معرفی مدل CALSITE برای ارزیابی فرسایش و رسوب بوسیله فرمول جهانی فرسایش

نصرت اله اسماعیلی و خدایار عبداللهی
به ترتیب عضو هیأت علمی دانشگاه شهرکرد و دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه

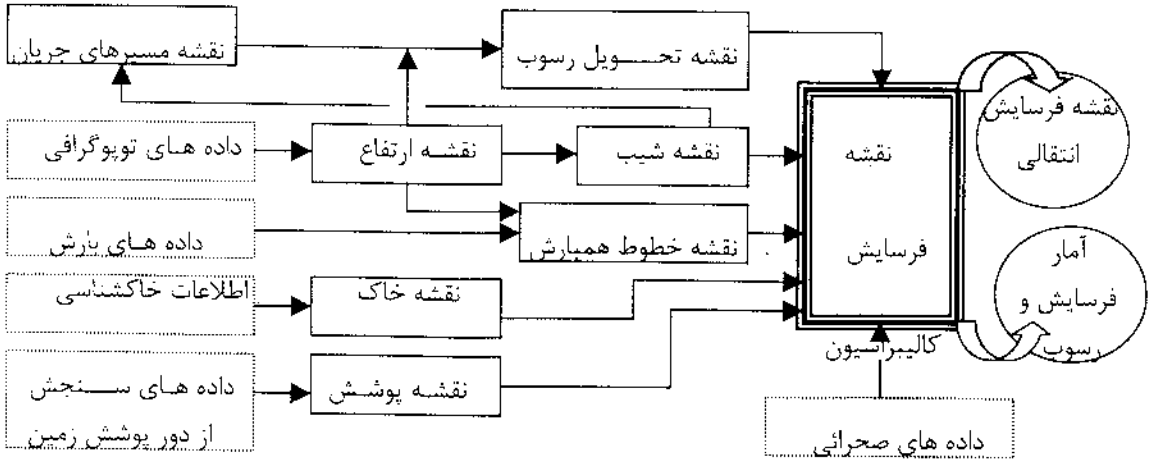
فرسایش خاک از مشکلات خطرآفرین در جوامع در حال توسعه محسوب می شود. در سالهای اخیر پیشرفت های زیادی در تکنولوژی ارزیابی فرسایش خاک صورت گرفته است. روشهای سنجش از راه دور و سیستم اطلاعات جغرافیائی عرصه جدیدی را در برآورد فرسایش و رسوب و اعمال مدیریت در گستره حوضه های آبخیز گشوده است. در این میان بسته نرم افزاری مدل **CALSITE** با تلفیقی از موارد فوق الذکر و فرمول جهانی فرسایش توسط بخش تحقیقات خارجی بریتانیا (**ODA**) جهت شبیه سازی و واسنجی فرسایش ارائه گردید. در این نوشتار این مدل دیجیتالی به اختصار معرفی شده و مورد بحث قرار می گیرد.

مواد و روشها

همانطور که درشکل (۱) پیداست مدل **CALSITE** فرمول جهانی فرسایش خاک را تبدیل به داده های دیجیتالی (رقومی) و آنها را پردازش می کند. فرمول جهانی فرسایش خاک **(USLE)**بصورت زیر است:

$$E = K.R.L.S.C.P$$

که در آن **E** مقدار فرسایش ورقه ای و شیاری بر حسب جرم در واحد سطح، **K** ضریب فرسایش پذیری خاک،**R** عامل فرسایش باران عامل،**L** طول شیب، **S** عامل درجه شیب و یا نسبت فرسایش در شیب ۹ درصد، **C** عامل پوشش گیاهی و **P** فاکتور حفاظت خاک است. در این مدل عوامل **L** و **S** با هم به صورت **L.S** و عوامل **C** و **P** به عنوان **C.P** در نظر گرفته می شوند.



شکل ۱-پردازش داده ها و روند ارزیابی فرسایش و رسوب بوسیله مدل **CALSITE**

برای تهیه نقشه ارتفاع ابتدا خطوط میزان نقشه توپوگرافی رقومی شده و آنگاه با استفاده از نرم افزار **ICONOCLAST** و مدل ارتفاعی دیجیتال (**DEM**) موجود در آن، نقشه ارتفاعی ایجاد می شود. از این نقشه برای تهیه نقشه بارش و نقشه شیب استفاده می شود (۵). جداول موسوم به **LUT** در همه مراحل به کاربر اجازه می دهند تا بتواند اعداد هشت رقمی که ارزش آنها بین صفر و ۲۵۵ متغیر است را به عوامل معنی

دار **USLE** تبدیل کنـد(۴). نقشـه شـیب بـه سـادگی بـا ایـن فـرض کـه هـر پیکسـل در موقعیتـی متفـاوت بـا پیکسـل های اطراف خود است قـابل تهیـه مـی باشـد امـا در مـورد طـول شـیب مشـکل وجـود دارد، لـذا از فرمـول تجربـی زیـر بـا ثابت در نظر گرفتن طول شـیب اسـتفاده مـی شـود.

$$LS = 0.2S^{1.33} + 0.1$$

در این فرمول **S** شیب بـه درصـد اسـت.

عامل فرسایندگی بـاران بـر اسـاس بـاران بـا شـدت حـد اکـثر ۳۰ دقیقـه بدسـت مـی آیـد. پـس از تعییـن رابطـه ارتفـاع ـ بارندگی روی نقشه مقدار **R** برای هر طبقـه خطـوط همبـاران بـه تصویـر کشـیده مـی شـود.

K یـا عـامل فرسـایش پذیـری در کـرت اسـتاندارد (۱) روی نقشـه خـاک منتقـل شـده آنگـاه نقشـه بـر اسـاس **K** رقومـی تیپ بندی شده و کد بنـدی مـی شـود. عـامل **C** هـم از رقومـی کـردن نقشـه کـاربری اراضـی و ارزش دهـی بـه هـر نـوع مدیریت و بهره برداری زمیـن و نـیز از تصـاویر ماهوارهـای لندسـت و اسـپات قـابل حصـول اسـت.

تلفیق نقشه ها

از روی هم قرار دادن تصویر هـم مقیـاس چـهار فـایل ورودی نقشـه فرسـایش بـه دسـت مـی آیـد کـه بـه وسـیله آن مـی تـوان منـاطق دارای فرسـایش شـدید را تشـخیص داد.

(نقشه پوشش) **f** . (نقشه شـیب) **f** . (نقشـه خـاک) **f** . (نقشـه بـارش) **f** = نقشـه فرسـایش

برآورد فرسایش انتقالی و واسنجی مدل

دو نقشـه مسـیرهای جریـان و تحویـل رسـوب بـا اسـتفاده از نـرم افـزار **HR-CASCADE** تهیـه مـی گردنـد. مـیزان فرسایشی که از **1-Pixel** هرپیکسل منتقـل مـی شـود (**TE**) از فرمـول زیـر محاسـبه مـی شـود.[۳].

$$ET=SE.\ K.\ f\{\ P^{0.7} \min\ (F^{\ 0.5}\ S^{\ 1.67})\}$$

در این فرمـول **SE** : مـیزان فرسـایش محـل اسـت (کـه از عوامـل **USLE** بدسـت مـی آیـد)، **K** : ضریـب ثابـت مقیـاس، **P** : مجمـوع بـارش سـالیانه، **F** : تراکـم مسـیرهای جریـان، **S** : مـیزان شـیب و مقـدار داخـل کروشـه شـاخص تحویـل رسوب است. مدل به وسـیله فرمـول زیـر قـابل واسـنجی اسـت [۴].

$$\sum \left[\frac{\text{مقدار فرسایش پیش بینی شده برای زیرحوزه}_i}{\text{مقدار فرسایش مشاهده شده برای زیر حوزه}_i} - ۱ \right]^۲ = ۰$$

بحث و نتیجه گیری

از آنجـایی کـه مـدل **CALSITE** هـم از روشـهای فـیزیکی و هـم از روشـهای تجربـی اسـتفاده مـی کنـد و تغیـیرات فرسایش خاک را بـه صـورت پیکسـل بـه پیکسـل در نظـر مـی گـیرد یـک مـدل مفـهومی ـ توزیعـی محسـوب مـی شـود، البته علاوه بر توزیعی بودن این مدل مـی تـوان دیگـر محاسـن زیـر را بـرای آن نـام بـرد:

انعطـاف پذیـری ناشـی از قـابلیت واسـنجی، اسـتفاده از داده هـای سـنجش از راه دور، مشـخص کـردن مکانـهای نیـازمند حفـاظت، بـرآورد فرسـایش انتقـالی و امکـان اسـتفاده از مـدل **SLEMSA** کـه برای شـرایط نیمـه خشـک آفریقـا ارائـه شده است. از معـایب و محدودیـت هـای آن مـی تـوان بـه نـاتوانی در لحـاظ طـول شـیب و اثـر بارشـهای بـه شـکل بـرف، محدود کردن **CP** بـه کـاربری اراضـی و فرسـایش بـه فرسـایش سـطحی و شـیاری و نیـاز بـه اطلاعـات زیـاد خاکشناسـی در محدوده حوزه آبخـیز اشـاره کـرد.

منابع مورد استفاده

۱- رفاهی، ح. ۱۳۵۷ . فرسایش آبی وکنترل آن، انتشارات دانشگاه تهران.

2- Atkinson, E. 1992. Sediment delivery in river system. OD/TN 48, HR. Wallingford, UK.

3- Bradbury, P. A. & Dickinson A. 1992. The Development of GIS Based sediment yield model for catchment planing, HR. Wallingford, UK.

4- Bradbury, P. A. et al. 1993. Estimating catchment sediment yield, report. OD. 125, HR. Wallingford, UK.

Nico, H. W. Donker. 1992-3. Automatic extraction of catchment hydrologic properties from digital elevation data, ITC journal.