ارزیابی کرتی مدل فرسایش خاک مورگان، مورگان و فینی

ابوالقاسم دادرسی[1]، مربی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی
شاهرخ حکیم‌خانی، استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه
عبدالصالح رنگ‌آور، استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

دریافت مقاله: ۱۳۸۸/۰۲/۲۸ **پذیرش مقاله:** ۱۳۸۸/۰۷/۰۱

چکیده

مدل‌های تجربی فراوانی برای برآورد فرسایش خاک وجود دارد که همه آن‌ها برپایه مشاهدات، استدلال و منطق ارائه‌دهندگان مدل‌ها و برای مناطق خاصی معادله شده‌اند. به‌منظور استفاده از این مدل‌ها در مناطقی غیر از مناطق ارائه، باید کارآیی آن‌ها مورد بررسی قرار گیرد. در تحقیق حاضر، مدل فرسایشی مورگان، مورگان و فینی از میان مدل‌های موجود، به‌دلیل مورد توجه قرار دادن مفاهیم جدید فرسایش خاک، استفاده از نتایج مطالعات ژئومورفولوژی و مهندسی کشاورزی، سود جستن از شمای ساده شده مدل مایر و ویشمایر، و همچنین ناچیز بودن تعداد پژوهش‌های انجام گرفته بر روی آن در ایران، انتخاب و کارآیی آن با استفاده از کرت‌های فرسایش خاک عرصه تحقیقاتیِ سنگانهٔ شهرستان مشهد مورد بررسی قرار گرفت. ابتدا با انجام یک بررسی صحرایی، کرت‌هایی که در آن‌ها فرسایش شیاری مشاهده شد از گردونه بررسی حذف، و داده‌های مورد نیاز برای ۷۸ کرت باقی‌مانده، جمع‌آوری شد. داده‌های بارش، شیب، پوشش گیاهی و خاک‌شناسی از داده‌های موجود، اطلاعات مربوط به عمق توسعه ریشه با انجام مطالعات صحرایی، ظرفیت زراعی و وزن مخصوص ظاهری خاک در هر کرت به‌روش آزمایشگاهی و سایر پارامترهای مدل، به‌کمک اطلاعات کسب شده، جداول مربوطه گردآوری شد. مدل برای تمام ۷۸ کرت منتخب اجرا و مقدار تلفات خاک هر کرت برآورد شد. علاوه بر این، مقدار تلفات خاک در هر کرت با توجه به حجم روان‌آب و رسوب مشاهده‌ای در هر کرت طی سالیان گذشته، اندازه‌گیری شد. نتایج حاصله برای هر کرت مورد مقایسه و تجزیه و تحلیل قرار گرفت و نسبت مقدار متوسط تلفات خاک برآوردی مدل، به مقادیر متوسط رسوب مشاهده‌ای در هر کرت، به‌دست آمد. بر اساس توصیه مورگان، اگر فقط نسبت یاد شده در دامنهٔ ۰/۵ تا دو قرار داشت، کارآیی مدل برای آن کرت تایید می‌شد. نتایج نشان داد که هم‌خوانی چندان خوبی بین خروجی مدل و مقادیر مشاهده‌ای فرسایش خاک در هر کرت وجود ندارد، به‌گونه‌ای که تنها در ۲۸/۲۱ درصد از کرت‌های منتخب، مدل مورد تائید قرار گرفته، در سایر کرت‌ها، مقادیر برآوردی مدل، بالاتر یا پایین‌تر از مقادیر مشاهده‌ای بودند. بررسی شرایط شیب، پوشش گیاهی و خاک کرت‌ها نشان داد که کارآیی مدل، تنها برای وضعیتی با پوشش گیاهی کم‌تر از ۲۰ درصد، شیب زیادتر از ۴۰ درصد و عمق خاک کم‌تر از ۱۰ سانتی‌متر، مناسب است.

واژه‌های کلیدی: پوشش گیاهی، تلفات خاک، سنگانه، فرسایش شیاری، مدل تجربی،

مقدمه

موقعیت جغرافیایی ایران، آن را به‌لحاظ اقلیمی، جزو مناطق خشک و نیمه خشک دنیا قرار داده است. از جمله مشکلات قابل توجهی که کشور را تهدید می‌کند، می‌توان به از دست رفتن خاک حاصل‌خیز، از بین رفتن اراضی کشاورزی، رسوب‌گذاری در منابع آبی و مخازن سدها، تشدید بیشینه سیل و تغییرات مورفولوژی رودخانه‌ها بر اثر پدیده فرسایش خاک اشاره کرد. به‌منظور برنامه‌ریزی و طراحی عملیات حفاظت خاک و کنترل رسوب، برآورد فرسایش

[1] dadrasisabzevar@yahoo.com

خاک لازم و ضروری است. مدل‌های تجربی متعددی برای بررسی و برآورد فرسایش خاک در دنیا ارائه شده که تماماً بر پایه مشاهدات، فلسفه و منطق ارائه‌دهندگان آن آبخیز و برای شرایط محل تحقیق، شکل گرفته‌اند. استفاده از این مدل‌ها بدون توجه به کارآیی آنان در شرایط حوزه‌های آبخیز ایران ممکن است نتایج قابل اطمینانی را به‌همراه نداشته، چه بسا نتایج حاصله، تطبیقی با واقعیت نداشته باشد. به‌منظور جلوگیری از هدررفت نیروی کار، هزینه و زمان، لازم است تا قبل از استفاده از مدل‌های فرسایش خاک، کارآیی آن‌ها بررسی شود.

در این بررسی، کارآیی مدل فرسایش خاک مورگان، مورگان و فینی (۱۹۸۲)، در برآورد فرسایش خاک کرت‌های فرسایش خاک عرصه تحقیقاتی سنگانه مشهد مورد ارزیابی قرار گرفته است. این مدل به‌وسیله ارائه‌دهندگان آن با استفاده از اطلاعات کرت‌های فرسایشی برای ۷۶ سایت در ۱۲ کشور واسنجی شده و کارآیی آن در ۴۷ سایت مورد تحقیق، تائید شده است (Morgan، ۲۰۰۱). محققان متعددی کارآیی این مدل را در دامنه وسیعی از شرایط محیطی جهان، نظیر اندونزی (Besler، ۱۹۸۷)، نپال (Shrestha، ۱۹۹۷)، تایلند (Iamporant و همکاران، ۲۰۰۰) و نیز مناطق کوهستانی سنگی اروپا و شمال امریکا (Morgan، ۱۹۸۵) تایید کرده‌اند.

مدل مورگان، مورگان و فینی (۱۹۸۲) که اصطلاحاً MMF نامیده می‌شود، دارای سابقه کاربرد زیادی در ایران نیست و عمده تحقیقات انجام گرفته در خصوص مدل‌های فرسایش، در قالب پایان‌نامه‌های کارشناسی ارشد انجام گرفته است. Rahnama (۱۹۹۴) در شرق زنجان‌رود، مدل را در تمام حوضه مورد تائید قرار داده، کاربرد در شرایط مشابه را توصیه کرده است. همچنین اقلیم حوضه مورد پژوهش، نیمه خشک و کاربری آن اراضی، کشاورزی دیم، مرتع و بخشی از آن کشاورزی آبی ذکر شده است. Dadrasi (۱۹۹۷) در غرب زنجان‌رود کاربرد مدل را برای اراضی بدخیم توصیه کرده، استفاده از آن‌را در شرایط با پوشش گیاهی بالا و نفوذپذیری زیاد، رد کرده است. این منطقه با دارا بودن ضریب دومارتن ۱۳/۲۵، جزو اقلیم نیمه خشک محسوب می‌شود. بخش اعظم منطقه مورد پژوهش مرتع و اراضی فلات آن، کشاورزی است.

در تحقیقی Van Liesout (۱۹۹۷) در حوزه آبخیزی واقع در شرق زنجان‌رود با اقلیم نیمه خشک و کاربری مرتع و کشاورزی، به‌جز برای یک ناحیه در وسط حوضه مورد بررسی، برای سایر نقاط حوضه، کاربرد مدل را منطبق با مقدار فرسایش واقعی در صحرا دانسته است. ارزیابی مدل به‌وسیله حسین‌علی‌زاده (۱۳۸۴) در حوزهٔ آبخیز مهر شهرستان سبزوار، که از اقلیم خشک و پوشش مرتعی ضعیفی برخوردار است، نشان می‌دهد که مدل، برای مناطق با شیب کم و نفوذپذیری متوسط تا زیاد، مقدار فرسایش را صفر برآورد نموده است. این بررسی نشان داده که مقادیر برآوردی در مناطق پرشیب، منطبق بر واقعیت بوده است.

دادرسی (۱۳۸۰)، حجم روان‌آب واقعی در چند واحد کاری از حوزه آبخیز فیله‌خاصه زنجان در صحرا را محاسبه و نقشه فرسایش در حوضه با مدل مورگان، مورگان و فینی (۱۹۸۲) را به‌دست آورده است. نتایج با محاسبه نقشه فرسایش حاصل از کاربرد حجم روان‌آب نظری ارائه شده در این مدل مقایسه، و در مناطق با فرسایش تا حدود پنج تن در هکتار در سال، نتایج کاربرد مدل را با نتایج حاصل از کاربرد حجم روان‌آب واقعی منطبق دانسته است. ضمناً برای مقادیر بیش‌تر فرسایش، نزدیکی چندانی مابین نتایج معمولی مدل با نتایج حاصل از کاربرد حجم روان‌آب واقعی در مدل مشاهده نمی‌شود. مدل مورگان، مورگان و فینی، در سال ۲۰۰۱ اصلاح شده، کارآیی آن با درنظر گرفتن جداسازی ذرات خاک به‌وسیله برگ‌آب بهبود یافته و در فرآیند محاسبه انرژی بارندگی، تجدید نظر شده تا نسبت بارندگی حاصل از برگ‌آب را در نظر بگیرد. همچنین جزء جدیدی که جداسازی ذرات خاک را با روان‌آب تخمین می‌زند، به‌علاوه عمق توسعه ریشه، در مدل تجدید نظر شده مورد توجه قرار گرفته است (Morgan، ۲۰۰۱).

نگاهی گذرا به سابقه تحقیق نشان می‌دهد که به‌ویژه در کشور ایران، هنوز پژوهش‌های لازم و کافی بر روی مدل فرسایش خاک MMF انجام نگرفته است. با توجه به‌سادگی کاربرد مدل از یک طرف، و مورد توجه قرار دادن مفاهیم جدید فرسایش خاک و سود جستن از شمای ساده شده مایر و ویشمایر (۱۹۶۹) از سوی دیگر، لازم است تا کارآیی مدل در شرایط آب و هوایی کشور مورد ارزیابی قرار گیرد. مهم‌ترین هدف طرح پژوهشی حاضر، تعیین کارآیی مدل

فرسایش خاک مورگان، مورگان و فینی (۱۹۸۲)، در برآورد فرسایش خاک کرت‌های آزمایشی ایستگاه سنگانه مشهد بوده تا به‌منظور به‌کارگیری مدل در شرایط مشابه توصیه‌های لازم ارائه شود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد تحقیق: عرصه مورد پژوهش در بخشی از مراتع شرقی حوزه آبخیز کپه‌داغ در استان خراسان رضوی واقع شده است؛ این مراتع موسوم به شکرکلات نادری و هم‌جوار روستای سنگانه، واقع در ۱۰۰ کیلومتری شمال شرق شهرستان مشهد، است. حوضه رسوبی کپه‌داغ به‌صورت باریکه طویلی در شمال شرق ایران واقع بوده، بخش وسیعی از ترکمنستان و شمال افغانستان را نیز دربر می‌گیرد. بخش ایرانی حوضه، که به‌طور کلی منطقه کپه‌داغ نام دارد، بین ´۳۰ °۳۵ تا ´۱۵ °۳۸ عرض شمالی و ´۰ °۵۴ تا ´۱۳ °۶۱ طول شرقی قرار دارد. وسعت منطقه کپه‌داغ حدود ۵۵۰۰۰ کیلومتر مربع است.

ایستگاه پژوهشی سنگانه، که طرح کرتی حاضر در آن انجام شده است، بخشی ۳۰ هکتاری از منطقه کپه‌داغ را شامل می‌شود که مرکز آن از موقعیت ´´۵۳ ´۱۳ °۵۴ طول شرقی و ´´۱۷ ´۴۱ °۳۶ عرض شمالی با ارتفاع ۶۷۰ متر بالاتر از سطح دریا برخوردار است. متوسط بارندگی در عرصه مورد پژوهش، براساس آمار باران‌نگارهای نصب شده در محل ایستگاه، ۱۷۲ میلی‌متر و دمای متوسط سالانه ۱۵ درجه سانتی‌گراد است. با توجه به میزان بارندگی و دمای متوسط محاسبه شده، ضریب دومارتن برای منطقه ۱۰/۲ به‌دست آمده که بیان‌گر اقلیم نیمه خشک است. شکل ۱، موقعیت منطقه مورد پژوهش را در استان خراسان رضوی نمایش می‌دهد. سازند سرچشمه با تناوبی از شیل و سنگ‌آهک و سازند سنگانه متشکل از شیل‌های یک‌نواختی، که دارای لایه‌های بسیار نازک و جزیی از لای سنگ است، مهم‌ترین واحدهای سنگی عرصه مورد تحقیق را تشکیل می‌دهند. این سازندها در اواخر کرتاسه تحتانی تشکیل شده و در دوران سوم زمین‌شناسی چین‌خورده‌اند. لس‌ها و آب‌نهشته‌ها، از رسوبات منفصل و سخت‌نشده‌ای هستند که در دوران چهارم زمین‌شناسی تشکیل شده، به‌طور پراکنده در بخش‌هایی از عرصه دیده می‌شوند. ضمناً در بخش فوقانی سازند سرچشمه، یک لایه ماسه‌سنگی نیز در توالی رسوبی وجود دارد. در قاعده سازند سنگانه، یک لایه ماسه‌سنگی به ضخامت حدود یک متر وجود دارد. مطالعات صحرایی نشان می‌دهد که فرسایش، بخش قابل توجهی از شیل‌های واقع بر روی این واحد ماسه‌سنگی را از بین برده، این مسئله منجر به رخنمون سطح وسیعی از این لایه ماسه‌سنگی شده است. به‌لحاظ پوشش گیاهی، تیپ غالب عرصه درمنه - پوا[1] است و درصد پوشش گیاهی در قسمت‌های مختلف عرصه، متفاوت و در بعضی از قسمت‌ها گونه‌های یک‌ساله، تیپ اصلی را تشکیل می‌دهند.

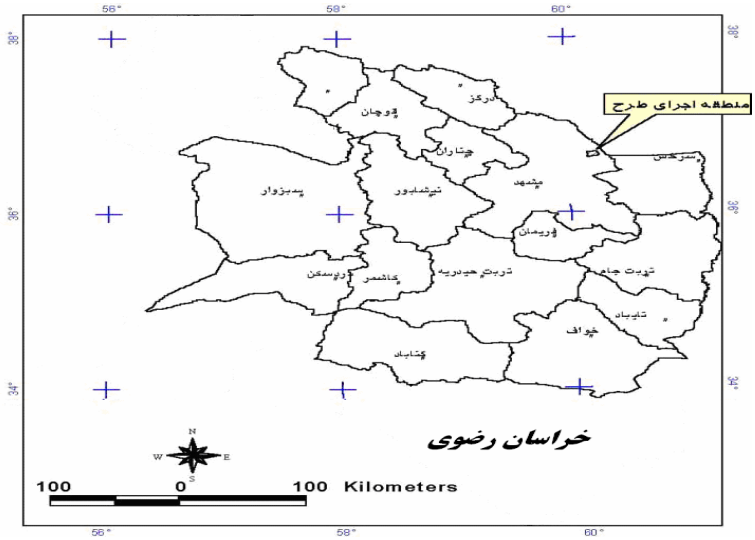
در مطالعه خاک‌ها و ارزیابی اراضی منطقه، دو واحد آبرفتی تراس رودخانه‌ای و تپه‌ها مشخص شد. واحد فیزیوگرافی عرصه اجرای طرح، تپه‌های مدور کم ارتفاع با پوشش خاکی است که از خاک خیلی کم عمق از پنج سانتی‌متر تا خیلی عمیق بیش از ۱۲۰ سانتی‌متر، تکامل یافته است. در بخش‌هایی از منطقه، رخنمون سنگی نیز مشاهده می‌شود.

روش تحقیق

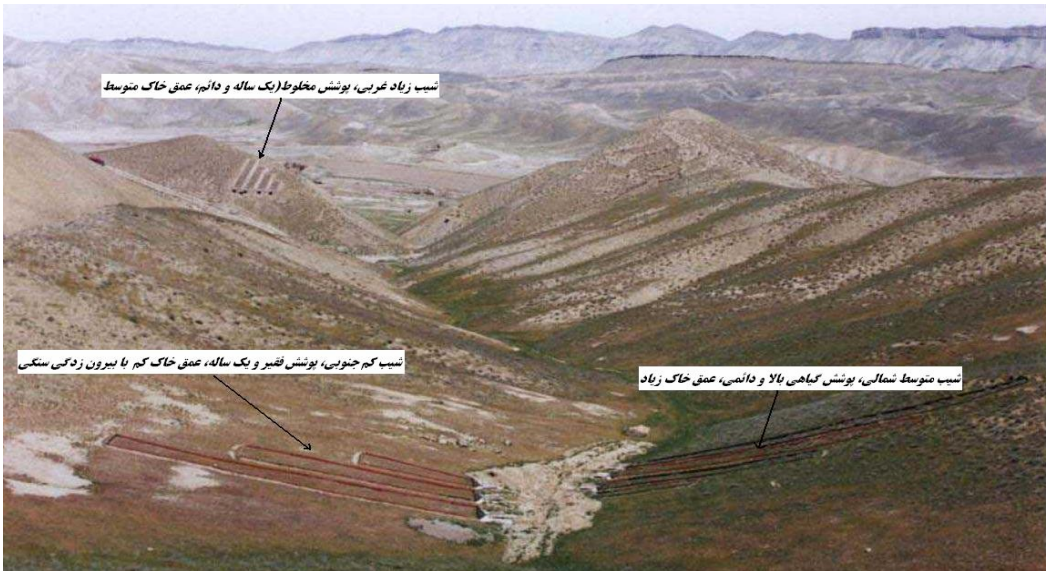
در سال ۱۳۷۳، تعداد ۸۰ کرت در ۲۳ دسته یک تا پنج‌تایی، در عرصه تحقیق احداث شده است. به‌منظور تعیین مناطق هم‌گن و محل مناسب نصب کرت‌ها، نقشه‌های پوشش گیاهی، خاک‌شناسی و شیب تهیه و از انطباق این نقشه‌ها با یک‌دیگر، مکان‌های مناسب برای احداث کرت‌ها مشخص شد. کرت‌ها با ورق فلزی گالوانیزه به ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر احداث شدند و ارتفاع لبه آن‌ها از سطح زمین ۲۰ سانتی‌متر و پنج سانتی‌متر دیگر در خاک فرو رفته بود. در مکان‌هایی که به‌علت عمق کم خاک و بالا بودن سنگ مادر، امکان کوبیدن ورق فلزی وجود نداشت، برای احداث کرت‌ها از آجر و روکش سیمان استفاده شد. عرض کرت‌های احداثی تماما دو متر و به‌منظور بررسی اثرات طول شیب

[1] Artemisia sieberi - Poa bulbosa

در ایجاد فرسایش و تولید رسوب، طول آن‌ها پنج، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ متر در نظر گرفته شد. در انتهای هر کرت، تاسیسات جمع‌آوری روان‌آب و رسوب، نصب شد. این تاسیسات شامل تعدادی مخزن و قیف جمع‌آوری و هدایت روان-آب حاوی رسوب هر کرت به مخزن است. حجم مخازن ۲۲۰ لیتر بود و به‌منظور جلوگیری از سرریز شدن مخازن مربوط به کرت‌های ۲۵ متری، از مخازن زوجی استفاده شد. (رنگ‌آور و همکاران، ۳۸۳). شکل ۲، نمایی دور از عرصه با تعدادی از کرت‌ها را در موقعیت‌های مختلف و شکل ۳، موقعیت کرت‌های فرسایش و رسوب را در عرصه پژوهشی، نشان می‌دهند.



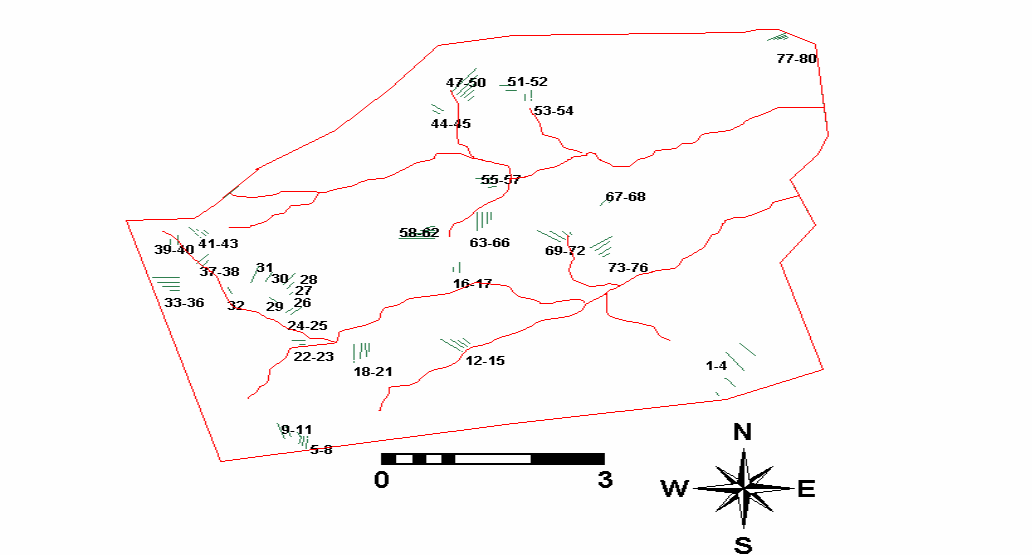
شکل ۱- موقعیت منطقه مورد پژوهش در استان خراسان رضوی



شکل ۲- دسته‌ای از کرت‌های احداثی در شرایط مختلف پوشش گیاهی، شیب و خاک

از آنجا که ممکن بود در کرت‌هایی با طول بیش‌تر از چهار متر، فرسایش شیاری نیز اتفاق افتد و با عنایت به این‌که مدل فرسایش خاک مورگان، مورگان و فینی (۱۹۸۲)، تنها فرسایش ورقه‌ای را مورد ارزیابی قرار می‌دهد، با انجام یک بازدید صحرایی، تمام کرت‌های آزمایشی عرصه مورد بررسی قرار گرفت تا کرت‌هایی که در آن‌ها فرسایش شیاری اتفاق افتاده بود، مشخص شوند. در این بررسی دو کرت ۱۶ و ۱۷ دارای فرسایش شیاری بودند که از گردونه محاسبات خارج و ۷۸ کرت باقی‌مانده در ۲۲ ناحیه مختلف و متنوع به‌لحاظ شیب، خاک و پوشش گیاهی، برای شرکت در ارزیابی

برگزیده شدند. کلیه داده‌های مربوط به روان‌آب، رسوب و بارندگی، طی پنج سال (۱۳۷۵ تا ۱۳۷۹) جمع‌آوری شد و مورد استفاده قرار گرفتند.



شکل ۳- موقعیت کرت‌های آزمایشی روان‌آب و رسوب در عرصه مورد بررسی

معرفی مدل: یکی از مهم‌ترین مدل‌های فرسایش که علی‌رغم سادگی، مفاهیم جدید فرسایش خاک را مورد توجه قرار داده است، مدل مورگان، مورگان و فینی (۱۹۸۲) است؛ این مدل برای برآورد متوسط سالانه تلفات خاک در عرصه‌هایی به‌بزرگی مزرعه و بر روی دامنه‌ها به‌کار می‌رود. مدل مذکور، فرآیند فرسایش خاک را به دو قسمت آب و رسوب تقسیم می‌کند که کاملا به صورت مجزا از یک‌دیگر اجرا می‌شوند.

در مدل مورگان، مورگان و فینی، شش معادله استفاده می‌شود و برای هر کدام چندین پارامتر به‌عنوان ورودی تعریف شده است. متوسط تلفات خاک در سطح مورد نظر، از مقایسهٔ دو مقدار محاسبه شده برای ظرفیت حمل رسوب جریان سطحی و جدایش ذرات خاک بر اثر برخورد قطرات باران، و انتخاب کوچک‌ترین آن‌ها، به‌دست می‌آید. در مدل مورد بحث، قسمت رسوب به دو فرآیند ساده‌سازی می‌شود: جدا شدن ذرات خاک از توده خاک به‌وسیله ضربه قطرات باران، و حمل ذرات جدا شده به‌وسیله روان‌آب. مدل مورگان، مورگان و فینی، از توانایی بارش برای انتقال ذرات خاک به پایین شیب و نیز از توانایی روان‌آب برای جداسازی ذرات خاک، صرف‌نظر کرده است.

الف) قسمت آب: چهار رابطه از شش رابطه مدل مربوط به این قسمت است. انرژی جنبشی باران (E) بر حسب $(jm^{-2}hr^{-1})$ از رابطه (۱) و میزان روان‌آب (Q) به میلی‌متر از رابطه (۲) تعیین می‌شود. برای تعیین مقدار RC در رابطه (۲)، لازم است ظرفیت رطوبتی خاک در شرایط متراکم پوشش گیاهی (H) را از رابطه (۴) محاسبه و در ریشه دوم، نسبت تبخیر تعرق واقعی به قابلیت ضرب کرد (رابطه ۳). از تقسیم مجموع بارندگی سالانه (R) به تعداد روزهای بارانی، متوسط بارندگی در روزهای بارانی (Ro)، بر حسب میلی‌متر، قابل محاسبه است. در این روابط، I_{30} متوسط شدت بارندگی ۳۰ دقیقه‌ای سالانه بر حسب $(mmhr^{-1})$است، که از استخراج اطلاعات داده‌های باران‌نگار نصب شده در منطقه تحقیق، مطابق جدول ۱، محاسبه شد. همچنین Ms رطوبت خاک در حالت ظرفیت مزرعه به %w/w، Bd، وزن مخصوص خاک سطحی به $(grcm^{-3})$ و Rd عمق نفوذ سطحی ریشه به متر هستند.

$$E = R(11.89 + 8.74\log I_{30}) \quad (۱)$$

$$Q = R * e^{(Rc/Ro)} \quad (۲)$$

$$Rc = H(Ea/Ep)^{0.5} \quad (۳)$$

$$H = 1000 * Ms * Bd * Rd \quad (۴)$$

ب) قسمت رسوب: در قسمت رسوب، مقدار باید فرسایش پاشمانی (F) و ظرفیت حمل رسوب به‌وسیله جریان (G)، تعیین شود که مقدار G و F برحسب (kgm^{-2})، از روابط ۵ و ۶ قابل محاسبه است. در این روابط، K ضریب قابلیت جداشدگی ذرات خاک بر حسب (grj^{-1})، INT در صد برگ‌آب گیاه و S شیب در هر واحد کاری است. در روابط فوق a=0.05، b=1 و d=2 منظور و عامل پوشش گیاهی (C) از روش Wischmeier و Smith (۱۹۷۸) تعیین می‌شود. مقادیر E و Q نیز قبلا از طریق روابط (۱) و (۲) تعیین شده‌اند.

پارامترهای ورودی و برآورد تلفات خاک در هر کرت به‌وسیله مدل: شدت بارندگی، مقدار بارندگی و تعداد روزهای بارانی با استفاده از داده‌های هواشناسی، طی سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۷۹، عمق خاک سطحی و رطوبت زراعی خاک با حفر ۲۲ پروفیل به‌دست آمدند. وزن مخصوص ظاهری خاک که برای محاسبه ظرفیت رطوبتی خاک در محاسبات قسمت آب مدل مورد نیاز بود، در هر کرت از عملیات صحرایی محاسبه شد. برای این منظور، با استفاده از

$$F = K * [E * e^{(-a*INT)}]^b * 10^{-3} \quad (۵)$$

$$G = C * Q^d * Sin(S) * 10^{-3} \quad (۶)$$

یک استوانهٔ فلزی به‌ابعاد ۷۱/۰۲ میلی‌متر قطر داخلیِ دهانه و ۵۰/۱۷ میلی‌متر ارتفاع استفاده و نمونه‌های برداشت شده به‌مدت ۲۴ ساعت در آون ۱۰۵ درجهٔ سانتی‌گراد خشک شد و نهایتاً از تقسیم وزن نمونهٔ خاک خشک شده به حجم نمونه، بر حسب $(grcm^{-3})$ به‌دست آمد. عامل مدیریت زراعی به‌روش ویشمایر و اسمیت (۱۹۷۸)، شیب هر کرت با دوربین نقشه‌برداری، عامل فرسایش پذیری خاک با تعیین آزمایشگاهی بافت خاک در هر کرت و استخراج از جداول توصیه شده مدل و بالاخره برگ‌آب و تبخیر و تعرقِ واقعی به قابلیت با استخراج داده‌های پوشش گیاهی از اطلاعات موجود و استخراج از جداول خود مدل صورت گرفت. جدول ۱، اطلاعات مربوط به ۴۵ بارش، ،مجموع رسوب، متوسط رسوب، شدت متوسط بارش، حداکثر شدت نیم‌ساعته و متوسط شدت بارش ۳۰ دقیقه‌ای را نشان می‌دهد. با استفاده از داده‌های فوق، مقدار فرسایش پاشمانی (F) و ظرفیت حمل رسوب به‌وسیله جریان (G)، محاسبه شد (جدول ۲). مقادیر نهایی فرسایش خاک و برآوردی مدل فرسایش خاک مورگان، مورگان و فینی در هر کرت، از مقایسه مقادیر (F) و (G) و انتخاب کم‌ترین این دو مقدار، به‌دست می‌آید.

مقادیر مشاهده‌ای تلفات خاک در کرت‌ها: از میان بارش‌های اتفاق افتاده در محدوده سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۷۹، تعداد ۴۵ بارش مناسب و منجر به روان‌آب و رسوب انتخاب شد و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. نمونه‌برداری و اندازه‌گیری روان‌آب و رسوب در هر کدام از کرت‌ها، از اواخر سال ۱۳۷۵ آغاز شده است. پس از هر نوبت بارندگی، ارتفاع روان‌آب جمع‌آوری شده در مخزن منتهی به هر کرت، در پنج نقطه (چهارگوش و مرکز) با خط‌کش استاندارد اندازه‌گیری و در فرم‌های از پیش تهیه شده یادداشت و سپس حجم روان‌آب بر حسب لیتر برای هر کرت تعیین شد. برای تعیین غلظت، از روان‌آب محتوی رسوب هر مخزن پس از به‌هم زدن، از طریق شیر تخلیه کف مخازن، نمونه‌برداری و غلظت هر نمونه بر حسب میلی‌گرم در لیتر، در آزمایشگاه تعیین شد (رنگ‌آور و همکاران، ۱۳۸۳). برای محاسبه تلفات خاک هر کرت، غلظت نمونه در حجم روان‌آب جمع شده در مخزن ضرب، و بر مساحت کرت تقسیم شد؛ با جمع تلفات خاک وقایع بارندگی مختلف و تقسیم آن بر تعداد سال‌های آماری، متوسط تلفات خاک برای هر کرت بر حسب کیلوگرم در مترمربع در سال به‌دست آمد (جدول ۴).

بررسی کارآیی مدل: براساس توصیه Morgan (۲۰۰۵)، چنان‌چه نسبت میزان تلفات سالانه خاک که به‌وسیله مدل محاسبه شده، به‌مقدار تولید رسوب مشاهده‌ای در هر کرت، در دامنه ۰/۵ تا ۲ قرار گیرد، کارآیی مدل در آن کرت تایید می‌شود. به‌منظور بررسی میزان کارآیی مدل در کرت‌های منتخب، این نسبت برای تمام ۷۸ کرت انتخابی محاسبه و نتایج حاصله در جدول ۴ نشان داده شده است.

جدول ۱- اطلاعات ۴۵ بارش و رسوب پایش شده

تاریخ بارندگی	مقدار باران (mm)	شدت متوسط ($mmhr^{-1}$)	حداکثر شدت نیم‌ساعته ($mmhr^{-1}$)	مجموع رسوب به (gr)	متوسط رسوب (gr)
۱۳۷۵/۱۱/۱۱	۴/۴	۱۳/۳	۶/۶	۱۱۳۰۰	۱۴۱/۲۵
۱۳۷۵/۱۲/۲۴	۷/۶	۰/۳	۱/۶	۱۱۸۰۰	۱۴۷/۵
۱۳۷۵/۱۲/۲۸	۳/۸	۳/۰۴	۶/۴	۵۰۸۶۰	۶۳۵/۵۷
۱۳۷۶/۱/۱	۷/۰۵	۱/۰۳	۲/۴	۲۳۰۰۰	۲۸۷/۵
۱۳۷۶/۱/۷	۴/۵۷	۲/۴	۴	۱۸۶۰۰	۲۳۲/۵
۱۳۷۶/۱/۲۹	۷/۷	۲/۰۵	۱۰/۶	۱۴۴۰۰	۱۸۰۰
۱۳۷۶/۲/۱۵	۳۴/۸	۱/۶	۵/۶	۶۶۶۰۰	۸۳۲/۵
۱۳۷۶/۳/۴	۷/۲	۲۸/۸	۱۴/۴	۲۱۴۶۲۰	۲۶۸۲/۵۷
۱۳۷۶/۳/۲۷	۸/۴	۹	۸/۴	۲۷۸۰۰۰	۳۴۷۵
۱۳۷۶/۸/۸	۹/۲	۰/۷۸	۲	۲۱۸۰۰	۲۷۲/۵
۱۳۷۶/۸/۱۴	۱۲	۱/۰۴	۳/۲	۱۲۱۲۰۰	۱۵۱۵
۱۳۷۶/ ۹ /۲۰	۱۱	۰/۹۳	۲/۴	۳۳۶۰۰	۴۲۰
۱۳۷۶/۱۰/۲	۱۹/۷	۱/۳	۳/۲	۵۱۲۰۰	۶۴۰
۱۳۷۶/۱۰/۶	۶	۰/۷	۲	۱۶۴۰۰	۲۰۵
۱۳۷۶/۱۱/۱۹	۵۴/۲	۱/۵	۴/۴	۱۹۶۰۰	۲۴۵
۱۳۷۶/۱۲/۸	۱۴/۶	۳/۲	۵/۲	۳۸۶۸۰	۴۸۴
۱۳۷۶/۱۲/۲۴	۸/۸	۳/۵	۴	۲۹۸۰۰	۳۷۳
۱۳۷۷/۱/۱۶	۵۳	۱/۸	۱۰	۹۹۹۲۰	۱۲۴۹
۱۳۷۷/۲/۴	۱۸/۶	۱/۴	۲	۳۹۴۰۰	۴۹۳
۱۳۷۷/۲/۱۰	۸/۲	۳	۵/۶	۷۷۸۰۰	۹۷۳
۱۳۷۷/۲/۱۱	۵/۴	۱/۵	۲/۴	۲۷۴۰۰	۳۴۳
۱۳۷۷/۳/۶	۳/۶	۳/۶	۴/۸	۳۴۲۰۰	۴۲۸
۱۳۷۷/۷/۱	۸	۴	۶/۴	۴۱۴۰۰	۵۱۸
۱۳۷۷/۱۰/۱۱	۲	۲/۶	۲	۲۷۰۰۰	۳۳۸
۱۳۷۷/۱۰/۲۱	۱۲/۶	۱/۰۷	۱/۶	۳۹۲۰۰	۴۹۰
۱۳۷۷/۱۰/۲۸	۱۹/۸	۱/۳	۲/۴	۲۱۴۰۰	۲۹۸
۱۳۷۷/۱۲/۱۱	۳۸/۲	۱/۷	۶	۹۳۶۰۰	۱۱۸۵
۱۳۷۷/۱۱/۱۵	۹/۴	۰/۹	۳/۲	۱۹۲۰۰	۲۴۰
۱۳۷۷/۱۲/۹	۲۴	۱	۲/۸	۲۲۴۰۰	۲۸۰
۱۳۷۷/۱۲/۲۳	۱۸/۲	۱	۲	۲۶۸۰۰	۳۳۵
۱۳۷۷/۱۲/۲۶	۱۱	۱/۶	۵/۲	۴۱۸۰۰	۵۲۳
۱۳۷۸/۱/۸	۴/۸	۷/۲	۷/۲	۳۴۶۰۰	۴۳۳
۱۳۷۸/۱/۲۹	۴/۶	۱/۷	۲/۴	۲۳۶۰۰	۲۹۵
۱۳۷۸/۲/۱	۴/۸	۰/۹	۳/۲	۱۲۲۰۰	۷۵۳
۱۳۷۸/۲/۲۱	۵/۲	۳/۵	۶	۲۹۶۰۰	۳۷۰
۱۳۷۸/۴/۲۱	۵/۶	۴/۵	۶/۴	۹۵۰۰۰	۱۱۷۳
۱۳۷۸/۸/۱۰	۵/۸	۲	۲/۶	۲۴۰۰۰	۳۰۰
۱۳۷۸/۹/۲	۶	۴	۴/۲	۱۷۰۰۰۰	۲۱۲۵
۱۳۷۸/۹/۷	۴	۰/۵	۰/۸	۴۴۰۰	۵۵
۱۳۷۸/۱۰/۱۷	۴	۰/۸	۱	۴۲۰۰	۵۳
۱۳۷۸/۱۱/۹	۷/۲	۰/۹	۱	۲۴۴۰۰	۳۰۵
۱۳۷۸/۱۱/۲۵	۱۳	۰/۵	۲/۶	۲۷۶۰۰	۳۴۵
۱۳۷۸/۱۲/۷	۵	۰/۸	۰/۸	۲۶۰۰۰	۳۲۵
۱۳۷۹/۱/۵	۱۳	۱/۳	۲/۶	۵۶۲۰۰	۷۰۳
۱۳۷۹/۳/۲۴	۶/۶	۱/۷	۲	۴۲۰۰۰	۵۲۵
میانگین دوره	۱۱/۴	۳/۱	I_{30}= ۴/۱	۴۰۱۶۴۳/۹	۶۷۲/۸

نتایج و بحث

تمام مشخصات خاکی و گیاهی در هر کرت در جدول ۲ و توزیع بارندگی ماهانه در جدول ۳ درج شده است. نتایج نهایی میزان تلفات خاک برآوردی مدل و مشاهده‌ای در کرت‌های منتخب، همچنین نسبت بین این دو مقدار، نیز در جدول ۴ نشان داده شده است. همان‌گونه که در جدول ۳ ملاحظه می‌شود، ۲۸/۲۱ درصد از کرت‌ها دارای نسبت مورد تأیید بوده، کارآیی مدل را تایید می‌کنند. این در حالی است که برای ۵۲/۵۶ درصد کرت‌ها، نسبت حاصله بالاتر و در ۱۹/۲۳ درصد از کرت‌ها نسبت حاصله کم‌تر از دامنه مورد نظر است. از آن‌جاکه مهم‌ترین عوامل موثر در فرسایش، علاوه بر عامل فرساینده، عواملی نظیر خاک، شیب و پوشش گیاهی برای هر یک از کرت‌ها، مورد بررسی دقیق صحرایی و اطلاعاتی قرار گرفت تا شرایط خاک، پوشش و شیب کرت‌هایی را که مدل در آن‌ها تائید شده است و یا در دامنه‌ای بالاتر یا پایین‌تر از مقدار توصیه شده قرار گرفته‌اند، مورد ارزیابی قرار گیرد. بافت و عمق خاک، نوع و تراکم پوشش گیاهی و درجه و جهت شیب، بررسی شدند. منظور از خاک کم عمق، حالتی است که سنگ بستر بسیار بالا بوده، در مناطقی از کرت و اطراف آن بیرون زده است. همچنین خاک عمیق شامل کرت‌هایی است که سنگ بستر بسیار پایین و در عمقی بیش از ۶۰ سانتی‌متر قرار دارد. سایر کرت‌ها که به لحاظ عمق خاک، در دامنه‌ای بین این دو مقدار واقع شده‌اند، متوسط نامیده شده‌اند. در هیچ‌کدام از ۴۵ بارش مورد بررسی، به‌دلیل تراکم بالای پوشش گیاهی، روان‌آبی در کرت‌ها تولید نشده است. E به مفهوم بی‌نهایت (بیش‌تر) است.

همان‌طور که در جدول ۱ ملاحظه می‌شود، برای ۲۲ کرت شامل کرت‌های ۱، ۳، ۴، ۱۲، ۱۵، ۱۸، ۲۲، ۲۵، ۲۹، ۳۰، ۳۱، ۳۳، ۳۸، ۳۹، ۴۱، ۴۲، ۶۹، ۷۰، ۷۲، ۷۴، ۷۶، نتایج حاصل از کاربرد مدل، منطبق با مقادیر مشاهده‌ای است. با بررسی اطلاعات موجود و بررسی صحرایی شرایط خاک، پوشش گیاهی و شیب هر کرت، ملاحظه شد که در ۶۰ درصد موارد فوق، پوشش گیاهی کم‌تر از ۲۰ درصد بوده است؛ همچنین نزدیک به ۸۲ درصد کرت‌ها زاویه شیب ۱۶/۷ تا ۳۰/۹۶ درجه برخوردار داشته‌اند که زاویهٔ شیبی بیش از ۶۶ درصد آنان بالای ۲۰ درجه بوده است. نتایج حاصله از سایر کرت‌ها نشان می‌دهد که مدل برای شرایط با پوشش گیاهی بالا، نتایج قابل قبولی را به‌دست نمی‌دهد، چه در ۸۰ درصد کرت‌های قرار گرفته در دامنه‌ای کم‌تر از مقدار توصیه‌شده و در حدود ۵۵ درصد کرت‌های واقع شده در دامنه‌ای بیش‌تر از مقدار توصیه شده، پوشش گیاهی بیش‌تر از ۴۶ درصد، مشاهده می‌شود؛ این نتایج با نتایج ارزیابی مدل به‌وسیله Dadrasi (۱۹۹۷) و حسین‌علی‌زاده (۱۳۸۴) سازگار است.

مدل مورگان، مورگان، فینی (۱۹۸۲) در شرایط پر باران و مملو از پوشش گیاهی اروپا ارائه شده است؛ درحالی‌که نتایج تحقیقات به‌عمل آمدهٔ فوق و همچنین نتایج پژوهش حاضر در ایران، عدم سازگاری آن‌را با شرایط با پوشش گیاهی بالا و شیب کم نشان می‌دهد. عدم سازگاری مدل با شرایط فوق، ممکن است مربوط به شرایط آب و هوایی ایران با بارندگی کم باشد. وجود پوشش گیاهی در اراضی با شیب کم، اجازهٔ برآورد روان‌آب زیاد به‌وسیله مدل را از این مقدار کم بارش می‌گیرد. عدم برآورد روان‌آب کافی در مناطق فوق سبب می‌شود تا محاسبات مدل در قسمت آب آن منجر به کاهش ظرفیت حمل رسوب به‌وسیله جریان شود. از آن‌جا که مدل از دو مقدار محاسبه شدهٔ فرسایش پاشمانی (F) و ظرفیت حمل رسوب (G)، هم‌واره مقدار کم‌تر را برای فرسایش خاک در نظر می‌گیرد، در شرایط فوق، مقادیر برآوردی مدل هم‌واره به‌سمت صفر میل می‌کند که بیان‌گر عدم سازگاری آن با شرایط واقعی فرسایش است.

بررسی شرایط عمق خاک در کرت‌های مورد بررسی نیز نشان می‌دهد که عمق خاک بر روی سنگ بستر، در تمام کرت‌های مورد تائید، به‌جز یک مورد، کم بوده است. در حالی‌که این میزان در کرت‌هایی که نسبت مقادیر برآوردی به‌وسیله مدل به مقادیر مشاهده‌ای بیش‌تر یا کم‌تر از دامنه توصیه شده بوده است، حدود ۵۳ درصد است. عمق خاک برای سایر کرت‌ها در شرایطی که نسبت مقادیر برآوردی به‌وسیله مدل به مقادیر مشاهده‌ای، بیش‌تر از دامنه توصیه شده بوده است، عمیق و برای کرت‌هایی که نسبت مقادیر برآوردی به‌وسیله مدل به مقادیر مشاهده‌ای کم‌تر از دامنه توصیه شده بوده است، متوسط است. خاک عمیق، با نفوذ دادن بارش‌ها در خود، اجازهٔ تولید روان‌آب را از بارندگی‌های

کم منطقه می‌گیرد. دست‌یابی به نتیجهٔ فوق مجدداً تاکیدی است بر نتیجهٔ قبل که برآورد فرسایش خاک به‌وسیله مدل، برای شرایطی که تولید روان‌آب ناچیز است، به‌سمت صفر میل می‌کند که این امر با مشاهدات هم‌خوانی ندارد.

جدول ۲- مشخصات خاکی و گیاهی در هر کرت و مقادیر نهایی F و G

شماره کرت	Ms (٪)	Bd ($grcm^{-3}$)	K (grj^{-1})	RD (m)	H (mm)	S (٪)	C	Q (mm)	F (kgm^{-2})	G (kgm^{-2})
۱	۰/۱۵۷	۱/۴۵	۰/۳	۰/۰۵	۱۱/۶	۳۵	۰/۰۶۱	۲۲	۰/۱۹۸	۰/۰۰۹۷
۲	۰/۱۵۷	۱/۴۵	۰/۳	۰/۰۵	۱۱/۶	۳۵	۰/۰۶۴	۲۲	۰/۱۹۸	۰/۰۱
۳	۰/۱۵۷	۱/۴۵	۰/۳	۰/۰۵	۱۱/۶	۳۵	۰/۰۶۱	۲۲	۰/۱۹۸	۰/۰۰۹
۴	۰/۱۵۷	۱/۴۵	۰/۳	۰/۰۵	۱۱/۶	۲۰	۰/۰۵۸	۲۲	۰/۱۹۸	۰/۰۰۵
۵	۰/۱۸۷	۱/۳۵	۰/۳	۰/۰۱	۲/۵۶	۳۰	۰/۰۶۳	۱۰۷/۸۲	۰/۱۵۴	۰/۰۲۱
۶	۰/۱۸۷	۱/۳۵	۰/۳	۰/۰۱	۲/۵۶	۳۰	۰/۰۶۵	۱۰۷/۸۲	۰/۱۵۴	۰/۲۲
۷	۰/۱۸۷	۱/۳۵	۰/۳	۰/۰۱	۲/۵۶	۳۰	۰/۰۶	۱۰۷/۸۲	۰/۱۵۴	۰/۲۰
۸	۰/۱۸۷	۱/۳۵	۰/۳	۰/۰۱	۲/۵۶	۳۰	۰/۰۷	۱۰۷/۸۲	۰/۱۵۴	۰/۲۳
۹	۰/۲۲۱	۱/۳۳	۰/۳۵	۰/۰۱	۲/۹۳	۲۳	۰/۳۳	۱۱۷/۸۶	۰/۴۱۱	۱
۱۰	۰/۲۲۱	۱/۳۳	۰/۳۵	۰/۰۱	۲/۹۳	۲۳	۰/۳۵	۱۱۷/۸۶	۰/۴۱۱	۱/۰۸
۱۱	۰/۲۲۱	۱/۳۳	۰/۳۵	۰/۰۱	۲/۹۳	۲۳	۰/۳۶	۱۱۷/۸۶	۰/۴۱۱	۱/۱
۱۲	۰/۱۶۱	۱/۳۶	۰/۳	۰/۰۵	۱۰/۸۸	۵۰	۰/۱۷	۲۶/۴۷	۰/۲۵۴	۰/۰۵۳
۱۳	۰/۱۶۱	۱/۳۶	۰/۳	۰/۰۵	۱۰/۸۸	۵۰	۰/۲۴	۲۶/۴۷	۰/۲۵۴	۰/۰۷۵
۱۴	۰/۱۶۱	۱/۳۶	۰/۳	۰/۰۵	۱۰/۸۸	۵۰	۰/۲۴	۲۶/۴۷	۰/۲۵۴	۰/۰۷۵
۱۵	۰/۱۶۱	۱/۳۶	۰/۳	۰/۰۵	۱۰/۸۸	۵۰	۰/۱۸	۲۶/۴۷	۰/۲۵۴	۰/۰۵۶
۱۸	۰/۱۷	۱/۱۶۵	۰/۳	۰/۰۵	۹/۹۰	۴۰	۰/۰۳	۲۸/۸۳	۰/۱۷۰	۰/۰۰۹۲
۱۹	۰/۱۷	۱/۱۶۵	۰/۳	۰/۰۵	۹/۹۰	۴۰	۰/۰۴	۲۸/۸۳	۰/۱۷۰	۰/۰۱۲
۲۰	۰/۱۷	۱/۱۶۵	۰/۳	۰/۰۵	۹/۹۰	۴۰	۰/۰۴	۲۸/۸۳	۰/۱۷۰	۰/۰۱۲
۲۱	۰/۱۷	۱/۱۶۵	۰/۳	۰/۰۵	۹/۹۰	۴۰	۰/۰۳	۲۸/۸۳	۰/۱۷۰	۰/۰۰۹
۲۲	۰/۱۷۵	۱/۴۲	۰/۳	۰/۰۱	۲/۴۱	۱۰	۰/۰۲	۱۱۰/۸۱	۰/۱۵۴	۰/۰۲۴
۲۳	۰/۱۷۵	۱/۴۲	۰/۳	۰/۰۱	۲/۴۱	۱۰	۰/۰۳	۱۱۰/۸۱	۰/۱۵۴	۰/۰۳۶
۲۴	۰/۱۵۱	۱/۲۷	۰/۳	۰/۰۵	۹/۵۲	۳۵	۰/۴۳	۵۱/۷۵	۰/۴۷۵	۰/۰۳۸
۲۵	۰/۱۵۱	۱/۲۷	۰/۳	۰/۰۵	۹/۵۲	۳۵	۰/۴۵	۵۱/۷۵	۰/۴۷۵	۰/۴۰
۲۶	۰/۱۴۶	۱/۲۶	۰/۳	۰/۰۵	۹/۴۵	۵۵	۰/۲۰	۱۱۴/۵۶	۰/۸۸۸	۱/۲۶
۲۷	۰/۱۴۶	۱/۲۶	۰/۳	۰/۰۵	۹/۴۵	۶۵	۰/۲۰	۱۱۴/۵۶	۰/۸۸۸	۱/۴۲
۲۸	۰/۱۴۶	۱/۲۶	۰/۳	۰/۰۵	۹/۴۵	۶۵	۰/۱۹	۱۱۴/۵۶	۰/۸۸۸	۱/۳۵
۲۹	۰/۱۴۶	۱/۲۶	۰/۳	۰/۰۵	۹/۴۵	۴۰	۰/۴۸	۶۰/۵۵	۰/۲۵۹	۰/۶۵
۳۰	۰/۱۴۶	۱/۲۶	۰/۳	۰/۰۵	۹/۴۵	۶۰	۰/۴۲	۱۱۴/۵۶	۰/۸۸۸	۲/۸۱
۳۱	۰/۱۴۶	۱/۲۶	۰/۳	۰/۰۵	۹/۴۵	۶۰	۰/۴۴	۵۲/۲۴	۰/۴۷۵	۰/۶۱
۳۲	۰/۱۴۶	۱/۲۶	۰/۳	۰/۰۵	۹/۴۵	۳۶	۰/۴۷	۱۱۴/۵۶	۰/۸۸۸	۲/۰۳
۳۳	۰/۱۴۹	۱/۱۸	۰/۳	۰/۰۵	۸/۸۵	۴۰	۰/۰۲	۳۲/۷۴	۰/۱۱۹	۰/۰۰۸
۳۴	۰/۱۴۹	۱/۱۸	۰/۳	۰/۰۵	۸/۸۵	۴۰	۰/۰۲	۳۲/۷۴	۰/۱۱۹	۰/۰۰۸
۳۵	۰/۱۴۹	۱/۱۸	۰/۳	۰/۰۵	۸/۸۵	۴۰	۰/۰۲	۳۲/۷۴	۰/۱۱۹	۰/۰۰۸
۳۶	۰/۱۴۹	۱/۱۸	۰/۳	۰/۰۵	۸/۸۵	۴۰	۰/۰۲	۳۲/۷۴	۰/۱۱۹	۰/۰۰۸
۳۷	۰/۱۴۶	۱/۲۶	۰/۳	۰/۰۵	۹/۴۵	۴۰	۰/۴۰	۵۲/۹۷	۰/۴۸۷	۰/۴۱
۳۸	۰/۱۴۶	۱/۲۶	۰/۳	۰/۰۵	۹/۴۵	۴۰	۰/۴۰	۵۲/۹۷	۰/۴۸۷	۰/۴۱
۳۹	۰/۱۴۶	۱/۲۶	۰/۳۵	۰/۰۵	۹/۴۵	۳۰	۰/۱۱	۵۲/۹۷	۰/۵۶۹	۰/۰۹
۴۰	۰/۱۴۶	۱/۲۶	۰/۳۵	۰/۰۵	۹/۴۵	۳۰	۰/۱۱	۵۲/۹۷	۰/۵۶۹	۰/۰۹
۴۱	۰/۱۸۶	۱/۲۷	۰/۳	۰/۰۵	۱۲/۱	۱۵	۰/۳۲	۳۳/۱۸	۰/۳۲۶	۰/۰۵۲
۴۲	۰/۱۸۶	۱/۲۷	۰/۳	۰/۰۵	۱۲/۱	۱۵	۰/۳۱	۳۳/۱۸	۰/۳۲۶	۰/۰۵
۴۳	۰/۱۸۶	۱/۲۷	۰/۳	۰/۰۵	۱۲/۱	۱۵	۰/۳۲	۳۳/۱۸	۰/۳۸۱	۰/۰۵۲
۴۴	۰/۲۱۲	۱/۴۱	۰/۳۵	۰/۰۵	۱۴/۸	۲۰	۴۲/۶۸	۲۲/۹۹	۰/۳۸۱	۴/۴۲
۴۵	۰/۲۱۲	۱/۴۱	۰/۳۵	۰/۰۵	۱۴/۸	۲۰	۴۳/۹۶	۲۲/۹۹	۰/۳۲۶	۴/۵۵
۴۶	۰/۱۲۷	۱/۳۹	۰/۳	۰/۰۵	۹/۰۳	۳۰	۳/۸۵	۵۰/۳۸	۰/۳۲۶	۲/۸
۴۷	۰/۱۲۷	۱/۳۹	۰/۳	۰/۰۵	۹/۰۳	۳۰	۲/۸۳	۵۰/۳۸	۰/۳۲۶	۲/۰۶
۴۸	۰/۱۲۷	۱/۳۹	۰/۳	۰/۰۵	۹/۰۳	۳۰	۲/۸۱	۵۰/۳۸	۰/۳۲۶	۲/۰۵
۴۹	۰/۱۲۷	۱/۳۹	۰/۳	۰/۰۵	۹/۰۳	۳۰	۳/۸۴	۵۰/۳۸	۰/۳۲۶	۲/۸
۵۰	۰/۱۲۷	۱/۳۹	۰/۳	۰/۰۵	۹/۰۳	۳۰	۲/۸۳	۵۰/۳۸	۰/۳۲۶	۲/۰۶
۵۱	۰/۱۴۶	۱/۴۴	۰/۳	۰/۰۵	۱۰/۸	۱۴	۰/۰۵	۳۹/۶	۰/۳۲۶	۰/۰۲۲

۵۲	۰/۱۴۶	۱/۴۴	۰/۳	۰/۰۵	۱۰/۸	۱۴	۰/۰۵	۳۹/۶	۰/۳۲۶	۰/۰۲۲
۵۳	۰/۱۲۷	۱/۳۹	۰/۳	۰/۰۵	۹/۰۳	۲۵	۰/۰۳	۳۶/۳۹	۰/۲۵۴	۰/۰۰۹۵
۵۴	۰/۱۲۷	۱/۳۹	۰/۳	۰/۰۵	۹/۰۳	۲۵	۰/۰۳	۳۶/۳۹	۰/۲۵۴	۰/۰۰۹۵
۵۵	۰/۱۵۳	۱/۱۹	۰/۳	۰/۰۷۵	۱۳/۳۹	۵۰	۰/۰۳	۰	۰/۱۱۹	۰
۵۶	۰/۱۵۳	۱/۱۹	۰/۳	۰/۰۷۵	۱۳/۳۹	۵۰	۰/۰۳	۰	۰/۱۱۹	۰
۵۷	۰/۱۵۳	۱/۱۹	۰/۳	۰/۰۷۵	۱۳/۳۹	۵۰	۰/۰۳	۰	۰/۱۱۹	۰
۵۸	۰/۱۶۸	۱/۲۱۵	۰/۳	۰/۰۱	۲/۰۶	۲۵	۰/۰۶	۱۱۶/۹۱	۰/۱۱۹	۰/۲
۵۹	۰/۱۶۸	۱/۲۱۵	۰/۳	۰/۰۱	۲/۰۶	۲۵	۰/۰۶	۱۱۶/۹۱	۰/۱۱۹	۰/۲
۶۰	۰/۱۶۸	۱/۲۱۵	۰/۳	۰/۰۱	۲/۰۶	۲۵	۰/۰۶	۱۱۶/۹۱	۰/۱۱۹	۰/۲
۶۱	۰/۱۶۸	۱/۲۱۵	۰/۳	۰/۰۱	۲/۰۶	۲۵	۰/۰۶	۱۱۶/۹۱	۰/۱۱۹	۰/۲
۶۲	۰/۱۶۸	۱/۲۱۵	۰/۳	۰/۰۱	۲/۰۶	۲۵	۰/۰۶	۱۱۶/۹۱	۰/۱۱۹	۰/۲
۶۳	۰/۱۸۴	۱/۵۳	۰/۳	۰/۰۱	۲/۷۵	۱۰	۵/۱۳	۱۱۸/۳۴	۰/۳۲۶	۷/۱۱
۶۴	۰/۱۸۴	۱/۵۳	۰/۳	۰/۰۱	۲/۷۵	۱۰	۵/۵۴	۱۱۸/۳۴	۰/۳۲۶	۷/۶۸
۶۵	۰/۱۸۴	۱/۵۳	۰/۳	۰/۰۱	۲/۷۵	۱۰	۵/۳۱	۱۱۸/۳۴	۰/۳۲۶	۷/۳۶
۶۶	۰/۱۸۴	۱/۵۳	۰/۳	۰/۰۱	۲/۷۵	۱۰	۵/۷۸	۱۱۸/۳۴	۰/۳۲۶	۸/۰۱
۶۷	۰/۱۶۳	۱/۲۲	۰/۳	۰/۰۱	۱/۹۵	۲۵	۰/۰۴	۱۱۹/۳۴	۰/۱۱۹	۰/۱۴
۶۸	۰/۱۶۳	۱/۲۲	۰/۳	۰/۰۱	۱/۹۵	۲۵	۰/۰۴	۱۱۹/۳۴	۰/۱۱۹	۰/۱۴
۶۹	۰/۱۴۶	۱/۲۶	۰/۳	۰/۰۵	۹/۴۵	۶۰	۰/۴۴	۳۷/۶	۰/۲۹۵	۰/۳۲
۷۰	۰/۱۴۶	۱/۲۶	۰/۳	۰/۰۵	۹/۴۵	۶۰	۰/۴۲	۳۷/۶	۰/۲۹۵	۰/۳۰
۷۱	۰/۱۴۶	۱/۲۶	۰/۳	۰/۰۵	۹/۴۵	۶۰	۰/۴۵	۳۷/۶	۰/۲۹۵	۰/۳۳
۷۲	۰/۱۴۶	۱/۲۶	۰/۳	۰/۰۵	۹/۴۵	۶۰	۰/۴۴	۳۷/۶	۰/۲۹۵	۰/۳۲
۷۳	۰/۱۲۷	۱/۳۹	۰/۳	۰/۰۵	۹/۰۳	۳۰	۰/۰۳۵	۳۶/۳۹	۰/۲۵۴	۰/۰۱۳
۷۴	۰/۱۲۷	۱/۳۹	۰/۳	۰/۰۵	۹/۰۳	۳۰	۰/۰۳۵	۳۶/۳۹	۰/۲۵۴	۰/۰۱۳
۷۵	۰/۱۲۷	۱/۳۹	۰/۳	۰/۰۵	۹/۰۳	۳۰	۰/۰۳۵	۳۶/۳۹	۰/۲۵۴	۰/۰۱۳
۷۶	۰/۱۲۷	۱/۳۹	۰/۳	۰/۰۵	۹/۰۳	۳۰	۰/۰۳۵	۳۶/۳۹	۰/۲۵۴	۰/۰۱۳
۷۷	۰/۱۷۷	۱/۲۹	۰/۳	۰/۰۷۵	۱۷/۴۲	۵۵	۰/۰۳	۰	۰/۱۱۹	۰
۷۸	۰/۱۷۷	۱/۲۹	۰/۳	۰/۰۷۵	۱۷/۴۲	۵۵	۰/۰۳	۰	۰/۱۱۹	۰
۷۹	۰/۱۷۷	۱/۲۹	۰/۳	۰/۰۷۵	۱۷/۴۲	۵۵	۰/۰۳	۰	۰/۱۱۹	۰
۸۰	۰/۱۷۷	۱/۲۹	۰/۳	۰/۰۷۵	۱۷/۴۲	۵۵	۰/۰۳	۰	۰/۱۱۹	۰

جدول ۳- توزیع بارندگی ماهانه

ماه	بارندگی سالانه (٪)	ماه	بارندگی سالانه (٪)	ماه	بارندگی سالانه (٪)	ماه	بارندگی سالانه (٪)
دی	۱۰/۸۳	مهر	۰	آبان	۲/۶۷	تیر	۱۴/۹۲	فروردین
بهمن	۱۹/۸۴	آبان	۶/۲۶	آذر	۰/۷۹	مرداد	۱۴/۸۹	اردیبهشت
اسفند	۱۸/۶۸	آذر	۷/۵	دی	۰	شهریور	۳/۶۲	خرداد

جدول ۴- نتایج نهایی تلفات خاک و مقایسه دو مقدار حاصله

شماره کرت	مقدار رسوب مشاهده‌ای ($kgm^{-2}y^{-1}$)	تولید رسوب مدل MMF ($kgm^{-2}y^{-1}$)	نسبت برآورد به مشاهده	نتیجه ارزیابی
۱	۰/۰۱۱	۰/۰۰۹۷	۰/۸۸۱	منطبق
۲	۰/۰۲۴	۰/۰۱	۰/۴۱۶	کم‌تر
۳	۰/۰۰۵۹	۰/۰۰۹	۱/۵۲	منطبق
۴	۰/۰۱	۰/۰۰۵	۰/۵	منطبق
۵	۰	۰/۱۵۴	*E	بیش‌تر
۶	۰/۰۰۳	۰/۱۵۴	۵۱/۳۳	بیش‌تر
۷	۰/۰۶۲	۰/۱۵۴	۲/۴۸	بیش‌تر
۸	۰	۰/۱۵۴	*E	بیش‌تر
۹	۰/۰۱۴	۰/۴۱۱	۲۹/۳۵	بیش‌تر
۱۰	۰/۰۰۴	۰/۴۱۱	۱۰۲/۷۵	بیش‌تر
۱۱	۰/۰۰۳	۰/۴۱۱	۱۳۷	بیش‌تر
۱۲	۰/۰۳۵	۰/۰۵۳	۱/۵۱	بیش‌تر
۱۳	۰/۰۲۶	۰/۰۷۵	۲/۸۸	بیش‌تر
۱۴	۰/۰۰۷	۰/۰۷۵	۱۰/۷۱	بیش‌تر

۱۵	۰/۰۵	۰/۰۵۶	۱/۱۲	منطبق
۱۸	۰/۰۴۸	۰/۰۰۹۲	۰/۱۹	منطبق
۱۹	۰/۰۰۲	۰/۰۱۲	۶	بیش‌تر
۲۰	۰/۰۰۳	۰/۰۱۲	۴	کم‌تر
۲۱	۰/۰۲۸	۰/۰۰۹	۰/۳۲۱	کم‌تر
۲۲	۰/۰۱۶	۰/۰۲۴	۱/۵	منطبق
۲۳	۰/۰۰۱	۰/۰۳۶	۳۶	بیش‌تر
۲۴	۰/۸۶۱	۰/۳۸	۰/۴۴۱	کم‌تر
۲۵	۰/۳۲۸	۰/۴۰	۱/۲۱۹	منطبق
۲۶	۰/۰۰۴	۰/۸۸۸	۲۲۲	بیش‌تر
۲۷	۰/۳۳۹	۰/۸۸۸	۲/۶۱۹	بیش‌تر
۲۸	۰/۳۹۴	۰/۸۸۸	۲/۲۵۳	بیش‌تر
۲۹	۰/۳۷۹	۰/۲۵۹	۰/۶۸۳	منطبق
۳۰	۱/۰۲۷	۰/۸۸۸	۰/۸۶۵	منطبق
۳۱	۰/۲۴۵	۰/۴۷۵	۱/۹۳۵	منطبق
۳۲	۰/۱۳۵	۰/۸۸۸	۶/۵۷	بیش‌تر
۳۳	۰/۰۱۱	۰/۰۰۸	۰/۷۲۷	منطبق
۳۴	۰/۰۲۳	۰/۰۰۸	۰/۳۴۷	کم‌تر
۳۵	۰/۰۲۲	۰/۰۰۸	۰/۳۶	کم‌تر
۳۶	۰/۰۱	۰/۰۰۸	۰/۸	منطبق
۳۷	۰/۲۵۴	۰/۴۱	۱,۶۱	کم‌تر
۳۸	۰/۲۲	۰/۴۱	۱/۸۶۷	منطبق
۳۹	۰/۰۶۹	۰/۰۹	۱/۳۰	منطبق
۴۰	۰/۰۲۵	۰/۰۹	۳/۶۳۴	بیش‌تر
۴۱	۰/۰۵۸	۰/۰۵۲	۰/۸۹	منطبق
۴۲	۰/۰۵۵	۰/۰۵	۰/۹۰۹	منطبق
۴۳	۰/۰۰۶	۰/۰۵۲	۸/۶۶	بیش‌تر
۴۴	۰/۰۱۷	۰/۳۸۱	۲۲/۴۱	بیش‌تر
۴۵	۰/۰۰۷	۰/۳۸۱	۵۴/۴۲	بیش‌تر
۴۶	۰/۰۲۴	۰/۳۲۶	۱۳/۵۸	بیش‌تر
۴۷	۰/۰۵۲	۰/۳۲۶	۶/۶	بیش‌تر
۴۸	۰/۰۳۲	۰/۳۲۶	۱۰/۱۸	بیش‌تر
۴۹	۰/۰۲۵	۰/۳۲۶	۱۳/۰۴	بیش‌تر
۵۰	۰/۰۲۶	۰/۳۲۶	۱۲/۵۳	بیش‌تر
۵۱	۰/۰۰۴	۰/۰۲۲	۵/۵	بیش‌تر
۵۲	۰	۰/۰۲۲	*E	بیش‌تر
۵۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۹۵	۳/۱۶	بیش‌تر
۵۴	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۹۵	۹۵	بیش‌تر
۵۵	۰/۰۲۸	۰	۰	کم‌تر
۵۶	۰/۰۱۱	۰	۰	کم‌تر
۵۷	۰/۰۱۶	۰	۰	کم‌تر
۵۸	۰/۰۱۲	۰/۱۱۹	۹/۹۱	بیش‌تر
۵۹	۰/۰۱۷	۰/۱۱۹	۷	بیش‌تر
۶۰	۰/۰۴۶	۰/۱۱۹	۲/۵۸	بیش‌تر
۶۱	۰/۰۲۱	۰/۱۱۹	۵/۶	بیش‌تر
۶۲	۰/۰۰۵	۰/۱۱۹	۲۳/۸	بیش‌تر
۶۳	۰/۰۲۳	۰/۳۲۶	۱۴/۱۷	بیش‌تر
۶۴	۰/۰۰۵	۰/۳۲۶	۶۵/۲	بیش‌تر
۶۵	۰/۰۰۴	۰/۳۲۶	۸۱/۵	بیش‌تر
۶۶	۰	۰/۳۲۶	*E	بیش‌تر
۶۷	۰/۰۰۴	۰/۱۱۹	۲۹/۷۵	بیش‌تر
۶۸	۰/۰۰۱	۰/۱۱۹	۱۱۹	بیش‌تر
۶۹	۰/۲۰۱	۰/۲۹۵	۱/۴۶	منطبق
۷۰	۰/۱۵۷	۰/۲۹۵	۱/۸۷	منطبق
۷۱	۰/۵۹۶	۰/۲۹۵	۰/۴۹	کم‌تر
۷۲	۰/۲۰۳	۰/۲۹۵	۱/۴۵	منطبق

۷۳	۰/۰۰۵	۰/۰۱۳	۲/۶	بیش‌تر
۷۴	۰/۰۰۷	۰/۰۱۳	۱/۸۵	منطبق
۷۵	۰/۰۰۱	۰/۰۱۳	۱۳	بیش‌تر
۷۶	۰/۰۱۵	۰/۰۱۳	۰/۸۶	منطبق
۷۷	۰/۰۱۵	۰	۰	کم‌تر
۷۸	۰/۰۰۲	۰	۰	کم‌تر
۷۹	۰/۰۰۴	۰	۰	کم‌تر
۸۰	۰/۰۱۸	۰	۰	کم‌تر

نتیجه‌گیری نهایی تحقیق این‌که، مدل مورگان، مورگان و فینی (۱۹۸۲) برای شرایطی مشابه منطقه مورد پژوهش در صورتی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد که درصد تاج پوشش گیاهی کم‌تر از ۲۰ درصد، شیب منطقه بیش‌تر از ۴۰ درصد و عمق خاک بر روی سنگ مادر کم‌تر از ۱۰ سانتی‌متر باشد؛ مشروط به این‌که در این شیب و این عمق، خاک برای فرسایش وجود داشته باشد. مدل MMF، برای شرایط با پوشش گیاهی بالاتر از ۵۰ درصد تاج پوشش، نتایج قابل قبولی در شرایط منطقه مورد بررسی، نداشته است. شاید بتوان نتیجه گرفت که ارزیابی مدل MMF، برای محاسبهٔ فرسایش خاک هرگز نمی‌تواند در شرایطی که تولید روان‌آب کم است، منطبق بر واقعیت باشد.

در مدل مورگان، مورگان و فینی چنین فرض شده است که میزان بارندگی گرفته شده به‌وسیله برگ‌ها، نقشی در جداسازی ذرات خاک ندارد. در حالی‌که در واقعیت، آن قسمتی از برگ‌آب که به سطح زمین می‌رسد قادر به جداسازی ذرات خاک از توده اصلی آن است که این بستگی به ارتفاع سقوط دارد. نتایج عدم همخوانی مدل MMF، در کرت‌هایی که از پوشش گیاهی بالایی برخوردارند شاید به این فرض ارتباط داشته باشد. عدم منظور نمودن فرسایش خاک به‌وسیله برگ‌آب از یک طرف، و بارندگی کم منطقه مورد پژوهش از طرف دیگر، مقادیر محاسبه شده فرسایش در این کرت‌ها را کاهش داده است. مشاهده نتایج با مقادیر بسیار کم تولید رسوب، به‌خصوص برای کرت‌های با پوشش گیاهی بالا، موید این گفته است؛ همچنین عدم انطباق نتایج مدل با شرایطی که تولید روان‌آب کافی در کرت‌ها مشاهده نمی‌شود، از دلایل دیگر توجه به روان‌آب در قسمت آب مدل است.

بر اساس روشی که در مدل مورگان، مورگان و فینی، در نظر گرفته شده است جداسازی ذرات خاک به‌وسیله برگ‌آب منظورنشده، ذخیره آب در داخل خاک مشخصا متاثر از عمق و تراکم ریشه فرض شده است، در حالی‌که افق‌بندی خاک، به‌خصوص عمق افق A، بر روی ظرفیت رطوبتی خاک (H) که متاثر از عمق توسعه ریشه (Rd) است، بسیار حائز اهمیت است؛ این نکات، در مدل تجدیدنظرشده لحاظ شده، عمق افق A در تعیین عمق توسعهٔ ریشه منظور شده است. امید می‌رود این تغییرات به‌تواند برای مواردی که مقدار فرسایش برآوردی به‌وسیله مدل MMF، به‌واسطه‌ی کم بودن مقدار روان‌آب به سمت صفر میل می‌کند، نتایج را بهبود بخشد.

در این پژوهش عدم انطباق مقادیر برآوردی به‌وسیله مدل با مقادیر مشاهده‌ای فرسایش خاک در کرت‌هایی که عمق خاک آن‌ها متوسط تا زیاد است، علاوه بر امکان گفته‌شده در بالا، ممکن است به چگونگی منظور نمودن عمق توسعهٔ ریشه در مدل نیز ارتباط داشته باشد. نکته آخر این‌که به‌دلیل زمین‌شناسی ماسه سنگی تعداد قابل توجهی از کرت‌ها، فرسایش خاک عملا حادث نمی‌شود؛ شاید بالا بودن مقدار فرسایش به‌وسیله مدل، نسبت به مقادیر مشاهده‌ای در تعدادی از کرت‌ها، مربوط به همین نکته باشد. مدل MMF، در توجه به زمین‌شناسی دچار کم‌بود است.

قدردانی

این تحقیق با استفاده از اعتبارات و امکانات پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری و مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی انجام شده است. بدین‌وسیله نویسندگان مراتب تشکر خود را از همکاری‌های صورت گرفته اعلام می‌کنند.

منابع مورد استفاده

۱. حسین‌علی‌زاده، م. ۱۳۸۴. ارزیابی کارآیی مدل فرسایش مورگان- فینی با استفاده از زمین آمار و GIS. پایان نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ۱۱۴ صفحه.

۲. دادرسی، ا. ۱۳۸۰. مطالعه کارآیی استفاده از حجم رواناب واقعی به‌جای حجم رواناب تئوری در مدل فرسایشی مورگان. مجموعه مقالات هفتمین کنگره علوم خاک ایران، دانشگاه شهرکرد، ۲۵۳ – ۲۵۲.

۳. رنگ‌آور، ع.، ر. غفوریان، ح. انگشتری و غ. گزانچیان. ۱۳۸۳. تحقیق و بررسی در زمینه عوامل فرسایش خاک در مراتع استان خراسان. گزارش طرح تحقیقاتی پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری کشور.

۴. مورگان، آر. پی. سی، ۱۹۸۶. فرسایش و حفاظت خاک. ترجمه امین علیزاده، ۱۳۶۸. انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد، ۲۵۸ صفحه.

5. Besler, H. 1987. Slope properties, slope processes and soil erosion risk in the tropical rain forest of Z. Kalimantan Timur Indonesian Borneo, Earth Surface Processes and Landforms, 12:195–204.
6. Dadrasi, A. 1997. Erosion assessment in the Badland catchments of Western Zanjan vally, using Remote Sensing and Geographic Information System. M.Sc. Thesis, ITC, Enschede, The Netherlands, 112 pages.
7. Iampornrat K., M. van Moll and V. Heyvaert. 2000. Application of USLE model and MORGAN model for soil erosion mapping, a case study in Tambon Khoahin Sorn, Amphoe Phanomsarakam Chachoengsao province, Thiland. Paper No, 2318, Symposium No, 62.
8. Meyer, L.D. and W.H. Wischmeier. 1969. Mathematical simulation of the process of soil erosion by water. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, 12:754–758 and 762.
9. Morgan, R.P.C., T. Hatch and W.S. Harun. 1982. A simple procedure for assessing soil erosion risk, a case study for Malaysia. Applied Geomorphology in the Tropics, Geomorphol., Supplementband, 44:69-89.
10. Morgan, R.P.C. 1985. The impact of recreation on mountain soils: towards a predictive model for soil erosion. In: Bayfield, N.G., Barrow, G.C. (Eds.), The Ecological Impacts of Outdoor Recreation on Mountain Areas in Europe and North America, Rural Ecology Research Group Report, 9:112–121.
11. Morgan, R.P.C. 2001. A simple approach to soil loss prediction, a revised Morgan-Morgan-Finny model. Catena, 44:305-322.
12. Morgan, R.P.C. 2005. Soil Erosion and Conservation, 3rd edition. Blackwell Publishing, Oxford. 304 pp.
13. Rahnama, F. 1994. Erosion assessment using erosion models, remote sensing and geographic information system. M.Sc. Thesis, ITC, Enschede, the Netherlands.
14. Shrestha, V.D.P. 1997. Assessment of soil erosion in the Nepales Himalaya, a case study in Likhu Khola Valley, middle mountain region. Land Husbandry, 2(1):59-80.
15. Sherestha, M.K. 2001. Soil erosion modeling using remote sensing and GIS, a case study of Jhikh Khola watershed, Nepal.
16. Utomo, S.T. 1991. Erosion assessment using remote sensing and geographical information system applied to Turon catchment Malaga of Spain. M.Sc. Thesis, ITC, Enschede, The Netherlands.
17. van Liesout, A.M. 1997. Morgan approach for erosion modelling. www.itc.nl.
18. Wischmeier, W.H. and D.D. Smith. 1978. Predicting rainfall erosion losses, a guide to coservation planning. USDA, Agriculture Research Serv., Handbook 537.

Validation of Morgan, Morgan and Finney erosion model in experimental plots

Abolghasem Dadrasi[1], Scientific Board, Agricultural and Natural Resources Research Center, Khorasan, Iran
Shahrokh Hakimkhani, Assistant Professor, Faculty of Agriculture, Oroumieh University, Iran
Abdolsaleh Ranghavar, Assistant Professor, Agricultural and Natural Resources Research Center, Khorasan, Iran

Received: 17 May 2009 **Accepted**: 22 September 2009

Abstract

The fact that there are so many erosion models makes it necessary to critically select one of them as all have some limitations. Models are formulations of processes and logics as represented by the modeler. The formulations may be representations of either simple processes or complicated ones as the modeler deems necessary to solve a specific problem. These variables must be derived by a procedure of calibration for a specific case. The Soil erosion model of Morgan, Morgan and Finny (1982) from a large list of soil erosion models, have been applied to test the validity of the model in Sanganeh research station, Mashhad, Iran. After a field survey, plots with sheet erosion, were selected and their data was collected. Rainfall, slope and soil data were derived from station archive, vegetation cover and root depths were determined from field observations and some other parameters were tested on site. Soil loss was calculated by using overland flow for each plot after each rainfall and the measured records were compared with model estimations. The results show that in most plots, predictions deviated from the observations and in 28.21% of plots the results seem acceptable. The final result of present research shows that the model performs reasonably well for plots with lower density of vegetation cover (less than 20%), steep area with more than 40 percent, and soil depths of less than 10 centimeter.

Key words: Experimental model, Sheet erosion, Soil loss, Vegetation cover

[1] dadrasisabzevar@yahoo.com