شبيه‌سازي رواناب، رسوب و فرسايش خاک با استفاده از مدل**Eurosem** در زيرحوزه تنگ رواق واقع در استان کهکيلويه و بوير احمد

احمد جلاليان[1]، محسن حميد پور[2]، بهزاد قرباني[3]، شمسا... ايوبي*[4]
[1] استاد گروه خاکشناسي، دانشکده کشاورزي، دانشگاه صنعتي اصفهان، ايران
[2] دانشجوي دکتری، دانشکده کشاورزي، دانشگاه صنعتي اصفهان، ايران
[3] استاديار گروه خاکشناسي، دانشکده کشاورزي، دانشگاه شهرکرد، ايران
[4] استاديار گروه خاکشناسي، دانشکده کشاورزي، دانشگاه صنعتي اصفهان، ايران
(تاريخ دريافت: ۸۴/۶/۲، تاريخ تصويب: ۸۵/۵/۴)

چکيده

براي انجام کارهاي حفاظتي در حوزه‌هاي آبخيز، استفاده از مدلي که توانائي برآورد رواناب، فرسايش و رسوب را در زمان‌ها و مکان‌هاي معين داشته باشد، ضروري به نظر مي‌رسد. هدف از انجام اين پژوهش بررسي کارائي مدل EUROSEM در شبيه‌سازي فرسايش، رسوب و رواناب در زيرحوزه تنگ رواق از حوزه آبخيز کارون جنوبي مي‌باشد. منطقه مورد بررسي با مساحت ۱ هکتار به ۹ واحد کاري همگون تقسيم شده و سپس در هر واحد، شاخص‌هاي مختلف خاک، پوشش گياهي و ويژگي‌هاي هندسي زمين اندازه‌گيري و جمع‌آوري شد. عمل واسنجي و اعتبار سنجي مدل روي شاخص‌هاي ورودي در ۷ رخداد مختلف بارندگي صورت گرفت. بهترين واسنجي رواناب با کاهش هدايت هيدروليکي و حرکت موئينگي و افزايش رطوبت اوليه و بهترين واسنجي منحني رسوب-زمان با کاهش جداپذيري ذرات خاک با باران و افزايش ضريب زبري مانينگ و چسبندگي خاک صورت گرفت. نتايج اعتبار سنجي مدل نشان داد که مدل قادر است ميزان کل رواناب، فرسايش و دبي اوج رواناب و رسوب را به خوبي شبيه‌سازي نمايد. ولي در شبيه‌سازي زمان شروع رواناب، زمان رسيدن به دبي اوج رواناب و رسوب و دبي اوج رسوب موفق نيست. مدل همچنين در شبيه‌سازي رگبارهائي که داراي بيش از دو پالس بلند بارندگي هستند، موفق عمل نمي‌کند. مدل زماني فرسايش خاک را به خوبي شبيه‌سازي مي‌نمايد که منحني رواناب-زمان، آن رخداد را خوب شبيه‌سازي کرده باشد. مقايسه ميزان اندازه‌گيري شده شاخص‌هاي حرکت موئينگي و چسبندگي خاک در زير حوزه مورد بررسي با ميزان پيشنهاد شده در جداول راهنماي کاربران مدل EUROSEM، نشان داد که تفاوت معني‌داري بين آنها وجود دارد. بنابراين جداول مزبور جهت تعيين شاخص‌هاي نامبرده توصيه نمي‌شود و بايد با توجه به شرايط محلي و ويژگي‌هاي خاک‌ها، تعديل شوند.

لغات کليدي: مدل EUROSEM، واسنجي، اعتبار سنجي، رواناب و رسوب، زيرحوزه تنگ رواق

* نويسنده مسئول: تلفن: ۰۳۱۱-۳۹۱۳۴۷۰ فاکس: ۰۳۱۱-۳۹۱۳۴۷۱ E-mail: ayoubi@cc.iut.ac.ir

مقدمه

فرسايش خاک يکي از مهم‌ترين مسائل اقتصادي، اجتماعي و زيست محيطي جهان است و عامل پايه‌اي در ارزيابي سلامت اکوسيستم به‌شمار مي‌آيد (۴ و ۱۳). فرسايش خاک و ته نشست رسوب هرچند که فرآيندهاي طبيعي هستند، اما مي‌توانند به وسيله فعاليت‌هاي انساني مانند جنگل تراشي، چراي بيش از حد و مديريت کشاورزي ناپايدار تشديد شوند (۱۳). فرسايش خاک فرآيند پيچيده‌اي است که‌اندازه‌گيري و برآورد دقيق آن مشکل مي‌باشد (۱۳). تجزيه و تحليل پويائي فرسايش خاک و رواناب به ارزيابي و تعيين روش‌هائي براي کنترل فرسايش کمک مي‌نمايد (۲۱). کارائي اقدام‌هاي حفاظتي و کنترل فرسايش تا حد زيادي به چگونگي فناوري برآورد فرسايش خاک وابسته است (۲۱). به منظور اجراي برنامه‌هاي حفاظت خاک، محاسبه حجم کل ميزان توليد رسوب و همچنين ميزان رواناب با يک دوره بازگشت معين الزامي‌است (۶).

پژوهشگران در سراسر جهان از دير باز در پي اين بوده‌اند که با استفاده از روشهاي مختلف بتوانند ميزان فرسايش را در اراضي محاسبه نمايند. بر اين اساس روشهاي مختلفي از جمله مدل‌هاي فيزيکي و روابط تجربي براي نيل به‌اين هدف ابداع شده و در نقاط مختلف جهان به بوته آزمايش گذاشته شده‌اند که هر يک داراي محاسن و معايبي هستند (۹). در سال ۱۹۹۱ مدل EUROSEM[1] را مورگان و همکاران ابداع کردند. اين مدل قادر است ميزان رواناب، فرسايش و رسوب و بيشينه دبي رواناب و رسوب را در هر رخداد شبيه‌سازي نمايد (۱۴)..

مدل EUROSEM يک مدل پخشي[2]، ديناميک[3] و تک رخداد[4] است که براي شبيه‌سازي فرسايش، انتقال رسوب و ته نشست رسوب با فرآيندهاي شياري و بين شياري طراحي شده است. اين مدل با استفاده از معادله‌هاي رياضي، فرآيندهاي فرسايش، رواناب و جريان رسوب در سطح خاک را شبيه‌سازي مي‌کند. ميزان دبي رسوب از معادله توازن جرمي‌ديناميک به شکل زير محاسبه مي‌شود (۱۵).

$$(AC)/\delta t + \delta\,(QC)/\delta x - e\,(x\,,\,t) = q_s\,(x\,,\,t)\,\delta \quad (۱)$$

در اين رابطه C غلظت رسوب، A سطح مقطع جريان، Q دبي جريان، q_s ميزان رسوب در واحد طول جريان، e ميزان خالص جداسازي ذرات يا ميزان فرسايش در طول جريان، x فاصله و t زمان است. لازم به توضيح است که مقدار فرسايش مجموع دو فرآيند برخورد قطره‌هاي باران (فرسايش پاشماني) و جدايش[5] ذرات توسط انرژي رواناب مي‌باشد:

$$e= D_{et} + D_f \quad (۲)$$

در اين رابطه D_{et} نشاندهنده فرسايش ناشي از برخورد قطره‌هاي باران و D_f نشاندهنده فرسايش ناشي از جدايش ذرات توسط انرژي رواناب مي‌باشد.

از آنجا که مدل EUROSEM يک مدل فرسايشي است بايد به يک مدل هيدرولوژيک متصل شود تا ميزان رواناب را محاسبه کند. بدين منظور اين مدل به مدل KINEROS که يک مدل پخشي تک رخداد و فيزيکي است، مرتبط شده است. اين مدل با استفاده از نظريه موج جنبشي به حل معادله پيوستگي ذيل به محاسبه مقدار رواناب مي‌پردازد (۲۲و ۲۵).

$$\delta A/\delta t + \delta Q/\delta x = r\,(t) - f\,(t) \quad (۳)$$

در اين معادله r (t) شدت بارندگي پس از کسر ذخيره برگاب و f (t) ظرفيت نفوذ موضعي است. ترکيب مدل EUROSEM و KINEROS فرسايش خاک با قطره‌هاي باران را در فاصله‌هاي زماني يک دقيقه‌اي محاسبه مي‌کند (۲۲ و ۲۵).

۱- European Soil Erosion Model

۲- Distributed

۳- Dynamic

۴- Single event

۵- Detachment

مدل EUROSEM بعد از محاسبه انرژي جنبشي اجزاء بارش مستقيم، برگاب و ساقاب ميزان جداسازي ذرات خاک را محاسبه مي‌کند. نفوذ آب به درون خاک با استفاده از معادله نفوذ اسميت و پارلانژ[1] مدلسازي مي‌شود (٢٣) و با کسر کردن ذخائر گودالي، ميزان رواناب با استفاده از معادله موج جنبشي شبيه‌سازي مي‌شود. سپس فرسايش خاک با استفاده از تبادل دائم ذرات بين جريان و سطح خاک مدلسازي مي‌شود. در هر لحظه از بارش، ذرات خاک در حال رسوب يا جداسازي هستند. تعادل بين اين دو فرآيند متضاد، تعيين کننده ميزان هدررفت خاک يا رسوب است (١٥). حل معادله‌هاي مزبور به کمک معادله‌هاي جانبي متعدد و شاخص‌هاي مختلف اقليمي، حوزه‌اي، خاک و پوشش سطح زمين صورت مي‌گيرد که بحث بيشتر آنها در اين مبحث نمي‌گنجد. تفصيل دقيق مدل و نحوه تلفيق شاخص‌هاي متعدد آن در دستورالعمل مدل (١۴) مورد بحث قرار گرفته است.

آلبالجو و همکاران (١٩٩۴) مدل EUROSEM را در اسپانيا مورد ارزيابي قرار دادند. بررسي‌هاي آنان نشان داد که‌اين مدل قادر است رواناب و هدررفت خاک را به خوبي شبيه‌سازي نمايد (٨). قرباني در سال ١٩٩٧ مدل EUROSEM را در يک مزرعه پژوهشي در انگليس ارزيابي کرد. نتايج اين پژوهش نشان داد که مدل مزبور، قادر است تمامي شاخص‌هاي هيدروگراف به استثناي زمان رسيدن به بيشينه دبي را به خوبي شبيه‌سازي نمايد (١٢).

کوينتون (١٩٩۴،١٩٩٧) با ارزيابي اين مدل در انگليس به‌اين نتيجه رسيد که نتايج شبيه‌سازي در اين مدل فرسايشي بر اساس اصل عدم قطعيت استوار است. به‌اين معنا که نتايج عمل شبيه‌سازي را نمي‌توان به صورت ميزان مطلق معرفي کرد (١٧و١٨). کوينتون و مورگان در سال ١٩٩٨ مدل EUROSEM را در حوزه C5 اوکلاهما مورد بررسي قرار دادند. آنان منحني رواناب-زمان را با اصلاح چسبندگي خاک و ضريب زبري مانينگ واسنجي کردند.. بررسي‌هاي آنان نشان داد که مدل، کل رواناب و هدررفت خاک را به خوبي شبيه‌سازي مي‌کند ولي در شبيه‌سازي شکل منحني رواناب-زمان و منحني رسوب –زمان ناموفق بوده است (١٩).

کوينتون و رودريگوز (١٩٩٩) مدل EUROSEM را در زيرحوزه پيروماني بوليوي مورد ارزيابي قرار دادند. بررسي‌هاي آنان نشان داد که مدل توانائي بالائي در برآورد رواناب و هدررفت خاک در مناطق کوهستاني دارد (٢٠). ويه و همکاران در سال ٢٠٠٠ ضمن ارزيابي مدل در مکزيک، کاستاريکا و نيکاراگوئه نشان دادند که مدل رواناب و هدررفت کل را به خوبي شبيه‌سازي کرده است. در کشور ما نيز اين مدل را محققاني مانند خليل مقدم در حوزه آبخيز بازفت چهار محال و بختياري (۵)، حبيبيان در زير حوره ونک حوزه آبخيز کارون شمالي (٣)، و اميرپور در منطقه سوليجان استان چهار محال و بختياري (١) مورد ارزيابي قرار داده‌اند. جمع‌بندي نتايج بررسي‌هاي آنان نشاندهنده کارائي مناسب مدل در پيش‌بيني رواناب و رسوب کل و دبي اوج رواناب مي‌باشد.

هدف از اين پژوهش بررسي کارائي مدل EUROSEM در شبيه‌سازي رسوب، رواناب و فرسايش خاک بر اساس اندازه‌گيري ميزان فرسايش و رواناب واقعي در زير حوزه تنگ رواق از حوزه آبخيز کارون جنوبي مي‌باشد.

مواد و روش‌ها

ويژگي‌هاي جغرافيائي منطقه مورد بررسي

منطقه مورد بررسي به وسعت ١ هکتار در بخشي از زير حوزه تنگ رواق واقع در حوزه آبخيز کارون جنوبي قرار گرفته است. اين منطقه در عرض جغرافيائيَ ٢ ٣١ و طول جغرافيائيَ ٢٠ ۵١ واقع شده است. کاربري اراضي در کل منطقه شامل جنگل، کشاورزي آبي و ديمکاري و جنگل توام با ديمکاري مي‌باشد. ولي تنوع پوشش در منطقه مورد بررسي شامل گياهان جنگلي به گونه‌اي است که ٨٠ درصد آن زيرپوشش گونه بلوط و ٢٠ درصد باقي مانده مشتمل بر درختچه‌هاي بادام وحشي ارس و کيکمه مي‌باشد و بخش عمده‌اي از اين گياهان جنگلي بر اثر بهره برداري بي رويه و ديمکاري و چراي بي رويه از بين رفته‌اند.

١- Parlange

واحدبندي حوزه مورد بررسي

در مدل EUROSEM یک حوزه آبخیز بر اساس اطلاعات نقشه پستي و بلندي زمین، کاربري اراضي، پوشش گیاهي، شیب و نقشه موقعیت جاده‌ها و آبراهه‌ها به اجزاي همگن به نام واحد[1] تقسیم‌بندي مي‌شوند (۱۴و۱۵). واحدها شامل سطوح مسطح، سطوح شیبدار و آبراهه‌ها مي‌باشند. هر واحد باید از لحاظ ویژگي‌هاي خاک، شیب، پوشش گیاهي و نوع کاربري یکنواخت و همگن باشد (۱۵). منطقه مورد بررسي به‌این روش به ۹ واحد همگن گروه شد که نمائي از توزیع آنها و نحوه ارتباط آنها با همدیگر در شکل ۱ ارائه شده است.

اندازه‌گیري شاخص‌هاي ورودي مدل

شاخص‌هاي ورودي در قالب دو فایل اقلیم و حوزه به مدل وارد مي‌شوند. اطلاعات اقلیمي‌شامل میزان بارش در هر رخداد، مدت زمان بارندگي، دما، و بیشینه جفت داده‌هاي عمق و زمان بارندگي از اطلاعات اقلیمي موجود در ایستگاه هواشناسي منطقه استخراج شد. شاخص‌هاي مربوط به حوزه به گروه‌هاي ویژگي‌هاي هیدرولیکي، ویژگي‌هاي پوشش گیاهي، ویژگي‌هاي فیزیکي خاک و شرایط سطح خاک تقسیم مي‌شوند.

شاخص‌هاي هیدرولیکي اندازه‌گیري شده در منطقه

رطوبت خاک به روش استاندارد وزني (۲)، هدایت هیدرولیکي اشباع خاک در نمونه‌هاي دست نخورده به قطر ۸ و ارتفاع ۷ سانتي متر به روش آزمایشگاهي بار ثابت تعیین شد (۲). وزن مخصوص ظاهري خاک به روش سیلندر (۲) تعیین شد و سپس با در نظر گرفتن وزن مخصوص حقیقي مقدار تخلخل محاسبه شد. اندازه‌گیري حرکت موئینگي خالص[2] از روش زمان ماندابي که در دو شدت بارندگي مختلف به‌دست آمده‌اند، نیاز است. بدین منظور دستگاه نفوذسنج بارانی[3] طراحي شد (۲۶). با استفاده از معادله یانگ حرکت موئینگي قابل محاسبه است (۷):

$$tp = G \times Ks/R\,(R-Ks) \qquad (۴)$$

در این معادله tp زمان ماندابي، Ks هدایت هیدرولیکي اشباع،R شدت بارندگي و G حرکت موئینگي است.با رسم R در مقابل tp× 1/R ضرائب معادله یعني Ks و G به دست مي‌آیند. بدین منظور اگر معادله فوق را براي دو زمان ماندابي و در دو شدت بارندگي متفاوت بنویسیم خواهیم داشت:

$$R_1=[G.Ks/\ tp_1\times R_1] + Ks \qquad (۵)$$

$$R_2] + Ks \times R_2=[G.Ks/\ tp_2 \qquad (۶)$$

از تفاضل دو معادله ۵ و ۶ معادله زیر به‌دست مي‌آید:

$$G.Ks=[R_1-R_2] / [1/tp_1.R_1 - 1/tp_2.R_2] \qquad (۷)$$

میزان R_1، R_2، tp_1 و tp_2 به‌طورمستقیم در صحرا اندازه‌گیري شده‌اند و در نهایت مقدار G محاسبه شده است.

ویژگي‌هاي پوشش گیاهي

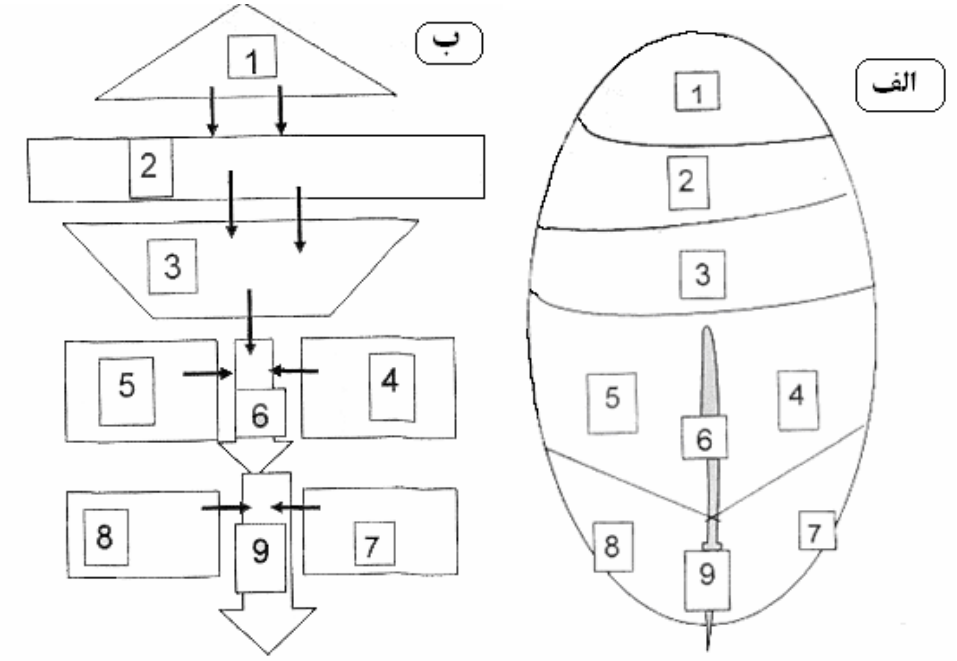
در این مدل ویژگي‌هاي پوشش گیاهي شامل سطح مقطع پایه پوشش، میانگین زاویه ساقه گیاه با افق، ارتفاع پوشش موثر، بیشینه ذخیره برگابي و ضریب شکل برگ مي‌باشد (۱۴). درصد تاج پوشش گیاهي براي گیاهان زراعي از کوادرات‌هائي به مساحت ۱ متر مربع و براي اراضي جنگلي از برآورد چشمي از تصویر قائم تاج پوشش بر روي زمین استفاده شد. شاخص‌هاي بیشینه ذخیره برگابي و ضریب شکل برگ بر اساس نوع گیاهان منطقه و استفاده از راهنماي کاربران EUROSEM برآورد شدند. سطح مقطع پایه پوشش به وسیله شمارش تعداد درختان در هر واحد و اندازه‌گیري قطر ساقه و با فرض مدور بودن ساقه

۱- Element

۲- Effective net capillary drive

۳- Sprinkler infiltrometer

محاسبه شد. ارتفاع گیاهان نیز به وسیله متر نواري به‌طور مستقیم اندازه‌گیري شد.



شکل ١- واحدبندي زیر حوزه مورد بررسي (الف) و الگوریتم آن (ب)

ویژگي‌هاي فیزیکي خاک

توزیع اندازه ذرات و بافت خاک به روش پیپت از نمونه‌هاي خاک جمع‌آوري شده از عمق ١٥-٠ سانتي متر تعیین شد (٢). چسبندگي خاک[1] بوسیله دستگاه برش پره‌اي یا توروین[2] اندازه‌گیري شد که میزان مقاومت برشي خاك را در ١٥ میلي متر بالائي خاك برآورد کرده است. این شاخص به‌طور مستقیم در صحرا اندازه‌گیري شد. پره دستگاه مورد نظر از ۴ تیغه فولادي نازک تشکیل شده که زاویه بین هر دو تیغه مجاور ٩٠ درجه است. ابعاد پره به‌اندازه‌اي است که از چرخش آن حفره‌اي به ارتفاع ١٥ میلي متر و قطر ٧٥ میلي متر ایجاد مي‌نماید. اندازه‌گیري مقاومت برشي در حالت اشباع و با سرعت ١٢-۶ درجه در دقیقه صورت گرفت. مقاومت برشي خاک در حالت اشباع معادل چسبندگي خاک مي‌باشد. براي اندازه‌گیري عامل جداپذیري ذرات خاک با قطره‌هاي باران از دستگاه فنجان پاشمان[3] در آزمایشگاه و در شرایط شبیه‌سازي قطره‌هاي باران اندازه‌گیري شد. میزان اندازه‌گیري شده با جدول راهنماي مدل تعدیل شدند (١۴).

شرایط سطح خاک

مدل EUROSEM براي توصیف سطح زمین از شاخص‌هاي زبري در جهت شیب، عامل عقب افتادگي نفوذ، ضریب زبري مانینگ، قطعه‌هاي سنگي و درصد شیب استفاده مي‌کند (١۴). عامل عقب افتادگي نفوذ[4] عبارت است از میانگین اختلاف ارتفاع پستي و بلندي‌هاي زمین. این شاخص توسط متر نواري تعیین شد. مقدار زبري

١- Soil cohesion

٢- Torevane

٣- Splash cup

۴- Infiltration recession factor

تصادفي سطح خاک نیز به وسیله زنجیر مساحي با طول ۱۰۴ سانتي متر محاسبه شد. درصد حجمي‌سنگریزه از عمق ۰ تا ۳۰ سانتي متري سطح خاک برداشت شده و درصد حجمي‌ذرات بزرگتر از ۲ میلي متر تعیین شد. جهت اندازه‌گیري ضریب زبر ي مانینگ در سطوح لخت و عاري از پوشش گیاهي از فرمول استریکلر[1] استفاده شد و در سطوح داراي پوشش گیاهي با گرفتن عکس از هر واحد و مقایسه با تصاویر کتاب چاو (۱۰) و همچنین جدول راهنماي کاربران مدل (۱۴) برآورد شد. درصد شیب نیز با شیب سنج تعیین شد.

اندازه‌گیري رواناب و رسوب واقعي

براي به دست آوردن رواناب و رسوب مشاهده شده واقعي، یک سرریز مثلثي شکل در نقطه خروجي زیرحوزه نصب شد. جهت محاسبه تقریبي ابعاد سرریز از رواناب برآوردي محاسبه شده به روش استدلالي (۶) استفاده شد. پس از اندازه‌گیري مقدار ارتفاع آب روي تاج سرریز و استفاده از روابط ریاضي موجود (۶) دبي رواناب در هر رگبار تعیین شد. از رواناب عبوري از سرریز در اعماق ۱۰ و ۳۰ سانتي متر در واحد زماني رگبار نمونه برداري شد و پس از خشک کردن غلظت و دبي رسوب در واحد زماني رگبار، اندازه‌گیري شد.

تحلیل داده‌ها

براي تحلیل داده‌ها از نرم افزار EUROSEM-98 نسخه ۳/۶ که به زبان فرترن تهیه شده و در محیط MS_DOS قابل اجراست، استفاده شد. براي محاسبه سطح زیر منحني‌هاي رواناب-زمان[2] و منحني‌هاي رسوب-زمان[3] از نرم افزار Table Curve استفاده شد. جهت تعیین کارائي مدل از شاخص کارائي مدل ME[4] و ضریب تبیین[5] استفاده شد. شاخص کارائي مدل، اختلاف نسبي بین میزان اندازه‌گیري شده واقعي و میزان شبیه‌سازي شده را نشان مي‌دهد (۱۶).

(۸)

$$ME = [\sum (O_i - \bar{O})^2 - \sum (P_i - O_i)^2] / [\sum (O_i - \bar{O})^2]$$

در این رابطه ME شاخص کارائي مدل، O_i میزان مشاهده شده، P_i میزان برآوردي و $\bar{O}$ میانگین میزان مشاهده شده‌اي است. ضریب تبیین نیز همخواني بین میزان پیش‌بیني شده و مشاهده شده را با استفاده از روش تجزیه رگرسیوني بررسي مي‌کند.

نتایج

نتایج شاخص سنجي

نتایج اندازه‌گیري عامل‌هاي مختلف دخیل در مدل در ۹ واحد مورد بررسي در زیر حوزه مورد نظر در جدول ۱ ارائه شده است. با توجه به‌اینکه مدل در رخدادهاي مربوط به فصول مختلف اجرا شده است، و با عنایت به‌اینکه شرایط پوشش گیاهي در ماه‌هاي مختلف متفاوت است، ویژگي‌هاي و شاخص‌هاي پوشش گیاهي در سه ماه مختلف بررسي اندازه‌گیري شده‌اند که نتایج آن در جدول ۲ ارائه شده است.

۱- Strickler

۲- Hydroghraph

۳- Sedigraph

۴- Model Efficiency

۵- Coefficient of determination

جدول ١- داده‌هاي ورودي خاک و شرايط سطح خاک و زمين در واحدهاي مختلف در منطقه مورد بررسي

عامل	واحد								
	١	٢	٣	۴	۵	۶	٧	٨	٩
طول واحد (m)	٢۵	۴۵	٣۵	٣٩	٣٩	٣٠	٢۵	٢٢	٣٠
عرض واحد (m)	١٨/۵	٣۶	٢٠	١٩	١٩	٠/۵	٢٢	٨	٠/۵
شماره واحد بالادست	٠	١	٢	٠	٠	٣	٠	٠	۶
شماره واحد سمت چپ	٠	٠	٠	٠	٠	۴	٠	٠	٧
شيب بين شيار (m/m)	٠	٠	٠	٠	٠	۵	٠	٠	٨
شيب شيار (m/m)	٠/۵٠	٠/۶٠	٠/۴٨	٠/٣۵	٠/٣٠	٠/٢٠	٠/٣٠	٠/٢۵	٠/٢٠
درصد رس	٢۶/١	٢٢/٨	٢٣/۵	٢١	٢١	١۵/١	٢٠/١	٢۴/٩	١١/۶
درصد شن	١٨/٩	٢۴/٧	١۴/٨	١٧	١٧/٢	۵۵/۶	٢۶/۵	١٩/١	۵۴/۵
درصد سيلت	۵۵	۵٢/۵	۶١/٧	۶٢	۶١/٨	٢٩/٣	۵٣/۴	۵۶	٣٣/٩
بافت خاک	لوم سيلتي	لوم سيلتي	لوم سيلتي	لوم سيلتي	لوم سيلتي	لوم شني	لوم سيلتي	لوم سيلتي	لوم شني
تخلخل خاک	٠/۴٩	٠/۴۵	٠/۵٠	٠/۵٠	٠/۵٠	٠/٢	٠/۴۶	٠/۴٩	٠/٢
ميانگين قطر ذرات (µ)	٢۵	٣٠	٢۵	٢۵	٢۵	۵٠	٣٠	٢۵	۵٠
فرسايش پذيري ذرات (g/j)	١/۵	١/۶	١/۶	١/۶	١/۶	٠/٢٧	١/۶	١/۶	٠/٢٧
چسبندگي خاک (kpa)	۵١	۵٢	۵٢	۵٠	۶٩	۵٠	۵٠	۵٠	۵٠
وزن ويژه حقيقي (g/cm^3)	٢/۶١	٢/۶٢	٢/۶٢	٢/۶١	٢/۶١	٢/۶١	٢/۶٢	٢/۶٢	٢/۶۵
ميزان سنگريزه (% حجمي)	٠/٢۵	٠/٢	٠/٢	٠	٠/٠١	٠/٠٧	٠	٠	٠/٠٧
ميزان پوشش سنگي (%)	٠/٠١	٠	٠	٠	٠/۵	٠/٢	٠	٠/۵	٠/٢
رطوبت حجميخاک پس از باران	٠/۴	٠/۴	٠/۴	٠/۴٢	٠/۴	٠/١٩	٠/۴	٠/۴	٠/١٩
عمق خاک قابل فرسايش (m)	١	١	١	٠/٣	٠/١	١	٠/٢۵	٠/٢۵	١

ادامه جدول ۱- داده‌هاي ورودي خاک و شرایط سطح خاک و زمین در واحدهاي مختلف در منطقه مورد بررسي

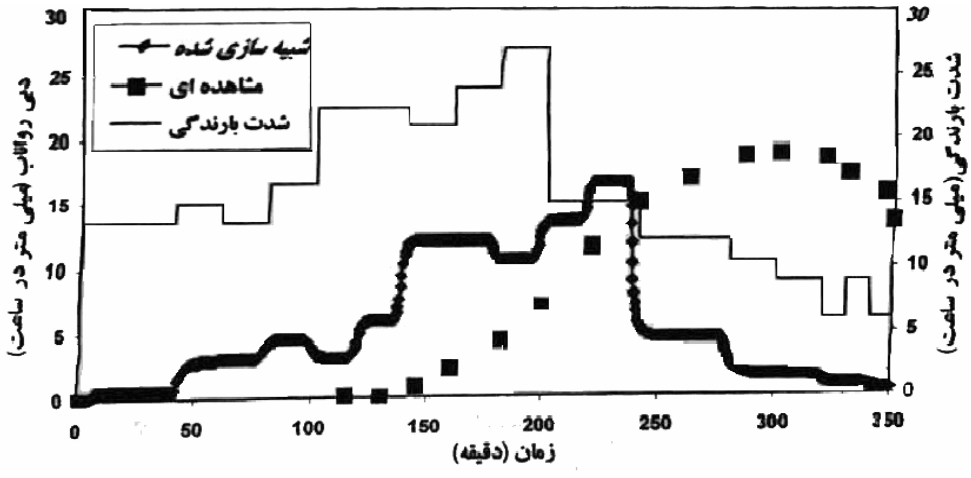
عامل	واحد								
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
زبري سطح	۹	۱۲	۱۲	۴	۴	۱	۶/۱	۶/۱	۱
شیب کناره راست کانال	۰	۰	۰	۰	۰	۱/۱۲	۰	۰	۱/۱۲
شیب کناره چپ کانال	۰	۰	۰	۰	۰	۱/۱۶	۰	۰	۱/۱۶
شیب راست شیار	۶/۲۶	۳	۱/۸	۰	۱/۸	۰	۰	۲	۰
میانگین عرض شیار (m)	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۳	۰	۰/۰۶	۰	۰	۰/۰۷	۰
میانگین عمق شیار (m)	۰/۰۵	۰/۱	۰/۱۴	۰	۰/۰۸	۰	۰	۰/۰۷	۰
شماره کانال بالادست	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۶
عامل عقب ماندگي نفوذ (mm)	۲۰	۲۴	۵۲	۵	۵	۱۰	۱	۱۰	۵
جرم ویژه ظاهري (g/cm^3)	۱/۳	۱/۴	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۹	۱/۴	۱/۴	۱/۹

جدول ٢- داده‌هاي پوشش گياهي در سه ماه مختلف مورد بررسي در واسنجي و اعتبار سنجي مدل

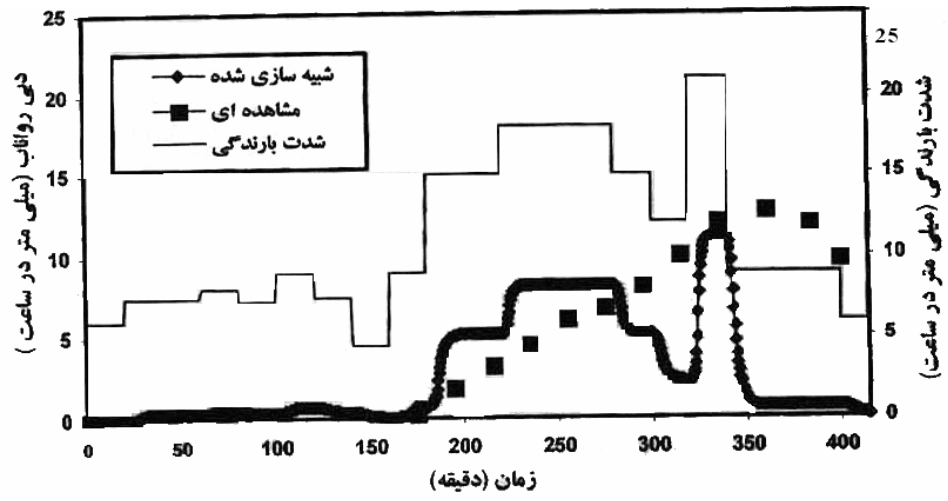
عامل	واحد								
	١	٢	٣	۴	۵	۶	٧	٨	٩
اسفند ماه									
درصد تاج پوشش گياهي	٣	٢	١	٠	٢	٠	٢	١/۵	٠
ارتفاع پوشش مؤثر (m)	٣/۵	٣	٣/۵	٠	٣	٠	٣/۵	٣	٠
سطح مقطع پايه پوشش	٠/٠٠٠٨	٠/٠٠٠١	٠/٠٠٠٨	٠	٠/٠٠٠١	٠	٠/٠٠٠١	٠/٠٠٠۶	٠
ميانگين زاويه ساقه گياه با افق	٧٠	٧٠	۶۵	٠	٠	٠	٧۵	٧۵	٠
ضريب شكل برگ	٢	٢	٢	٠	٢	٠	٢	٢	٠
بيشينه ذخيره برگابي (mm)	١	١	١	٠	١	٠	١	١	٠
فروردين ماه									
درصد تاج پوشش گياهي	١٠	۴٠	۴٠	٠	٢	٠	١٠	١٠	٠
ارتفاع پوشش مؤثر (m)	٣/۵	٠/١	٠/١	٠	٣	٠	٣/۵	٣	٠
سطح مقطع پايه پوشش (%)	٠/٠٠٠٨	٠/٣۵	٠/٣۵	٠	٠/٠٠٠١	٠	٠/٠٠٠١	٠/٠٠٠۶	٠
ميانگين زاويه ساقه گياه با افق (درجه)	٧٠	٨٠	٨٠	٠	٧٠	٠	٧۵	٧۵	٠
ضريب شكل برگ	٢	١	١	٠	٢	٠	٢	٢	٠
بيشينه ذخيره برگابي (mm)	١	١/٨	١/٨	٠	١	٠	١	١	٠
ارديبهشت ماه									
درصد تاج پوشش گياهي	٢۵	۴۵	۴۵	٠	٢	٠	١٠	١٠	٠
ارتفاع پوشش مؤثر (m)	۴	٠/٢	٠/٢	٠	٣	٠	٣/۵	٣	٠
سطح مقطع پايه پوشش (%)	٠/٢	٠/۴	٠/۴	٠	٠/٠٠٠١	٠	٠/٠٠٠١	٠/٠٠٠۶	٠
ميانگين زاويه ساقه گياه با افق (درجه)	٧٠	٨٠	٨٠	٠	٧٠	٠	٧۵	٧۵	٠
ضريب شكل برگ	٢	١	١	٠	٢	٠	٠	٢	٠
بيشينه ذخيره برگابي (mm)	٢/٣	١/٨	١/٨	٠	١	٠	١	١	٠

نتايج شبيه‌سازي رواناب

مورگان (۱۴) بر اين باور است که اگر مدلي نتواند رواناب را به درستي شبيه‌سازي نمايد، قادر نخواهد بود هدررفت خاک را به خوبي شبيه‌سازي نمايد. بررسي‌هاي برخي محققان (۱۵) نشان داده است که در طول سال فقط تعداد معدودي از بارش‌ها فرساينده هستند و بيشينه هدرفت خاک، زماني است که زمان فرسايندگي با نبود پوشش گياهي کافي همراه باشد. در اين بررسي نيز از بين ۴۵ رخداد ثبت شده در سال مورد بررسي (۱۳۸۲) فقط ۷ تاي آن باعث توليد رسوب شده است. اين مسئله نشاندهنده محدود بودن رخدادهاي فرساينده در اواخر زمستان و ابتداي بهار که همزمان با نبود پوشش گياهي کافي در سطح خاک بود، رخ دادند. براي واسنجي مدل دو رخداد ۵ و ۲۵ فروردين ماه ۱۳۸۲ در نظر گرفته شدند. براي انطباق منحني رواناب-زمان شبيه‌سازي شده و مشاهده شده از نتايج تحليل حساسيت استفاده شد. نتايج تحليل حساسيت نشان داد که درصد تغييرات رواناب کل و بيشينه دبي رواناب نسبت به شاخص‌هاي هدايت هيدروليکي اشباع، حرکت موئينگي و رطوبت اوليه بيش از ساير عامل‌هاي است. منحني‌هاي واسنجي شده رواناب –زمان رخدادهاي مزبور به ترتيب در شکل ۲ و ۳ ارائه شده‌اند.



شکل ۲- منحني رواناب-زمان رخداد ۵ فروردين (واسنجي)



شکل ۳- منحني رواناب-زمان رخداد ۲۵ فروردين (واسنجي)

نتايج واسنجي نشان مي‌دهد كه مدل، كل رواناب و دبي اوج رواناب رخدادهاي انتخاب شده را به خوبي واسنجي شده كرده ولي در واسنجي زمان شروع رواناب و زمان رسيدن به دبي اوج رواناب ناموفق بوده است. جهت اعتبار سنجي منحني رواناب-زمان، رخدادهاي ٨ فروردين، ١۶ اسفند و١ ارديبهشت با رخداد واسنجي شده ۵ فروردين ماه اعتبار سازي شدند. و رخداد ١ اسفند با رخداد ٢۵ فروردين معتبر شد. نتايج شبيه‌سازي منحني رواناب-زمان رخدادهاي معتبر شده در جدول ٣ ارائه شده است.

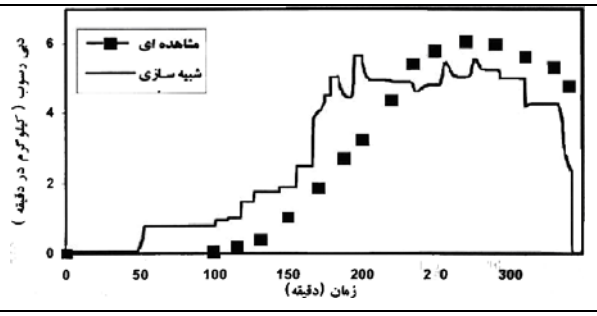
جدول ٣- نتايج شبيه‌سازي منحني رواناب-زماندر رخدادهاي معتبر شده

رخداد	كل رواناب (**mm**)		دبي اوج رواناب (**mm/h**)		زمان شروع رواناب (**min**)		زمان رسيدن به اوج رواناب از لحظه شروع رواناب (**min**)	
	مشاهده شده	شبيه‌سازي شده	مشاهده شده	شبيه‌سازي شده	مشاهده شده	شبيه‌سازي شده	مشاهده شده	شبيه‌سازي شده
٨ فروردين	٧۶۵	٧٠٢	١١	٩/۵	١۴٨	١٠	٣٠٠	١۵٠
١۶ اسفند	٧٩۵	٧۶٩	١٠/۵	٨/۵	١۵۵	٣۵	٢٨٠	١۶۵
١ ارديبهشت	١٠١٧/۵	٨۵٨	١۶/١	١٠/۴	٢٣٠	٢٢	٣٨٠	١٨٩
١ اسفند	١٣٢۵	١۴٣٠	١٨/٧	١٠	٢٣٨	٣٠	۴۶٠	١٩۵

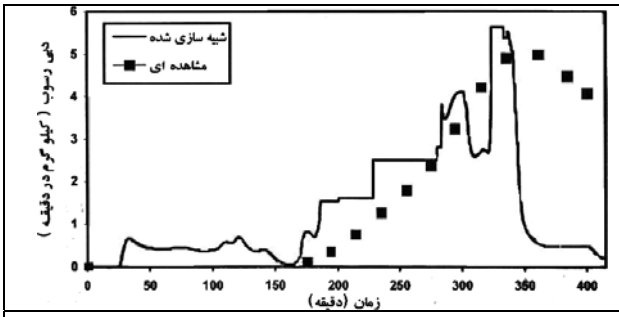
همان‌طور كه نتايج ارائه شده در جدول مزبور نشان مي‌دهد مدل، كل رواناب، دبي اوج رواناب و شكل هيدروگراف (منحني معتبر شده ارائه نشده است) را به خوبي شبيه‌سازي كرده است. ولي در شبيه‌سازي زمان شروع رواناب و زمان رسيدن به دبي اوج ناموفق بوده است. نتايج به‌دست آمده با نتايج فولي و همكاران (١٩٩٩) در حوزه كاتسوپ هلند برابري دارد (١١) . به طور كلي به دليل وجود شخم و شيار در خلاف جهت شيب و عمليات سنگ چيني در واحدهاي ٢ و ٣ مدت زمان قابل توجهي طول مي‌كشد كه رواناب مناطق بالادست به آبراهه خروجي زيرحوزه مورد نظر برسد. به‌اين دليل، مدل در شبيه‌سازي زمان شروع رواناب همه رخدادها ناموفق بوده است. ويه و همكاران (٢۴) و قرباني (١٢) و كوينتون و رودريگز (٢٠) نيز به‌اين نتيجه رسيدند كه مدل زمان شروع رواناب را به خوبي شبيه‌سازي نمي‌كند.

شبيه‌سازي هدررفت خاک

مدل EUROSEM، هدررفت خاک را به عنوان دبي رسوب محاسبه مي‌كند (١۵). پس از آنكه رواناب-زمان رخدادهاي ۵ و ٢۵ فروردين واسنجي شدند، براي انطباق منحني رسوب-زمان شبيه‌سازي شده و مشاهده شده از نتايج حساسيت مدل استفاده شد. نتايج تحليل حساسيت نشان داد كه درصد تغييرات هدررفت خاک نسبت به شاخص‌هاي ضريب زبري مانينيگ، چسبندگي خاک و جداپذيري ذرات خاک با باران به‌نسبت زياد است. منحني رسوب-زمان واسنجي شده براي رخدادهاي ۵ و ٢۵ فروردين به ترتيب در شكل ۴ و ۵ ارائه شده است.



شکل ۴- منحني رسوب-زمان رخداد ۵ فروردین (واسنجي)



شکل ۵- منحني رسوب-زمان رخداد ۲۵ فروردین (واسنجي)

نتايج واسنجي نشان داد كه مدل، كل هدررفت خاک و دبي اوج رسوب رخدادهاي مزبور را به خوبي شبيه‌سازي مي‌كند ولي در شبيه‌سازي زمان رسيدن به دبي اوج در رخداد ۵ فروردين ناموفق بوده است. براي شبيه‌سازي هدررفت خاک، رخدادهاي ۸ فروردين، ۱۶ اسفند و ا اردیبهشت با رخداد ۵ فروردين و رخداد ۱ اسفند با رخداد ۲۵ فروردين اعتبار سازي شد. نتايج اعتبار سازي مدل براي هدررفت خاک در جدول ۴ خلاصه شده است.

جدول ۴- نتايج شبيه‌سازي هدررفت خاكدر رخدادهاي معتبر شده

رخداد	کل هدررفت خاک (kg/ha)		دبي اوج رسوب (kg/min)		زمان رسيدن به اوج رسوب از لحظه شروع رواناب (min)	
	مشاهده شده	شبيه‌سازي شده	مشاهده شده	شبيه‌سازي شده	مشاهده شده	شبيه‌سازي شده
۸ فروردين	۴۱/۳	۳۵	۰/۶	۰/۵	۳۰۰	۱۴۷
۱۶ اسفند	۱۸/۱	۱۲	۰/۳۴	۰/۱۷	۲۸۰	۱۴۴
۱ اردیبهشت	۴۱/۱	۲۸/۵	۰/۴۶	۰/۲۸	۳۰۰	۱۹۲
۱ اسفند	۶۷۰	۱۱۵۶/۷	۵/۹	۲۷/۲	۴۴۹	۴۳۴

نتايج شبيه‌سازي نشان مي‌دهد كه مدل نتواسته است مدت زمان رسيدن به بيشينه رسوب را به خوبي شبيه‌سازي نمايد. نتايج به دست آمده با نتايج بررسي‌هاي فولي و همكاران (۱۱)، ويه و همكاران (۲۴)، و خليل مقدم (۵) همخواني دارد. بررسي‌هاي مورگان و همكاران (۱۴) و ويه و همكاران (۲۴) نشان داده است كه مدل، هدررفت خاک را بهتر از دبي اوج رسوب و زمان رسيدن به دبي اوج رسوب شبيه‌سازي مي‌نمايد.

رخداد ۱ اسفندماه با رخداد واسنجي شده ۲۵ فروردين اعتبار سازي شده است. مدل، هدررفت خاک اين رخداد را بسيار ضعيف شبيه‌سازي كرده است. به نظر مي‌رسد مدل در شبيه‌سازي هدررفت خاک رخدادهائي كه داراي بيش از دوپالس بارندگي هستند، ناموفق است. به دليل مشكل بودن واسنجي رخدادهاي بلندمدت و پيچيده، فولي و همكاران (۱۹۹۹) نيز گزارش كردند كه مدل در شبيه‌سازي هدررفت خاک اين نوع رخدادها ناموفق است (۱۱).

ارزيابي كارائي مدل

نتايج كلي تحليل آماري (جدول ۵) نشان مي‌دهد كه مدل توانسته است كل رواناب را به خوبي شبيه‌سازي نمايد.

ميزان بالاي شاخص كارائي مدل و ضريب تبيين براي اين شاخص بالاست. قرباني (١٢) نيز نشان داد كه به دليل بالا بودن شاخص‌هاي مزبور مدل EUROSEM در شبيه‌سازي كل رواناب موفق عمل كرده است. ميزان شاخص كارائي و ضريب تبيين براي دبي اوج رواناب، كل هدرفت خاک نشان داد كه مدل براي ارزيابي شاخص‌هاي مزبور موفق عمل كرده است. نتايج تجزيه‌هاي آماري نشان مي‌دهد كه ضريب تبيين براي زمان شروع رواناب و زمان رسيدن به نقطه اوج رواناب به‌نسبت بالاست ولي مقدار شاخص كارائي بسيار كم است. با توجه به‌اينكه تنها ضريب تبيين به تنهائي نمي‌تواند جهت سودمندي مدل مورد استفاده قرار گيرد (١٢)، نتايج اين تجزيه نشان مي‌دهد كه مدل در پيش‌بيني دو شاخص مزبور ضعيف عمل كرده است. تحليل آماري همچنين نشان مي‌دهد كه مدل در شبيه‌سازي دبي اوج رسوب و زمان رسيدن به دبي اوج ضعيف عمل مي‌كند چراكه ميزان شاخص كارائي مدل براي اين دوشاخص بسيار كم است.

جدول ٥- نتايج تحليل آماري شبيه‌سازي مدل **EUROSEM** در منطقه مورد بررسي

شاخص	كل رواناب	دبي اوج رواناب	زمان شروع رواناب	زمان رسيدن به اوج رواناب	كل هدررفت خاک	دبي اوج رسوب	زمان رسيدن به اوج رسوب
ضريب تبيين	٠/٩٣	٠/٩١	٠/٧٠	٠/٨٥	٠/٨٩	٠/٧٠	٠/٨٩
كارائي مدل	٠/٩٠	٠/٦٠	-٣/٥٠	-٠/١٠	٠/٧٠	٠/١٠	-۴/٢٠

نتيجه‌گيري

نتايج ارزيابي مدل EUROSEM در زيرحوزه مورد بررسي نشان داد كه مدل قادر است ميزان كل رواناب، فرسايش و دبي رواناب را به خوبي شبيه‌سازي نمايد ولي در شبيه‌سازي زمان شروع رواناب، زمان رسيده به دبي اوج رواناب و رسوب و دبي اوج رسوب موفق نيست. اين مدل در شبيه‌سازي رگبارهائي كه داراي بيش از دو پالس بارندگي هستند، موفق نمي‌باشد. نتايج اين بررسي نشان داد كه مدل، زماني فرسايش خاک را خوب شبيه‌سازي مي‌نمايد كه منحني رواناب-زمان، آن رخداد را خوب شبيه‌سازي كرده باشد. اين مسئله لزوم انجام واسنجي منحني رواناب-زمان را قبل از واسنجي منحني رسوب-زمان تاييد مي‌نمايد. مقايسه ميزان اندازه‌گيري شده شاخص‌هاي حركت موئينگي و چسبندگي خاک در زيرحوزه مورد بررسي با ميزان پيشنهاد شده در جدول راهنماي كاربران مدل EUROSEM نشان داد كه تفاوت معني‌داري بين آنها وجود دارد. بنابراين براي تعيين اين شاخص‌ها استفاده از جدول راهنماي مدل توصيه نمي‌شود.

منابع

١- اميرپور، م. ١٣٨٢. بررسي تاثير بر خي ويژگي‌هاي فيزيكي خاک بر روي توليد رواناب فرسايش و رسوب با استفاده از مدل EUROSEM در منطقه سوليجان چهارمحال و بختياري. پايان‌نامه كارشناسي‌ارشد. دانشگاه صنعتي اصفهان.

٢- باي بوردي، م . ١٣٧٢. فيزيک خاک. چاپ پنجم. انتشارات دانشگاه تهران.

٣- حبيبيان دهكردي، ر. ١٣٨١. ارزيابي كمي‌نقش روش‌هاي حفاظت آب و خاک بر كاهش رواناب و فرسايش، استفاده از مدل EUROSEM در بخشي از زير حوزه ونک از حوزه آبخيز كارون شمالي. پايان نامه كارشناسي ارشد. دانشگاه صنعتي اصفهان.

۴- حق نيا، غ .، و ع،كوچكي. (مترجمين). ١٣٧٥. مديريت پايدار خاک.انتشارات جهاد دانشگاهي مشهد.

۵- خلیل مقدم، ب.۱۳۸۱. ارزیابي مدل ارزیابي محاسبه فرسایش خاک (Eurosem) در زیر حوضه طبرک از حوزه رودخانه بازفت در حوزه آبخیز کارون شمالي. پایان نامه کارشناسي ارشد. دانشگاه صنعتي اصفهان.
۶- رفاهي، ح. ۱۳۷۵. فرسایش آبي و کنترل آن. انتشارات دانشگاه تهران.
۷- قرباني، ب. ۱۳۸۰. روش‌هاي کاربردي تعیین نفوذپذیري خاک تحت شرایط آبیاري باراني، دانشگاه شهرکرد، نشریه فني شماره ۱.
8- Albaljdjo,J., N. Costillo and M. Martinez. 1994 .EUROSEM. Preliminary validation on non-agricultural soil .pp:314-325.in:R. J. Rickson (Ed.), Conserving Soil Resources: European perspectives. CAB international, Wallingford.
9- Boiffin, J., F. Papy and G. Monnier. 1988. Some reflections on the prospect of modeling. Pp: 341-348. In: Morgan, R. P.C. (Ed.), Erosion and Modeling. Rep No. EUR. 10860 EN.
10- Chow, V. T. 1956. Open channel hydraulic. McGraw-Hill, New-York.
11- Fully, A., J. N. Quinton and R. E. Smith. 1999. Evaluation of the EUROSEM model using data file from the Catsop watershed, The Netherlands. Catena. 37: 507-519.
12- Ghorbani, B. 1997. A mathematical model to predict surface runoff under sprinkler irrigation condition. Ph.D thesis. Silsoe College. Bedford. UK.
13- Morgan , R.P.C 1986. soil Erosion and Conservation Longman group . UK.
14- Morgan, R. P. C., J. N. Quinton, and R. J. Rickson. 1991. EUROSEM : A user guide. Silsoe College. Cranfield University. UK.
15- Morgan, R. P. C., J. N. Quinton, R. E. Smith and G. Govers. 1998. The European transport from field and small catchment. J. Earth Surface Processes and Landforms. 25: 527-544.
16- Nash, J. E., and V. Sutcliffe. 1970. River flow forecasting through conceptual models. J. Hydrology. 10: 282- 290.
17- Quinton, J. 1994. The validation of physical-based erosion under model particular references to EUROSEM. CAB. INt. Walling Ford.
18- Quinton, J.N.1997. Reducing productive uncertainty in model simulations: a comparison of two methods using the EUROSEM. Catena. 30; 101-117.
19- Quinton, J., and R.P.C. Morgan. 1998. EUROSEM. An evaluation with single event data the C5 watershed Oklahoma. NATOASI series. 155:65-71.
20- Quinton, J., and F. Roodriguez. 1999. Modeling the impact of live barriers on soil erosion in the Pairumani sub-catchment Bolivia. J. Mountain Research and Development. 19: 292-299./
21- Rose .E. 1996. Land husbandry – component and strategy. Soil Bull No.70, FAO. Rome.
22- Smith, R. E.,. ِD. C. Goodrich and J. N. Quinton. 1995. Dynamic, distributed simulation of watershed erosion. The KINEROS2 and EUROSEM models. J. Soil and Water Conservation. 50: 517-520.
23- Smith, R.E., and J. Parlange. 1978. A parameter effective hydrologic infiltration model. J. Water Resources Research. 14: 533-538.
24- Veihe, A., J. Quinton and J. Poeson. 2000. Sensitivity analysis of Eurosem using Monte Carlo simulation II: the effect of rills and rock fragments. J. Hydrological Processes. 14: 927-939.
25- Woolhiser, D. A., R. E. Smith and D. C. Goodrich. 1990. Kinematic runoff and erosion model: documentation and user manual. USDA Agricultural Research Service, ARS-71.
26- Zegelin, S. J. and I. White. 1982. Design for a field sprinkler infiltrometer. Soil Sci. Soc. Am. J. 46: 1129-1133.

Simulation of runoff, sediment and soil erosion by EUROSEM model in Tange-Ravagh sub basin, South Karun watershed, Kohkeiluieh-Boyer Ahmad Province.

A. Jalalian[*1], M. Hamidpour[2], B. Ghorbani[3], Sh. Ayoubi[*4]
[1] Professor, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, I. R. Iran
[2] Ph. D. Student, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, I. R. Iran
[3] Assistant Prof, College of Agriculture, Shahrekord University, I. R. Iran
[4] Assistant Prof, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, I. R. Iran
(Received 24 August 2005, Accepted 26 July 2006)

Abstract

To perform soil and water conservation programs in watersheds, a model is required to predict runoff, sediment and soil erosion spatially and temporally. This research was conducted in order to evaluate EUROSEM model in estimating runoff and soil loss in Tangh-Ravagh sub-basin of south Karun watershed. The study area covered 1 ha, was divided into nine units according to EUOSEM users guide manual. Soil and plant cover parameters and geometrical characteristics of the sub-basin were collected and measured, then parameterization, calibration and validation processes were done in 7 separate events. The calibration of hydrograph was performed by decreasing saturated hydraulic conductivity and capillary drive and increasing soil moisture. The calibration of sedigraph was done by decreasing detachability of soil particles and increasing Manninmg's n and soil cohesion. Validation results showed that EUROSEM model provides a good simulation of the total runoff, total soil loss and peak runoff discharge, but it could not simulate well the time of runoff, time to peak discharge and the peak of sediment discharge. Comparisons of measured capillary drive and soil cohesion in the study area based on the values provided by EUROSEM manual, showed significant differences. Therefore, the tables are not recommended to be used in evaluating these parameters that should be adjusted locally.

Keywords: EUROSEM model, Calibration, Validation, Runoff and sediment, Tangh-Ravagh sub basin

* Corresponding author: Tel: 0311-3913470 , Fax: 0311-3913471 , E-mail:ayouby@cc.iut.ac.ir