



مقایسه نتایج مدل های *RWEQ* و *IRIFR* در تعیین تاثیر نوع مدیریت اراضی بر فرسایش بادی

علی اکبر نظری سامانی^{1*}، امیر هوشنگ احسانی²، احمد گلیوری³، مهسا عبدالشاهنژاد³

1. دانشیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
 2. دانشیار، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران
 3. دانشجوی دکتری بیابانزدایی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
- * نویسنده مسئول: aknazari@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: 1393/7/28 تاریخ پذیرش: 1394/12/22

چکیده

فرسایش خاک توسط باد زمانی رخ می‌دهد که سرعت باد از آستانه فرسایش خاک بیشتر باشد و سطح خاک با گیاهان، باقیمانده آنها، زبری‌های سطح (ناهمواری‌های سطح) خاک یا موانع دیگر حفاظت نشده باشد. با توجه به لزوم برآورد مقدار فرسایش برای برنامه‌ریزی حفاظت خاک تا کنون روش‌ها و مدل‌های مختلفی برای برآورد آن ارائه شده است. در این پژوهش مقدار فرسایش و رسوبدهی واحدهای مختلف (ارضی 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)، اما مقادیر عددی فرسایش خاک در مدل *RWEQ* در بعضی رخساره‌ها از مدل *IRIFR* کمتر و در برخی دیگر بیشتر بود. این امر به علت تفاوت‌های موجود در فن آوری برآورد فرسایش بادی در مدل می‌باشد. همچنین مقدار فرسایش میانگین در سطح کل منطقه بر پایه مدل *RWEQ* مقدار $15/7 \text{ ton/ha/Y}$ و طبقه (III-II) برآورد شد. بررسی‌های انجام شده در رخساره‌های مختلف با مدل *IRIFR* نشان داد که به‌غیر از رخساره‌های تاغ‌زار عدم وجود پوشش گیاهی بیشترین عامل تاثیرگذار فرسایش در سایر رخساره‌ها می‌باشد. نتایج نشان دهنده این است که استفاده از مدل *RWEQ* می‌تواند با توجه به شرایط کمبود داده‌ها، به‌ویژه داده‌های بادسنجی موجود در ایران، برای برآورد کمی فرسایش و پایش سالانه و ماهانه و پیش‌بینی نقش تغییر پوشش و مدیریت اراضی بر فرسایش بادی مناسبتر از *IRIFR* باشد.

واژگان کلیدی: مدل *RWEQ*؛ مدیریت اراضی؛ فرسایش بادی؛ مکرش؛ اریفر

n مقدمه

باشد و به‌وسیله گیاهان، باقیمانده گیاهان، زبری‌های سطح (ناهمواری‌های سطح) خاک یا موانع دیگر حفاظت نشده باشد. هنگامی که مناطق پهناور در چشم‌اندازهای

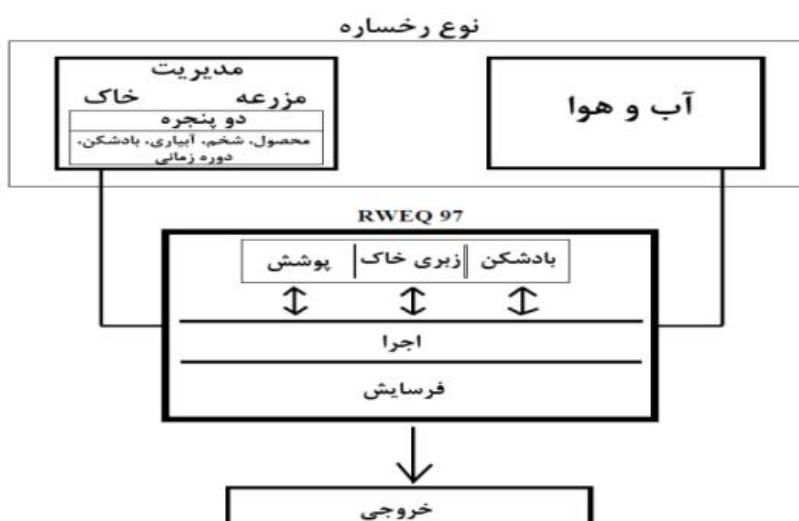
فرسایش خاک توسط باد زمانی رخ می‌دهد که سرعت باد از آستانه فرسایش خاک بیشتر و سطح خاک خشک

بادی (WEQ)"، به روز رسانی و منتشر شد (ودراف و سیدوای، 1965). WEQ تنها مدل موجود برای طراحی سیستم کنترل فرسایش بادی بود تا اینکه این معادله به "معادله فرسایش بادی اصلاح شده ($RWEQ$)" تغییر یافت (فرایرر و همکاران، 1998). در ایران نیز محققان (اختصاصی و احمدی، 1997) با الگو گرفتن از روش‌های تجربی اقدام به ابداع و تکمیل مدل اریفر کردند و هم‌چنین با مشاهدات میدانی اقدام به اصلاح و توسعه آن کردند.

مدل $RWEQ$ به‌عنوان مدلی نیمه تجربی (حد واسطه مدل‌های تجربی و ریاضی) است، به بیان بهتر این مدل به عنوان ترکیبی از مدل‌های تجربی و ریاضی بر پایه یکسری از معادلات ریاضی استوار است. این مدل، فرسایش ذرات و حمل آنها توسط باد را بین سطح خاک و ارتفاع 2 متری از سطح زمین تخمین می‌زند و این جزء محدودیت‌های این مدل محسوب می‌شود. مدل اصلاح شده تخمین‌هایی را از فرسایش بیان می‌کند و از انعطاف پذیری قابل توجهی در ورودی‌ها برخوردار است به بیان دیگر مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده در مورد مدل $RWEQ$ باد و در مدل WEQ ، فرسایش پذیری خاک می‌باشد (فرایرر، 1999).

مسطح در مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌دلیل آتش‌سوزی، خشکی یا مدیریت ناصحیح بدون پوشش شوند، فرسایش بادی به مشکلی عمده تبدیل خواهد شود. باد عاملی موثر در جداسازی، جابجایی و رسوب گذاری مقادیر عظیم مواد سست خاک سطحی است و ناهمواری‌های وسیع لسی و تپه‌های ماسه‌ای بزرگ در همه قاره‌ها شاهدی بر این موضوع است. فرسایش خاکی نه تنها روی زمین بلکه روی بسیاری از سیارات اتفاق می‌افتد (گرلی و آیورسون، 1985).

تحقیق میدانی و آزمایشگاهی برای تعیین عامل‌هایی که فرسایش بادی را کنترل یا تشدید می‌کنند در دهه 1930 آغاز شد. بررسی همزمان تمام عامل‌های دخیل در فرسایش بادی امکان‌پذیر نیست، بنابراین راهکار سنتی، مطالعه یک متغیر در یک زمان با ثابت در نظر گرفتن دیگر متغیرها بوده است. پس از تشخیص اینکه عامل‌های زیادی به هم وابسته‌اند، باید فرضیه‌هایی بر این اساس ساخته شوند که چگونه این عامل‌ها به‌طور مستقل بر روی فرسایش بادی اثر می‌گذارند. ترکیب همه این عوامل، مبنای یک مدل فرسایش بادی می‌باشد. اولین مدل فرسایش بادی که "معادله جهانی فرسایش بادی" نامیده می‌شود ($USDA, 1961$) و در قالب "معادله فرسایش



شکل 1- روند نمای عمومی حاکم بر مدل $RWEQ$

بررسی مقایسه برآورد فرسایش بادی توسط مدل $RWEQ$ با $IRIFR$ در شهرستان آغاچاری (جنوب شرق رامشیر)،

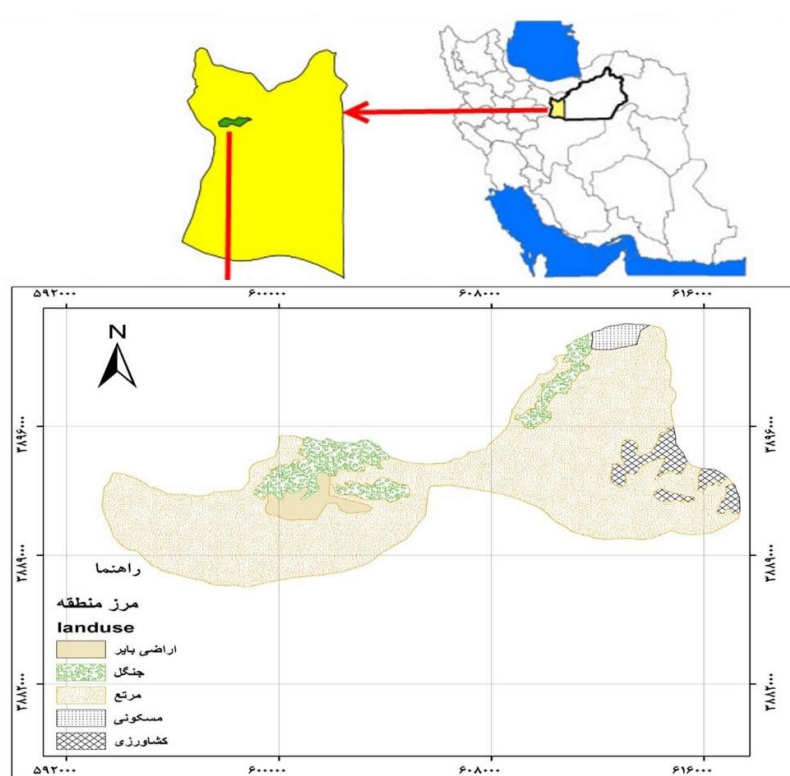
با توجه به موارد مکرر لزوم بررسی اولیه در زمینه نحوه پاسخ‌دهی مدل‌های فوق در ایران مورد نیاز است.

n مواد و روش ها

منطقه مطالعاتی

به منظور انجام پژوهش مورد نظر منطقه مکرش واقع در شهرستان گرمسار انتخاب شد. این منطقه جزئی از کانون های بحران فرسایش بادی می باشد و به دلیل انجام بررسی های مختلف اطلاعات قبلی در آن موجود می باشد. محدوده منطقه مورد مطالعه در غرب شهرستان گرمسار با وسعتی برابر با 130 هکتار است. منطقه در مختصات جغرافیایی "30' 52° تا "20' 17° 52 طول شرقی "23' 07° 35 تا "52' 14° 35 عرض شمالی در غرب شهرستان گرمسار واقع است. مقدار متوسط بارش سالانه در منطقه 122/3 میلی متر است که بیشترین مقدار بارندگی در ماه مارس (اسفند) به مقدار 92/5 میلی متر و کمترین مقدار در ماه سپتامبر (شهریور) به مقدار متوسط 1/1 میلی متر است (اداره هواشناسی گرمسار، 1390).

نشان داد که در پهنه های ماسه ای لخت و فعال بیشترین میزان فرسایش برآورده شده است (خادم الرسول وهمکاران، 2007)، اما مقادیر عددی فرسایش خاک در مدل *RWEQ* در تمامی رخساره ها از مدل *IRIFR* کم تر بوده است و این امر به علت تفاوت های موجود در معادلات محاسبه فرسایش بادی در مدل های مختلف می باشد. هم چنین در مدل *IRIFR* رخساره ژئومرفولوژی دشت دامنه ای و آبرفتی ریز تا متوسط دانه همراه با دیمزار و رها شده به صورت یک واحد یکپارچه امتیازدهی شد (خادم الرسول وهمکاران، 2007). با توجه به موارد مذکور و نیاز به استفاده از مدل های جدید برای برآورد فرسایش بادی هدف این پژوهش در درجه اول بررسی نقش مدیریت و پوشش اراضی بر فرسایش بادی و در درجه دوم مقایسه نتایج دو مدل *RWEQ* با *IRIFR* در برآورد فرسایش بادی است. در این رابطه سعی شده است تا تعیین تاثیر پوشش گیاهی و مدیریت اراضی بر تغییرات زمانی و مکانی فرسایش بادی مورد نظر قرار بگیرد.



شکل 2- موقعیت منطقه مطالعاتی

روش پژوهش

به منظور انجام پژوهش مورد نظر نقشه منطقه با پیمایش در عرصه و صحت کاربر های اراضی و بستن مرز منطقه مورد تدقیق قرار گرفت. عکس های هوایی مورد نیاز از اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان سمنان تهیه و کلیه رخساره های مورد نظر بررسی و در نقشه توپوگرافی منعکس گردید. در ادامه از دو روش مدل *RWEQ* و مدل *IRIFRI* برای تعیین شدت فرسایش بادی در رخساره های واقع در اراضی شوره زار و پف کرده، فرسایش یافته مارنی، تاغزار و کشاورزی بهره گیری شد. مراحل دقیق تر مراحل اجرای پژوهش به صورت زیر است: 1-تهیه اطلاعات پایه و آماده سازی نقشه ها: کلیه اطلاعات و آمارهای موجود مختلف (اعم از: زمین شناسی، خاک شناسی، پوشش گیاهی، هواشناسی)

مورد نیاز با استفاده از گزارش های موجود عملیات میدانی جمع آوری در قالب واحدهای کاری تهیه شد. به عبارتی نقشه واحدکاری بر اساس تیپ کوهستان، دشت سر فرسایشی، دشت سر پوشیده و جلگه رسی، رخساره های اراضی فرسایش یافته مارنی، تاغزار، اراضی کشاورزی و شوره زار و پف کرده (در مقیاس 1:50000) تهیه گردید. 2-اطلاعات و آمار مختلف مورد نیاز برای مدل *RWEQ* از قبیل آب و هوا (مقادیر کل ماهانه یا ارزش میانگین برای تمام پارامترهای آب و هوایی مورد نیاز مدل *RWEQ* بر اساس فرمت پایگاه پایگاه *WERIS* (سیستم اطلاعات منبع انرژی باد) گردآوری شد، فایل مدیریت (شامل مشخصه خاک، هندسه زمین، پوشش گیاهی، عملیات کشاورزی، تعیین زبری خاک، آبیاری و بادشکن) می باشد.

جدول 1- معیارهای مورد بررسی در مدل برآورد پتانسیل فرسایش بادی *RWEQ*

اطلاعات مورد نیاز	معیار مورد بررسی
طول و عرض جغرافیایی ایستگاه ضریب مقیاس و بیول بر حسب متر بر ثانیه ضریب ماهیانه به شکل و بیول دانشیته هوا (کیلوگرم بر مترمکعب) جهت باد فرساینده غالب (در واحد درجه برای هر ماه) برتری نیروی باد فرسایشی بر جهت باد فرسایشی غالب نسبت نیروی فرسایش بادی موازی مثبت زمان های بدون وزش باد درجه حرارت نقطه شبنم	1- اقلیم
تاریخ خاکورزی، برداشت و یا عملیات کاشت برای اراضی زراعی نوع پوشش درصد باقی مانده گیاهی به صورت ایستاده و مسطح شده ویژگی های بادشکن که شامل ارتفاع، فاصله، شاخص تراکم و جهت بادشکن می باشد.	2- فایل مدیریت
درصد شن، سیلت، کودآلی، کربنات کلسیم و پوشش سنگی اندازه، شکل و جهت منطقه و در صورت وجود تپه، طول و شیب تپه نوع پوشش، مقدار باقی مانده گیاهی، درصد پوشش و... ارتفاع، فاصله، شاخص تراکم و جهت بادشکن	3- اطلاعات مربوط به خاک 4- اطلاعات مربوط به هندسه مزرعه 5- اطلاعات مربوط به پوشش گیاهی 6- اطلاعات مربوط به بادشکن

صاف بودن و باقی مانده های گیاهی سر پا و خوابیده برای تعیین بیشینه ظرفیت حمل و طول بحرانی زمین به کار می روند که لازمه محاسبه بیشینه ظرفیت حمل و بیشینه حمل و نقل خاک و رسوب برای هر طول زمین است (فرایرر و صالح، 1996). حمل و نقل مواد در زمینی

لزوم توسعه مدل *RWEQ* نتیجه نیاز به اجازه ورود عوامل مدیریتی موثر بر فرسایش خاک می باشد (فرایرر و همکاران، 2000). باد نیروی محرکه اولیه در *RWEQ* است؛ اصطلاحات عامل باد، بخش فرسایش پذیر خاک، پوسته خاک، زبری خاک، رشد محصولات کاشته شده،

ظرفیت حمل، میانگین از دست رفت خاک می باشد که مجموع این خروجی ها به عنوان ابزاری مناسب جهت اتخاذ شیوه های مناسب کنترل فرسایش بادی و حفظ منابع خاک می باشد. *RWEQ* از تعدادی عوامل ورودی استفاده می کند تا حداکثر ظرفیت انتقال (Q_{max})، طول بحرانی حوزه که در آن به دست آمده (S) و از دست دهی خاک (CSL) را تخمین بزند. عامل باد (WF)، کسر فرسایش پذیر (EF)، عامل پوسته شدن سطح (SCF)، زبری سطحی متمایل و تصادفی خاک (K) و محصولات در عامل زمین (COG) برای هر رویداد فرسایش مشخص شدند. جزئیات رویه های به کار رفته برای تعیین این مقادیر توسط فرایرر و همکاران توضیح داده شده است (فرایرر، 1998a, 1998b).

مشخص تقسیم بر طول زمین، میانگین فرسایش خاک را برای منطقه رو به باد می دهد. عامل باد، بخش قابل فرسایش خاک، سله، زبری خاک، رشد گیاهی و باقیمانده های ایستاده عواملی هستند که برای تعیین بیشینه ظرفیت حمل باد و طول آستانه مورد نیاز برای بیشینه حمل و مقدار خاک حمل شده برای هر طول مشخصی بکار گرفته می شوند. خروجی های مدل در قالب اطلاعات قابل دسترس طی یک سال اعم از: زبری خاک عمود بر باد غالب، زبری خاک موازی با باد غالب، جهت باد غالب (مسیر باد غالب برای هر دوره تعیین کننده است و عامل باد برای چهار جهت مبنای اصلی، قطعی و موازی نسبت به ارزش از فایل اقلیم تخمین زده می شود)، مقدار فرسایش خاک، از دست رفت بحرانی خاک، حداکثر

جدول 2- علائم خروجی های مدل *RWEQ*

علائم	توضیحات	واحد
K'	زبری خاک عمود به باد غالب	اینچ
Q_{max}	حداکثر ظرفیت حمل و نقل توده خاک	تن در ایگر
K''	زبری خاک موازی با باد غالب	اینچ
S	طول بحرانی زمین در مسیر وزش باد	فوت
SLR_F	پوشش باقی مانده مسطح به همراه ضریب پوشش سنگ	درصد
SL	متوسط خاک از دست رفته زمین مورد نظر	تن در ایگر
SLR_S	ضریب نیمرخ	-
SLR_C	ضریب تاج پوشش گیاه رو به رشد	درصد
V	پوشش گیاهی ($SLR_F \times SLR_S \times SLR_C$)	درصد
WF	عامل اقلیم (مقدار شدت وزش باد را در هر برداشت بیان می کند)	متر بر ثانیه
WD	جهت باد غالب (از 0 تا 360 درجه می باشد).	درجه
E	فرسایش (براساس تن در ایگر می باشد).	تن در ایگر
CSL	مقدار بحرانی هدر رفت خاک	-

شرح جزئی تر مربوط به هر دو مدل و عوامل آنها درج شده است.

اطلاعات مورد نیاز برای مدل اریفر نیز بر اساس اطلاعات موجود و برداشت های میدانی تهیه شد. در ادامه

روش تجربی برآورد پتانسیل رسوبدهی فرسایش

بادی در محدوده اراضی کشاورزی IRIFR

در این مدل نه عامل مؤثر بر فرسایش بادی خاک در سطح مزرعه مورد بررسی و امتیازدهی قرار گرفتند (جدول 3) و مجموع امتیازات برای هر قطعه از زمین کشاورزی با مقایسه شدت فرسایش به مقدار کمی پتانسیل فرسایش پذیری خاک تبدیل می‌شود. این مدل کارشناس را قادر می‌سازد تا با توجه به رویت آثار و علائم موجود در سطح خاک و مزرعه پتانسیل فرسایش پذیری بادی مزرعه را در لحظه مراجعه برآورد نماید، از آنجا که در اراضی کشاورزی به دلیل عملیات مختلف خاک‌ورزی، کاشت و

برداشت و آیش، در طول سال پتانسیل رسوبدهی تغییر می‌کند لازم است تا امتیازدهی عوامل طی چند تکرار در مراحل مختلف مدیریت مزرعه انجام شده و نهایتاً با توجه به مدت زمان هر کدام از شرایط مزرعه در طول سال میانگین رسوبدهی بدست آید. به عبارت دیگر، پتانسیل رسوبدهی در حالت‌های مختلف مدیریت مزرعه معین شود. از ویژگی‌های روش مذکور سادگی، سرعت عمل در برآورد وضعیت فرسایش بادی مزرعه، امکان مقایسه اراضی مورد بررسی در پریودهای مختلف زمانی و مکانی جهت برنامه ریزی و اصلاح روش‌های خاک‌ورزی و یا مدیریتی می‌باشد.

جدول 3- عامل‌های مورد بررسی در مدل برآورد پتانسیل فرسایش بادی اریفر

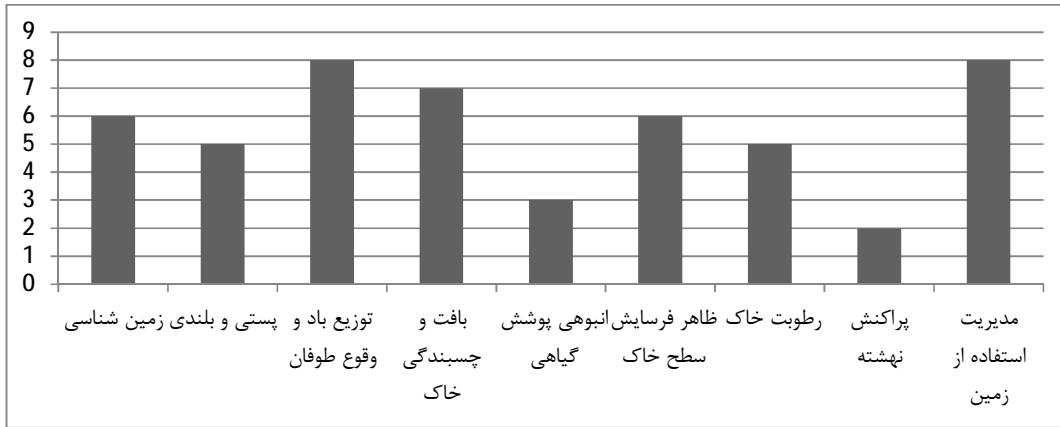
دامنه امتیازی	عوامل مورد بررسی
0-10	1- رسوب شناسی (بافت خاک یا رسوب و نوع اراضی)، که وضعیت رسوب شناسی اراضی در چهارگروه طبقه بندی شد.
0-10	2- توپوگرافی و موقعیت اراضی، که شاخصهای مورد بررسی در چهار طبقه مورد بررسی قرار گرفته است.
0-20	3- سرعت و تداوم بادهای شدید یا فرساینده به منظور بررسی بادهای منطقه، اطلاعات موجود ایستگاههای هوا شناسی از جمله، تعداد روز های شن باد و یا دارای گردوغبار، سرعت متوسط ماهانه و سرعت های بیش از هشت متر بر ثانیه در ارتفاع 10 متری که به طور معمول به عنوان سرعت آستانه فرسایش بادی شناخته می شود در قالب چهار طبقه بررسی می شود.
5- تا 15	4- زبری و یا مقدار ناهمواری سطح خاک در قالب چهار کلاس مختلف بررسی می شود. علت امتیاز منفی در این زیر مدل نقش کاهنده زبری سطح خاک در فرسایش بادی می باشد
5- تا 15	5- مقدار اسله، مقاومت فشاری، امتیاز منفی به خاطر نقش اسله در افزایش مقاومت فشاری و کاهش فرسایش پذیری بادی خاک منظور شده است و آشفستگی خاک در این معیار در چهار گروه مختلف بررسی می شود.
5- تا 15	6- رطوبت خاک و شرایط آبیاری
0- تا 10	7- مقدار املاح و نوع نمکهای موجود در خاک و آب آبیاری که در این زیر مدل نقش شاخص های مورد بحث در چهار کلاس می باشد.
5- تا 15	8- تراکم پوشش گیاهی و کاه و کلش بجا مانده در سطح مزرعه شاخص های این معیار در چهار طبقه می باشد. امتیاز منفی به خاطر نقش باز دارندگی پوشش گیاهی در باد بردگی ذرات خاک و کاهش بادبردگی خاک می باشد
5- تا 10	9- مدیریت مزرعه (الگوهای کاشت، بادشکن در اطراف مزرعه، تناوب زراعی)، تعدادی از شاخص های قابل دسترس در چهار کلاس می باشد. امتیاز منفی به خاطر نقش باز دارندگی حرکت رسوب و کاهش فرسایش بادی بادشکن ها و یا گونه های درختی و درختچه ای و بوته ای در سطح خاک می باشد

نتایج n

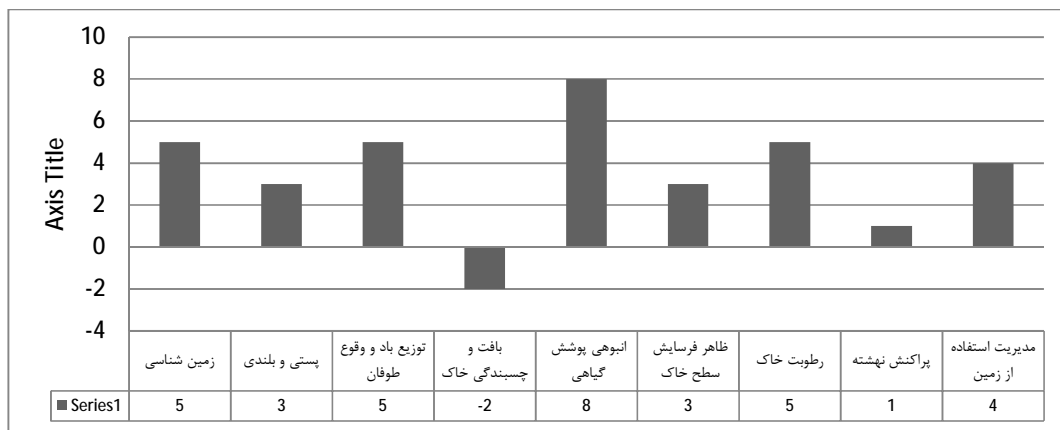
برآورد فرسایش بادی منطقه مکرش به روش IRIFR.E.A

با توجه به موارد و جداول زیر مقدار میانگین جمع امتیازها در اراضی کشاورزی بایر (رها شده و شخم خورده 50 امتیاز می‌باشد با این حساب مقدار کیفی فرسایش این اراضی در کلاس شدت فرسایش III-II قرار می‌گیرد و

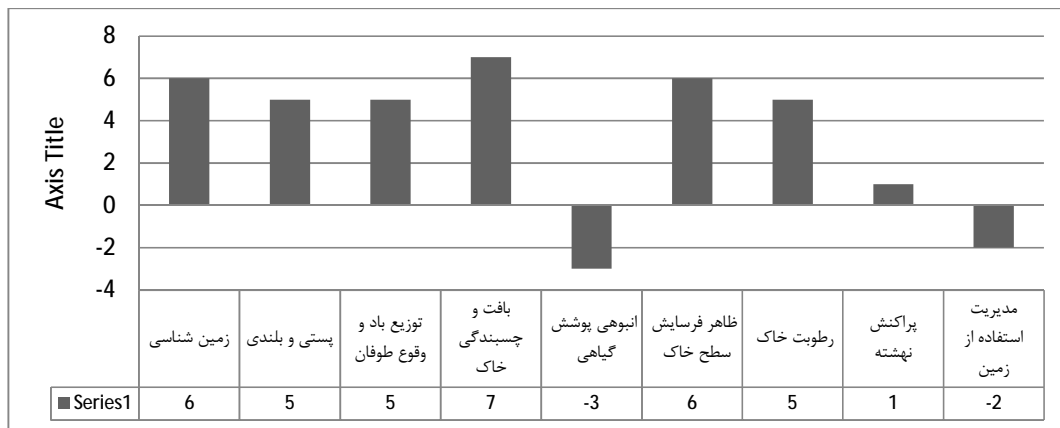
بین 4/75 تن در هکتار در سال در این منطقه صورت می‌گیرد. در اراضی کشاورزی هیچ یک از عوامل نه گانه IRIFR.E.A دارای امتیاز منفی نیست لذا کلیه عوامل سبب افزایش مجموع امتیازات فرسایش بادی گردیده است. در اراضی کشاورزی وضعیت باد و مدیریت استفاده از زمین بیشترین عامل تاثیر گذار در فرسایش بادی است.



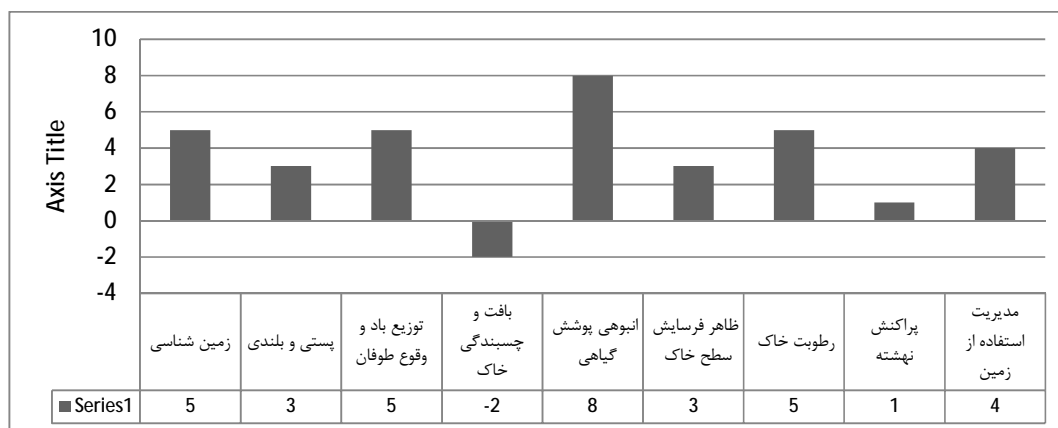
شکل 3- عوامل نه گانه امتیازدهی اریفر در رخساره اراضی کشاورزی



شکل 4- عوامل نه گانه امتیازدهی اریفر در رخساره شورزار و اراضی پف کرده



شکل 5 - عوامل نه گانه امتیازدهی اریفر در رخساره تاغزار



شکل 6 - عوامل نه گانه امتیازدهی اریفر در رخساره فرسایش یافته مارنی

نتایج حاصل از اجرای مدل *RWEQ*

جدول 4- خروجی فرسایش اراضی شوره زار و پف کرده

Wind Erosion Calculation Management Period Method Report

Program Execution Date: 02/19/98
 Program Execution Time: 11:51:39
 Client Name : GARM55
 Mangement File: GARM55.MAN
 Weather File : GARM1.W1
 Output File : GARM55.OUT

period	start date	n_days	E (t/ac)	CSL (t/ac)	Qmax (lbs/ft)(ft)	S	WF	K'	K''	V	SLRC	SLRF	SLRS	WD	
1	03/11/2012	15	11.00	4.48	122.54	383	105.5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	293	
2	03/26/2012	15	0.22	0.12	2.60	984	7.4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	293	
3	04/11/2012	10	0.00	0.06	1.32	1144	4.9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	293	
4	04/21/2012	5	0.00	0.00	0.02	0	2.5	0.16	0.18	1.00	1.00	1.00	1.00	293	
5	04/26/2012	15	0.00	0.00	0.89	0	20.7	0.16	0.19	1.00	1.00	1.00	1.00	270	
6	05/10/2012	15	0.00	0.00	0.91	0	20.7	0.16	0.19	1.00	1.00	1.00	1.00	270	
7	05/25/2012	14	0.00	0.00	0.28	0	9.1	0.17	0.17	1.00	1.00	1.00	1.00	315	
Total Erosion (t/ac):			11.225												

عنوان کرد.

در اراضی فرسایش یافته مارنی مقدار برداشت 3/52 تن در هکتار در سال می باشد.

همانطور که در جدول فوق مشاهده می گردد مقدار فرسایش در این منطقه 28/06 تن در هکتار در سال برآورد شده. این اراضی بیشترین مقدار فرسایش را دارند و می توان به عنوان یکی از کانون بحران فرسایش منطقه

جدول 5- خروجی اراضی فرسایش یافته مارنی

Wind Erosion Calculation Management Period Method Report

Program Execution Date: 02/19/11
 Program Execution Time: 12:11:08
 Client Name : garm33
 Mangement File: garm33.MAN
 weather File : garm33.w1
 output File : garm33.OUT

period	start date	n_days	E (t/ac)	CSL (t/ac)	Qmax (lbs/ft)(ft)	S	WF	K'	K''	V	SLRC	SLRF	SLRS	WD
1	01/25/2011	15	0.00	0.05	1.09	1362	53.4	0.02	0.02	1.00	1.00	1.00	1.00	45
2	02/09/2011	15	0.00	0.05	1.09	1362	53.4	0.02	0.02	1.00	1.00	1.00	1.00	45
3	02/24/2011	15	0.58	0.17	3.71	909	88.3	0.03	0.05	1.00	1.00	1.00	1.00	247
4	03/11/2011	4	0.00	0.00	0.45	0	23.5	0.03	0.05	1.00	1.00	1.00	1.00	247
5	03/15/2011	11	0.47	0.14	3.13	944	64.7	0.04	0.05	1.00	1.00	1.00	1.00	247
6	03/26/2011	15	0.00	0.09	1.92	1059	39.6	0.04	0.04	1.00	1.00	1.00	1.00	225
7	04/10/2011	15	0.00	0.09	1.92	1059	39.6	0.04	0.04	1.00	1.00	1.00	1.00	225
8	04/25/2011	15	0.37	0.25	5.89	843	33.9	0.06	0.04	1.00	1.00	1.00	1.00	180
9	05/10/2011	5	0.00	0.00	0.98	0	11.3	0.06	0.04	1.00	1.00	1.00	1.00	180
10	05/15/2011													

Total Erosion (t/ac): 1.410

جدول 6- خروجی فرسایش اراضی تاغزار

Wind Erosion Calculation Management Period Method Report

Program Execution Date: 02/19/12
 Program Execution Time: 12:21:29
 Client Name : GARM66
 Mangement File: GARM66.MAN
 weather File : GARM1.w1
 Output File : GARM66.OUT

period	start date	n_days	E (t/ac)	CSL (t/ac)	Qmax (lbs/ft)(ft)	S	WF	K'	K''	V	SLRC	SLRF	SLRS	WD
1	12/03/2011	15	0.30	0.23	5.36	861	9.3	0.33	0.25	0.55	1.00	0.55	1.00	180
2	12/18/2011	15	0.31	0.23	5.49	856	9.3	0.34	0.26	0.55	1.00	0.55	1.00	180
3	01/02/2012	15	0.00	0.00	0.37	0	2.4	0.27	0.34	0.55	1.00	0.55	1.00	270
4	01/17/2012	15	0.00	0.00	0.38	0	2.4	0.27	0.34	0.55	1.00	0.55	1.00	270
5	02/01/2012	15	0.00	0.00	0.06	0	0.9	0.29	0.33	0.55	1.00	0.55	1.00	247
6	02/16/2012	15	0.00	0.00	0.07	0	0.9	0.30	0.34	0.55	1.00	0.55	1.00	247
7	03/02/2012	15	0.00	0.00	0.04	0	0.8	0.30	0.34	0.55	1.00	0.55	1.00	292
8	03/17/2012	8	0.00	0.00	0.01	0	0.4	0.30	0.34	0.55	1.00	0.55	1.00	292
9	03/25/2012													

Total Erosion (t/ac): 0.619

فرسایش در اراضی تاغزار 1/54 تن در هکتار در سال می باشد.

در این مناطق جهت تاغکاری (جنگل کاری در مناطق خشک) اراضی تقریباً به تثبیت رسیده است، مقدار

جدول 7- خروجی مدل اراضی کشاورزی گندم

Wind Erosion Calculation Management Period Method Report

Program Execution Date: 08/30/12
 Program Execution Time: 17:00:31
 Client Name : garm1
 Mangement File: garm77.man
 Weather File : garm1.w1
 Output File : garmsar77.out

period	start date	n_days	E (t/ac)	CSL (t/ac)	Qmax (lbs/ft)(ft)	S	WF	K'	K''	V	SLRC	SLRF	SLRS	WD
1	03/16/2012	15	0.00	0.00	0.36	0	32.0	0.67	0.67	0.96	1.00	0.96	1.00	92
2	03/31/2012	15	0.00	0.00	0.06	0	9.5	0.68	0.68	0.96	1.00	0.96	1.00	93
3	04/15/2012	15	0.00	0.00	0.06	0	9.5	0.68	0.68	0.96	1.00	0.96	1.00	93
4	04/30/2012	15	0.00	0.00	0.17	0	7.5	0.68	0.68	0.96	1.00	0.96	1.00	89
5	05/15/2012	15	0.00	0.00	0.18	0	7.5	0.68	0.68	0.96	1.00	0.96	1.00	89
6	05/30/2012	2	0.00	0.00	0.01	0	1.0	0.68	0.68	0.96	1.00	0.96	1.00	89
7	06/01/2012													
Total Erosion (t/ac):			0.000											

مقدار فرسایش در اراضی کشاورزی (گندم) صفر بوده
 که دلیل آن می تواند یک پوشش گیاهی بسیار زیاد
 زمین، دوم رطوبت بالا خاک این اراضی که باعث
 چسبندگی خاکدانه‌ها به یکدیگر می شود را نام برد.

جدول 8- خروجی اراضی کشاورزی رها شده

Wind Erosion Calculation Management Period Method Report

Program Execution Date: 02/19/12
 Program Execution Time: 11:37:38
 Client Name : GARM88
 Mangement File: GARM88.MAN
 Weather File : GARM1.W1
 Output File : GARM88.OUT

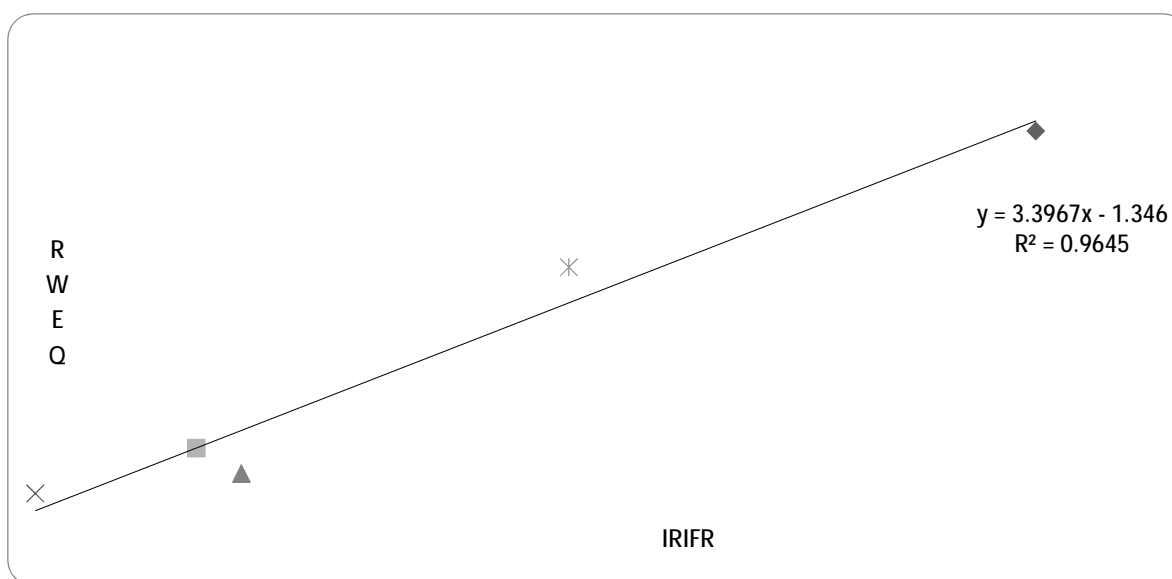
period	start date	n_days	E (t/ac)	CSL (t/ac)	Qmax (lbs/ft)(ft)	S	WF	K'	K''	V	SLRC	SLRF	SLRS	WD
1	10/30/2011	15	0.00	0.08	1.79	1070	41.1	0.33	0.33	0.56	1.00	0.56	1.00	337
2	11/14/2011	15	0.00	0.08	1.79	1070	41.1	0.33	0.33	0.56	1.00	0.56	1.00	337
3	11/29/2011	15	0.18	0.14	3.16	942	50.2	0.33	0.33	0.56	1.00	0.56	1.00	337
4	12/14/2011	15	0.18	0.14	3.16	942	50.2	0.33	0.33	0.56	1.00	0.56	1.00	337
5	12/29/2011	15	0.00	0.00	0.79	0	22.7	0.33	0.33	0.56	1.00	0.56	1.00	338
6	01/13/2012	15	0.00	0.00	0.79	0	22.7	0.33	0.33	0.56	1.00	0.56	1.00	338
7	01/28/2012	15	0.15	0.11	2.33	1009	44.8	0.33	0.33	0.56	1.00	0.56	1.00	338
8	02/12/2012	15	0.15	0.11	2.33	1009	44.8	0.33	0.33	0.56	1.00	0.56	1.00	338
9	02/27/2012	7	0.91	0.63	13.80	671	139.3	0.33	0.33	0.56	1.00	0.56	1.00	338
10	03/06/2012	8	1.12	0.78	17.05	638	159.2	0.33	0.33	0.56	1.00	0.56	1.00	338
11	03/14/2012	15	2.87	2.01	44.06	504	298.4	0.34	0.34	0.56	1.00	0.56	1.00	338
12	03/29/2012	15	0.73	0.36	7.89	765	126.2	0.34	0.34	0.56	1.00	0.56	1.00	338
13	04/13/2012	15	0.73	0.36	7.92	764	126.2	0.34	0.34	0.56	1.00	0.56	1.00	338
14	04/28/2012	9	0.00	0.00	0.68	0	29.2	0.34	0.34	0.56	1.00	0.56	1.00	158
15	05/07/2012													
Total Erosion (t/ac):			7.019											

مقدار فرسایش در این اراضی 17/52 تن در هکتار در سال می باشد.

مدل *RWEQ* شکل تغییر یافته مدل *WEQ* است که بر پایه ترکیبی از روابط تجربی و فرایند محور حاصل شده است. در واقع پایه آن بر اساس نیروی محرک باد است ولی مقدار فرسایش بر اساس مقدار خاک موجود برای کنش و حمل برآورد خواهد شد. در این مدل بسیاری از ویژگی های خاک (مانند زبری، بقایای گیاهی، فرسایش پذیری) به طور کمی مورد استفاده قرار می گیرد. همچنین مسئله طول زمین تحت تاثیر باد در این مدل بسیار مهم است. ولی در مدل اریفر این مسئله مورد توجه قرار نگرفته است. همین مسئله موجب شده است تا مقادیر واقعی تری را ارائه دهد (Fryrear, et al., 1998b). مدل *RWEQ* مقدار جابجایی و حمل توده خاک را تخمین می زند و سپس آن را بر طول زمین تقسیم می کند تا میانگین فرسایش خاک در کل زمین به دست آید. باد ممکن است مواد سطحی را دسته بندی کرده، مواد ریزتر را بلند کند و اجزای بزرگتر را باقی گذارد، اما کل مقدار حمل نمی تواند بدون محدودیت افزایش یابد. هرچه طول زمین بزرگتر از طول بحرانی زمین شود و توده حمل شده افزایش یابد، میانگین خاک از دست رفته برای کل زمین پشت به باد کاهش می یابد (Fryrear et al., 2000; Greely and Iversen, 1985).

مقایسه خروجی دو مدل *RWEQ* و *IRIFR.E.A*

مقایسه نتایج دو مدل در رخساره های مختلف نشان دهنده برآوردهای نزدیک و وجود رابطه معنی دار بین آنها است (شکل 5). به طوری که مقدار همبستگی نتایج دو مدل برابر 95 درصد است. متاسفانه به دلیل نبود داده های میدانی اندازه گیری مقدار فرسایش بادی در منطقه و ایران نمی توان در مورد صحت و دقت قطعی مدل ها اظهار نظر کرد. آنچه مسلم است مقدار برآوردها توسط مدل *RWEQ* بیشتر از مدل اریفر بود. یکی از دلایل این امر مربوط به اجرای مدل می باشد. پارامترهای مربوط به ویژگی ها سطح زمین و مدیریت آن را عامل موثری بر نحوی اجرای مدل است. در واقع برای اجرای مدل های فرایند محور به ویژه *RWEQ* یا باید بر اساس رهیافت دوره فرسایش بادی عمل کرد یا بر اساس دوره کاربری و وضعیت غالب پوشش گیاهی طی یک دوره یکساله عمل کرد. بنابراین چون وضعیت سطح خاک در یک زمین مشخص دارای تغییرات زمانی سالانه می باشد، بنابراین بسیار مهم است که کدام رهیافت به کار گرفته شود. در این منطقه به دلیل شرایط محدودیت دسترسی به داده های مدیریت زمین سعی شد تا حادثترین شرایط از نظر شدت فرسایش بادی لحاظ شود و همین مسئله موجب برآورد زیاد در مدل *RWEQ* شده است.



شکل 5- همبستگی مدل های *RWEQ* و *IRIFR*

n بحث و نتیجه گیری

است و در این اراضی اطلاعات و فرایندها شناخته شده تر هستند. ولی در اراضی طبیعی به دلیل متغییر بودن طول زمین از یکسو و همچنین ناهمگنی در وضعیت پوشش سطح زمین و فرسایش پذیری موجب برآوردهای متفاوت شده است.

مقایسه نتایج در رخساره های مختلف مشاهده می شود که مدل در اراضی تاغ زار و کشاورزی اعداد بسیار کم و نزدیک به مدل اریفر ارائه داده است (جدول 4). این امر میتواند به دلیل این باشد که مدل مذکور بر پایه پژوهش های انجام شده در اراضی کشاورزی تهیه شده

جدول 9- مقایسه فرسایش حاصل از دو مدل *IRIFR.E.A* و *RWEQ*

نام رخساره	مقدار متوسط فرسایش محاسبه شده توسط مدل <i>RWEQ</i> (تن در هکتار در سال)	رسوب دهی ویژه ناشی از فرسایش بادی با روش <i>IRIFR.E.A</i> (تن در هکتار در سال)
اراضی شوره زار و پف کرده	28/06	8/89
اراضی فرسایش یافته مارنی	3/52	1/43
اراضی تاغزار	1/54	1/83
اراضی کشاورزی (گندم)	0/0	0/0
اراضی کشاورزی (بایر)	17/52	4/74

روند کلی فرسایش های اندازه گیری شده در رخساره های مورد مطالعه یکسان است و در رخساره اراضی شوره زار بیشترین و اراضی کشاورزی (گندم) کمترین مقدار فرسایش برآورد شده است، از طرفی باید اشاره کرد که با توجه با اینکه در اراضی شوره زار و پف کرده، به رغم نقش اصلاح کنندگی گچ در ساختمان و پایداری خاک در صورتی که تجمع نمک در خاک های مناطق خشک زیادتیر از حد گردد بر اثر جذب رطوبت و تورم بیش از حد بلورهای گچ موجب پراکندگی ذرات رس و ناپایداری ساختمان خاک می شود که آن را به بادبرگی حساس تر می کند (احمدی، 2008). مدل *RWEQ* ترکیبی از مدل سازی تجربی و فرایندی است و اولین مدل فرسایش بادی است که بطور گسترده تحت شرایط میدانی داخل و خارج از دشت بزرگ ایالت متحده آمریکا آزمایش شد. از طرفی با توجه به تلاش های مستمری که در ارائه مدل های فرسایش بادی در اراضی کشاورزی در چند دهه اخیر صورت گرفته است مدل *RWEQ* به عنوان مدلی تجربی مبتنی بر فرآیند است که مقدار خاک فرسایش یافته و منتقل شده به وسیله باد در ارتفاع 2 متری از سطح را بر

همبستگی مدل *RWEQ* و *IRIFR* در کاربری های مختلف زیاد است (شکل 5). با توجه به موارد و جداول نتایج هر دو مدل مقدار فرسایش در هر رخساره با توجه به زبری خاک، پوشش گیاهی و جهت باد غالب متفاوت است. بررسی های انجام شده در رخساره های مختلف با مدل *IRIFR.E.A* نشان داد که به غیر از رخساره های تاغزار عدم وجود پوشش گیاهی بیشترین عامل تاثیر گذار فرسایش در سایر رخساره ها می باشد. سرعت باد و رطوبت خاک نیز جزء عوامل تاثیرگذار قلمداد می شود. هر چند ذکر این نکته لازم است که مدل *IRIFR.E.A* کارایی بیشتری در اراضی دشتی و کم شیب دارد و در اراضی کوهستانی از سهولت کاربری آن کاسته می شود. در رخساره های شوره زار و اراضی پف کرده و رخساره اراضی کشاورزی هیچ یک از عوامل نه گانه *IRIFR.E.A* دارای امتیاز منفی نیست لذا کلیه عواملها موجب افزایش مجموع امتیازهای فرسایش بادی شد است. در رخساره های شوره زار و اراضی پف کرده و اراضی کشاورزی وضعیت باد بیشترین عامل تاثیرگذار در فرسایش بادی است. با بررسی خروجی های دو مدل مشاهده می شود که

می باشد، با توجه به شدت بیشتر باد در دوره دوم در نظر گرفتن شرایط این دوره برای کل طول سال موجب بیش برآورد شده است. همچنین از نظر خاکشناسی خاک های این اراضی به دلیل شرایط اقلیمی فاقد تکامل پروفیلی یا دارای تکامل پروفیل ضعیف هستند. بر پایه شاخص فرسایش پذیری چپیل بافت خاک با ذرات بیشتر از 0/84 میلیمتر در برابر فرسایش بادی مقاوم هستند، این در حالیست که مقدار این خاکدانه ها در منطقه مطالعاتی کمتر از 45 درصد بود و عدم وجود پوشش گیاهی پایا و ماندگار در عرصه به ویژه در فصول منطبق با وزش بادهای فرساینده و هم چنین نبود بیوماس محافظ در سطح خاک منجر به حساسیت بیشتر منطقه در برابر فرسایش بادی گردیده است. این عامل در کنار یکدیگر موجب نتایج زیاد فرسایش بادی در منطقه شده است. از سوی دیگر نتایج نشان دهنده این است که مدل *RWEQ* می تواند نقش مدیریت اراضی را در کاهش فرسایش بادی به طور کمی به تصویر بکشد. به طوری که با رها کردن اراضی یا با اجرای تاغ کاری نقش هر کدام در کاهش فرسایش به خوبی توسط مدل نمایان شده است (جدول 9). نظر به اینکه دانستن اطلاعات دقیق تر می تواند در اجرای پروژه های حفاظت خاک به طور کارآ نقش آفرین باشد بنابراین به منظور بررسی پیش از اجرای و همچنین یافتن مقدار پوشش گیاهی لازم برای تقلیل فرسایش خاک میتوان بر پایه مدل های فرایند محور همچون *RWEQ* اقدام کرد. به بیان دیگر براساس جداول مدل اریفر برای سنجش اثر افزایش پوشش گیاهی باید حداقل افزایش 10 درصدی را ایجاد کنیم و این در مناطق خشک به سختی امکان پذیر است در حالیکه افزایش 3 تا 5 درصدی به راحتی توسط مدل *RWEQ* قابل پیش بینی است. همچنین با توجه به سطح داده های موجود در ایران در مقایسه با سایر مدل های فیزیکی پایه و فرایند محور (همانند *WEPS*) مدل مذکور می تواند کاربر دوست تر و قابل اجرا باشد. بنابراین لزوم انجام پژوهش های بیشتر بر روی این مدل به منظور تکمیل بانک اطلاعات و منطبق کردن با شرایط ایران پیشنهاد می شود.

اساس رخداد منفرد فرسایش بای برآورد می کند. نتایج پژوهش های *Buschiazzo and Zobeck* (2008) نشان داد که *RWEQ* می تواند به عنوان یک مدل پیش بینی فرسایش بادی قابل اطمینان برای دراز مدت در دشت نیمه خشک آرژانتین استفاده شود. بررسی های انجام شده از مدل مذکور در کشور سوریه حاکی از آن است که مدل مذکور پیش از اجرای فراگیر نیاز به کالیبره کردن بسیرا زیاد به ویژه در زمینه ویژگی های خاک و فرسایش پذیری دارد (Youssef et al., 2012). این محققان نیز اعلام داشته اند که به دلیل ماهیت مبداء مدل *RWEQ* که بر اساس شرایط کشاورزی در کشور امریکا ابداع شده است برای سایر مناطق چندان قابل اعتماد نمی باشد. مقادیر عددی فرسایش خاک در مدل *RWEQ* در بعضی رخساره ها از مدل *IRIFR* کمتر و در بعضی از رخساره ها بیشتر می باشد و این امر به علت تفاوت های موجود در نوع فرایند و روابط هر دو مدل می باشد. هر کدام طیف خاصی از شاخص ها و متغیرها را در نظر می گیرند. آنچه مسلم است تا زمانیکه اندازه گیری های میدانی و ایستگاه سنجش فرسایش بادی موجود نباشد تفاوت در مورد هر کدام از روش ها و مدل ها چندان منطقی نمی باشد. با بررسی خروجی های مدل *RWEQ* و مدل *IRIFR* مشاهده می شود روند کلی فرسایش های اندازه گیری شده در رخساره های مورد بررسی یکسان است و تفاوت در مقدار حداکثر ظرفیت انتقال مواد در طول سال می باشد. همانگونه که در قسمت نتایج مقایسه دو مدل ذکر شد در این منطقه به دلیل شرایط محدودیت دسترسی به داده های مدیریت زمین ناگزیر رهیافتی انتخاب شد تا حادث ترین شرایط از نظر شدت فرسایش بادی لحاظ شود و همین مسئله موجب برآورد زیاد در مدل *RWEQ* شده است. به نظر می رسد رهیافت انتخاب دوره فرسایشی و در نظر گرفتن سایر شرایط طبق این زمان می تواند موجب بیش برآورد شود. در واقع با توجه به آنالیزهای انجام شده حاکی از وزش بادهای غالب و فرساینده از شمال غرب و غرب در ماه های آذر تا فروردین و بادهای شرقی و جنوب شرقی در ماه های خرداد و تیر

منابع n

1. Ahmadi, H. 2008. *Applying desert geomorphology – wind erosion*. Tehran Univ. Press, 636p. (In Persian).
2. Buschiazzo, D., Zobeck, T.D. 2008. Validation of WEQ, RWEQ and WEPS wind erosion for different arable land management systems in the Argentinean Pampas. *Earth Surface Processes and Landforms*. 33, 1839-1850.
3. Ekhtesasi, M. 1996. *Source of sand dunes*. Research Institute of Forests and Rangelands Publication.
4. Ekhtesasi, M., Ahmadi, H. 1997. *Classification and intensity of desertification in Iran*. 2nd Iranian National Desertification Conference, Kerman.
5. FAO-UNDP, UNESCO.WMO. 1997. *Map of Desertification and land Use (MEDALUSE)*, MEDALUSE office, London.
6. Fryrear, D.W., Saleh, A., Bilbro, J.D., Schomberg, H.M., Stout, J.E., Zobeck, T.M., 1998b. Revised Wind Erosion Equation (RWEQ), Wind Erosion and Water Conservation Research Unit, USDAARS- SPA Cropping Systems Research Laboratory. *Technical Bulletin No 1*.
7. Fryrear, D.W., Sutherland, P.L. 1999. Wind Erosion Estimates with EWEQ and WEQ. 24-29.
8. Fryrear, D.W., Bilbro, J.D., saleh, A., schomberg, H.M., Stoutand, J.E., Zobeck. T.M. 2000. RWEQ: Improved wind Erosion Technology. *Journal of Soil and Water Conservation*. 55, 183-189.
9. Greely, R. and J.D.Iversen.1985. *Wind as a geological processon Ea mars, venus and Titan* Cambridge university press, Cambridge.
10. Khadem- o- Rasol, A., Amerikhah, H., Moezi, A. 2007. *The estimated wind erosion by RWEQ model and compare it with the IRIFR model in Omidiye*. 2nd congress of Iranian soil science, Karaj, Iran.
11. Youssef, F., Visser, S., Karssenber, D., Bruggeman, A., Erpull, G. 2012. Calibration of RWEQ in a patchy landscape; a first step towards a regional scale wind erosion model. *Aeolian Research*, 3, 467-476.

Comparing the Results of RWEQ and IRIFR Models for Determining of Land Management Effects on Wind Erosion

A.Nazari Samani^{1*}, A.H. Ehsani², A.Gilvari³, M.Abdolshahnejad³

1. Associate Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

2. Associate Professor, Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran

3. PhD. student, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

* Corresponding Author, Email: aknazari@ut.ac.ir

Received date: 20/10/2014

Accepted date: 12/03/2016

Abstract

If the wind speed got faster than soil erosion threshold and soil surface with plants, residuals and surface roughness are protected, then the process will lead to wind erosion. The necessity of estimation of erosion in soil protection planning is important issue and there are different methods for estimation of erosion which have presented in current study. The rate of erosion and sedimentation of different work units (salty pan land, puffy land, arable and reforested saxual and eroded marls) were analyzed via IRIFR and RWEQ. Comparing of the results of two models showed that the general trend of erosion on studied faces was nearly the same (i.e. it was maximum in salty pan land faces while minimum in wheat farm lands) but numeral values of wind erosion in RWED model in some faces were less than the results of IRIFR and in others were higher. This different is mainly due to the technological variation in wind erosion calculation by the models. Based on RWEQ model, the average range of wind erosion in whole area was 15.7ton/ha/Y (class II-III). Assessments of different landscapes via IRIFR model showed that except saxual faces, lack of vegetation was the most effective reason on wind erosion of the landscapes. Also, the results showed that in case of shortage of data, especially for wind data in Iran, using of RWED model in order to assess the quantity of wind erosion and annual and monthly monitoring will be suitable.

Keywords: RWEQ model, Land management, Wind erosion, IRIFR.