تپه‌ها و پهنه‌های ماسه‌ای در سطح آنها است و کم بودن امتیاز رخساره دشت رسی به دلیل اتصال قوی بین ذرات رس و نمک و در واقع سیمانی شدن قوی بین آنها است، ولی امتیاز کل منطقه متوسط است.

انبوهی پوشش گیاهی: با مقایسه رخساره‌های گستره مورد مطالعه مشخص گردید بیشترین امتیاز مربوط به تپه‌های ماسه‌ای و کمترین امتیاز به اراضی

کشاورزی است و بقیه حد واسط می‌باشند و در کل منطقه انبوهی پوشش گیاهی در وضعیت نامناسبی قرار دارد.

آثار فرسایشی سطح خاک: با مقایسه رخساره‌های عرصه مورد مطالعه مشخص گردید که امتیاز بیشتر به تپه‌های ماسه‌ای و کمترین امتیاز رخساره دشت رسی و بقیه نیز فرسایش‌پذیری بالایی دارند ولی به نسبت کمتر از تپه‌های ماسه‌ای می‌باشند. و در کل منطقه فرسایش زیادی دیده می‌شود.

رطوبت خاک: مقایسه رخساره‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد، عامل رطوبت خاک که نقش بسیار مهمی را در کاهش شدت فرسایش بادی در هر منطقه دارد تقریباً یکسان و در حد متوسط تا زیاد است. بیشترین امتیاز مربوط به تپه‌های ماسه‌ای و بقیه در یک حد متوسط و فرسایش بادی در این منطقه بیشتر خود را نشان می‌دهد.

نوع و پراکنش نهشته‌های بادی: مقایسه رخساره‌ها نشان می‌دهد که دشت ریگی کمترین امتیاز را دارد که به این دلیل است که در دشت سرآپانداژ قرار دارد و اطراف آن زمین‌های کشاورزی قرار دارد و بیشترین امتیاز مربوط به تپه‌های ماسه‌ای و پوسته‌های رسی (سطوح شلجمی شکل) بود، که در اطراف منطقه سله بسته با وسعت زیاد قرار گرفته است.

مدیریت و استفاده از زمین: مقایسه رخساره‌ها نشان داد که امتیاز اراضی کشاورزی از همه کمتر و امتیاز تپه‌های ماسه‌ای و پوسته‌های رسی (سطوح شلجمی شکل) از همه بیشتر است و امتیاز کل منطقه، یک حالت متوسط تا زیاد را نشان می‌دهد.

نتایج حاصله از روش اریفر و دستگاه تونل باد

نتایج حاصل از مقایسه میزان رسوب در دو روش اریفر و تونل باد در جدول ۸ نشان داده شده است.

جدول ۸- جدول مقایسه میزان رسوب در دوروش اریفر و تونل باد

میزان رسوب (ton/km ² /yr) و کلاس فرسایش				نام رخساره
کلاس فرسایشی	از تونل باد	کلاس فرسایشی	مدل اریفر	
I-II	۵۷۲/۷	II-III	۵۸۰/۳	رگ متوسطدانه
II	۱۰۳۸/۰۶	II	۴۱۵/۱	اراضی کشاورزی- رسی
I	۱۷۵/۲	III	۹۷۴/۳	اراضی پفی
IV	۵۵۱۷/۰۴	III-IV	۱۱۶۸/۶	دشت رسی-تپه ماسه‌ای
I	.	II-III	۶۵۱/۰۴	دشت رسی
III	۳۷۹۷/۴۶	II-III	۵۳۳/۰۳	کشاورزی
IV	۵۴۵۰/۰۹	III	۱۰۶۲/۷	پهنه‌های ماسه‌ای با پوشش سنگریزه‌ای با ترکم < ۳۰٪
III	۲۰۴۱/۱	IV	۳۲۸۹/۸	پوسته‌های شلجمی

■ بحث و نتیجه‌گیری

تحلیل پتانسیل رسوبدهی فرسایش بادی با استفاده از روش

مستقیم تونل باد و روش اریفر در منطقه مورد مطالعه

برآورد شدت فرسایش بادی به وسیله دستگاه سنجش فرسایش بادی نشان می‌دهد که پایدارترین رخساره، رخساره دشت رسی و اراضی پفی می‌باشند که کلاس فرسایشی I را به خود اختصاص داده‌اند و حساس‌ترین رخساره‌ها، تپه ماسه‌ای می‌باشد. میانگین خاک برداشت شده در اراضی دشت رسی با استفاده از دستگاه سنجش فرسایش بادی این رخساره را در کلاس فرسایش پذیری I قرارداده است، همچنین رخساره اراضی پفی نیز جزء کلاس فرسایشی I، قرار گرفته است. این امر به خاطر وجود بافت سخت خاک سطحی می‌باشد، که دلیل ایجاد این سختی اتصال قوی بین ذرات نمک و رس می‌باشد که یک پوسته سخت به ضخامت ۱/۵ - ۰/۵ سانتی متر را ایجاد کرده است که باعث شده خاک سطحی از حساسیت‌پذیری کمتری برخوردار شوند. تا زمانی که این بافت سطحی دستکاری نشود این منطقه از نظر فرسایش بادی مصون می‌باشد ولی به هر دلیلی اگر این بافت رویی به هم بخورد و دچار آسیب شود فرسایش بادی زیاد می‌شود زیرا که بافت زیرین این رخساره بسیار ریز می‌باشد و نسبت به فرسایش بادی بسیار حساس است. با توجه به نتایج بدست آمده از دستگاه سنجش فرسایش بادی، رخساره‌های پهنه‌های ماسه‌ای با پوشش سنگریزه‌ای با تراکم زیر ۳۰ درصد و همچنین رخساره دشت رسی - ماسه‌ای حساس‌ترین رخساره‌ها نسبت به فرسایش بادی

شناخته شدند. باز این دو رخساره از رخساره پهنه‌ها و تپه‌های ماسه‌ای لخت از میزان فرسایش‌پذیری کمتری برخوردار بودند. نبود اتصال کافی بین ذرات، عدم رطوبت کافی، منفصل بودن ذرات، عدم سیمانی شدن قوی بین ذرات، و بیشتر بودن ذرات حساس به فرسایش در این رخساره‌ها از عواملی هستند که باعث افزایش شدت فرسایش بادی در این منطقه‌ها شده است.

بررسی‌های به عمل آمده با استفاده از مدل اریفر در منطقه مطالعاتی نشان می‌دهد که شدت فرسایش و تولید رسوب در رخساره دشت رسی - تپه ماسه‌ای بیش از سایر رخساره‌ها است. به طوری که رسوب ویژه ناشی از فرسایش بادی در رخساره دشت رسی - تپه ماسه‌ای برابر با m^3 ۸۹۸/۹، (۱۱۶۸/۶ تن) در کیلومترمربع در سال می‌باشد. لازم به ذکر است که اعداد ارائه شده میانگین وزنی رسوبات در هر رخساره است. در بعضی رخساره‌ها شدت فرسایش کمتر و در بعضی رخساره‌های دیگر این شدت بیشتر است. کل رسوب تولید شده در این رخساره‌ها بالغ بر ۵۸۵۵۷۵/۱ مترمکعب (۷۶۱۲۲۵۰/۱ تن) در سال برآورد گردیده است. این نتایج که بر مبنای رابطه بین درجه رسوب‌دهی و میزان رسوب در مدل اریفر صورت گرفته است، نشان می‌دهد این رخساره‌ها با دارا بودن ۱۱/۳ و ۱۰/۱ درصد از وسعت کل منطقه حدود ۱۱۴/۹ و ۹۳/۹ درصد پتانسیل رسوب دهی منطقه را به خود اختصاص داده‌اند و این نشان‌دهنده شدت فرسایش بادی در این رخساره‌ها می‌باشد. در این مدل پایدارترین رخساره، رخساره اراضی کشاورزی شناخته شده که در کلاس

مقایسه و تحلیل نتایج حاصل از دستگاه تونل باد و روش اریفر

در برآورد فرسایش با دستگاه سنجش فرسایش بادی دشت رسی و اراضی پفی جزء خاک‌های پایدار قرار گرفته‌اند و کلاس فرسایش I به آنها تعلق گرفته است ولی در مدل اریفر امتیاز تعلق گرفته به رخصاره دشت رسی، آنرا در کلاس فرسایشی III-II قرار داده است که شدت فرسایش کم تا متوسطی دارند و اراضی پفی را در کلاس III و با شدت فرسایش متوسط جای داده است.

در رخصاره سنگفرش بیابانی، فرسایشی که به وسیله دستگاه سنجش فرسایش بادی برآورد گردیده در کلاس بینابینی I-II قرار دارد که جزء خاک‌های پایدار تا نسبتاً پایدار نسبت به فرسایش می‌باشد. میزان رسوب برداشت شده در این رخصاره برابر با ۵۷۳/۷ تن در کیلومتر مربع در سال می‌باشد ولی این رخصاره در مدل اریفر در کلاس III-II یعنی کم تا متوسط و با میزان رسوب برآورد شده ۵۸۰/۳ تن در کیلومتر مربع در سال برآورد شده است.

رخصاره اراضی کشاورزی در مدل اریفر در کلاس II-III قرار گرفته ولی با استفاده از تونل باد در کلاس فرسایشی III و رخصاره اراضی کشاورزی - رسی در مدل اریفر در کلاس فرسایشی II که کلاس همین رخصاره با استفاده از نتایج دستگاه سنجش فرسایش بادی در کلاس II قرار دارد که تفاوت چندانی از نظر شدت فرسایش بادی با یکدیگر ندارند.

در رخصاره اراضی شلجمی شکل کلاس کسب شده در مدل اریفر IV می‌باشد و دارای شدت فرسایشی زیادی است و کلاس فرسایشی این رخصاره که به وسیله دستگاه تونل باد برآورد شده III که جزء خاک‌های حساس طبقه بندی شده است. در رخصاره های پهنه‌های ماسه‌ای با پوشش سنگریزه‌ای و دشت رسی - تپه ماسه ای در مدل اریفر کلاس فرسایشی متوسط تا زیاد و زیاد برآورد شده که در کلاس فرسایشی III و III-IV قرار می‌گیرد، اما با استفاده از تونل باد این امتیاز در کلاس IV رده‌بندی شده و جزء خاک‌های حساس می‌باشد.

به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که این دو مدل به جزء در مورد اراضی پفی و دشت رسی که اختلاف

فرسایشی II، قرار گرفته است. بررسی های به‌عمل آمده از طریق مدل اریفر نشان می‌دهد که اثرات فرسایش بادی و پتانسیل رسوب‌دهی ناشی از آن در حد کم می‌باشد که این امر با استفاده از رابطه بین درجه رسوب دهی و میزان رسوبی که برای استفاده از مدل اریفر ارائه گردیده میسر شده است. مطالعات انجام شده در این رخصاره نشان می‌دهد که مقدار رسوب ویژه برابر ۳۱۹/۳ متر مکعب (۴۱۵/۱ تن) در کیلومتر مربع در سال می‌باشد که فرسایش بادی در این رخصاره عموماً در حد کم و حداکثر تا متوسط افزایش یابد. میزان رسوب تولیدی در اثر فرسایش بادی در این رخصاره حدود ۱۷۴۱۵/۱ متر مکعب (۲۲۶۳۹/۵ تن) در سال است. نتایج محاسبات انجام شده با به‌کارگیری رابطه بین درجه رسوب‌دهی و میزان رسوب در مدل اریفر نشان می‌دهد که رخصاره اراضی کشاورزی با دارا بودن ۹/۴ درصد از وسعت کل منطقه مورد مطالعه ۳/۴ درصد پتانسیل رسوب‌دهی منطقه مورد بررسی را شامل می‌شود. شدت فرسایش بادی در این رخصاره کم می‌باشد که به عواملی مثل پوشش گیاهی، باقیمانده‌های پوشش گیاهی، وجود کلوخه‌های ناشی از شخم زمین و رطوبت ناشی از آبیاری مزرعه می‌باشد.

در مطالعات انجام شده بر پایه مدل اریفر که توسط مرکز تحقیقات بین‌المللی بیابان (۱۳۷۷) صورت گرفته حساس بودن رخصاره‌ها را به فرسایش بادی نشان داده است، که تا حدی با نتایج حاصله از بررسی ما مطابقت می‌کند.

طهماسبی بیرگانی (۱۷) در حوزه آبخیز آب بخشاء در ۲ زیر حوزه کارایی مدل اریفر را مورد بررسی قرار داد. نتایج نشان داد که هرچه میزان تولید رسوب برآوردی توسط مدل بیشتر باشد فرسایش بادی در آن منطقه غلبه دارد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد و هرچه رسوب برآوردی از رخصاره‌ای بیشتر بود آن رخصاره تحت تاثیر فرسایش بادی بیشتر بود.

با مقایسه نتایج تحقیق با نتایج مصباحزاده و همکاران (۱۱) در منطقه ابوزید آباد کاشان مشخص شد که مدل از نظر و شاخص‌های مورد ارزیابی برای مناطقی با شرایط اقلیمی خشک مناسب و از کارایی خوبی برخوردار است.

شود. در واقع مدل اریفر بیشتر یک روش کیفی است تا یک روش کمی و در مورد فرسایش بادی روش‌های کمی برتری‌های بسیار بالاتری نسبت به ارزیابی‌های کیفی دارد چرا که عملکرد بالا در سطح وسیع باعث عدم نمود عینی در سطح زمین می‌گردد. نمود عینی در فرسایش بادی موقعی مشهود است که خاک منطقه کاملاً از بین رفته باشد و در این صورت اقدام عملی دیگر تاثیری ندارد. به همین دلیل روش‌های کمی در فرسایش بادی بر روش‌های کیفی ارجحیت دارند چرا که میزان هدر رفتن و جابجایی خاک بسیار ملموس‌تر خواهد بود.

معنی‌داری با هم داشتند در بقیه رخساره تقریباً در یک سطح بودند و یا نهایتاً فقط یک کلاس با هم تفاوت داشتند. در مدل مستقیم یعنی استفاده از دستگاه سنجش فرسایش بادی به دلیل اینکه یک دستگاه مشابه ساز است و قادر به ایجاد شرایط فرسایشی مشابه طبیعت است و به صحرا منتقل می‌شود، بدون تغییر و دخل و تصرف در طبیعت اثرات عوامل فرسایشی مورد اندازه‌گیری و آزمون قرار می‌گیرد. به همین دلیل نسبت صحیح‌تری از برآورد رسوب را شامل می‌شود، در صورتی که مدل اریفر وابسته به گزارش کارشناس است و هر کارشناس دیدگاه متفاوتی می‌تواند داشته باشد و نتایج متفاوت برداشت

■ References

- Ahmadi, H., (2006), applied geomorphology, Volume 2, Tehran University Press, (in Farsi).
- Coppinger, K.D., Reiners, W.A., Burke, I.C., & Olson, R.K., (1991) Net erosion on a sagebrush steppe landscape as determined by cesium 137 distribution. *SoilSci*, 55, 254-258.
- Dong, Z., Liu, X., & Wang, X., (2002), Aerodynamic roughness of gravel surfaces. *Geomorphology*, 43, 17-31.
- Ferreira, A.D., & Fino, M.R.M., (2012), A wind tunnel study of wind erosion and profile reshaping of transverse sand piles in tandem, *Geomorphology*, 139-140, 230-241.
- Fister, W. & Ries, J.B., (2009), Wind erosion in the central Ebro Basin under changing land use management. Field experiments with a portable wind tunnel, *Arid Environments*, 73, 996-1004.
- He, j.j., Cai, q.g., & Cao, w.q., (2013), Wind tunnel study of multiple factors affecting wind erosion from cropland in agro-pastoral area of Inner Mongolia, China, *Mountain Science*, 10, 68-74.
- Kardous, M., Bergametti & G., Marticorena, B., (2005), Wind tunnel experiments of the effects of tillage ridge features on wind erosion horizontal fluxes. *Annales Geophysicae*, 23, 3195-3206.
- Li,Z., Wu, S., Dale, J., Ge, L., Hu, M., Wang, X., Jin, J., Liu, J., Li, W., & Ma, R., (2008), Wind tunnel experiments of air flow patterns over nebkhas modeled after those from the Hotan River basin, Xinjiang, chin, *Earth Science in China*, 2-3.
- Liu, L.Y., Li, X.Y., Shi, P.J., Gao, S.Y., Wang, J.H., Ta, W.Q., Song, Y., Liu, M.X., Wang, Z., & Xia, B.L., (2007), Wind erodibility of major soils in the farming-pastoral ecotone of China, *Environ*, 68, 611-623.
- LU, P., & Dong, Zh., (2006), Wind tunnel experiments on the turbulent transmission over the near surface layer of different surfaces, *Environ Geol*, 50.
- Msbahzadh, T., Ahmadi, H., Zehtabian, Gh. & Sarmadian, F., (2010), assessing the severity of wind erosion enjoying IRIFR model (Case study: Kashan Abozeyd'abad), *Iranian Journal of Natural Resources*, Volume 63, 3, 399-415, (in Farsi).
- Nazari Samani, A., Ehsani, A.H., Gilvari, A. & Abdolshahnejad M., (2016), Comparing the Results of RWEQ and IRIFR Models for Determining of Land Management Effects on Wind Erosion, *Jornal of Desert Management*, Volume 6, 39-53, (in Farsi).
- Pahlevanravi, a., (2011), assessment of wind erosion and sedimentation model IRIFR in Zahak Sistan plain, *Journal of Geography and Development*, 27, 14-127, (in Farsi).
- Refahi, H., (2003), wind erosion control, Tehran University Press, (in Farsi).

15. Shaw, W., Allwine, J., Fritz, B.G., Rutz, F.C., Rishel, J.P. & Chapman, E.G., (2008), An evaluation of the wind erosion module in DUSTAN, Atmospheric Environment, 42-8.
16. Skidmore, E.L., (2000), Air, soil, and water quality as influenced by wind erosion and strategies for mitigation, Agroenviron, 216-221.
17. Tahmasebi biragani, A., (1998), Comparing the potential of wind and water erosion sedimentation using models (MPSIAC) and (IRIFR) Pkhsha water catchment areas, master's thesis, College of Agriculture and natural resources Karaj, Tehran University, (in Farsi).
18. Webb, N.P., McGowan, H.A., Phinn, S.R., Leys, J.F., & Mctainsh, G.H., (2009), A model to predict land susceptibility to wind erosion in western Queensland, Australia, Environmental Modelling & Software, 24-2.
19. Zhang, C., Zou, X., Gong, J., Liu, L., & Liu, Y., (2004), Aerodynamic roughness of cultivated soil and its influences on soil erosion by wind in a wind tunnel, Soil Till, 7, 53-59.

Investigation of the potential of sedimentation in geomorphologic facies using wind erosion meter and IRIFR. E. A model (Case study: Kashan- Aran)

Z Z .Ayazi^{1*}, T.Mesbahzadeh², H. Ahmadi³, N. Mashhadi⁴

1. Ph. D. Student, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
 2. Assistant Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
 3. Emeritus Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
 4. Assistant Professor, International Desert Research Center, University of Tehran, Tehran, Iran
- * Corresponding Author: ayazi@ut.ac.ir

Received date: 16/02/2016

Accepted date: 26/01/2017

Abstract

In this study, to evaluate the sediment yield of different geomorphic facies in Aran region, the wind erosion meter and IRIFR model were used. The results of wind erosion meter showed that the most speed of threshold in natural condition is belonging to hard crust and dried clay plain with a speed of 13m/s, then puffy and clay-agricultural lands with a speed of 12 m/s, and the lowest threshold speed is 6.5 m/s related to fine-grained loamy - sandy soils of pediment that due to lack of the adhesion, flat, and smooth surface and wind shear impact and blown with wind. The results of wind erosion intensity with wind erosion meter also showed that the clay plains and puffy lands facies are most stable with sediment of 0 to 175.2 tone/km²/ yr which sorted in erosion class I, and sand sheet with the graveled covered, clay plain and sand dunes are the most sensitive facies, with 5450.09 to 5517.04 tone/km²/ yr sediment equivalent classified in erosion class IV. While the results of the IRIFR model showed that the most stable facies are agricultural lands with 415.1 ton/km²/yr sediment erosion that classified in the erosion class II and facies sand sheet and sand dune the most sensitive facies, that with 1168.6 ton/km²/ yr sediment equivalent classified in erosion class IV. According to statistics obtained from the two models, it is concluded that except to the puffy land and clay plain there was not significant differences among the rest of facies.

Keywords: Wind erosion; IRIFR. E. A model; Wind erosion meter; Geomorphology facies