



تبیین شرایط استفاده از الگوهای فرسایش خاک (مطالعه موردی: حوزه آبخیز میناب)

احمد نوحه‌گرا^۱، بهار ترابی^۲، ارشک حلی‌ساز^۳ و مهدی بی‌نیاز^{۴*}

۱- استاد گروه مرتع و آبخیزداری دانشگاه هرمزگان

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری دانشگاه هرمزگان

۳- استادیار گروه مرتع و آبخیزداری دانشگاه هرمزگان

۴- مربی گروه مرتع و آبخیزداری دانشگاه هرمزگان mbiniaz@hormozgan.ac.ir

چکیده

خاک یکی از مهم‌ترین منابع طبیعی هر کشور محسوب می‌شود. فرسایش خاک پدیده‌ای اجتناب‌ناپذیر است که به صورت تشدید شونده منجر به تخریب خاک می‌شود. امروزه فرسایش تشدید شده خاک یکی از موانع مهم برای دستیابی به توسعه کشاورزی و منابع طبیعی است. از این رو آگاهی از وضعیت و روند فرسایش خاک و تولید رسوب در حوزه‌های آبخیز یکی از مهم‌ترین ابزارهای تصمیم‌گیری برای برنامه‌ریزی‌های مورد نظر می‌باشد. در همین راستا، مدل‌های فرسایش و رسوب تامین‌کننده این هدف می‌باشند. مدل‌ها از یک طرف به عنوان بهترین ابزارهای پشتیبانی‌کننده تصمیم‌گیری‌ها نقش مهمی دارند و از طرف دیگر ورود و استفاده از تعداد بی‌مهابای الگوها، امکان انتخاب بهترین مدل یا مدل‌ها را چالش برانگیز می‌کند. واضح است در سال‌های اخیر مدل‌های مختلف برآورد فرسایش و رسوب پا به عرصه وجود گذاشته‌اند لذا نیاز به وجود یک چارچوب مناسب برای انتخاب این‌گونه الگوها ضروری است. اما متأسفانه چنین چارچوبی که بتوان بر اساس آن دست به انتخاب مدل زد وجود ندارد. به همین منظور در این مطالعه به معرفی و بررسی شرایط استفاده یک‌سری از الگوهای رایج در دنیا پرداخته شد و یک چارچوب که شامل هدف مطالعه، قابلیت در دسترس بودن داده‌ها، مقیاس مکانی منطقه و استلزامات مدل برای انتخاب الگوهای فرسایشی است، ارائه گردید. سپس با استفاده از چارچوب ارائه شده سعی بر انتخاب مدل برای حوزه آبخیز میناب شد که با توجه به شرایط چارچوب مذکور هیچ‌کدام از مدل‌ها با اهداف و شرایط منطقه سازگار نبود.

واژه‌های کلیدی: فرسایش و رسوب، الگوهای فرسایش خاک، چارچوب انتخاب الگو، حوزه آبخیز میناب

Soil Erosion Model Implication (Case Study: Minab Basin)

Ahmad Nohegar¹, Bahar Torabi², Arashk Holisaz³ and Mehdi Biniaz⁴

1- Full Professor, Faculty of Natural Resource, University of Hormozgan, Iran

2- M.Sc. student of Watershed Management, Faculty, University of Hormozgan, Iran

3- Assistant Professor, Faculty of Natural Resource, University of Hormozgan, Iran

4- Instructor, Faculty of Natural Resource, University of Hormozgan, Iran

Abstract

Soil erosion is an inevitable phenomenon that additive erosion caused Soil degradation. additive Soil erosion is one of the major obstacles to achieve the development of agriculture and natural resources. Thus, knowledge of the status and trends of soil erosion and sediment production in the watersheds is one of the most important tools for planning and decision-making. Models are the most popular tools for erosion and sediment processes. On the one hand, models as the best of decision support tools are important and On the one hand The entry of a large number of patterns, choice of best model or models can be challenging. Since a lot of models of erosion and sedimentation have been established in recent years, the need for an appropriate framework for choosing such models is essential. But unfortunately there is no such a framework. The purpose of this study was to identify and examine patterns of some common models used in the world was made. A designed flowchart regarding 1) the goal of study, 2) accessibility of data, 3) special scale of study and 4) implication of models was proposed to choose the best model. This flowchart implemented Minab Watershed in Hormozgan province. The results showed that none of the models were consistent with the objectives and requirements of the basin.

Key words: Soil Erosion, Soil Erosion Model, Model Implication, Minab Basin

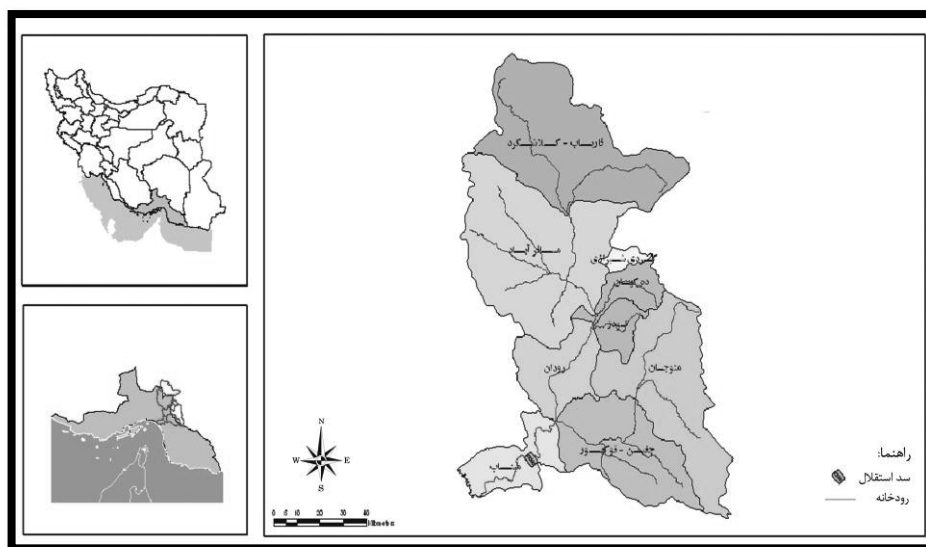
۱- مقدمه

جابجایی‌های رسوب و آلودگی‌های ملازم با آن در زمین سیمایا و در درون منابع آبی در زمینه‌هایی چون کنترل آلودگی، جلوگیری از سیلاب‌های گل آلود و حفظ منابع محیطی توجه زیادی را به خود جلب کرده است. در خلال تغییرات اقلیمی دهه اخیر، نیازمند پیش‌بینی چگونگی وقوع مشکلات محیطی ناشی از رسوب هستیم تا بتوانیم براساس این شناخت، سامانه مدیریتی مناسبی را طراحی و اجرا کنیم (مورگان و نیرینگ، ۲۰۱۱). در راستای این آگاهی و شناخت، تنها در محدوده‌های کشاورزی یا حوزه‌های آبخیز محدود می‌توان وسایل (اندازه‌گیری) مشخصی را مستقر کرد و دست به ارزیابی وضعیت موجود و پیشنهاد بهترین گزینه‌های موجود زد. بنابراین این امکان وجود ندارد که همه‌ی مناطق سطح زمین را به صورت مشروح مطالعه کرد. از آنجایی که چنین اندازه‌گیری‌های مشروح میدانی اغلب بسیار هزینه‌بر بوده و گاه چندین سال (۱۰ سال یا بیشتر) طول می‌کشد شدت فرسایش با استفاده از فناوری برآورد فرسایش که همانند مدل‌های فرسایشی است، ارزیابی می‌گردد. بنابراین با توجه به مسائل ذکر شده الگوهای فرسایشی، اگر دقیق باشند و به درستی مورد استفاده قرار گیرند، چنین کارکردی را تأمین می‌کند (مورگان و نیرینگ، ۲۰۱۱) لذا کاربران الگوها نیازمند توصیه‌هایی هستند که به آن‌ها بگویند الگوهای در دسترس چه خوبی‌هایی دارند و نیز اینکه این الگوها تحت چه شرایطی باید اجرا شوند که متأسفانه از مشکلات عمده ما در کشور عدم وجود یک چارچوب مناسب برای انتخاب الگوی مناسب برای منطقه مورد مطالعه و اجرای طرح‌های آبخیزداری است. در همین راستا مورگان و نیرینگ (۲۰۱۱) در قالب دستنامه‌ای به دنبال رسیدن به مقطعی هستند که در آن کاربران الگوها را با ابزارهای مختلف ارزیابی الگوهای فرسایشی و انتخاب مناسب‌ترین آن‌ها برای مقاصد مشخص که با داده‌های ورودی در دسترس سازگار باشد، آشنا کنند و تأکید آنان بر این است که انتخاب بهترین الگو لزوماً نمی‌تواند بر مبنای پیچیدگی بیشتر الگو باشد. چرا که نتایج حاصل از الگوی انتخابی مبنای تصمیم‌گیری‌های مهم مدیریتی است. ویشمایر نیز در سال ۱۹۷۸ هشدار می‌دهد که در باب استفاده صحیح و سوء استفاده از USLE انداز داد. مقاله او تا به امروز قابل استفاده است چرا که او در این مقاله اهمیت استفاده از الگوی متناسب با مقصود را تشریح کرد و در واقع او در این مقاله گفت که به هر دلیل اگر الگویی نامناسب اختیار شود و نتیجه مناسبی حاصل نشد، گناه آن به گردن کاربر است نه الگو (ویشمایر، ۱۹۷۸). صالحی و همکاران (۱۳۹۰) در کتاب خود به این نکته به صورت واضح اشاره کرده‌اند که در انتخاب یک مدل باید به موارد زیر توجه نمود: ۱- مدل در چه شرایطی ارایه شده است، ۲- فرضیات و استلزامات مدل رعایت شوند، ۳- هدف از به کار بردن مدل مشخص باشد، ۴- نیازمندی‌های مدل، مد نظر قرار گیرند. عسکری و همکاران (۱۳۸۶) و پارسایی (۱۳۸۴) به این موضوع اشاره داشتند که مدت‌هاست مدل‌های تجربی تخمین مقدار فرسایش و رسوب، به عنوان مناسب‌ترین شیوه برای مطالعه فرسایش خاک در دنیا مطرح شده‌اند ولی تفاوت وضعیت طبیعی کشورهای ابداع کننده این مدل‌ها با سایر نواحی کره زمین فراگیر شدن این مدل‌ها را مشکل ساخته است. از این رو باید در هر منطقه پس از بررسی‌های کافی این مدل‌ها را به کار گرفت. نکته اساسی در استفاده از مدل‌های فرسایش و تولید رسوب، علاوه بر دستیابی به مقادیر فرسایش و تولید رسوب، انتخاب مناسب‌ترین مدل به ویژه در حوزه‌های فاقد ایستگاه رسوب‌سنجی می‌باشد که در این زمینه بتواند پاسخگوی نیاز باشد (داوری و همکاران، ۱۳۸۸). برای مثال در سال ۵۸-۱۳۵۷ به دلیل استفاده از مدلی که با منطقه مورد نظر ناسازگاری داشته است مقدار رسوب سالیانه در اثر فرسایش ناشی از بارندگی در حدود ۵ برابر مقدار واقعی بدست آمده است (پورعبدالله و تجریشی، ۱۳۸۵).

۲- مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز سد استقلال میناب با مساحتی معادل ۱۰۵۱۹۰۰ هکتار از بزرگ‌ترین و مهم‌ترین حوزه‌های آبخیز سواحل دریای عمان و خلیج فارس در استان هرمزگان است. حدود ۶۰ درصد از وسعت آن در استان کرمان و ۴۰ درصد در استان هرمزگان قرار دارد (نهال طهماسبی، ۱۳۸۶). این حوزه آبخیز در ناحیه شرقی ایران و شمال شرقی شهرستان میناب و در فاصله بین ۴۸' ۵۶° تا ۵۹' ۵۷° شرقی و ۲۷° تا ۲۸' ۳۲° عرض شمالی واقع گردیده است. طول حداقل آن در محل سد میناب با ارتفاع ۴۰ متر از سطح دریا می‌باشد (آب ورزان، ۱۳۷۲). شکل شماره (۱) نشان‌دهنده موقعیت این حوزه می‌باشد.



شکل ۱- تصویر نقشه‌ی موقعیت جغرافیایی حوزه آبخیز میناب در استان هرمزگان

بخش اعظم حوزه از ارتفاعات و تپه ماهورها و مناطق پرشیب تشکیل شده است. وسعت دشت‌ها تنها حدود یک سوم کل حوزه یعنی ۳۵۰۶ کیلومتر مربع است. دشت‌های حوزه به صورت ناپیوسته و پراکنده است و توسط برخی عوارض توپوگرافی از یکدیگر جدا می‌شوند. همچنین دوسوم از سطح کل حوزه را اراضی کوهستانی تشکیل می‌دهند. اراضی کوهستانی بیشتر در بخش‌های شمالی، شمال شرقی و غربی و شرق و بخش‌هایی از جنوب حوزه قرار دارد. به طور کلی حوزه آبخیز سد استقلال میناب از نظر شکل کلی حالت کشیده داشته و رودخانه‌های آن در صورت بارش رگباری دارای رژیم سیلابی هستند. آمارهای موجود نشان می‌دهد که این بارندگی‌ها از شدت زیادی برخوردار بوده و موجب جریان‌های زیاد سطحی می‌شود. قابلیت اراضی حوزه سد استقلال میناب و کاربری‌های بالفعل آن نیز به چهار بخش زراعت و کشاورزی، دامداری و دامپروری، پوشش جنگلی و مرتعی، صنعت و معدن تقسیم می‌شوند.

روش کار

به طور کلی در انتخاب کردن یک الگو، کاربر باید نشان دهد که این الگو در شرایط منطقه مطالعاتی و مقیاس‌های زمانی و مکانی مسأله‌ی تعریف شده، قابل کاربرد است. بنابراین کاربر محتاج آن است که دانشی از مهم‌ترین فرآیند-هایی که مشکل او را به وجود آورده‌اند کسب کند و لذا الگویی که در این فرآیندها تاکید دارند را مورد استفاده قرار دهد. حتی اگر الگویی بسیار مشروح مورد استفاده قرار نگیرد کاربر توانسته است تا آنجا که شده است چارچوب

مفهومی مسأله را در ذهن خود تثبیت کند. با درک فرآیندهای درگیر [فرسایش] و عواملی که آن‌ها را کنترل می‌کنند، می‌توان در خصوص مرتبط‌ترین عوامل، تصمیم‌گیری کرد و سپس الگویی را که بهترین تطابق را دارد و مورد نیاز است، انتخاب کرد. بدون یک چارچوب جامع، این خطر وجود دارد که برخی از مهم‌ترین عوامل اصولاً مورد بررسی قرار نگیرند (مورگان و نیرینگ، ۲۰۱۱). بنابراین با توجه به مطالب مذکور می‌توان عوامل موثر در چارچوب انتخاب مدل را به صورت زیر ذکر کرد.

• مشخص کردن هدف

وقتی سر و کارمان با مسائل و مشکلات ملموس، واقعی و عملیاتی است، مهم است که هدف مشخص شود. اگر با یک دید کلی به تعیین هدف نگریده شده، می‌توان اهداف را در دو قالب طراحی^۲ و طرح‌ریزی^۳ برای مکان مورد نظر گنجاند. وجه تمایز این دو دیدگاه در واقع در درجه کلی‌نگری و جزئی‌نگری آن‌ها است (حلی‌ساز و همکاران، ۱۳۹۰)، که در واقع تاثیرگذار بر روی انتخاب نوع خروجی مدل است.

برای مثال یک نکته حائز اهمیت این است که تصمیم گرفته شود که چه مقدار از اطلاعات برای درک فرآیندهای که از طریق آن‌ها رسوبات کنش می‌یابند، حمل می‌شوند و انباشته می‌شوند مورد نیاز است. برای مثال اگر تنها کافی باشد که مقدار مواد فرسایش یافته را در یک دوره زمانی معین دانسته، نیازی به ارزیابی فرآیندهای مختلفی که واقع می‌شوند وجود ندارد و یک الگوی فراگیر عموماً راضی‌کننده است. حال اگر ضروری باشد که بدانیم هدف اندازه‌گیری - های حفاظتی باید بر کنترل کنش باشد یا حمل رسوبات و در درجه بعد هدف بر کنترل حمل رسوب باشد و یا اینکه لازم باشد که بدانیم جریان در کل محدوده همگن است یا غلظت رسوب در بخش‌های مشخص و محدودی از جریان متمرکز شده است، آنگاه اطلاعات مشروح و جداگانه‌ای برای بخش‌ها و فرآیندهای مختلف فرسایش مورد نیاز خواهد بود که همان الگوی پخشیده است (مورگان و نیرینگ، ۲۰۱۱). در واقع خروجی مدل باید مطابق با هدف باشد در غیر این صورت استفاده از مدل مجاز نیست زیرا اساساً الگو قادر نیست نیاز احساس شده را مرتفع سازد.

• در نظر گرفتن مقیاس مکانی

هنگام انتخاب یک الگوی فرسایشی، ضروری است منطقه‌ای که در آن قرار است الگو اجرا شود، مشخص شود. منطقه ممکن است از بازه‌ای کوچک از یک دامنه تا کل یک دامنه و یا آبخیزی کوچک (عموماً بین ۰/۵ - ۰/۱ کیلومتر مربع و گاه تا ۱۰ کیلومتر مربع) که شامل دامنه‌ها و آبراهه‌ها و رودخانه است و یا حتی آبخیزهای بزرگ (عموماً ۱۰۰-۱۰ کیلومتر مربع و گاه تا ۱۰۰۰۰۰ کیلومتر مربع) را در بر بگیرد (مورگان و نیرینگ، ۲۰۱۱). سپس براساس آن می‌توان الگویی را که از نظر مقیاس مکانی با محدوده مورد نظر تطابق دارد را انتخاب کرد.

• در دسترس بودن داده‌ها

مشکلی که به مقدار زیاد کاربران الگوها با آن‌ها مواجه می‌شوند، داده‌های ناکافی برای اجرای الگوها است. این در دسترس نبودن داده‌های کافی ممکن است توانایی انتخاب مناسب‌ترین الگوی موجود را سلب کند. در برخی موارد هیچ جایگزینی وجود ندارد اما عموماً بهتر است الگویی انتخاب شود که با داده‌ها مطابقت بیشتری داشته باشد، حتی اگر همه نیازهای کاربر را تامین نمی‌کند. عدم موفقیت در دستیابی به داده‌ها، به دریافت ناقص از مناسب و خوب بودن یک الگو منجر خواهد شد. عموماً الگوهایی که محتاج اطلاعات در قالب میانگین-زمانی^۴ یا میانگین-مکانی^۵ هستند، ساده‌ترین الگوها از نظر داده‌های ورودی به الگو هستند. برای مثال داده‌های بارندگی سالانه یا بارندگی

2-designing

3-planning

4-time-average

5-spatial-average

میانگین سالانه یا دمای میانگین سالانه برای اغلب مناطق جهان در دسترس است. حتی اگر نزدیک‌ترین ایستگاه‌های هواشناسی ثبت کننده داده‌ها چندین کیلومتر از منطقه مطالعاتی فاصله داشته باشد، می‌توان از داده‌های این ایستگاه با درجات مشخصی از اطمینان [آماری] استفاده کرد.

علاوه بر اینکه داده‌ها به عنوان ورودی الگوها مورد نیاز هستند، داده‌ها برای مقایسه خروجی الگوها با ارزش‌های مشاهداتی نیز اهمیت دارد و استفاده می‌شود. تنها با وجود چنین مقایساتی است که می‌توان در خصوص موفق بودن یا نبودن الگوها صحبت کرد. داده‌های میدانی باید متناسب با مقیاس و اهداف الگو باشند. متأسفانه این ملزومات اغلب به دست فراموشی سپرده می‌شوند، چرا که داده‌های مورد نیاز اغلب قابل دسترس نمی‌باشند (مورگان و نیرینگ، ۲۰۱۱).

• رعایت استلزامات الگو

در ابتدا کاربران باید روندهای مشابهی را که توسعه‌دهندگان الگوها در تحصیل الگویشان پذیرفته‌اند (استلزامات) را قبول کنند. با دانستن این که چگونه یک توسعه دهنده الگو، الگویش را به اجرا می‌گذارد و با دنبال کردن روش شناسی عمومی که آن‌ها پذیرفته بودند، کاربران به شکل بهتری می‌توانند پرسش‌ها و خواسته‌هایشان از الگو را وقتی آن را براساس اهداف خاصی انتخاب می‌کنند، دست یازند. در واقع استلزامات یک الگو نشان‌دهنده شرایط توان محاسبه الگو است.

پس از طی این مراحل، خواسته‌های کاربران می‌تواند در قالب مجموعه‌ای از نیازمندی‌های تعریف شده، فرموله شود و سپس براساس این فرموله‌سازی است که می‌شود در خصوص مناسب بودن یا نبودن الگو تصمیم گرفت.

۳- نتایج

در این تحقیق، وظایف و رسالت‌های سازمان‌های درگیر [در ایران] با مسأله‌ی فرسایش و رسوب بررسی شد و پس از بررسی دو طبقه‌بندی برنامه‌ریزی و طراحی در آن قابل تشخیص شناخته شد. که برای مثال می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

۱. سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری

- بررسی و مطالعه حوزه‌های آبخیز کشور به منظور برنامه‌ریزی و تهیه طرح‌های جامع و اجرای فعالیت‌های منابع طبیعی و آبخیزداری در حوزه‌های آبخیز کشور

۲. وزارت جهاد کشاورزی

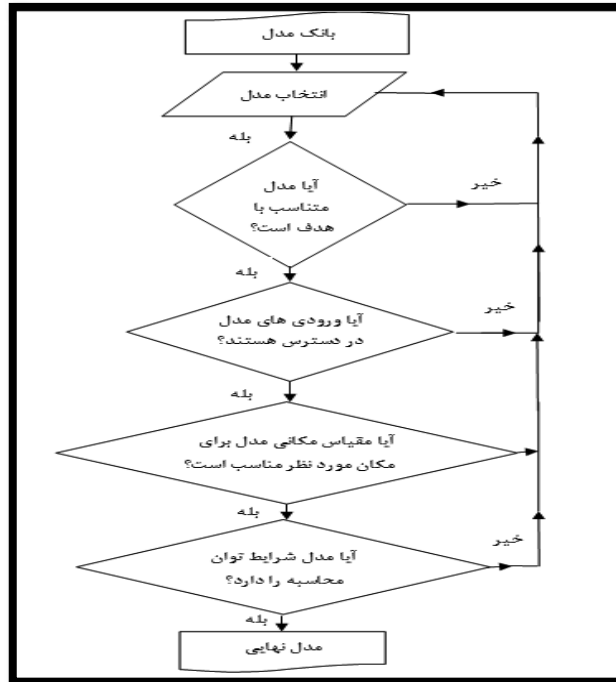
- بررسی و مطالعه جامع حوزه‌های آبخیز کشور به منظور تهیه طرح‌های آبخیزداری و جلوگیری از فرسایش خاک و تهیه برنامه جامع استفاده از اراضی کشاورزی و منابع طبیعی و بهره‌برداری بهینه از این اراضی
- برنامه‌ریزی و اجرای طرح‌های آبخیزداری و تثبیت شن‌های روان و بیابان‌زدایی

۳. وزارت نیرو

- حفاظت، کنترل و بهره‌برداری از منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی (رودخانه‌ها، سواحل، تالاب‌ها، دریاچه‌ها، چشمه‌ها، نهرها، کانال‌های آب، قنات‌ها، چاه‌ها و سایر منابع آب)

- سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی و ارائه راهکارهای مناسب جهت اجرای طرح‌های مربوط به منابع آب کشور در قالب قوانینی و برنامه‌های دولت

بنابراین براساس بحث‌های مذکور و در نظر گرفتن عوامل موثر در چارچوب انتخاب مدل، در این بخش یک الگوریتم انتخاب مدل طراحی شده است. بنابراین سازمان‌های درگیر [یا مسأله فرسایش و رسوب] خواهند توانست از الگوریتم ارائه شده در شکل شماره (۲) به عنوان مبنایی برای انتخاب الگوهای فرسایشی خود استفاده نمایند.



شکل ۲- روندنمای الگوریتم انتخاب الگوی فرسایش خاک طراحی شده به وسیله نگارنده

همان‌طور که پیش از این ذکر شد الزامی است براساس چارچوب خاصی، الگوی متناسب با شرایط و اهداف منطقه مورد نظر را بیابیم. لذا به عنوان نمونه الگوریتم انتخاب الگو با دید آمایشی در حوزه آبخیز میناب با استفاده از جدول شماره ۱ که سیاهه‌ای از الگوهای فرسایشی و خصوصیات کلی آبخیز میناب است مورد بررسی قرار گرفت. پس از بررسی مشخص شد که هیچ‌کدام از الگوهای موجود در جدول شماره (۱) به انتهای الگوریتم طراحی شده نرسید. بنابراین هیچ‌کدام از الگوها متناسب با هدف انتخابی و شرایط منطقه مطالعاتی نبوده است. در واقع با توجه به نتیجه مذکور می‌توان گفت که استفاده از هر الگویی مجاز نیست.

جدول ۴-۱- خلاصه ای از مدل‌ها و وضعیت آن‌ها پس از عبور چارچوب

فصلنامه علمی- پژوهشی پژوهش‌های زمین‌شناسی، سال سوم، شماره ۱۰، تابستان ۱۳۹۳

توضیحات	خروجی	ورودی	مکان‌های قابل استفاده	نوع مدل	مدل	ردیف
دارای بانک داده به جز برای توپوگرافی	هدررفت خاک از قسمت فرسایش یافته شیب، کنش برای کل مسیر جریان سطحی، نقشه حفاظتی فرسایش خاک و بار رسوب.	اقلیم، خاک، توپوگرافی، کاربری اراضی	مستقل از کاربری اراضی است و در همه مکان‌ها قابل استفاده است.	فیزیک مبنا جامع	RUSLE2	۱
	میانگین سالانه هدررفت خاک	عامل بارندگی، ضریب فرسایش پذیری خاک، عامل طول شیب، عامل شیب زمین، عامل پوشش گیاهی، عامل عملیات حفاظت خاک	مستقل از کاربری اراضی است و در همه مکان‌ها قابل استفاده است.	تجربی جامع	RUSLE1	۲
تنها توسیعی از USLE است بدون آنکه معادلات آن تغییر داده شود، اما در این مدل چندین تغییر در اندازه‌گیری متغیرها به وجود آمده است.	میانگین سالانه هدررفت خاک	عامل بارندگی، ضریب فرسایش پذیری خاک، عامل طول شیب، عامل شیب زمین، عامل پوشش گیاهی، عامل عملیات حفاظت خاک	زمین کشاورزی، مراتع طبیعی و مراتع دائمی قابل استفاده است.	تجربی جامع	RUSLE-online	۳
منسوخ شده و به جای آن استفاده از RUSLE2 پیشنهاد شده است.	TMDL بیشترین حد آلودگی‌های نقطه‌ای و غیر نقطه‌ای را که آب در آن هنوز استاندارد کیفیت لازم را دارد تصریح می‌کند.	– کل بار رسوبی حاصل از آلوده کننده‌های غیر نقطه‌ای – کل بار رسوبی حاصل از آلوده کننده‌های غیر نقطه‌ای – ضریب اطمینانی برای خطاهای موجود	حوزه آبخیز	تجربی توزیعی	TMDL	۴
قابلیت لینک شدن به GIS را دارد.	محاسبه فاکتور LS در معادله جهانی فرسایش خاک با استفاده از مدل ارتفاع رقمی رستری	فایل پارسل‌ها و DEM	فرسایش زمین‌های کشاورزی را نادیده گرفته است.	فراپند مبنا جامع	USLE2D	۵
	برآورد نسبی فرسایش و رسوب خالص	از پارامترهای USLE یا RUSLE استفاده می‌کند.	حوزه آبخیز	تجربی جامع	USPED	۶
نسخه اصلاح شده RUSLE و تنها تفاوت آن با USLE در شاخص فرسایشی است.	پیش‌بینی هدررفت خاک	عامل بارندگی، ضریب فرسایش پذیری خاک، عامل طول شیب، عامل شیب زمین، عامل پوشش گیاهی، عامل عملیات حفاظت خاک	حوزه آبخیز	تجربی جامع	USLE-M	۷
این مدل ممکن است برای تعیین تأثیر تغییرات ویژگی‌های مصنوعی (ساختگی) مانند توسعه‌های شهری، مخازن نگهداری کوچک، یا کانال‌های پوشیده در هیدروگراف‌های سیلاب و ظرفیت بار رسوب به کار رود.	شرح فرآیندهای رانش، نفوذ، رواناب سطحی و فرسایش	آب و هوا، هیدرولوژی، خاک، چرخه مواد مغذی، رشد گیاه، کود و مواد شیمیایی	آبخیزهای شهری و زمین‌های کشاورزی کوچک	فیزیک مبنا روپادگرا توزیعی	KINEROS	۸

توضیحات	خروجی	ورودی	مکان های قابل استفاده	نوع مدل	مدل	شماره ثبت
	پیش بینی منابع غیر نقطه‌ای آلودگی و تاثیر فرسایش بر روی کیفیت آب هیدرولوژی: حجم رواناب، پیک رواناب، قسمتی از رواناب در هر بخش، رسوب، بار رسوب، غلظت رسوب، توزیع ذرات رسوب، فرسایش شیمیایی، میزان رسوب، نرخ غلظت رسوب، نرخ بار تحویل رسوب مواد مغذی: نیترژن، فسفر، غلظت مواد انحلال پذیر، میزان مواد قابل حل در رواناب	ارتفاع، جهت جریان، شماره منحنی SCS، طول، شکل و درجه شیب، ضریب مانینگ سطح، پوشش زمین، قابلیت فرسایش خاک، نوع خاک، بافت خاک، سطح کوددهی، پوشش گیاهی و مدیریت، شیب ابراهه، شیب ساحل ابراهه، فاکتور عملیات نگهداری، وضعیت دائمی سطح، جهت شیب، فاکتور قابلیت استفاده از کود، شاخص منابع نقطه‌ای، سطح منابع کالی، فاکتور COD اگیبر، شاخص ابراهه	حوزه‌های آبخیز دارای کشاورزی	تجربی واقعه محور توزیعی	AGNPS	۹
نسخه گسترش یافته USLE2D که بر روی شخم اراضی و رسوب حاصل از آن تأکید دارد	شبیه‌سازی فرسایش و رسوب به وسیله فرآیندهای آب و خاک‌ورزی در یک فضای دو بعدی	- مازول اول هدررفت ناشی از فرسایش آبی را محاسبه می‌کند که از پارامترهای RUSLE (R*K*LS*C*P) استفاده می‌کند. - مازول دوم بار رسوب را مبنی بر متوسط ظرفیت حمل و نقل سالانه محاسبه می‌کند. ظرفیت حمل و نقل بستگی به توپوگرافی و پوشش زمین و پتانسیل فرسایش شیاری دارد. اجزاء فرسایش عناصر اصلی USLE هستند اما شامل ظرفیت انتقال رسوب برای جریان سطحی نیز هستند.	زمین‌های کشاورزی	توزیعی واقعه محور	WATEM	۱۰
	پیش بینی رواناب، فرسایش و جابه جایی (انتقال) شیمیایی از سیستم‌های مدیریت کشاورزی است.		کشاورزی	فیزیک مبنا توزیعی	CREAMS	۱۱

<p>APSIM یک چارچوب مدل سازی است که از module های مجزا از اجزاء کلیدی سیستم‌های کشاورزی استفاده می‌کند</p>	<p>شبیه‌سازی رشد و عملکرد گیاه زراعی</p>	<p>مجموعه‌ای از ماژول‌های بیوفیزیکال و مدیریتی</p>	<p>مزرعه و اکوسیستم کشاورزی</p>	<p>تجربی جامع</p>	<p>APSIM</p>	<p>۱۲</p>
<p>از دست رفت خالص خاک برای کل دامنه یا برای هر نقطه روی یک شیب می‌تواند تخمین زده شود به صورت روزانه، ماهانه و یا سالانه</p>	<p>توزیع مکانی و زمانی هدر رفت خاک، بار رسوب کل حوزه و وضعیت مراتع وسیع</p>	<p>عوامل توپوگرافی، خصوصیات خاک، عوامل اقلیمی، مدیریت اراضی، آبراهه های منطقه، مخزن (سد)</p>	<p>در دامنه و حوزه آبخیز کوچک قابل استفاده</p>	<p>مدل تجربی فرآیند مینا توزیعی</p>	<p>WEPP</p>	<p>۱۳</p>
<p>توضیحات</p>	<p>خروجی</p>	<p>ورودی</p>	<p>مکان‌های قابل استفاده</p>	<p>نوع مدل</p>	<p>مدل</p>	<p>۱۳</p>
<p>پارامترهای خروجی شبکه‌های هستند و می‌توانند در GIS پردازش شوند.</p>	<p>- خروجی‌های مربوط به سطح فرسایش و رسوب و فرسایش خالص، بارش مزاده، عمق خیسبی - خروجی‌های مربوط به سطح مقطع جریان: رواناب، بار رسوب، غلظت رسوب، توزیع ذره‌ای رسوب معلق</p>	<p>توپوگرافی، خاک، بارندگی</p>	<p>حوزه آبخیز</p>	<p>فیزیک مینا جامع</p>	<p>EROSION 3D</p>	<p>۱۴</p>
	<p>پیش‌بینی رسوب خروجی و جریان آب از کل حوزه و همه زیر حوزه‌هایش و نقشه توزیع فرسایش و رواناب در یک مسیر کلی برای تمام زیر حوزه‌ها ارائه بدهد.</p>	<p>پوشش گیاهی، پوشش سطحی، خاک و آب و هوا</p>	<p>حوزه‌هایی با حدود ۲۰۰۰ کیلومتر مربع و تا ۲۵۰ زبر حوزه به کار می‌رود</p>	<p>فرآیند مینا جامع</p>	<p>MEDRUSH</p>	<p>۱۵</p>
	<p>پیش‌بینی تأثیر روش‌های مدیریتی متفاوت بر جریان، رسوب، عناصر غذایی و بیلان مواد شیمیایی در حوضه‌هایی با خاک، کاربری اراضی و شرایط مدیریتی متفاوت برای دوره های زمانی طولانی</p>	<p>اقلیم، هیدرولوژی، دما و خصوصیات خاک، رشد گیاهان، مواد غذایی، آفت کش‌ها، باکتری‌ها و عوامل بیماری‌زا و مدیریت اراضی</p>	<p>حوزه آبخیز</p>	<p>فیزیک مینا توزیعی</p>	<p>SWAT</p>	<p>۱۶</p>

۴- نتیجه‌گیری

کاملاً روشن است که استفاده از الگوها اجتناب‌ناپذیر است در نتیجه چارچوبی برای انتخاب آن‌ها در حصول نتیجه مورد انتظار بسیار مهم است، لذا با استفاده از مبنایی برای انتخاب الگوها در فازهای مختلف مطالعاتی، شرایط جغرافیایی، داده‌های در دسترس، هدف‌گذاری و سیاست‌گذاری و غیره، می‌توان امیدوار بود که هر روزه با ورود بی‌مهابای الگوهای وارداتی که جنبه‌های زیادی از آن‌ها شناخته شده نیست، مواجه نباشیم. این بررسی توجه مترصفان امر، کاربران الگوها و سازمان‌های درگیری که خروجی‌های این الگوها را به عنوان مبنای تصمیم‌گیری‌ها و سیاست‌گذاری‌هایشان انتخاب می‌کنند، به نکاتی که ذکر شد جلب می‌کند. قابل ذکر است این چارچوب پیوند بخش حقوقی-سیاستی-قانونی با بخش فنی اندازه‌گیری فرسایش و رسوب است و به نظر می‌رسد استفاده از آن در تدوین سیاست‌ها و قوانین کلی کشور بسیار تاثیرگذار است. امید است که مدیران، تصمیم‌گیران و سیاست‌گذاران در چارچوب کنترل فرسایش استفاده بیشتر و آگاهانه‌تر از الگوهای فرسایشی را در راستای ارزیابی شرایط فعلی، نشاندهایی از اندازه‌گیری‌های کنترلی و سیاست‌های آینده مد نظر داشته باشند.

۵- مراجع

- ۱- پارسایی، ل.، ۱۳۸۴. کارائی مدل تجربی MPSIAC دربرآورد رسوب آبخیزهای استان گلستان، دومین کنفرانس سراسری آبخیزداری و مدیریت منابع آب و خاک.
- ۲- پورعبدالله، م و م. تجربی، ۱۳۸۵. مدل سازی فرسایش حوزه های به کمک مدل های RUSLE و SWAT (منطقه مورد مطالعه: زیر حوزه امامه)، هفتمین کنگره بین المللی مهندسی عمران.
- ۳- حلی ساز، ا.، ح. آذر نیوند، م. اکرمی، م. مهدوی و ع. مهرابی، ۱۳۹۰. بررسی روش شناختی مقیاس در مطالعات محیطی، پژوهش های محیط زیست، ۳، ۳۵ - ۴۸.
- ۴- داوری، م.، ح. علی بهرامی و ج. قدوسی، ۱۳۸۴. بررسی نتایج برآورد رسوب با استفاده از مدل اصلاح شده PSIAC (مطالعه موردی حوزه آبخیز نوژیان)، مجله پژوهش و سازندگی، ۶۷، ۸۸-۱۰۲.
- ۵- ساعدی، س.، ا. پذیرا، ح. روحی پور، م. ر. نیشابوری، ب. ثقفیان و م. ا. صادق زاده، ۱۳۸۴. ارزیابی مدل فرآیندی GUEST در برآورد میزان فرسایش برای یک نمونه از خاک های منطقه خواجه تبریز، مجله علمی پژوهشی علوم کشاورزی، ۳، ۲۰۱-۲۱۳.
- ۶- صالحی، م.، ع. اسفندیاری پور بروجنی، ر. مهاجر و م. باقری بداغ آبادی، ۱۳۹۰. حفاظت خاک و آب تکمیلی، انتشارات دانشگاه پیام نور.
- ۷- عسگری، ش.، م. ر. ثروتی، م. ر. جعفری و ج. ع. اولاد، ۱۳۸۶. مدل سازی فرسایش خاک و تولید رسوب حوزه آبخیز گل گل - استان ایلام، چهارمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران مدیریت حوزه های آبخیز.

8- Morgan, R. P. C and M. A. Nearing, 2011. Hand book of Erosion Modeling, Edition.

9- Wischmeier, W. H., 1978. Use and misuse of the Universal Soil Loss Equation, Journal of Soil and Water Conservation, 31:5-9