فرسایش خاک در حوضه آبریز موسی‌آباد تیران با استفاده از مدل SLEMSA*

دکتر امیر گندمکار
استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد
E-mail:AM.gandomkar@yahoo.com

نفیسه شیخی و سمیرا احمدی
کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی دانشگاه ازاد اسلامی واحد نجف آباد

چکیده :

یکی از اهداف مهم در مطالعات منطقه ای و آمایش سرزمین، ارزیابی خطرات فرسایشی مناطق و تعیین مقدار آن است. برای برآورد میزان فرسایش روش‌های زیادی وجود دارد. در این روش‌ها عوامل گوناگونی دخالت دارند. از جمله این عوامل می توان به فرسایندگی باران، فرسایش پذیری خاک و پوشش گیاهی اشاره نمود. با توجه به مهمترین متغیرهایی که بر هر یک از عوامل فوق و میزان کلی فرسایش مؤثرند، توزیع و پراکنش جغرافیائی و نحوه دخالت آنها در تغییر نرخ فرسایش خاک تبیین می شود. اگر چه روشهای گوناگونی برای ارزیابی خطرات فرسایشی وجود دارد ولی مدل SLEMSA به دلیل بهره گیری از همبستگی های انحنائی، به کارگرفتن فاکتورهای مؤثر در فرسایش، تعیین میزان شرکت عوامل بر حسب اهمیت آنها با یک نسبت وزنی و نهایتاً منظور داشتن بسیاری از تأثیرات متقابل عوامل در این مدل دارای پتانسیل های بالقوه مطلوب می باشد. در این تحقیق جهت ارزیابی فرسایش خاک در حوضه آبریز موسی آباد تیران با استفاده از مدل SLEMSA ابتدا به گرد آوری، آماده سازی و ورود لایه های اطلاعاتی نظیر عوامل توپوگرافی، اقلیمی، پوشش گیاهی و سطح خارجی زمین پرداخته شد و سپس با تلفیق این لایه ها، حوضه به ٤١٠ واحد رسوب زا (شبکه) تفکیک گردید که ۲۰۰ شبکه در بالا دست و ۲۱۰ شبکه در پائین

*- Soil Loos Estimation Model For Southern Africa

دست واقع شده است. در آخر میزان خطر فرسایشی محاسبه شده و ارزش به دست آمده تحت عنوان واحد خطر فرسایشی (EHU) حوضه به شمار می آید.

کلمات کلیدی : فرسایش، انرژی جنبشی باران، رسوبدهی، مدل SLEMSA ، موسی آباد.

۱.مقدمه

فرسایش که به آلمانی Abtreg و به فرانسه و انگلیسی Erosion گفته می شود از کلمه لاتین Erodere گرفته شده و عبارتست از فرسودگی و از بین رفتن مداوم خاک سطح زمین توسط آب یا باد (کردوانی، ۱۳۷۶: ۹۷). فرسایش در حوضه های آبریز سبب از بین رفتن قشر سطحی خاک و کاهش زمین های زراعی می گردد. (آل شیخ و همکاران،۱۳۸۴: ۱۷۸). اولین تحقیق علمی در زمینه فرسایش بین سالهای ۱۸۷۷– ۱۸۹۵ میلادی به وسیله Wollony دانشمند آلمانی انجام گرفت و آزمایشهای کمی فرسایش نیز از سال۱۹۱۵میلادی درآمریکا آغاز شد. تلاشهای صورت گرفته در سالهای ۱۹۲۸ — ۱۹۳۳ منجر به پدید آمدن معادله جهانی فرسایش (U.S.L.E)[۱] جهت تخمین فرسایش آبی در اراضی کشاورزی گردید. (احمدی، ۱۳۷۸: ۵۰۳) پژوهشهای مختلف در زمینه فرسایش و رسوب سابقه ای در حدود یک قرن دارد. در سالهای اخیر اقداماتی از جنبه های مختلف به منظور مبارزه با فرسایش به طور مستقیم و غیرمستقیم توسط واحدهای مختلف مملکتی صورت گرفته است. (سلیمانی و بیات، ۱۳۸۳: ۱۰۷). از جمله مدل هائی که برای ارزیابی خطرات فرسایشی به کار می رود، مدل SLEMSA است که توسط Stoking و Elwell ابداع شده است. (رامشت، ۱۳۷۵: ۱۰۴).

مهرداد خیراندیش در سال ۱۳۸۰ با مطالعه فیزیوگرافی حوضه بارکیلی رود با تأکید بر فرسایش و رسوب به این نتیجه رسید که شیب تند دامنه ها در بالادست منطقه از یک سو و بارندگی زیاد و تغییر اراضی و تبدیل اراضی جنگلی به باغات چای، نقش مهمی در فرسایش خاک به صورت شیاری, گالی، لغزش و سولیفلوکسیون در سطح حوضه ایفا کرده است. منصور اسکندری در سال ۱۳۸۰ با بررسی و کارائی مدل SLEMSA در برآورد فرسایش و رسوب در حوضه سد زاینده رود به وسیله GIS به این نتیجه رسید که مهمترین موضوع در رابطه با مناطق دارای پتانسیل فرسایشی، نزدیک بودن آنها به دریاچه سد می باشد. در نواحی غربی عامل توپوگرافی اصلی ترین عامل فرسایش می باشد و نسبت به عوامل دیگر تأثیر بیشتری داردکه در این مناطق نمی توان

[۱]- Universal Soil Loos Equation

فرسایش را به سادگی کنترل کرد. کیان ارثی در سال ۱۳۷۸ به بررسی اثرات شدت، مدت بارش بر فرسایش حوضه آبریز سد پانزده خرداد به این تیجه رسید که مهمترین عامل فرسایش در عامل K و پس از آن عامل C به عنوان عامل برتر شناخته شده اند و درمناطقی که X عامل برتر بوده فرسایش پائین تر از ۱۰ تن در هکتار بوده است.

۲.روش کار

مدل SLEMSA مدلی است که ضمن تلفیق داده های اساسی و ساده با یکدیگر بر پاره ای از روابط محیطی به ویژه روابط پوشش گیاهی، ریزش باران و فرسایندگی خاک تأکید دارد. (رامشت، ۱۳۷۵: ۱۰۷) در مدل SLEMSAمحاسبه متغیرهای به کار گرفته شده برای مربعاتی محاسبه می شود که به صورت شبکه بر منطقه مورد مطالعه استقرار می یابد. لذا برای تدوین چنین شبکه ای در ابتدا ابعاد هر یک از مربعات تعیین و سپس شبکه مورد نظر در منطقه پیاده می شود. دراین تحقیق از نقشه های توپوگرافی تیران، اوزون آخار و چرمهین با مقیاس ۵۰۰۰۰: ۱ استفاده گردیده و ابعاد تور ۱×۱ کیلومتر در نظر گرفته شده که به طور کلی ۴۱۰ شبکه حوضه مورد نظر را پوشش می دهد. در این بررسی برای هر یک از مربعات عناصر این مدل از قبیل عوامل؛ توپوگرافی، اقلیمی، پوشش گیاهی و عوامل مربوط به سطح زمین محاسبه و در نهایت با توجه به روابط موجود بین عناصر، میزان خطر فرسایشی برای هر یک از مربعات محاسبه شده است و در پایان با تعریف دامنه خاصی برای میزان فرسایش نقشه خطرات فرسایشی تهیه گردید. هدف از انجام این تحقیق برآورد میزان فرسایش و عرضه رسوب در حوضه موسی آباد تیران با به کار گیری مدل SLEMSA است که این میزان فرسایش در همه نقاط، تحت سیطره یک عامل نیست.

۳.ویژگی های عمومی منطقه

حوضه آبخیز موسی آباد تیران در محدوده جغرافیائی "۳۷‘۵۴° ۵۰ تا "۴۴‘۱۱°۵۱ طول شرقی و "۴۸‘۲۵°۳۲ تا "۵۹‘۴۰°۳۲ عرض شمالی و در ۷۵ کیلومتری غرب شهر اصفهان واقع شده است. وسعت این حوضه حدود ۳۵۲/۹ کیلومتر مربع بر آورد گردیده است. این حوضه از نظر توپوگرافی شامل دو بخش کوهستانی و کم شیب می باشد. ارتفاع حداکثر آن در حدود۲۳۲۰ متروارتفاع حداقل آن۱۸۸۰ متر می باشد. متوسط بارندگی حوضه ۲۴۲/۵ میلی متر بر آورد گردیده است.

$$\|\bar{g}\| \approx \sqrt{\left(\frac{ZE - ZW}{2\Delta_x}\right)^2 + \left(\frac{ZN - ZS}{2\Delta_y}\right)^2}$$

ZN : ارتفاع نقطه شمالی ZS: ارتفاع نقطه جنوبی

ΔX : فاصله بین دو نقطه شرقی و غربی Δy: فاصله بین دو نقطه شمالی و جنوبی

ب: طول دامنه: (L)

با توجه با این که بین شیب وطول دامنه ها رابطه و همبستگی وجود دارد، لذا بعد از محاسبه میزان شیب برای هر مربع ازطول می‌توان میزان رقومی(x)را از رابطه زیر به دست آورد.

$$X = L^{0.5}\left(\frac{0.76 + 0.53S + 0.076S^2}{25.65}\right)$$

X : عامل توپوگرافی

L : طول دامنه

S : شیب متوسط

۲-٤.عامل فرسایندگی و قابلیت فرسودگی خاک

برای دستیابی به فاکتور فوق دو عامل فرسودگی خاک(F)و انرژی جنبشی باران(E)به شرح زیر محاسبه گردید.

الف : روش محاسبه انرژی جنبشی باران(E)

برای محاسبه میزان انرژی جنبشی باران ازاطلاعات باران نگار های ثبات استفاده و بااستخراج آنها و به کارگیری در فرمول معادله خط همبستگی می توان میزان نهائی آن را به دست آورد.

$$E = ۱۸.۸۴ \times \overline{P}$$

E : میزان انرژی جنبشی باران به ژول در متر در سال

P : متوسط سالانه بارندگی به میلیمتر

از این رابطه برای اقلیم های رگباری استفاده می شود .

ب : روش محاسبه قابلیت فرسودگی خاک(F)

قابلیت فرسودگی خاک را معمو لاً در مناطقی که عاری از پوشش گیاهی است ارزیابی می کنند و مقدار آن برای هر مربع جنس اراضی مشخص و سپس با اختصاص رقوم ا تا ۱۰ بر اساس درجه حساسیت هر یک از سنگها به فرسایش برای هر مربع رقم مربوط به حساسیت خاک به دست

می آید. که پس از محاسبه مقادیر(F)و(E)شرایط برای به دست آوردن مقدار K از طریق رابطه زیر امکان پذیر امکان پذیر می گردد.

$$K = \exp\{(۰.٤٦٦١+۰.٧٦٦٣\ f)\ Ln\ E + ۲.٨٨٤ - ٨\ F\}$$

K : میزان خاک فرسوده شده از سطح

E : متوسط انرژی جنبشی باران به ژول بر متر مربع

F : قابلیت فرسودگی خاک

۳-٤.عامل پوشش گیاهی

برای به دست آوردن مقدار(i)که نمایانگر انرژی مهار شده توسط گیاه یا به عبارتی درصد پوشش گیاهی می باشد از مقادیر تاج پوش گیاهی و نیز وضعیت های تیپهای مختلف گیاهی در فصول مورد نظر استفاده می شود و بدین ترتیب ضریب خاک از روابط زیر به دست می آید.

$$C۱ = \exp(-۰.۰٦i)$$

برای اراضی زراعتی و علفزار های طبیعی وقتی $۰ \le i \le ۵۰$ است .

$$C2 = \frac{(2.3 - 0.01i)}{30}$$

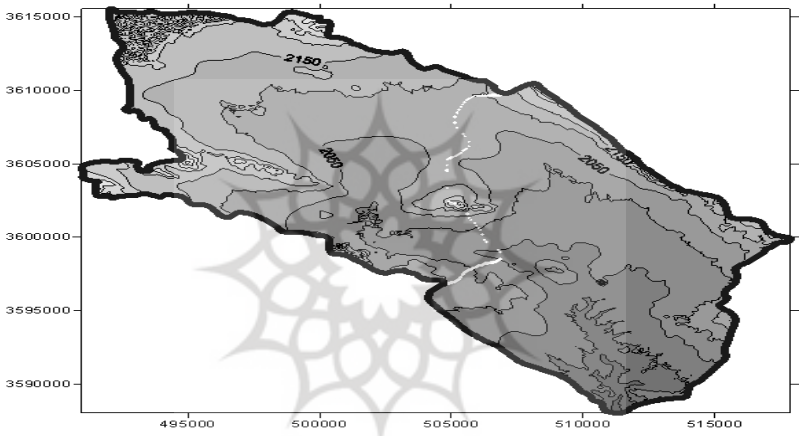
برای اراضی زراعتی و علفزار های طبیعی وقتی $۵۰ \le i \le ۱۰۰$ است .

و در پایان با قرار دادن هر یک از پارامتر های فوق در معادله زیر می توان میزان خطر فرسایشی را برای هر قسمت از حوضه بر حسب تن در هکتار به دست آورد.

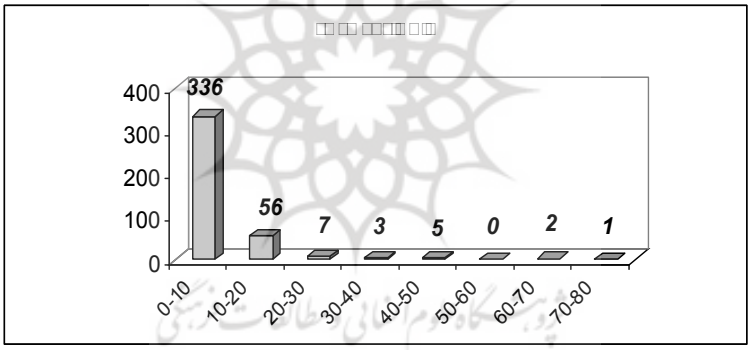
$$Z = K \times C \times X$$

Z = تخمین خاک از دست رفته به تن در هکتار در سال

۵.اجرای مدل SLEMSA در حوضه آبریز موسی آباد تیران



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



پرتال جامع علوم انسانی

میانگین	جمع	متغییر
۵/۲۸۲۱۵۱	۲۱۶۵/۶۸۲	X

نام ایستگاه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ارتفاع	بارش سالانه
چادگان	۴۶۵۳۴۵/۱۳۳۵	۳۶۲۵۹۰۵/۳۲	۲۱۰۰	۶.۳۱۷
سینگرد	۴۴۶۶۱۸/۵۳۱۱	۳۶۲۷۰۹۷/۱۰۵	۲۱۰۰	۳۵۰/۳
نجف آباد	۵۳۴۷۰۹/۰۱۲۸	۳۶۱۰۳۵۸/۱۵۴	۱۶۴۹	۱۵۰/۹
پل کله	۵۲۱۶۳۵/۶۱۶۷	۳۵۸۲۶۳۴/۵۰۶	۱۸۰۰	۱۵۱/۱
ذوب آهن	۵۲۸۲۱۴/۱۷۴	۳۵۸۴۸۶۷/۸۶۷	۱۷۶۸	۱۵۷/۵
پل زمان خان	۴۹۰۶۰۳/۵۹۴۴	۳۵۹۳۷۰۰/۹۱۱	۱۸۱۰	۳۳۶/۹
فلاورجان	۵۴۶۹۳۵/۴۵۸۶	۳۶۰۳۷۸۳/۶۳۸	۱۵۹۰	۱۶۱/۴
کرد علیا	۴۷۱۹۴۸/۷۱۱۸	۳۶۴۲۵۱۳/۶۵۵	۲۳۵۰	۳۹۱
طاد	۵۴۸۸۷۷/۷۸۶۷	۳۵۹۰۴۸۹/۹۲۴	۱۷۰۰	۱۶۵/۹

منبع:سازمان هواشناسی استان اصفهان و چهار محال بختیاری ۱۳۸۶

الف : محاسبه شیب متوسط (S)

با توجه به محاسبات صورت گرفته میانگین شیب حوضه ۸/۴۸٪و میزان شیب حداکثر۷۷/۹۱٪و شیب حداقل ۰ به دست آمد که این شیب در بیشتر نقاط حوضه پراکنده است.

ب: طول دامنه : (L)

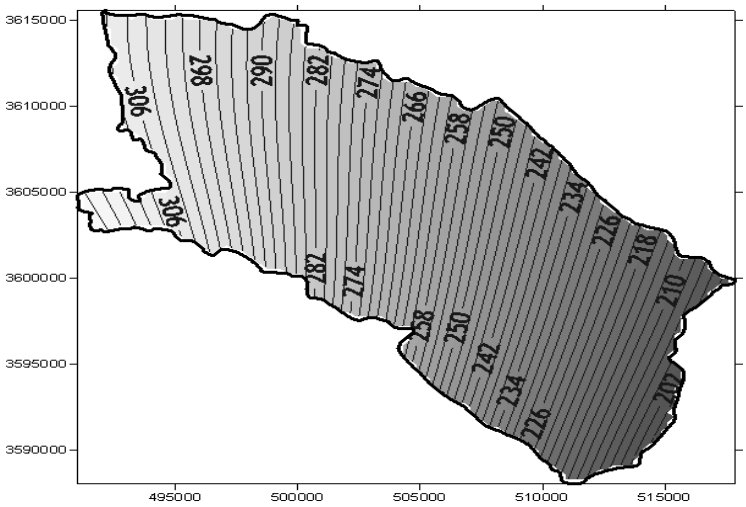
بعد از محاسبه میزان شیب برای هر مربع از طول، با توجه به خصوصیات توپوگرافی منطقه میزان طول دامنه برای کل حوضه برابر ۱۰۰ متر در نظر گرفته شد و سپس میزان خاک از دست رفته که حاصل عملکرد نیروهای ژئومورفولوژیکی هستند برای هر یک از مربعات محاسبه شده است .

۲-۵.فرسایندگی باران و قابلیت فرسودگی خاک(K)

الف : روش محاسبه انرژی جنبشی باران(E)

به دلیل عدم وجود ایستگاههای باران نگار در داخل حوضه از آمار ۳۰ ساله ایستگاههای خارج از حوضه استفاده و سپس نقشه همباران تهیه گردید و پس از به دست آوردن عدد بارش برای هر مربع برای یافتن انرژی جنبشی از معادله خط همبستگی استفاده گردید. مجموع انرژی جنبشی در کل حوضه ۱۹۹۷۴۳۱ ژول بر متر مربع و میانگین آن ۴۸۷۱/۷۸ ژول بر متر مربع ، حداکثر انرژی در حدود۵۹۷۲/۲۸ و حداقل آن۲۰۶۲/۹۸ محاسبه گردید.

شکل ۵- نقشه همباران حوضه آبریز موسی آباد تیران



متغییر	جمع	میانگین
K	۱۲۰۳/۳۵۷	۲/۹۳۵۰۱۷

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

متغییر	جمع	میانگین	حداقل	حداکثر
Z	۱۲۵۲/۴۱۲	۳/۰۵۴۶۶۳	۰/۰۰۰۰۲۱	۷۰۷

منبع: یافته های پژوهش

پس از محاسبه دو عاملE و F مقدارK برای حوضه مورد نظر به شرح جدول شماره۳ به دست آمد.

۳-۵.عامل پوشش گیاهی

در حوضه مورد مطالعه در زمینه پوشش گیاهی برای تخمین ضریب پوشش گیاهی از نقشه های تهیه شده توسط وزارت کشاورزی استان اصفهان استفاده گردید. نقشه مورد استفاده در مقیاس ۱۰۰۰۰۰: ۱ بوده و تیپهای زراعی و مرتعی موجود در منطقه را تفکیک نموده است. در حوضه موسی آباد تیران پس از تعیین وضعیت مراتع مقدار(i) برای هر محدوده به علت کمتر از ۱۰۰روز چرا می توان مقدار (i) را برای کل حوضه عدد ۷۰ در نظر گرفت و سپس با قرار دادن آن در رابطه C^2 مقدارآن برای کل حوضه عدد ۰/۱۷ در نظر گرفته شد.

٦.محاسبه میزان خطر فرسایش (z)

پس از محاسبه تمامی پارامتر هائی که در ارزیابی خطر فرسایش در مدل SLEMSA به کار رفته می شدند، به بر آورد کل فرسایش منطقه از طریق فرمول زیر می پردازیم:

$$X \times C \times Z = K$$

به این ترتیب که با حاصلضرب مقدار X، C و K به دست آمده می توان میزان فرسایش را در هر مربع و در پایان در کل حوضه بر حسب تن در هکتار به دست آورد. به طور کلی مجموع عامل Zدر کل حوضه۱۲۵۱/۴۱ و میانگین آن۳/۰۵۴ بر آورد گردید. حداکثر میزان Z حدود۷۰۷و حداقل آن۰/۰۰۰۰۲۱ محاسبه شده است (جدول شماره۴).

۷.بحث و نتیجه گیری

۱-۷. تحلیل نقشه رقومی عامل X

به طور کلی چون این فاکتور تابعی از شیب و طول دامنه است و یکی از عوامل تأثیر گذار در تخریب پوشش گیاهی وجود شیب های تند در بخش کوهستانی حوضه مورد مطالعه است بر اثر

ریزش های جوی و به خصوص باران و نبود پوشش گیاهی کافی، بخش عمده ای از خاک منطقه شیب دار شسته شده و به تبع آن پوشش گیاهی موجود رو به تخریب گذاشته و تجدید پوشش به مخاطره می افتد و در واقع چنین مناطقی نباید به عنوان عرصه های چراگاهی محسوب گردند.

۲-۷.تحلیل توزیع مکانی رقومی عامل E

متوسط انرژی در حوضه از سمت راست به سمت چپ منطقه سیر صعودی دارد به گونه ای که از ۳۷۵۶/۲۶ ژول بر متر مربع در شرقی ترین نقطه تا۵۹۵۳/۴۴ ژول بر متر مربع در غربی ترین نقطه می رسد. این محاسبات با توجه به ایستگاههای موجود در خارج از حوضه در طول یک دوره آماری ۳۰ ساله صورت گرفته است. برای تعیین اثر این عامل و نیز اگر بخواهیم شاخص فرسایندگی باران بیانگر توان بارندگی در فرسایش خاک باشد، لازم است این شاخص را در رابطه با تلفات خاک توصیف کنیم.

۳-۷.تحلیلی بر نقشه رقومی عامل F

بر مبنای طبقه بندی عامل F همانگونه که اشاره شد طیف طبقه بندی از عدد ۳ تا ۹ می باشد که طیف وسیعی از منطقه دارای رقوم ۶ تا ۸ می باشد و هرچه به سمت طیف آخر نزدیک می شویم مساحت کمتر می شود و نقاط پراکنده ای را در بر می گیرد. به طور کلی بخشی از حوضه دارای مقاومتی زیر ۴ هستند که این نشانگر حساسیت منطقه نسبت به فرسایش می باشد و مکان‌هائی که نیاز به اقدام حفاظتی دارند را مشخص می کند.

٤-۷ .تحلیل نقشه رقومی عامل K

آنچه در این تحلیل مهم به نظر می رسد دامنه تغییرات این شاخص در منطقه است که از۰/۰۰۰۰۳۲ شروع شده و تا ۲۵/۷۵ ادامه می یابد. این تغییرات حاکی از تغییرات دو عامل مؤثر در این فاکتور یعنی عامل F و E می‌باشد که مهمترین دلایل آن به شرایط طبیعی و جغرافیایئ منطقه، دامنه تغییرات بارندگی و نیز تنوع رخساره ای منطقه بر می گردد. این مسئله از جهت این که در اطراف محل سکونت انسانها و در حیطه تغییرات انسانی واقع است از دو جهت دارای اهمییت است: اول این که عدم توجه به این موضوع و برخورد نادرست با خاک منطقه این عامل را تشدید کرده و میزان فرسایش را افزایش داده و دوم این که با علم به این مسئله و مدیریت

صحیح، ایجاد پوشش گیاهی مناسب یا تغییرات مناسب با ویژگی های منطقه می توان از نابودی خاک جلوگیری و یا حداقل می توان این وضعیت را ثابت نگه داشت و تا حد امکان آن را بهبود بخشید.

۵-۷.تحلیل نقشه رقومی عاملC

با توجه به این امر که حوضه مورد نظر به دلیل دریافت بارش به صورت رگباری و واقع شدن در ناحیه خشک با وجود زمینهای مرتعی و زراعی اما از نظر پوشش گیاهی در وضعیت مناسبی قرار نگرفته و دارای کمتر از ۱۰۰ روز چرا می باشد و با توجه به این امر که این عامل نقش مهمی در میزان خاک فرسوده شده دارد، برنامه ریزان بایستی اولویتها را در ایجاد و اصلاح پوشش گیاهی مناسب به احیاءواصلاح گونه های سازگار در منطقه اقدام نمایند.

٦-۷.تحلیل نقشه رقومی عامل Z

به طور کلی می توان گفت که منطقه از نظر عامل Z دارای حداقل ۰/۰۰۰۰۲۱ تن در هکتار و حداکثر آن ۷۰۷ تن در هکتار تخمین زده شده است.

۸.پیشنهادات

اصولاً برای پیشگیری از وقوع پدیده فرسایش در حوضه های آبخیز اعمال تنها یک روش ویژه کارساز نبوده بلکه باید مجموع اقدامات و تمهیداتی که می توانند منجر به نتایج مطلوب شوند به کار برد، لذا با توجه به نتایج به دست آمده در این تحقیق پیشنهادات زیر حائز اهمیت است:

این حوضه در معرض فرسایش و شدت رسوبدهی زیاد قرار دارد بنا بر این کنترل فرسایش خاک و اقداماتی برای حفاظت خاک و آب در چارچوب طرح های حفاظتی اولویت داشته و ضروری است.

۹.منابع

۱–احمدی، حسن،۱۳۷۸، ژئومورفولوژی کاربردی، جلد سوم، انتشارات دانشگاه تهران.

۲– احمدی، خیام، ۱۳۷۶، مطالعه ژئومورفولوژی دشت بکان در ارتباط با پتانسیل فرسایش منطقه با تأکید بر مدل SLEMSA، پایان نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی نجف آباد.

۳– آل شیخ، علی‌اصغر، جعفری، محمدرضا، نوروزی، علی‌اکبر، ۱۳۸۳، مدل سازی فرسایش خاک و تولید رسوب در حوضه آبخیز چیخواب با استفاده از روش PSIACاصلاح شده وسامانه اطلاعات جغرافیائی(GIS)، فصلنامه تحقیقات جغرافیائی، شماره۷۴ .

۴- اسکندری، منصور،۱۳۸۰، بررسی و کارائی مدل SLEMSA در برآورد فرسایش و رسوب در حوضه سد زاینده رود به وسیله GIS، پایان نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد.

۵- حق نیا، غلامحسین، ۱۳۷۶، مدیریت پایدار خاک، فصلنامه تحقیقات جغرافیائی، انتشارات معاونت فرهنگی آستان قدس رضوی، شماره ۴۷، سال دوازدهم.

۶- دلسوز، سوسن، ۱۳۷۷، اثرات شدت، مدت بارش بر فرسایش آبریز گلپایگان، پایان نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی نجف آباد.

۷- رامشت، محمد حسین، ۱۳۷۵،کاربرد ژئومورفولوزی در برنامه ریزی، انتشارات دانشگاه اصفهان.

۸- رفاهی، حسینقلی،۱۳۷۸، فرسایش آبی و کنترل آن، چاپ اول، انتشارات دانشگاه تهران.

۹- سازمان جهاد کشاورزی مدیریت آبخیز داری،۱۳۸۵، مطالعات طراحی و کنترل و استحصال سیلاب در موسی آباد(دره حشم) شهرستان تیران و کرون .

۱۰- سلیمانی، کریم، بیات، فاطمه،۱۳۸۴، بکارگیری داده های ماهواره ای در ارزیابی فرسایش و رسوب با استفاده از مدل MPSIAC در زیر حوضه سفید آب هراز، فصلنامه تحقیقات جغرافیائی، شماره.۷۴

۱۱- علیزاده، امین،۱۳۷۶، اصول هیدرولوژی کاربردی، چاپ نهم، انتشارات آستان قدس رضوی.

۱۲- کردوانی، پرویز، ۱۳۸۰، حفاظت خاک، چاپ ششم، انتشارات دانشگاه تهران.

۱۳- کیان ارثی، ناهید، ۱۳۷۸، اثرات شدت مدت بارش بر فرسایش حوضه آبریز سد پانزده خرداد، پایان نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی نجف آباد.

۱۴- کیانپور، عباس، ۱۳۷۶، بررسی پتانسیل فرسایش حوضه چالشتر(زیر حوضه خانه جهانبین) با تکیه بر مدل SLEMSA، پایان نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد.

۱۵- محمودی، فرج الله، ۱۳۷۰، ژئومورفولوژی، جلددوم، انتشارات دانشگاه تهران.

۱۶-STOCING.M,CHAKEIA.Q, ELWELL.H, AN IMPROVED METHODOLOGI FOR EROSION HAZARD MAPPING PART ۱: THE TECHNIQE.

۱۷-Shamshad. A, Azhari.lsa M.H, Wan Hussin.W.M.A, Parida .B.P, ۲۰۰۷, Development of an appropriate procedure for

estimation of RUSLE EI ۳۰ index and preparation of erosivity maps for pulau penang in peninsular Malaysia, CATENA .
۱۸- Morgan. R.P.C, Rickson.R.J, McIntyre. K, Brewer. T.R , Altshul. H.J, ۱۹۹, Soil erosion survey of the central part of the Swaziland Middleveld,soil technology.
۱۹-Vaezi. A.R, Sadeghi. S.H.R, Bahrami. H.A, Mahdian.M.H , ۲۰۰۷, Modeling the USLE K-factor form calcareous soils in northwestern Iran, Geomorphology.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی