

سنة الفجر



دانشکده کشاورزی

گروه خاک و آب

برآورد میزان رسوب حوضه سیح و آل به روش PSIAC

مسعود باغبان حقیقی

اساتید راهنما:

دکتر خلیل اژدری

دکتر صمد امام قلی زاده

اساتید مشاور:

مهندس علی اصغر نادری

دکتر عباس روحانی

سال ۱۳۹۲

تقدیم به پدر و مادر مهربانم

برآورد میزان رسوب حوضه سیج و آل به روش PSIAC

چکیده

خاک یکی از مهم ترین منابع هر کشوری است و فرسایش آن به وجود آورنده بسیاری از مشکلات انسانی به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک می باشد. بنابراین ضرورت دارد که برای مبارزه با فرسایش به حفاظت خاک مبادرت نمود. امروزه یکی از نگرش‌های موجود در آبخیزداری، اعمال مدیریت براساس تجزیه و تحلیل مجموعه عواملی است که برحوضه آبخیز به عنوان یک واحد مدیریت منابع آب و خاک تاثیر می‌گذارد. سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) به عنوان ابزاری مفید در ارزیابی و حل بسیاری از مسائل مربوط به منابع طبیعی استفاده می شود. در این رابطه میزان فرسایش و رسوبزایی حوضه آبخیز سیج و آل، واقع در ۶۰ کیلومتری شمال شهر مشهد در استان خراسان رضوی، با استفاده از مدل‌های MPSIAC، روش‌های اول و دوم فورنیه مورد مطالعه قرار گرفت. در روش MPSIAC تاثیر و نقش ۹ عامل مهم و موثر در فرسایش خاک و تولید رسوب (زمین شناسی سطحی، خاک، اقلیم، رواناب، توپوگرافی، پوشش زمین، کاربری زمین، وضعیت فرسایش و فرسایش رودخانه‌ای) در حوضه ارزیابی و بسته به شدت و ضعف هر عامل امتیاز یا عددی به آن تعلق گرفت. از مجموع امتیازات یا اعداد بدست آمده برای عوامل مختلف میزان رسوبدهی حوضه از رابطه $Q_s = 38/77e^{-0.053R}$ محاسبه گردید، که در آن Q_s میزان تولید رسوب و R مجموع امتیازات عوامل ۹ گانه است. طبق این رابطه در حوضه آبخیز سیج و آل مقدار رسوب ۵/۳۷ تن در هکتار در سال می‌باشد. در مدل فورنیه میزان تولید رسوب با توجه به روش دوم وی ۰/۹۴ تن در هکتار در سال بدست آمد.

واژه‌های کلیدی: فرسایش، رسوبزایی، GIS، MPSIAC، فورنیه، حوضه آبخیز سیج و آل

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل اول: مقدمه
۱-۱-۱-مقدمه.....	۱
۱-۱-۱-ضرورت استفاده از مدل.....	۲
۱-۱-۲-هدف از انجام تحقیق.....	۴
	فصل دوم: کلیات و مرور منابع
۱-۲-تاریخچه کارهای انجام شده.....	۶
۲-۲-خلاصه.....	۱۲
	فصل سوم: موادها و روش ها
۱-۳-موقعیت و ویژگی های منطقه مورد مطالعه.....	۱۵
۲-۳-وضعیت کلی منطقه.....	۱۸
۳-۳-روش PSIAC.....	۱۸
۱-۳-۳-طبقه بندی فرسایش با مدل PSIAC.....	۲۳
۲-۳-۳-مزایا و معایب روش PSIAC.....	۲۴
۳-۳-۳-مدل MPSIAC.....	۲۴
۴-۳-۳-شرح عوامل نه گانه روش PSIAC و MPSIAC.....	۲۶
۱-۴-۳-عامل زمین شناسی.....	۲۶

- ۲۸.....عامل خاک.....۳-۴-۲-۳-۳
- ۳۰.....عامل آب و هوا.....۳-۴-۳-۳-۳
- ۳۰.....عامل هرزآب یا رواناب.....۴-۴-۳-۳-۳
- ۳۲.....عامل پستی و بلندی.....۵-۴-۳-۳-۳
- ۳۳.....عامل پوشش زمین.....۶-۴-۳-۳-۳
- ۳۳.....عامل کاربری اراضی.....۷-۴-۳-۳-۳
- ۳۵.....عامل وضعیت فرسایش در سطح حوضه آبخیز.....۸-۴-۳-۳-۳
- ۳۶.....روش دفتر مدیریت اراضی (BLM).....۱-۸-۴-۳-۳-۳
- ۳۸.....عامل فرسایش رودخانه ای (آبراهه ای) و انتقال رسوب.....۹-۴-۳-۳-۳
- ۳۹.....برآورد تولید رسوب.....۵-۳-۳-۳-۳
- ۴۱.....کلاس های رسوبدهی و فرسایش.....۱-۵-۳-۳-۳
- ۴۲.....لایه توپوگرافی.....۱-۴-۳-۳-۳
- ۴۲.....لایه آب و هوا.....۲-۴-۳-۳-۳
- ۴۳.....لایه زمین شناسی سطحی.....۳-۴-۳-۳-۳
- ۴۳.....لایه رواناب سطحی.....۴-۴-۳-۳-۳
- ۴۳.....لایه های پوشش زمین و کاربری اراضی.....۵-۴-۳-۳-۳
- ۴۳.....لایه خاکشناسی.....۶-۴-۳-۳-۳
- ۴۳.....لایه وضعیت فرسایش.....۷-۴-۳-۳-۳

۴۳.....۸-۴-۳ لایه وضعیت فرسایش رودخانه ای.....

۴۴.....۹-۴-۳ تلفیق لایه های نه گانه و تهیه نقشه پهنه بندی فرسایش و رسوب.....

فصل چهارم: نتایج و بحث

۴۷.....۱-۴-۱ عامل زمین شناسی سطحی.....

۴۷.....۱-۱-۴ وضعیت زمین شناسی.....

۴۷.....۲-۱-۴ بررسی واحدهای چینه ای.....

۴۸.....۱-۲-۱-۴ J₁mz یا واحد زیرین مزدوران.....

۴۸.....۲-۲-۱-۴ J₂mz یا واحد میانی مزدوران.....

۴۹.....۳-۲-۱-۴ J₃mz یا واحد بالایی مزدوران.....

۴۹.....۴-۲-۱-۴ Ksh یا سازند شوربجه.....

۵۰.....۵-۲-۱-۴ Ngr یا کنگلومرا، ماسه سنگ، مارن ماسه‌ای و گل سنگ نئوژن.....

۵۰.....۶-۲-۱-۴ PLQC یا کنگلومرای پلیوکواترنر.....

۵۰.....۷-۲-۱-۴ Qt₁ یا رسوبات آبرفتی قدیمی.....

۵۱.....۸-۲-۱-۴ Qt₂ یا رسوبات آبرفتی جدید.....

۵۱.....۹-۲-۱-۴ Qal یا رسوبات بستر رودخانه.....

۵۳.....۲-۴ عامل خاک (Soil).....

۵۵.....۱-۲-۴ منابع اراضی.....

۵۵.....۱-۱-۲-۴ شناسایی تیپ های اراضی در حوضه.....

- ۵۶.....(Mountains) ۲-۱-۱-۲-۴ تیپ اراضی کوهستان
- ۵۶.....(River Alluvial plain) ۳-۱-۱-۲-۴ تیپ اراضی دشت رسوبی رودخانه‌ای
- ۵۷..... ۴-۱-۱-۲-۴ تیپ اراضی متفرقه
- ۵۷..... ۲-۲-۴-مشخصات اجزاء واحد اراضی حوضه مطالعاتی
- ۵۸..... ۱-۱-۱-۱-۲-۲-۴ اجزاء واحد اراضی
- ۵۸..... ۱-۱-۲-۲-۲-۴ اجزاء واحد اراضی
- ۵۸..... ۱-۱-۳-۳-۲-۲-۴ اجزاء واحد اراضی
- ۶۰..... ۱-۱-۴-۴-۲-۲-۴ اجزاء واحد اراضی
- ۶۱..... ۱-۱-۵-۵-۲-۲-۴ اجزاء واحد اراضی
- ۶۰..... ۱-۲-۱-۶-۲-۲-۴ اجزاء واحد اراضی
- ۶۰..... ۱-۳-۱-۷-۲-۲-۴ اجزاء واحد اراضی
- ۶۱..... ۱-۴-۱-۸-۲-۲-۴ اجزاء واحد اراضی
- ۶۱..... ۵-۱-۱-۹-۲-۲-۴ اجزاء واحد اراضی
- ۶۲..... X-۱-۱-۱۰-۲-۲-۴ اجزاء واحد اراضی
- ۶۲..... ۱-۳-۲-۴-تشریح پروفیل‌ها و بررسی نتایج آزمایشگاهی و طبقه بندی خاکهای نمونه
- ۶۲..... ۱-۱-۲-۱-۱-۳-۲-۴ اجزاء واحد اراضی
- ۶۴..... ۱-۱-۳-۲-۲-۴-۱-۳-۲-۴ اجزاء واحد اراضی: ۱-۱-۳
- ۶۶..... ۱-۱-۴-۳-۱-۳-۲-۴ اجزاء واحد اراضی
- ۶۹..... ۱-۱-۵-۴-۱-۳-۲-۴ اجزاء واحد اراضی
- ۷۲..... ۱-۲-۱-۵-۱-۳-۲-۴ اجزاء واحد اراضی

۷۴	..... ۱-۳-۱ : اجزاء واحد اراضی
۷۷	..... ۵-۱-۱ اجزاء واحد اراضی
۷۹	..... ۱-۴-۱ اجزاء واحد اراضی
۸۴	..... (Climate) عامل آب و هوا
۸۵	..... (Run off) عامل رواناب
۸۷	..... (Topography) عامل پستی و بلندی
۸۸	..... (Ground Cover) عامل پوشش زمین
۸۹	..... ۱-۶-۴ تشریح تیپهای مرتعی
۸۹	..... (Am.spi-Acl.kh-An.gr)I تشریح تیپ I
۹۱	..... (Acl.kh-Grasses-Ar.au)II تشریح تیپ گیاهی II
۹۳	..... (Acl.kh-Epd.pr-St.ba)III تشریح تیپ گیاهی III
۹۴	..... (Ar.sp-Acl.kh-Pro.ab) IV تشریح تیپ گیاهی IV
۹۶	..... ( Ar.spp-Acl.kh-Grasses) V تشریح تیپ گیاهی V
۹۸	.....(Ar.sp-Grasses-Epd.pr) VI تشریح تیپ گیاهی VI
۱۰۰	..... (Acl.kh-Grasses) VII تشریح تیپ گیاهی VII
۱۰۳	..... (Land Use) عامل نحوه استفاده از اراضی
۱۰۵	..... ۸- عامل وضعیت فرسایش در سطح حوضه آبخیز.
۱۰۶	..... ۱-۸-۴ تشریح تیپها و رخساره های فرسایشی.

- ۱-۱-۸-۴- تیپ فرسایشی E (فرسایش ناچیز)..... ۱۰۶
- ۱-۱-۱-۸-۴- رخساره فرسایشی E_۰ (فرسایش ناچیز)..... ۱۰۶
- ۲-۱-۱-۸-۴- رخساره فرسایشی E_۱ (فرسایش کم)..... ۱۰۶
- ۲-۱-۸-۴- تیپ فرسایشی S,R (فرسایش سطحی و شیاری)..... ۱۰۶
- ۱-۲-۱-۸-۴- رخساره فرسایشی S_۱,R_۰ (فرسایش سطحی کم و شیاری خیلی کم)..... ۱۰۷
- ۲-۲-۱-۸-۴- رخساره فرسایشی S_۲,R_۱ (فرسایش سطحی متوسط و شیاری کم)..... ۱۰۷
- ۳-۱-۸-۴- تیپ فرسایشی S,R,V (فرسایش سطحی و شیاری همراه با فرسایش آبراهه ای)..... ۱۰۷
- ۱-۳-۱-۸-۴- رخساره فرسایشی S_۱,R_۲,V_۳ (فرسایش سطحی کم، شیاری متوسط و آبراهه ای زیاد)..... ۱۰۷
- ۲-۳-۱-۸-۴- رخساره فرسایشی S_۲,R_۰,V_۰ (فرسایش سطحی متوسط، شیاری خیلی کم و آبراهه ای خیلی کم)..... ۱۰۸
- ۳-۳-۱-۸-۴- رخساره فرسایشی S_۲,R_۱,V_۰ (فرسایش سطحی متوسط، شیاری کم و آبراهه ای خیلی کم)..... ۱۰۸
- ۴-۳-۱-۸-۴- رخساره فرسایشی S_۱, R_۱, V_۲ (سطحی کم، شیاری کم همراه با فرسایش آبراهه ای متوسط)..... ۱۰۸
- ۵-۳-۱-۸-۴- رخساره فرسایشی S_۲,R_۱,V_۱ (فرسایش سطحی متوسط، شیاری کم و آبراهه ای کم)..... ۱۰۹

- ۴-۸-۱-۳-۶- رخساره فرسایشی V_2, R_2, S_2 (فرسایش سطحی زیاد، شیاری متوسط و آبراهه ای متوسط)..... ۱۰۹
- ۴-۸-۱-۴-۴- تیپ فرسایش R, V (فرسایش شیاری و آبراهه ای)..... ۱۰۹
- ۴-۸-۱-۴-۱- رخساره فرسایشی R_0, V_0 (فرسایش شیاری و آبراهه ای خیلی کم)..... ۱۰۹
- ۴-۸-۱-۵- تیپ فرسایشی S, R, V, G (فرسایش سطحی و شیاری همراه با فرسایش آبراهه‌ای و خندقی)..... ۱۱۰
- ۴-۸-۱-۵-۱- رخساره فرسایشی R_2, V_2, G_1 (فرسایش شیاری متوسط، آبراهه ای کم همراه با فرسایش خندقی کم)..... ۱۱۰
- ۴-۸-۱-۵-۲- رخساره فرسایشی R_2, V_3, G_1 (فرسایش شیاری متوسط، آبراهه ای زیاد همراه با فرسایش خندقی کم)..... ۱۱۰
- ۴-۸-۱-۵-۳- رخساره فرسایشی R_2, V_2, G_2 (فرسایش شیاری زیاد همراه با فرسایش آبراهه ای متوسط و خندقی متوسط)..... ۱۱۱
- ۴-۸-۱-۶- تیپ فرسایشی ST (فرسایش کنار رودخانه ای)..... ۱۱۱
- ۴-۸-۱-۶-۱- رخساره فرسایشی ST_1 (فرسایش کناری کم)..... ۱۱۱
- ۴-۸-۱-۶-۲- رخساره فرسایشی ST_2 (فرسایش کناری کم)..... ۱۱۱
- ۴-۸-۱-۶-۳- رخساره فرسایشی ST_3 (فرسایش کناری زیاد)..... ۱۱۱
- ۴-۹- عامل فرسایش رودخانه‌ای و انتقال رسوب..... ۱۱۳
- ۴-۱۰- تهیه نقشه امتیاز رسوبدهی..... ۱۱۷
- ۴-۱۱- تهیه نقشه رسوبدهی (Qs)..... ۱۱۷
- ۴-۱۱-۱- تشریح اشکال فرسایشی..... ۱۲۰

- ۱۲۰-۱۱-۱-۱-فرسایش مکانیکی.....۱۲۰
- ۱۲۰-۱۱-۱-۲-فرسایش سطحی.....۱۲۰
- ۱۲۱-۱۱-۱-۳-فرسایش شیاری.....۱۲۱
- ۱۲۱-۱۱-۱-۴-فرسایش آبراهه‌ای.....۱۲۱
- ۱۲۱-۱۱-۱-۵-فرسایش خندقی.....۱۲۱
- ۱۲۲-۱۱-۱-۶-فرسایش کناره‌ای.....۱۲۲
- ۱۲۳-۱۱-۱-۷-زمین لغزش.....۱۲۳
- ۱۲۶-۱۱-۲-برآورد فرسایش.....۱۲۶
- ۱۲۸-۱۲-اطلاعات ایستگاه هیدرومتری.....۱۲۸
- ۱۳۱-۱۳-کالیبره نمودن مدل پسیاک.....۱۳۱
- ۱۳۲-۱۳-۱-تغییر پارامترهای ورودی لایه زمین شناسی.....۱۳۲
- ۱۳۳-۱۳-۲-تغییر پارامترهای ورودی لایه پوشش زمین.....۱۳۳
- ۱۳۵-۱۳-۳-تغییر پارامترهای ورودی لایه کاربری اراضی.....۱۳۵
- ۱۳۷-۱۳-۴-تغییر پارامترهای ورودی لایه وضعیت فرسایش در سطح حوضه آبخیز.....۱۳۷
- ۱۳۸-۱۳-۵-تغییر پارامترهای ورودی لایه فرسایش رودخانه ای و انتقال رسوب.....۱۳۸
- ۱۴۰-۱۴-برآورد رسوب ویژه با روش فورنیه.....۱۴۰
- ۱۴۳-۱۵-نتیجه گیری.....۱۴۳
- ۱۴۴-۱۶-جمع بندی و ارایه پیشنهادات.....۱۴۴

فهرست جداول

- جدول (۲-۱)..... ۱۳
- جدول (۳-۱)..... ۱۷
- جدول (۳-۲)..... ۱۸
- جدول (۳-۳) عوامل موثر در فرسایش خاک و تولید رسوب..... ۱۹
- جدول (۳-۴) ارزیابی زمین شناسی سطحی یا سنگ شناسی..... ۲۰
- جدول (۳-۵) ارزیابی عامل خاک..... ۲۰
- جدول (۳-۶) ارزیابی وضعیت آب و هوا..... ۲۰
- جدول (۳-۷) ارزیابی وضعیت رواناب یا جریان سطحی..... ۲۱
- جدول (۳-۸) وضعیت پستی و بلندی..... ۲۱
- جدول (۳-۹) وضعیت پوشش سطحی خاک..... ۲۱
- جدول (۳-۱۰) ارزیابی چگونگی استفاده از اراضی..... ۲۲
- جدول (۳-۱۱) ارزیابی وضعیت فعلی فرسایش..... ۲۲
- جدول (۳-۱۲) ارزیابی فرسایش رودخانه ای..... ۲۳
- جدول (۳-۱۳) طبقه بندی فرسایش با روش PSIAC..... ۲۳
- جدول (۳-۱۴) اصلاحات انجام شده در روش PSIAC..... ۲۵
- جدول (۳-۱۵) تعیین امتیاز عامل سطحی خاک (S.S.F)..... ۳۶
- جدول (۴-۱) میزان حساسیت به فرسایش واحدهای زمین شناسی حوضه..... ۵۰
- جدول (۴-۲) درصد گسترش هر یک از واحدهای زمین شناسی..... ۵۱
- جدول (۴-۳) مقادیر پارامترهای فرمول ویشمایر برای محاسبه K اجزا واحد اراضی حوضه..... ۵۳
- جدول (۴-۴) نتایج آنالیز پروفیل شماره ۱..... ۶۵
- جدول (۴-۵) نتایج تجزیه خاک پروفیل شماره ۲..... ۶۷

- جدول ۴-۶) نتایج تجزیه خاک پروفیل شماره ۳ ۷۰
- جدول ۴-۷) نتایج تجزیه خاک پروفیل شماره ۴ ۷۲
- جدول ۴-۸) نتایج تجزیه خاک پروفیل شماره ۵ ۷۴
- جدول ۴-۹) نتایج تجزیه خاک پروفیل شماره ۶ ۷۷
- جدول ۴-۱۰) نتایج آنالیز پروفیل شماره ۷ ۷۸
- جدول ۴-۱۱) نتایج تجزیه خاک پروفیل شماره ۸ ۸۱
- جدول ۴-۱۲) رخساره های ژئومورفولوژیکی حوضه آبخیز سیج و آل مشهد ۸۲
- جدول ۴-۱۳) عامل خاکشناسی در هر یک از واحدهای اراضی ۸۲
- جدول ۴-۱۴) امتیازات عامل رواناب برای زیر حوضه های هیدرولوژیک منطقه ۸۶
- جدول ۴-۱۵) امتیازات عامل پوشش زمین در هر یک از تیپ های گیاهی ۸۸
- جدول ۴-۱۶) ارزش کاربری، فرم رویشی و طول عمر گونه های اصلی تیپ گیاهی ۸۹
- جدول ۴-۱۷) گونه های غالب، فراوان و همراه در تیپ گیاهی I ۹۰
- جدول ۴-۱۸) ارزش کاربری، فرم رویشی و طول عمر گونه های اصلی تیپ گیاهی ۹۱
- جدول ۴-۱۹) گونه های غالب، فراوان و همراه در تیپ گیاهی ۹۱
- جدول ۴-۲۰) ارزش کاربری، فرم رویشی و طول عمر گیاه گونه های اصلی تیپ گیاهی ۹۳
- جدول ۴-۲۱) گونه های غالب، فراوان و همراه در تیپ گیاهی III ۹۴
- جدول ۴-۲۲) ارزش کاربری، فرم رویشی و طول عمر گونه های اصلی تیپ گیاهی ۹۵
- جدول ۴-۲۳) گونه های غالب، فراوان و همراه در تیپ گیاهی IV ۹۵
- جدول ۴-۲۴) ارزش کاربری، فرم رویشی و طول عمر گیاه گونه های اصلی تیپ گیاهی ۹۶
- جدول ۴-۲۵) گونه های غالب، فراوان و همراه در تیپ گیاهی V ۹۷
- جدول ۴-۲۶) ارزش کاربری، فرم رویشی و طول عمر گیاه گونه های اصلی تیپ گیاهی ۹۸
- جدول ۴-۲۷) گونه های غالب، فراوان و همراه در تیپ گیاهی VI ۹۹

- جدول ۲۸-۴) ارزش کاربری، فرم رویشی و طول عمر گیاه گونه های اصلی تیپ گیاهی..... ۱۰۱
- جدول ۲۹-۴) گونه های غالب، فراوان و همراه در تیپ گیاهی VI..... ۱۰۱
- جدول ۳۰-۴)..... ۱۰۳
- جدول ۳۱-۴) امتیاز عامل Y_8 در هر یک از رخساره های فرسایشی..... ۱۱۱
- جدول ۳۲-۴) امتیاز عامل Y_9 در هر یک از رخساره های فرسایشی..... ۱۱۳
- جدول ۳۳-۴) امتیاز بندی هر یک از پارامتر های مدل MPSIAC در حوضه سیچ و آل..... ۱۱۵
- جدول ۳۴-۴) طبقات نقشه امتیاز رسوب دهی..... ۱۱۶
- جدول ۳۵-۴) کلاس های رسوب دهی در مدل پسیاک اصلاح شده..... ۱۱۸
- جدول ۳۶-۴)..... ۱۱۹
- جدول ۳۷-۴) میزان SDR در زیر حوضه ها (گزارشات پایه حوضه سیچ و آل)..... ۱۲۵
- جدول ۳۸-۴) میزان SDR در زیر حوضه ها (گزارشات پایه حوضه سیچ و آل)..... ۱۲۶
- جدول ۳۹-۴) متوسط آبدهی ایستگاه های منطقه در دوره آماری (۸۹-۶۶)..... ۱۲۷
- جدول ۴۰-۴) مشخصات زیر حوضه ها..... ۱۲۸
- جدول ۴۱-۴) مقادیر دبی پیک سیلاب در زیر حوضه ها..... ۱۲۹
- جدول ۴۲-۴) مقادیر رسوبدهی در محل ایستگاه کارده..... ۱۳۰
- جدول ۴۳-۴) مقادیر پارامتر های ورودی مدل بعد از تغییر امتیاز عامل زمین شناسی..... ۱۳۱
- جدول ۴۴-۴) مقادیر پارامتر های ورودی مدل بعد از تغییر امتیاز های عوامل زمین شناسی و پوشش ۱۳۳
- جدول ۴۵-۴) مقادیر پارامتر های ورودی مدل بعد از تغییر امتیاز های عوامل زمین شناسی، پوشش و کاربری اراضی..... ۱۳۴
- جدول ۴۶-۴) مقادیر پارامتر های ورودی مدل بعد از تغییر امتیاز های عوامل زمین شناسی، پوشش، کاربری اراضی و فرسایش سطحی..... ۱۳۶
- جدول ۴۷-۴) امتیاز بندی هر یک از پارامتر های مدل MPSIAC در حوضه سیچ و آل بعد از کالیبره نمودن..... ۱۳۸

جدول (۴-۴۸) مقادیر پارامترهای روش اول و دوم فورنیه برای زیر حوضه ها..... ۱۳۹

جدول (۴-۴۹) برآورد رسوب زیر حوضه ها با روش دوم فورنیه..... ۱۴۰

فهرست اشکال

شکل (۳-۱) حوضه آبخیز سیچ و آل مشهد..... ۱۶

شکل (۴-۱) لایه زمین شناسی یا Y_1 ۵۱

شکل (۴-۲) نمودار فرسایش پذیری خاک..... ۵۲

شکل (۴-۳) لایه خاک یا Y_2 ۸۳

شکل (۴-۴) لایه آب و هوا یا Y_3 ۸۴

شکل (۴-۵) لایه رواناب یا Y_4 ۸۶

شکل (۴-۶) لایه پستی و بلندی یا Y_5 ۸۷

شکل (۴-۷) لایه پوشش زمین یا Y_6 ۱۰۲

شکل (۴-۸) لایه کاربری اراضی یا Y_7 ۱۰۴

شکل (۴-۹) لایه فرسایش سطحی یا Y_8 ۱۱۲

شکل (۴-۱۰) لایه فرسایش سطحی یا Y_9 ۱۱۴

شکل (۴-۱۱) نقشه رسوبدهی حوضه..... ۱۱۷

شکل (۴-۱۲) فرسایش سطحی همراه با فرسایش آبراهه ای و شیاری..... ۱۲۰

شکل (۴-۱۳) فرسایش خندقی متوسط در اراضی مجاور روستای سیچ..... ۱۲۱

شکل (۴-۱۴) فرسایش کناره ای شدید در بخش های شمالی حوضه..... ۱۲۳

شکل (۴-۱۵) زمین لغزش رخ داده در جاده سیچ..... ۱۲۴

شکل (۴-۱۶) نمودار مقدار تولید رسوب حوضه..... ۱۳۲

فصل اول

مقدمه

فرسایش خاک از جمله عوامل زیست محیطی قرن حاضر می باشد. رسوبات ناشی از این فرآیند باعث آلودگی آبها، پر شدن مخازن سدها و افت پتانسیل محیط می شود. بنابراین آگاهی از وضعیت فرسایش و حجم کل میزان تولید رسوب سالیانه در حوضه های آبخیز نیاز به مطالعه بیشتر و بررسی و شناخت عوامل موثر در این فرآیند پیچیده دارد (قضاوی و همکاران، ۱۳۹۱).

در دهه های اخیر، رشد جمعیت، مهاجرت روستاییان به شهرها و سطح پایین فن آوری تولید محصولات کشاورزی در ایران زمینه های فرسایش و تخریب منابع خاک را فراهم آورده است. عوامل تهدیدکننده خاک در ایران را باید در کمبود بارندگی، نوع اقلیم، کاهش مواد آلی خاک، افزایش شوری و قلیائت خاک، تبدیل کاربری اراضی و آلاینده های صنعتی جستجو کرد. توزیع ناموزون بارندگی در سطح کشور باعث شده است که در اثر رگبارهای ناگهانی با جاری شدن سیل در مناطق مختلف، زمینه فرسایش خاک فراهم آید، به طوری که هر ساله مقادیری از خاک های حاصلخیز از چرخه تولید خارج می شود. از سوی دیگر، حدود ۹۰ درصد از سطح کشور دارای اقلیم خشک و نیمه خشک بوده و بارندگی در این مناطق از پراکنش زمانی مناسب برخوردار نبوده و همچنین خشکی هوا و آب با افزایش تبخیر، شرایط شوری خاک را به وجود می آورد. در چنین شرایطی نبود یا کمبود پوشش گیاهی همراه با افزایش رواناب موجبات از بین رفتن بیش از ۲/۵ میلیارد تن خاک در سال را فراهم کرده است. مواد آلی خاک نیز به دلیل مدیریت های زراعی نامناسب کاهش یافته و باز تولید مواد آلی در خاک کم شده است. همچنین این روند به افزایش شوری خاک و مواد قلیایی در آن منجر شده است. افزایش کاربری های مسکونی و صنعتی که در اثر توسعه سریع شهرها به وجود آمده باعث کاهش زمین های زراعی و مراتع شده و به کاهش کیفیت خاک و ناپایداری آن منجر شده است. فاضلاب های صنعتی و شهری با وارد ساختن عناصر سنگینی مانند کادمیم، سرب و روی از کیفیت خاک می کاهند (سازمان برنامه بودجه، ۱۳۷۸).

با توجه به برآورد FAO سالانه بیش از ۷۵ میلیارد تن خاک در کل زمین فرسایش می یابد. نزدیک به ۷۵ درصد از سطح کشور ایران در معرض فرسایش قرار دارد.

براساس برآوردهای انجام شده، فرسایش خاک کشور در سال ۱۳۵۵ معادل یک میلیارد تن بوده که ده سال بعد به ۱/۵ میلیارد تن و در سال ۱۳۷۵ به ۲/۵ میلیارد تن افزایش یافته است. براساس برآورد دیگری، فرسایش خاک از ده تن در هکتار در دهه شصت به بیست تن در هکتار در دهه ۷۰ رسیده است. تبعات فرسایش خاک در کشور ما به طور کلی به شکل انباشت رسوبات در پشت سدها، از بین رفتن پوشش گیاهی، افزایش وقوع سیلاب و آلودگی خاک می باشد (سازمان برنامه و بودجه، ۱۳۷۸).

۱-۱-۱- ضرورت استفاده از مدل

به منظور اجرای برنامه های حفاظت خاک و تعیین روش های مبارزه با فرسایش و کاهش رسوب زایی همچنین محاسبه و طراحی دقیق حجم سد در احداث سدهای مخزنی، ضرورت دارد حجم کل میزان تولید رسوب سالانه در یک حوضه آبخیز نیز ارزیابی و برآورد گردد. چنانچه در یک حوضه آبخیز آمار و اطلاعات مربوط به دبی آب و رسوب به اندازه کافی وجود داشته باشد محاسبه حجم کل رسوبدهی سالانه آن با استفاده از روش های آماری متداول موجود امکان پذیر است، ولی عدم وجود و یا کمبود بسیار زیاد آمار و اطلاعات در زمینه فرسایش خاک و تولید رسوب در بسیاری از حوضه های آبخیز کشور مانند اکثر آبخیزهای سایر کشورهای دنیا، کاربرد روش های تجربی مناسب را برای برآورد شدت فرسایش خاک و رسوب زایی الزامی می نماید.

در استفاده از هر روش شرایط متفاوتی لازم است که خود تابع عوامل زیر می باشد:

- شرایط آب و هوایی و طبیعی منطقه مطالعاتی.

- سادگی و عملی بودن روش مورد نظر.

-وجود یا عدم وجوداطلاعات برای روش مذکور.

-قابل استفاده بودن روش مورد نظر.

-میزان دانش و تجربه افراد مطالعه کننده.

مدل ها با اثبات و بیان ساده واقعیات به شکلی خلاصه شده و ملموس سر و کار دارند. بنابراین، عملکرد یک مدل چند گانه است:

-مدلها ما را قادر به مشاهده و درک پدیده های معینی می کنند که در غیر اینصورت با توجه به پیچیدگی، تنوع و داده های فراوان مربوط به آنها، این امر میسر نمی شد (دهقانیان و همکاران، ۱۳۷۹).

-مدلها چارچوبی را فراهم می آورند که بر مبنای آن می توان اطلاعات را تعریف، جمع آوری، تدوین، جدول بندی و پردازش و خلاصه کرد. به عبارت دیگر مدل ها دارای عملکرد جویندگی هستند (افراخته، ۱۳۷۴ و دهقانیان و همکاران، ۱۳۷۹).

-به کمک مدلها می توان حجم زیادی از داده ها را سازماندهی نمود و به طریقی بکار برد که حداکثر فرضیات و نتایج از آنها حاصل شوند (دهقانیان و همکاران، ۱۳۷۹).

-مدلها به فراهم کردن توضیحاتی پیرامون منشاء و پراکنش یک پدیده کمک می کنند. به عبارت دیگر مدل ها به تشریح اینکه یک پدیده چگونه به وقوع می پیوندد می پردازند (افراخته ۱۳۷۴ و دهقانیان و همکاران ۱۳۷۹).

-یکی دیگر از عملکرد مدلها آن است که آنها از طریق مقایسه بعضی پدیده ها با یک پدیده شناخته شده عملکرد تجویزی - دستوری ایفاء می کنند (افراخته، ۱۳۷۴).

-مدلها عموماً هزینه های تحقیقاتی را کاهش می دهند. درک رفتار پیچیده یک سیستم از طریق مدلسازی خیلی ارزانتر از آزمایش و کار مزرعه ای می باشد که مستلزم صرف وقت و هزینه زیاد است (ناراسیمهان، ۱۹۹۵).

آنچه در اینجا به بحث گرفته می شود بررسی نقش واحدهای سنگی (زمین شناسی سطحی)، خاک، اقلیم، رواناب، توپوگرافی، پوشش گیاهی، کاربری زمین، وضعیت فرسایش و فرسایش رودخانه ای به عنوان بسترهای اصلی زیست و عوامل ذاتی شکل شناسی سطح زمین در مطالعات فرسایش خاک می باشد که از ارکان مدیریت منابع طبیعی در یک محدوده توپوگرافی و یک عرصه اقتصادی- اجتماعی بسته به نام حوضه آبخیز است.

۱-۱-۲-هدف از انجام تحقیق

-برآورد فرسایش حوضه با استفاده از مدل پسیاک.

-مقایسه روش پسیاک با سایر روشها.

-مشخص نمودن نقاط بحرانی حوضه از لحاظ فرسایش.

-تهیه نقشه رسوبدهی حوضه.

-ارائه پیشنهادات لازم.

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱- تاریخچه کارهای انجام شده

در دهه‌های اخیر، به منظور نشان دادن و کمی نمودن فرآیندهای جداسازی، جابه‌جایی و رسوب خاک با اهداف آموزشی، برنامه‌ریزی و قانون‌گذاری، مدل‌هایی (تجربی، مفهومی یا فیزیکی) ایجاد شده‌اند (بگوریا و همکاران، ۲۰۰۶). فرسایش سطحی و مقدار رسوب (Q_s) فاکتورهای مهمی هستند که باید در برنامه‌های احیاء دوباره منابع طبیعی مدنظر قرارگیرند (بوور، ۲۰۰۳). ایجاد نقشه‌های فرسایش و بار رسوبی برای مناطقی که تحت حفاظت و بهبود پوشش گیاهی هستند، اصولاً با در نظر گرفتن اثرات گسترده فرآیندهای هدر رفت خاک کنترل می‌گردند. روش‌های محاسبه Q_s ، اولین بار برای بررسی اثرات روش‌های کشاورزی توسعه داده شد (آتو و همکاران، ۱۹۹۸). روش‌ها و مدل‌های مختلفی برای ارزیابی و تهیه نقشه فرسایش وجود دارد. برای ارزیابی فرسایش در حوضه‌های آبخیز معمولاً از روابط تجربی استفاده می‌گردد. این روابط به صورت الگوریتمی از عوامل فرسایش هستند که توسط روش‌های همبستگی از داده‌های تجربی به دست می‌آیند. این داده‌ها در یک زمان مشخص مثل سال و در یک حیطه مکانی مثل حوضه آبخیز طبقه‌بندی می‌شوند (آل شیخ، ۱۳۸۰). یکی از مهم‌ترین مشکلات مربوط به مدل‌های تجربی فرسایش خاک، دقت پایین آنها در پردازش تعداد زیادی از داده‌هایی است که باید توسط سیستم GIS دیجیتالی و با مدل‌های ریاضی بررسی‌گردند (حیدری، ۲۰۰۴). مدل‌های تجربی به خاطر ساختار ساده و کاربرد آسانشان از دیر باز استفاده می‌شده و هنوز نیز استفاده می‌گردند در کاربرد معادلات فرسایش در محیط GIS به همپوشانی داده‌های زمین مرجع که نشانگر عوامل فرسایش هستند (توپوگرافی، پوشش گیاهی و ...) نیاز است (آل شیخ، ۱۳۸۰).

اولین مدل استفاده شده معادله جهانی فرسایش خاک (USLE) بود (ویشمایر و اسمیت، ۱۹۷۸). در این بین مدل‌هایی از قبیل $USLE$ ، EPM ، $PSIAC$ ، $SEIM$ و $MPSIAC$ و FAO بیشترین کاربرد را داشته است

. مدل شاخص فرسایش خاک (SEIM) در سال ۲۰۰۲ توسط Su Chin Chen برای اندازه‌گیری و برآورد پتانسیل فرسایش در کشور تایوان استفاده شد. در مدل SEIM فاکتورهای مختلفی از قبیل بارش، خصوصیات خاک، شیب، پوشش گیاهی و کاربری اراضی دارای اهمیت می‌باشد. گاوریلوویچ در سال ۱۹۸۸ اصلا مدل EPM را برای کشور یوگوسلاوی طراحی کرد. این مدل در تعدادی از حوضه‌های ایران آزمایش شده و نتایج حاصل از آن با مشاهدات صحرایی همخوانی دارد (باقرزاده، ۲۰۱۲).

هر دو مدل EPM و PSIAC برای برآورد کمی فرسایش خاک دارای فاکتورهایی می‌باشند (دی ونت، ۲۰۰۵). مدل پسیاک با ۹ عامل‌اش در بین مدل‌های دیگر در مناطق خشک و نیمه خشک جنوب غربی آمریکا مناسب‌ترین مدل بوده و دانشمندان ایرانی بر این باورند که این مدل برای مناطقی با اقلیم مشابه در ایران نیز مناسب است (رفاهی، ۱۳۸۵).

فرسایش خاک در بخش‌های مختلف ایران اعم از خشک و نیمه خشک با مدل اصلاح شده پسیاک توسط محققین مختلف مورد مطالعه قرار گرفته است (حیدری، ۲۰۰۴).

پسیاک مدلی تجربی است که کیفیت و کمیت رسوب را تخمین می‌زند. در واقع، کمی و دیجیتالی کردن داده‌های رسوب یکی از مهم‌ترین پیشرفت‌ها در مورد مدل‌های اندازه‌گیری رسوب می‌باشد (مورگان، ۱۹۹۵). بخشی از این مشکل را می‌توان با مدل‌های تخمینی حل کرد. چون فرسایش حاصل چندین فاکتور متقابل می‌باشد، مدلی وجود ندارد که بتوان با آن تمام عوامل موثر را هم زمان اندازه‌گیری کرد (ویشمایر و اسمیت، ۱۹۶۵). در روش پسیاک ۹ عامل جهت محاسبه برآورد فرسایش در نظر گرفته شده است و به هریک از عوامل از نظر کمی و کیفی نمره داده می‌شود و سپس براساس حاصل جمع امتیازات، حوضه آبخیز از نظر میزان فرسایش ارزیابی می‌شود. در روش پسیاک اصلاح شده، برای هریک از عوامل ۹ گانه ضرایبی در نظر گرفته شده است تا نتایج حاصل به واقعیت نزدیکتر شود (قضاوی، ۱۳۹۰).

یکی از مهمترین مشکلات مطالعات فرسایش و رسوب کمبود آمار و اطلاعات مورد نیاز می‌باشد. این مساله در کشورهای در حال توسعه حادثتر بوده و کشور ما ایران نیز از جمله کشورهایی است که با این معضل روبه‌رو است. چنانچه در یک حوضه آبخیز آمار و اطلاعات مربوط به دبی آب و رسوب به اندازه کافی موجود نباشد، کاربرد روش‌های تجربی مناسب، برای برآورد شدت فرسایش خاک و رسوب زایی الزامی است. البته باید در نظر داشت که مدل‌هایی را که در شرایط خارج از ایران ساخته می‌شوند بدون آزمون‌های آماری و تطبیق با شرایط آب و هوایی و طبیعی منطقه نمی‌توان با اطمینان مورد استفاده قرارداد (رفاهی، ۱۳۷۵). به دلیل پیچیدگی این فرآیندها و کمبود آمار مناسب و فقدان ایستگاه‌های اندازه‌گیری، به منظور سهولت کار اغلب مطالعات فرسایش و رسوب کشور با استفاده از روش‌های تجربی و رابطه‌های سایر کشورها انجام می‌گیرد (هادیان امری و رحمانی، ۱۳۸۷).

امروزه سامانه‌ی دقیق GIS با قابلیت‌های فراوان این توانایی را در اختیار ما قرار داده است تا بتوانیم اطلاعات پایه‌ای موجود را به صورت لایه‌ها یا جداول اطلاعاتی ذخیره، بازیابی و به روز نماییم. با بهره‌گیری از این سامانه می‌توان عامل خطاهای انسانی را به حداقل رساند (باقرزاده، ۱۳۷۲).

خاک، حاصل تاثیرهای متقابل مجموعه عواملی است که به صورت داخلی (عوامل بیولوژیک، جنس سنگ بستر و ...) و خارجی (عوامل اقلیمی، انسانی و ...)، موجب تقویت یا کاهش تاثیر یکدیگر در ایجاد فرسایش می‌شوند. این موضوع در کشور ما از این جهت حائز اهمیت است که در حدود ۹۰٪ از سطح کشور دارای اقلیم خشک و نیمه خشک بوده و بارندگی در این مناطق از پراکنش زمانی مناسب برخوردار نمی‌باشد. در چنین شرایطی نبود یا کمبود پوشش گیاهی همراه با افزایش رواناب موجبات از بین رفتن بیش از ۲/۵ میلیارد تن خاک در سال را فراهم کرده و خسارتهای فراوانی از طریق هدررفت خاک و انباشت رسوبات در مخزن سدهای ذخیره‌ای، کانالهای آبرسانی، بستر رودخانه‌ها و سطح اراضی کشاورزی به کشور وارد می‌شود. به طور مثال، افزایش ۴۵۰ درصدی میزان فرسایش خاک در کشور طی سال‌های ۱۳۳۰ تا ۱۳۷۸ نشانگر بحرانی بودن وضعیت فرسایش و لزوم کنترل آن

در ایران می‌باشد (احمدی، ۱۳۷۸). فرسایش سطحی و بار رسوب فاکتورهایی هستند که باید در پروژه‌های احیاء منابع طبیعی در نظر گرفته شوند. روش‌های تخمین بار رسوب اولین بار برای بررسی اثرات آن بر روی فعالیت‌های کشاورزی توسعه داده شد (تنگستانی، ۲۰۰۶). مدل پسیاک ۱۹۶۸ اصولاً برای مناطق خشک و نیمه خشک آمریکا طراحی شده و اعتقاد بر این است که می‌توان از آن در ایران نیز استفاده کرد (صادقی، ۱۳۷۱ و باقرزاده، ۱۳۷۱ و جلالیان، ۱۳۷۰). مدل PSIAC در سال ۱۹۶۸ براساس ۹ فاکتور (زمین‌شناسی، خاک، آب و هوا، پوشش گیاهی، رواناب سطحی، پستی و بلندی، استفاده از زمین، وضعیت فرسایش سطحی خاک در حوضه و فرسایش رودخانه‌ای) شکل گرفته است. در سال ۱۹۸۲ در روش تعیین فاکتورهای مورد ارزیابی روش PSIAC تغییراتی ایجاد شد، به طوری که در مدل اصلاح شده (MPSIAC) عوامل ۹ گانه موثر در رسوبدهی به صورت کمی قابل برآورد هستند. رینارد و استون (۱۹۸۲) مدل MPSIAC را با مدل‌های Renard-Flaxman، EPM و USLE اصلاح شده مقایسه و نتیجه‌گیری کردند، پسیاک اصلاح شده دارای بیشترین هماهنگی با اندازه‌گیری‌های کمی بود. سوچین چن (۲۰۰۲) در تحقیقی تحت عنوان ارزیابی پتانسیل فرسایش خاک از روش پسیاک استفاده کرد و با تجزیه و تحلیل عوامل نه گانه در این روش مدل SEIM را برای تایوان بدست‌آورد. جوریس (۲۰۰۲) در تخمین بار رسوبی با استفاده از مدل پسیاک برآورد نسبتاً دقیقی از بار رسوبی سالیانه بدست آورد. مطالعه‌های پیشین در این زمینه بیانگر این است که مدل PSIAC اولین بار در سال ۱۳۵۲ استفاده شده است. جلالیان (۱۳۷۱) در مطالعه فرسایش و رسوب در حوزه آبخیز شمال کارون نشان داد که مقدار رسوب برآوردی با روش پسیاک اصلاح شده همبستگی خوبی با مقدار مشاهده شده دارد. باقرزاده کریمی (۱۳۷۲) با مطالعه در حوزه آبخیز اوزن دره به این نتیجه رسید که این روش بیشترین مطابقت را با مشاهدات صحرائی دارد. صادقی (۱۳۷۲)، پاک پرور (۱۳۷۳)، بیات (۱۳۷۴)، شاکری و بلالی پور (۱۹۹۶) با بررسی‌های خود در حوزه‌های مختلف کشور کارایی مدل پسیاک را برتر و مناسب‌تر از سایر روش‌های تجربی موجود معرفی نمودند. باقرزاده (۱۳۷۳) در مطالعات خود راجع به بررسی کارایی مدل‌های برآورد فرسایش و

رسوب در حوضه آبخیز اوزان دره دریافته است که روش MPSIAC بیشترین مطابقت را با مشاهدات صحرائی نشان می‌دهد. طهماسبی پور (۱۳۷۳) در تحقیق خود تحت عنوان کاربرد و ارزیابی مدل MPSIAC برای تهیه نقشه فرسایش و رسوب در حوضه آبخیز جاجرود با استفاده از GIS برای محاسبه مقدار فرسایش در این حوضه از روش MPSIAC استفاده نمود. شاه کرمی (۱۳۷۳) نشان داده است که ارقام برآورد رسوب به روش MPSIAC در حوضه نوژیان لرستان دارای مشابهت زیادی با ارقام اندازه گیری شده خروجی حوضه بوده است. فرجی (۱۳۷۴) در تحقیقی به بررسی رابطه شدت فرسایش و تولید رسوب با واحدهای ژئومورفولوژی (کیفی) و روش MPSIAC و EPM (کمی) در حوضه آبخیز بابا احمدی خوزستان پرداخته و از آنجا که حوضه مورد تحقیق فاقد ایستگاه رسوب سنجی بود بیان نکرد که کدام روش بهتر است و ابراز داشت که با توجه به قدمت روش پسیاک و بررسی‌های زیاد در کشورهای مختلف، توسط این مدل میزان رسوب برآورد شده به واقعیت نزدیکتر است. اسدی (۱۳۷۴) در بررسی کاربرد مدل PSIAC با بهره‌گیری از روش کیفی ژئومورفولوژی به این نتیجه رسیده که در مناطق دارای آمار رسوب محدود، می‌توان با تفسیر عکس‌های هوایی و انجام مطالعات صحرائی با استفاده از روش کیفی ژئومورفولوژی، با تغییر ضرایب مدل با توجه به شرایط منطقه از مدل استفاده نمود. قدرتی (۱۳۷۵) با مطالعه یک حوضه آبخیز در استان سمنان نشان داد که مدل MPSIAC می‌تواند میزان رسوبدهی حوضه را با ۳۰ درصد اختلاف نسبت به مقدار برآورد شده از طریق مطالعات به دست آورد. مسلمی کویایی (۱۳۷۶) به این نتیجه رسید که انجام روش ژئومورفولوژی در یک یا چند حوضه آبخیز که از آمار صحیح و کافی برخوردار بوده و به صورت کمی درآید و با مقادیر رسوب مشاهده‌ای مقایسه به عمل آید، کارا بوده و می‌تواند به عنوان یک روش ساده و فراگیر در مطالعه‌های فرسایش و رسوب مورد استفاده قرار گیرد. تاجبخش و معماریان (۱۳۸۲) نیز در بررسی‌های خود کارایی مدل پسیاک را مناسب و قابل قبول معرفی نمودند. احمدی (۱۳۷۸) برای اجرای مدل‌های EPM و PSIAC به این نتیجه رسیده است که در ابتدا باید حوضه آبخیز به واحد، تیپ، رخساره و واحد کاری تقسیم شود و عوامل مدل‌ها را در زیرحوضه‌های هیدرولوژی یک حوضه

آبخیز ارزیابی نمود و میزان فرسایش و ضریب فرسایش پذیری زیرحوضه‌ها و کل حوزه آبخیز را محاسبه نمود تا دقت و اطمینان کار در استفاده از مدل‌های تجربی به دست آید. داوری و همکاران (۱۳۸۴) در مطالعه خود تحت عنوان بررسی و مقایسه نتایج برآورد تولید رسوب با استفاده از دو مدل MPSIAC و EPM در حوضه آبخیز نوژیان واقع در جنوب شرقی خرم آباد با اشاره به فقدان ایستگاه‌های رسوب سنجی در اکثر حوضه‌های آبخیز کشور استفاده از مدل‌های ابداع شده در زمینه برآورد تولید رسوب را الزامی می‌دانند. جعفری (۱۳۸۱) در پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود برآورد کیفی و کمی فرسایش و رسوب حوضه آبخیز رودخانه چرخواب با استفاده از مدل پسیاک در محیط GIS مورد ارزیابی قرار داده است. نتایج حاصله از این تحقیق نشان می‌دهد که بکارگیری مدل اصلاح شده پسیاک در محیط GIS نقش اعمال سلیقه‌های شخصی را در تلفیق لایه‌های اطلاعاتی و تعیین واحد کاری به مقدار قابل توجهی کاهش می‌دهد و همچنین نقش واحدهای کوچک را در مطالعات اعمال نموده و با تولید نقشه حساسیت به فرسایش، مناطق مختلف فرسایشی را از نظر کیفی و کمی طبقه بندی و این امکان را فراهم می‌آورد تا با توجه به اهداف مختلف مناطق حساس به فرسایش را از هم تفکیک و به ترتیب اهمیت الویت بندی کنند. حسنلو (۱۳۸۲) با بررسی نقش عوامل ژئومورفولوژیکی در فرسایش آبی بخشی از حوزه آبخیز زنگان رود با استفاده از GIS نشان داد که با استفاده از مدل MPSIAC و سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌توان میزان فرسایش و رسوب را برآورد کرد. عجم نوری (۱۳۸۳) با استفاده از روش EPM و MPSIAC اقدام به برآورد فرسایش در حوضه آبخیز محمد آباد نمود. او نتایج به دست آمده را با آمار رسوب ایستگاه رسوب سنجی سرمو که در خروجی حوضه قرار دارد مورد مقایسه قرار داد و نتیجه گرفت که مدل EPM نسبت به روش دیگر برتری دارد. آقاجانلو (۱۳۸۴) در مطالعه‌ای تحت عنوان بررسی و مقایسه نتایج برآورد تولید رسوب با استفاده از دو مدل MPSIAC و EPM در برآورد فرسایش و رسوبدهی بخشی از حوزه آبخیز زنگان رود در محیط GIS، مقدار رسوب مشاهده شده توسط روش‌های MPSIAC و EPM، با رسوب اندازه گیری شده در ایستگاه هیدرومتری (در حدود ۴۶۶۳۲ تن در سال) را مورد مقایسه قرار دادند و بیان نمودند

که رسوب برآوردی توسط روش MPSIAC حدود $2/4$ و روش EPM حدود ۸ برابر رسوب اندازه‌گیری شده در ایستگاه هیدرومتری می‌باشد. خدا رحیمی (۱۳۸۴) با بررسی کارآیی روشهای EPM و MPSIAC در برآورد فرسایش و رسوب حوزه آبخیز خارستان فارس به این نتیجه رسید که مدل MPSIAC نسبت به مدل EPM در برآورد فرسایش و رسوب حوزه آبخیز خارستان برتری دارد. رنگزن و همکاران (۱۳۸۶) در تحقیقی در حوضه پگاه سرخ گتوند خوزستان، بعد از مقایسه ی دو روش EPM و MPSIAC به این نتیجه رسیدند که اگرچه نتایج به دست آمده از دو روش در اکثر مناطق انطباق زیادی با هم دارند، اما نتایج مدل EPM برای شناسایی مناطق دارای فرسایش بالا به اندازه مدل MPSIAC، قابل اطمینان نمی‌باشد. تاجگردان و همکاران (۱۳۸۶) برای برآورد میزان فرسایش و رسوب حوضه آبخیز زیارت از مدل MPSIAC، داده‌های ماهواره‌ای و GIS استفاده کردند. راستگو و همکاران (۱۳۸۵) مقدار فرسایش و رسوب حوزه آبخیز تنگ کنشت با مدل‌های MPSIAC و EPM را به کمک GIS برآورد کردند و نتیجه گرفتند که مدل MPSIAC نتایج بهتری را نسبت به مدل EPM برای حوزه مورد نظر ارائه داده است. قضاوی (۱۳۹۱) در تحقیقات خود و با مقایسه مدل PSIAC با دیگر مدل‌های تجربی برآورد فرسایش و رسوب نتیجه گرفتند که مدل مذکور دارای کارایی و برآورد بالاتری می‌باشد.

۲-۲- خلاصه

در جدول ۱-۲ خلاصه نتایج برآورد فرسایش و رسوب با استفاده از مدل‌های MPSIAC، PSIAC، EPM برای حوضه های مختلف آمده است.

جدول ۱-۲- بررسی برآورد فرسایش توسط محققان مختلف

متوسط وزنی فرسایش هر حوضه ^۱	مساحت (km ^۲)	نام حوضه	برآورد فرسایش (تن در هکتار در سال)	روش مورد استفاده	محقق
۰/۴	۷۰	قلعه قافه	۱۲	PSIAC	قضاوی، ۱۳۹۱
۰/۷۳	۷۰	قلعه قافه	۲۲/۰۵	MPSIAC	قضاوی، ۱۳۹۱
۰/۴۹	۷۰	قلعه قافه	۱۴/۹	EPM	قضاوی، ۱۳۹۱
۰/۸۴	۲۴۳/۲۵	ده نمک	۷/۲۶۶	PSIAC	احمدی، ۱۳۸۹
۰/۶۹	۲۴۳/۲۵	ده نمک	۵/۹۹	EPM	احمدی، ۱۳۸۹
۰/۳۴	۱۵۹/۵	یدی بولوک چای	۴/۵	PSIAC	مددی، ۱۳۸۷
۰/۱۶	۱۵۹/۵	یدی بولوک چای	۲/۲۳	MPSIAC	مددی، ۱۳۸۷
۰/۱	۹۸/۷۳	زیارت	۲/۲۳	MPSIAC	تاجگردان، ۱۳۸۶
۲/۴۱	۶۳۹	چیخواب	۷/۹۱	MPSIAC	آل شیخ، ۱۳۸۳
۰/۵۶	۳۴۰/۰۷	نوژیان	۳/۴۸	MPSIAC	داوری، ۱۳۸۴
			۶/۷۲	متوسط وزنی کل	

^۱ حاصلضرب فرسایش در مساحت تقسیم بر جمع مساحت

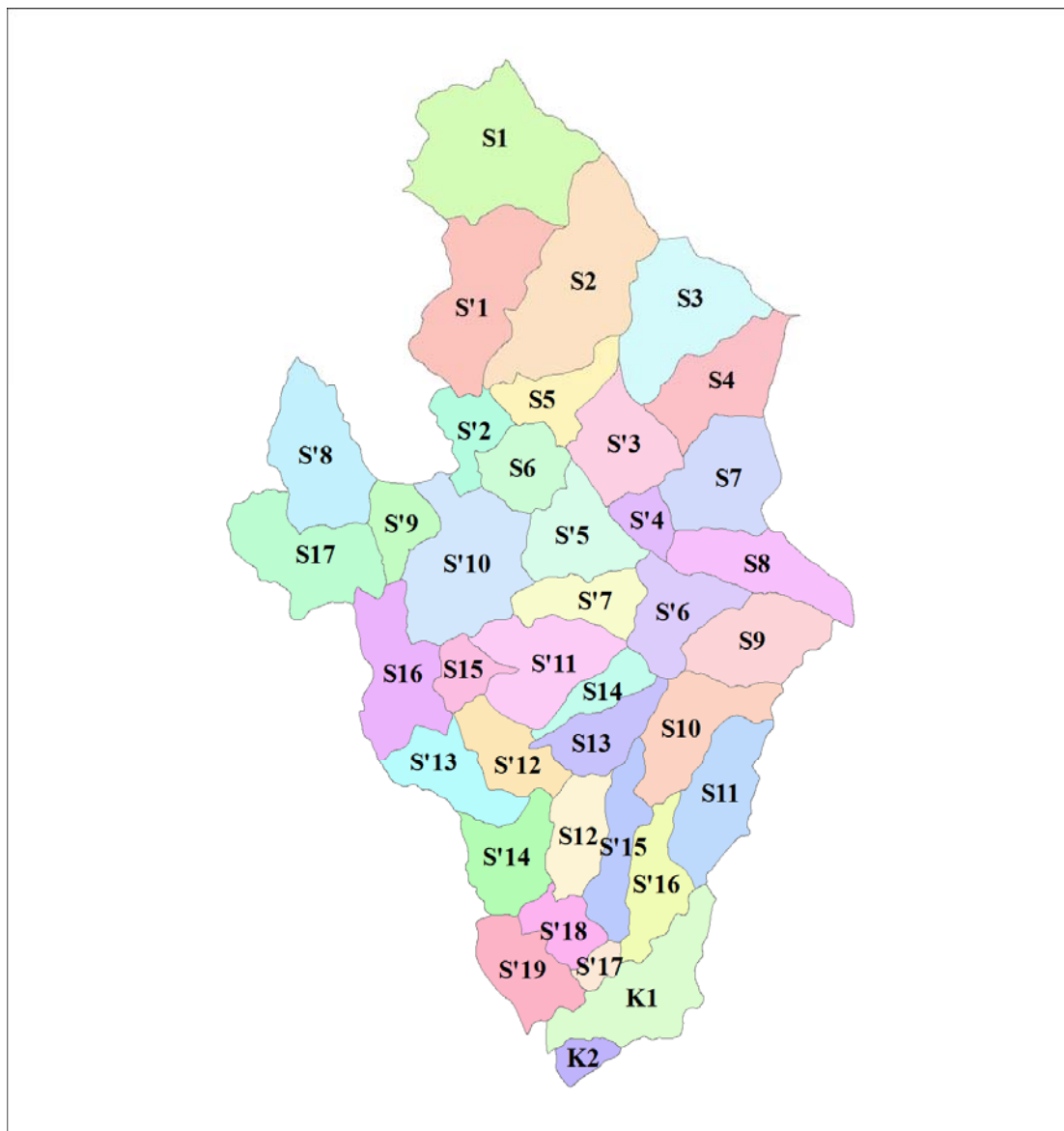
فصل سوم

مواد و روش ها

۳-۱- موقعیت و ویژگی های منطقه مورد مطالعه

حوضه آبخیز سیج و آل مشهد به عنوان بخشی از اراضی بالادست حوضه سد کارده، در موقعیت جغرافیایی $36^{\circ} 38'$ تا $50^{\circ} 36'$ عرض شمالی و $59^{\circ} 35'$ تا $59^{\circ} 44'$ طول شرقی قرار گرفته است. حوضه سیج و آل با مساحتی در حدود ۱۵۳۱۷ هکتار، سطحی در حدود ۲۸ درصد از کل مساحت ۵۴۷۱۰ هکتاری حوضه سد کارده را شامل می‌شود. این حوضه به عنوان یک حوضه غیر هیدرولوژیک، مجموعه‌ای از چند واحد هیدرولوژیکی و غیرهیدرولوژیکی می‌باشد. واحدهای غیرهیدرولوژیک آن رواناب حوضه‌های مجاور واقع در بالادست (حوضه بلغور، حوضه حرکت، جنگ و کریم آباد) را نیز منتقل می‌نماید. زیر حوضه‌های k_1 و k_2 (حوضه فیروزآباد) به عنوان ۲ واحد هیدرولوژیک مستقل بلافاصله در بالادست مخزن سد کارده قرار دارند. بخشی از واحدهای هیدرولوژیکی حوضه نیز در بالادست روستای سیج و همچنین ضلع شرقی حوضه قرار گرفته‌اند. روستای کارده نزدیک ترین روستای مسکونی به مخزن سد بوده که بخشی از مساحت آن نیز خارج از مرز حوضه قرار دارد. اراضی این حوضه در دامنه‌های جنوبی کوه‌های هزارمسجد و کپه داغ واقع شده و از ضلع جنوبی به دشت مشهد، از شرق به کوه‌های صندوق شکن و از ضلع غربی و شمالی به اراضی حوضه‌های کوشک آباد، جنگ و بلغور محدود می‌شود. فاصله پایین ترین نقاط اراضی حوضه (روستای کارده) تا شهر مشهد حدود ۴۲ کیلومتر می‌باشد. راه دسترسی به اراضی حوزه از مسیر جاده کلات و طی مسافت ۲۵ کیلومتری تا دو راهی کلات-کارده از شهر مشهد می‌باشد. در مسیر جاده کارده نیز با طی مسافتی در حدود ۳۵ کیلومتر به روستای کارده می‌رسیم. از روستای کارده تا روستای آل که اولین روستای داخل حوضه می‌باشد حدود ۵ کیلومتر جاده خاکی وجود دارد، که بعضی قسمت‌های آن نیز از مسیر آبراهه اصلی حوضه می‌گذرد. نقشه شماره ۱ موقعیت حوضه نسبت به شهر مشهد و دیگر نقاط مجاور آن و همچنین راه‌های دسترسی به حوضه را نشان می‌دهد.

اغلب زیر حوضه‌های موجود در این حوضه کشیدگی شمالی-جنوبی دارند و خروجی آنها به سمت شمال متمایل می‌باشد. حوضه سیچ و آل دارای ۱۹ زیر حوضه هیدرولوژیک و ۱۹ زیر حوضه غیر هیدرولوژیک می‌باشد. زیر حوضه‌های هیدرولوژیک $S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_7$ در ضلع شمالی حوضه و زیر حوضه‌های هیدرولوژیک $S_{10}, S_{11}, S_{12}, S_{13}, S_{14}, S_{15}, S_{16}, S_{17}$ در قسمت‌های مرکزی حوضه و زیر حوضه‌های هیدرولوژیک S_{11}, S_{12}, K_1, K_2 در ضلع جنوبی حوضه واقع شده است.



شکل ۱-۳- حوضه آبخیز سیچ و آل مشهد

به واسطه هیدرولوژی کوهستانی حوضه بخش نسبتاً وسیعی از اراضی آن شامل ارتفاعات صخره‌ای و پرتگاهی و یا دامنه‌هایی همراه با واریزه‌های سنگریزه‌ای و یا بلوکی می‌باشند که ارزش مرتعی ندارند. بخش محدودی از اراضی پایین دست حوضه و نزدیک به مخزن سد در واحد تپه ماهور و همچنین واحد دشت سر قرار گرفته اند. ارتفاع متوسط اراضی حوضه ۱۸۶۵/۸۶ متر بوده و میزان بارندگی متوسط سالیانه کل حوضه ۳۵۹/۸۱ میلی متر بدست آمده است. متوسط بارندگی همه زیر حوضه‌ها به طور متوسط بیشتر از ۳۰۰ میلی متر در سال می‌باشد. با توجه به گرادیان بارندگی حوضه با افزایش هر ۱۰۰ متر بر ارتفاع اراضی حوضه میزان بارندگی در حدود ۱۹/۵ میلی متر افزایش می‌یابد. اقلیم حاکم بر اراضی حوضه نیمه خشک سرد می‌باشد.

اراضی حوضه از نظر سازندهای زمین شناسی تنوع چندانی نداشته و غالباً به صورت ساختارهای آهکی و دولومیت سازند مزدوران و اراضی شیل و مارنی و همچنین اراضی آبرفتی می‌باشند.

بیشترین پراکنش اراضی زراعی و دیمزار در ضلع‌های جنوبی، غربی و شمال غرب حوضه می‌باشد. اراضی مرتعی در مجموع حدود ۳۹/۳۷ درصد از کل سطح اراضی حوضه و اراضی دیمزار مشتمل بر دیمزارهای رها شده و دایر ۶/۸۷ درصد و اراضی با سایر کاربری‌ها (شامل اراضی مسکونی روستا- اراضی صخره‌ای- اراضی آبیزار و بستر مسیل) جمعاً ۵۳/۷۷ درصد از کل مساحت اراضی حوضه را در بر می‌گیرند که بیشترین نوع سطح اراضی را در بر می‌گیرد. مهم‌ترین عامل در تخریب مراتع این حوضه چرای شدید دام مازاد بر ظرفیت مراتع حوضه می‌باشد. مختصات جغرافیایی محدوده مطالعاتی براساس طول و عرض جغرافیایی و سیستم UTM به شرح جداول ۱-۳ و ۲-۳ می‌باشد.

جدول ۱-۳

۵۹° ۴۴' تا ۵۹° ۳۵'	طول جغرافیایی
۳۶° ۵۰' تا ۳۶° ۳۸'	عرض جغرافیایی

براساس سیستم تصویر UTM :

جدول ۲-۳

۷۴۵۲۱۴/۲۵ تا ۷۳۱۳۱۲/۱۲۵	X
۴۰۸۰۶۸۹ تا ۴۰۵۸۵۳۹	Y

۲-۳- وضعیت کلی منطقه

توزیع طبقاتی حوضه گویای آنست که طبقه ارتفاعی ۱۷۰۰-۱۸۰۰ متر بیشترین فراوانی (۱۶/۷۷ درصد) و طبقات ۲۶۴۰-۲۶۰۰ متر کمترین فراوانی (۰/۰۸ درصد) را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین توزیع طبقات شیب نیز گویای آنست که طبقه شیب ۳۰-۶۰ درصد بیشترین فراوانی (۴۳/۶۲ درصد) و شیب متوسط وزنی حوضه حدود ۴۲/۳ درصد می باشد. شکل شماره نقشه شیب محدوده مطالعاتی را نشان می‌دهد.

۳-۳- روش^۱ PSIAC

این روش در سال ۱۹۶۸ میلادی توسط کمیته مدیریت آب در آمریکا برای محاسبه شدت فرسایش خاک و تولید رسوب مناطق خشک و نیمه خشک غرب ایالات متحده آمریکا ارائه شده و برای اولین بار در یک حوضه آبخیز تحقیقاتی به نام Walnut Gulch واقع در جنوب شرقی ایالت آریزونا آمریکا آزمایش شد.

این روش برای اولین بار در ایران در سال ۱۳۵۲ در حوضه آبخیز سد دز استفاده شد. سپس با توجه به دقت نسبتاً خوب آن در مقایسه با سایر روش‌ها و مدل‌های تجربی در برخی از حوضه‌های آبخیز کشور مانند دو خواهران، کهیر، زاینده‌رود، مارون، هلیل‌رود، دز، سراوان، زبردان و اوزن‌دره مورد استفاده قرار گرفت. در حال حاضر نیز برای بررسی فرسایش خاک و تولید رسوب در طرح‌های جامع کشور از این روش استفاده می‌شود. این روش در مقایسه با سایر روش‌های تجربی موجود بیشترین

عامل موثر در فرسایش خاک برای محاسبه فرسایش ویژه و تولید رسوب را در نظر گرفته است. بنابراین می‌تواند بهتر از روش‌های دیگر جواب بدهد. در روش PSIAC تاثیر و نقش ۹ عامل مهم و موثر در فرسایش خاک و تولید رسوب در حوضه آبخیز ارزیابی می‌گردد. در این روش بسته به شدت و ضعف هر عامل، عددی به آن نسبت داده می‌شود. سرانجام با در نظر گرفتن مجموع اعداد بدست آمده برای عوامل مختلف، میزان رسوبدهی حوضه برآورد می‌شود. هر یک از عوامل ۹ گانه فرسایش خاک و تولید رسوب در اجزای واحد اراضی یا واحد هیدرولوژیکی یا هر واحد دیگر مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌گیرند.

جدول ۳-۳ عوامل موثر در فرسایش خاک و تولید رسوب در روش PSIAC (احمدی، ۱۳۸۲)

شماره	عوامل فرسایش خاک و تولید رسوب	حدود نمرات عوامل فرسایش خاک	ویژگی‌های مهم عوامل فرسایش خاک و تولید رسوب
۱	سنگ شناسی	۰-۱۰	نوع سنگ، سختی، خرد شدگی، هواپدگی و حساسیت به فرسایش آبی و تولید رسوب
۲	خاک	۰-۱۰	بافت، خاصیت انقباض و انبساط، شوری، قلیایی، موادآلی، سنگلاخی، ساختمان خاک،
۳	آب و هوا	۰-۱۰	تواتر رگبارها، شدت و مدت بارندگی، برف، ذوب و انجماد،
۴	رواناب	۰-۱۰	حجم آبدهی در واحد سطح، شدت طغیان در واحد سطح، گروه هیدرولوژیکی خاکها
۵	پستی و بلندی	۰-۲۰	شیب، ارتفاع، پستی و بلندی، وضعیت آبرفتها و دشتهای سیلابی
۶	پوشش سطح زمین	۱۰+ تا ۱۰-	پوشش گیاهی، لاشبرگ، پوشش سنگی، وضعیت پوشش آبرفتها و دشتهای سیلابی
۷	استفاده از زمین	۱۰+ تا ۱۰-	درصد اراضی زراعی، نحوه استفاده از اراضی، شدت چرای دام، وضعیت جاده‌ها، شدت بهره برداری از محصولات
۸	وضعیت فعلی فرسایش در سطح حوزه آبخیز	۰-۲۵	فرسایش شیباری و خندقی، انواع و تراکم آبراهه‌ها، فرسایش سطحی، حرکت‌های توده‌ای
۹	فرسایش رودخانه‌ای	۰-۲۵	شیب متوسط، بستررودخانه، نوع سنگ‌های بستر، فرسایش در کناره‌ای بستر، فرسایش بالارونده، عمق جریان، شیب هیدرولیکی، پوشش گیاهی کف بستر

هر یک از ۹ عامل ذکر شده از نظر کیفی و کمی مورد بررسی قرار گرفته اند، به طوری که از نظر کیفی دارای سه درجه زیاد، متوسط و کم می باشد و از نظر کمی از ۱۰- تا ۲۵+ نمره گذاری شده‌اند.

جدول ۳-۴ ارزیابی زمین شناسی سطحی یا سنگ شناسی (احمدی، ۱۳۸۲)

کم	متوسط	زیاد	ارزش کیفی
(۰)	(۵)	(۱۰)	ارزش کمی
الف-سازندهای سخت و فشرده (آذرین) ب-دولومیت ها ج-لایه های ضخیم آبرفتی د-گرانیت ها ه-انواع سنگ های متبلور	الف-سنگهای با سختی متوسط(بعضی از سنگهای دگرگونی) ب-سنگهای خردشده یا هوادیده (متوسط) ج-سنگ با درز و شکاف متوسط د-سنگهای آهکی نرم ه-کنگلوмера و-سنگ آهک با لایه های ضخیم	الف-مارن و شیل ب-گچ و مارنهای املاح دار ج-سنگهای سخت به همراه لایه های مارن یا شیل د-ماسه سنگها	تشریح عامل سنگ شناسی

جدول ۳-۵ ارزیابی عامل خاک (احمدی، ۱۳۸۲)

کم	متوسط	زیاد	ارزش کیفی
(۰)	(۵)	(۱۰)	ارزش کمی
الف-خاک با درصد زیادی از عناصر درشت ب-رسها با ساختمان محکم ج-بالا بودن مواد آلی خاک	الف-بافت متوسط ب-دارای قطعات درشت یه طور پراکنده ج-دارای لایه های آهکی د-بافت قلوه سنگی(بین ۵ تا ۲۰ درصد)	الف-بافت نرم با نفوذپذیری زیاد، شور، قلیایی ب-سیلت دانه های و شن نرم ج-شنی د-بافت شنی-لومی	تشریح عامل خاک

جدول ۳-۶ ارزیابی وضعیت آب و هوا (احمدی، ۱۳۸۲)

کم	متوسط	زیاد	ارزش کیفی
(۰)	(۵)	(۱۰)	ارزش کمی
الف-پایین دبی حداکثر در واحد سطح ب-حجم کم جریان آب در واحد سطح ج-جریانهای سطحی نادر د-خاکهای هیدرولوژیکی گروه A	الف-وجود بارندگی با مدت و شدت متوسط ب-رگبارهای متناوب	الف-بارانهای چندروزه همراه بادوره های کوتاهی و رگبار شدید	تشریح عامل آب و هوا

جدول ۷-۳ ارزیابی وضعیت رواناب یا جریان سطحی (احمدی، ۱۳۸۲)

ارزش کیفی	زیاد	متوسط	کم
ارزش کمی	(۱۰)	(۵)	(۰)
تشریح عامل رواناب	الف-بالا بودن دبی حداکثر در واحد سطح ب-حجم زیاد جریان آب در واحد سطح ج-خاکهای هیدرولوژیکی گروه C و D	الف-دبی حداکثر متوسط ب-حجم متوسط جریان آب در واحد سطح ج-خاکهای هیدرولوژیکی گروه B	الف-مناطق با شیب کم (کمتر از ۵ درصد) ب-دشتهای آبرفتی گسترده

جدول ۸-۳ وضعیت پستی و بلندی (احمدی، ۱۳۸۲)

ارزش کیفی	زیاد	متوسط	کم
ارزش کمی	(۲۰)	(۱۰)	(۰)
تشریح عامل پستی و بلندی	الف-دامنه با شیب تند (بیش از ۳۰ درصد) ب-ارتفاع زیاد، پستی و بلندی تند ج-دامنه با شیب تند، تغییرات زیاد در پستی و بلندیها د-مناطق سیل گیر	الف-دامنه ها با شیب متوسط (کمتر از ۲۰ درصد) ب-دشت سرها اپانداژ (دشت های سیلابی) ج-دامنه با توپوگرافی متوسط د-دشت سرهای فرسایشی	الف-دامنه با شیب کم (کمتر از ۵درصد) ب-دشت های آبرفتی (گسترده) ج-دشت یا دشت سر پوشیده

جدول ۹-۳ وضعیت پوشش سطحی خاک (احمدی، ۱۳۸۲)

ارزش کمی	زیاد	متوسط	کم
ارزش کیفی	(+۱۰)	(۰)	(-۱۰)
تشریح عامل پوشش سطح زمین	الف-پوشش گیاهی کمتر از ۲۰ درصد ب-پوشش گیاهی پراکنده و بقایای گیاهی ناچیز یا فاقد بقایای گیاهی-عدم وجود قلوه سنگ در سطح خاک	الف-پوشش گیاهی کمتر از ۴۰درصد ب-بقایای گیاهی قابل توجه ج-وجود درخت به طور پراکنده	الف-سطح زمین کاملاً پوشیده از گیاه، بقایای گیاهی و قلوه سنگ (بیش از ۷۰درصد) ب-احتمال فرسایش پذیری خاک کم است

جدول ۱۰-۳ ارزیابی چگونگی استفاده از اراضی (احمدی، ۱۳۸۲)

ارزش کیفی	زیاد	متوسط	کم
ارزش کمی	(+۱۰)	(۰)	(-۱۰)
تشریح عامل استفاده از زمین	الف-بیش از ۵۰ درصد منطقه کشاورزی است ب-تقریباً تمام منطقه تحت چرای شدید دام ج-بقایای گیاهی در تمام منطقه سوزانده شده د-درختان جنگلی قطع شده است ه- احداث شبکه های زیاد جاده	الف-کمتر از ۲۵ درصد کشت شده ب-کمتر از ۵۰ درصد منطقه تحت چرای متوسط ج-کمتر از ۵۰ درصد درختان جنگلی قطع شده اند د-احداث جاده های روستایی و سایر تاسیسات	الف-زمین بایر ب-میزان چرا محدود ج-بدون قطع درختان جنگلی د-جاده وجود ندارد.

جدول ۱۱-۳ ارزیابی وضعیت فعلی فرسایش (احمدی، ۱۳۸۲)

ارزش کیفی	زیاد	متوسط	کم
ارزش کمی	(۲۵)	(۱۰)	(۰)
تشریح عامل فرسایش	الف-وجود فرسایش شیاری، خندقی و حرکت های توده ای در بیش از ۵۰ درصد منطقه ب-بالا بودن میزان فرسایش و رسوب در منطقه ج-وجود بادهای فصلی و مخرب و ایجاد اشکال مختلف ناهمواری های ماسه ای	الف-وجود انواع مختلف فرسایش در ۲۵ درصد منطقه ب-فرسایش بادی با رسوبگذاری در مناطق کشاورزی و کانال های آبیاری ج-فرسایش آبی و بادی به میزان متوسط	الف-عدم وجود علائم فرسایش فعال آبی و بادی ب-فرسایش مکانیکی ج-تخریب شیمیایی و انحلالی

جدول ۱۲-۳ ارزیابی فرسایش رودخانه ای (احمدی، ۱۳۸۲)

کم	متوسط	زیاد	ارزش کیفی
(۰)	(۱۰)	(۲۵)	ارزش کمی
الف-آبراهه های پهن و کم عمق با شیب کم ب-بستر رودخانه در سازند سنگی ج-کناره ها و بستر رودخانه به وسیله پوشش گیاهی تثبیت شده و آب زلال در رودخانه جریان دارد د-آبراهه ها کنترل شده	الف-فرسایش کناره ای با تخریب متوسط و به طور متناوب ب-گاهی آثار تشکیل پیچان رودهای کوچک	الف-فرسایش کناره ای رودخانه به طور دائم یا متناوب با تخریب زیاد ب-فرسایش در آبراهه های فرعی با عمق متوسط تا زیاد ج-تشکیل پیچان رودهای فعال د-وجود مخروط افکنه های فعال در انتهای آبراهه ها	تشریح عامل فرسایش رودخانه ای

۳-۳-۱- طبقه بندی فرسایش با مدل پسیاک PSIAC

پس از ارزیابی عوامل موثر بر فرسایش، حوضه آبخیز از نظر ارزیابی به ۵ کلاس تقسیم می گردند (جدول ۱۳-۳). همانطوری که ملاحظه می شود، در کلاس ۱، ارقام بدست آمده از ارزیابی ۹ عامل فرسایش بیشتر از ۱۰۰ بوده، در این صورت میزان رسوب، عددی بالاتر از ۲۵۰۰ تن در کیلومتر مربع در سال را نشان می دهد که از نظر کیفی رسوب، آن را خیلی زیاد می نامیم و به همین ترتیب تا کلاس ۵ که میزان رسوب ناچیز است.

جدول ۱۳-۳ طبقه بندی فرسایش با روش PSIAC (احمدی، ۱۳۸۲)

تولید رسوب		حاصل جمع اعداد بدست آمده از ۹ عامل موثر در فرسایش (درجه رسوبدهی)	طبقه بندی کیفی فرسایش	کلاس فرسایش
تن بر کیلومتر مربع	مترمکعب بر کیلومتر مربع			
۲۵۰۰<	۱۴۵۰<	۱۰۰	خیلی زیاد	۱
۱۵۰۰-۲۵۰۰	۴۵۰-۱۴۵۰	۷۵-۱۰۰	زیاد	۲
۵۰۰-۱۵۰۰	۲۵۰-۴۵۰	۵۰-۷۵	متوسط	۳
۲۰۰-۵۰۰	۹۵-۲۵۰	۲۵-۵۰	کم	۴
۲۰۰>	۹۵>	۰-۲۵	ناچیز	۵

۳-۳-۲- مزایا و معایب روش PSIAC

-در این روش بیشترین عوامل موثر در فرسایش خاک و تولید رسوب در محاسبات وارد می گردد.

-نتایج حاصل از بکارگیری مدل PSIAC در بررسی تولید رسوب چند حوضه آبخیز سدهای مخزنی بزرگ کشور نشان داده است که اختلاف بین بار رسوبی برآوردی از این روش با میزان مشاهده ای کم است.

-این روش نسبت به سایر روشها کاربرد بیشتری دارد.

-ارزیابی فرسایش خاک و تولید رسوب بر خلاف برخی از روشهایی نظیر FAO و BLM با کمیت بیان می گردد که شاید این امر مهمترین مزیت این روش به حساب آید.

-از مزایای دیگر روش PSIAC این است که صرف نظر از ارزیابی عوامل موثر در فرسایش خاک (زمین شناسی سطحی، خاک، آب و هوا، روان آب، پستی و بلندی، پوشش زمین، استفاده از زمین) وضعیت فعلی فرسایش خاک در سطح حوضه آبخیز و فرسایش رودخانه‌ای و یا به بیان ساده تر واقعیت عینی موجود در مورد فرسایش خاک و تولید رسوب در هر آبخیز مورد ارزیابی قرار می گیرد.

-از معایب این روش می توان به لزوم ارزیابی صحیح هر یک از عوامل و اولویت بندی کردن آنها از نظر موثر بودن در تولید رسوب اشاره کرد که این مهم نیز با به کارگیری تجربه علمی و عملی فراوان در زمینه شناخت عوامل مختلف موثر در فرسایش خاک و رسوبزایی، قابل مرتفع کردن می باشد. یعنی اینکه در صورت به کار بردن امتیاز صحیح هر عامل این مشکل نیز برطرف خواهد شد.

۳-۳-۳- مدل MPSIAC

روش پسیاک که در سال ۱۹۶۸ ارائه گردید، دارای اشکالاتی بود (احمدی، ۱۳۸۲). درسال ۱۹۸۲ طی تحقیقی جانسون و گمبهارت^۱ عوامل ۹ گانه روش PSIAC را به صورت معادلات عددی

درآورده اند که در مطالعه حوضه آبخیز از این معادلات استفاده می‌شود. مدل اصلاح شده در ایران به نام MPSIAC معروف شده است. با بررسی دقیق ۹ عامل مندرج در جدول ۱۴-۳ و حدود تغییرات نمرات مشخص کننده در فرسایش خاک و رسوبزایی، ملاحظه می‌شود که در این روش به هریک از عوامل ۹ گانه، با توجه به چگونگی تاثیر آنها در فرسایش خاک و نهایتاً تولید رسوب در حوضه آبخیز مورد مطالعه نمراتی تخصیص یافته است. به عنوان مثال در مناطقی که به علت شرایط آب و هوایی و سایر عوامل خاکزایی مناسب، قشر سطحی زمین از خاک پوشیده شده باشد دو عامل پوشش زمین و استفاده از زمین تاثیر قابل توجهی در فرسایش خاک و تولید رسوب دارند و به همین علت است که نمرات آنها از ۱۰- تا ۱۰+ متغیر است. علامت منفی این دو عامل نشان دهنده تاثیر منفی آنها در تولید رسوب می باشد. به عبارت دیگر این دو عامل باعث کاهش تولید رسوب ناشی از ۵ عامل اول می شوند.

جدول ۱۴-۳ اصلاحات انجام شده در روش PSIAC (احمدی، ۱۳۸۲)

شماره	عامل موثر در فرسایش (با اصلاحات انجام شده)	ضریب اصلاح شده	شرح و تفسیر
۱	زمین شناسی سطحی یا سنگ شناسی	$Y_1 = x_1$	در این عامل تغییری داده نشده است
۲	خاک	$Y_2 = 16/67x_2$ $X_2 = k$ یا ضریب فرسایش پذیری خاک	X_2 همان عامل فرسایش پذیری خاک در فرمول ^۱ USLE این ضریب را از روی منحنی نیز می توان بدست آورد که در این صورت ۵ عامل خاک که شامل: درصد سیلت+شن ریز، درصد شن، درصد موادآلی، ساختمان خاک و قابلیت هدایت آب است اندازه گیری می شود (موارد گفته شده بیشتر در مورد خاکهای کشاورزی قابل استفاده می باشد و از نظر آبخیزداری همان فرمول اولیه قابل قبول می باشد)
۳	آب و هوا	$Y_3 = 0/2x_3$	X_3 عبارت از بارندگی در مدت ۶ ساعت با دوره بازگشت ۲ ساله

^۱ معادله جهانی فرسایش خاک

$X_4 = (\text{حجم هر زاب سالانه} \times 0.3) + \text{دبی پیک سالانه به متر مکعب بر ثانیه در کیلومتر مربع} \times 50$	$Y_4 = 0.2 X_4$	رواناب (جریانهای سطحی)	۴
X_5 عبارت است از شیب متوسط حوزه بر حسب درصد	$Y_5 = 0.2 X_5$	پستی و بلندی	۵
X_6 عبارت از پوشش گیاهی حوزه بر حسب درصد	$Y_6 = 0.2 X_6$	پوشش سطح زمین	۶
X_7 عبارت از درصد تاج پوشش	$Y_7 = 20 - 0.2 X_7$	استفاده از زمین	۷
X_8 وضعیت سطح خاک و فرسایش با استفاده از روش BLM انجام گرفته، برای تعیین این ضریب، هفت عامل دخالت داده شده اند که عبارتند از: ۱- فرسایش سطحی ۲- لاشبرگ سطحی ۳- پوشش گیاهی ۴- آثار تخریب خاک و گیاه ۵- فرسایش شیبی و ابعاد آن ۶- جریانهای سطحی و رسوبات آن ۷- اشکال فرسایش خندقی (گالی) و درصد آن	$Y_8 = 0.25 X_8$	وضعیت سطح خاک و فرسایش	۸
X_9 عبارت از فرسایش خندقی (گالی) و به ویژه خندق های ایجاد شده در مناطق کم شیب و مجاور رودخانه	$Y_9 = 1/67 X_9$	فرسایش رودخانه ای	۹

۳-۳-۴- شرح عوامل نه گانه روش PSIAC و MPSIAC

۳-۳-۴-۱- عامل زمین شناسی

شناخت ویژگی های زمین شناسی سطحی حوضه آبخیز برای ارزیابی فرسایش و رسوبزایی دارای اهمیت ویژه ای می باشد. سنگ های سست و نرم معمولا به سادگی فرسوده شده و نقش مهمی را در تولید رسوب بر عهده دارند. میزان فرسایش در سطح سنگ ها و تولید رسوب را می توان تحت تاثیر دو عامل اساسی در نظر گرفت:

- عوامل دینامیکی مانند آب و هوا، شرایط جغرافیایی ناحیه و زمین ساخت منطقه.

-عوامل استاتیکی که بیشتر به لیتولوژی منطقه وابسته هستند.

مجموعه عوامل فیزیکی و فیزیوگرافی در سیستم های انرژی حاکم بر محیط دخالت کرده و در شکل جریان ها تاثیر بسزایی دارند. در این زمینه موارد زیر قابل توجه می باشد:

-تخریب توده سنگی.

-حمل مواد حاصل از تخریب.

-رسوبگذاری.

علاوه بر شرایط توپوگرافی و عوامل جغرافیایی، آثار فرآیندهای جوی را نباید از نظر دور داشت چرا که تغییرات درجه حرارت باعث ایجاد فرسایش قابل ملاحظه در سنگ ها شده و جداشدگی فلس شکل یا فرسایش پوست پیازی بر اثر پدیده پوسته پوسته شدن از آثار بارز آن می باشد.

در این روش بسته به اینکه مقاومت سنگ در مقابل فرسایش به چه اندازه باشد از درجاتی استفاده می شود.

در روش MPSIAC امتیاز عامل زمین شناسی سطحی از رابطه زیر حاصل می شود:

$$Y_1 = X_1 \quad (3-1)$$

که در آن Y_1 امتیاز عامل زمین شناسی و X_1 شاخص فرسایش زمین شناسی سطحی است که براساس نوع سنگ، سختی، شکستگی و هوازدگی تعیین می شود.

سنگ های موجود در منطقه را می توان در ۵ گروه فرسایشی به شرح زیر تقسیم بندی کرد:

۱- گروه فرسایش خیلی کم (سنگهای خیلی مقاوم): سازندهای سنگی موجود در این بخش در مقابل فرایندهای فیزیکی و شیمیایی مقاوم می باشد. برای این گروه از سنگها عامل زمین شناسی صفر الی دو را در نظر می گیرند.

۲- گروه فرسایشی کم (سنگهای مقاوم): این بخش شامل سنگهای مقاوم است.

عامل زمین شناسی متعلق به این گروه ۲ الی ۴ می باشد.

۳- گروه فرسایشی متوسط (سنگهای نسبتاً فرسایش پذیر): سازندهای سنگی موجود در این بخش مقاومت متوسطی در مقابل عوامل فرسایشی دارند. عامل زمین شناسی متعلق به این گروه ۴ الی ۶ می باشد.

۴- گروه فرسایشی زیاد (سنگهای فرسایش پذیر): سازندهای موجود در این بخش مقاومت کمی در مقابل عوامل فرسایشی دارند. عامل زمین شناسی متعلق به این گروه ۶ الی ۸ می باشد.

۵- گروه فرسایشی خیلی زیاد (سنگهای سست): سازندهای سنگی موجود در این گروه مقاومت بسیار کمی در مقابل عوامل فرسایش دارند و به آسانی فرسوده می شوند. به سازندهای موجود در این گروه مقدار عددی ۸ الی ۱۰ تعلق می گیرد.

برای تعیین دقیق تر عامل زمین شناسی هر یک از گروه های مذکور را می توان به دو زیر گروه تقسیم کرد و به این صورت عامل زمین شناسی براساس ۱۰ زیرگروه بدست می آید: برای تعیین مقدار عامل زمین شناسی سطحی در هر یک از اجزای واحد اراضی و واحدهای هیدرولوژی مساحت تحت اشغال هر گروه در آنها مشخص و متوسط مقدار عامل زمین شناسی از طریق میانگین وزنی محاسبه می شود.

۳-۳-۴-۲- عامل خاک

در اثر یک باران ثابت برخی از خاکها با سهولت بیشتری نسبت به خاکهای دیگر فرسوده می شوند که ناشی از ماهیت متفاوت آنهاست که به فرسایش پذیری خاک معروف است و به خصوصیات ذاتی خاک بستگی دارد. فرسایش ناشی از ضربه قطرات باران به سطح خاک یا پاشمان خاک با شدت بارندگی و انرژی جنبشی آن رابطه مستقیم داشته و با میزان رس موجود در خاک دارای رابطه

معکوس می‌باشد، چرا که نیروی چسبندگی بین ذرات رس باعث افزایش پایداری خاک گردیده و در نتیجه از میزان فرسایش و تولید رسوب می‌کاهد.

در روش PSIAC برای عامل خاک درجه رسوبدهی بین صفر تا ده انتخاب گردیده است. این دامنه تغییرات براساس بافت خاک، پایداری خاکدانه‌ها، میزان آهک، مواد آلی، قابلیت پخش رس یا دیسپرس شدن ذرات رس و رطوبت اولیه خاک استوار است. اما دامنه تغییرات عمدتاً براساس بافت خاک تعیین می‌گردد زیرا تمام ذرات خاک دارای حساسیت یکسان در مقابل پدیده جدا شدگی نیستند. در واقع شدت جدا شدن ذرات خاک از خاکدانه‌ها به میزان نسبی رس، سیلت و شن بستگی دارد.

مطالعات کوانتاسا نیز نشان می‌دهد که جدا شدن ذرات خاک با افزایش میزان شن ریز افزایش می‌یابد. به طور کلی هر چه که از خاکهای بافت درشت به سمت بافت ریز پیش برویم بخش بیشتری از بارش به صورت هرز آب در سطح خاک جاری شده و باعث شستشو و حرکت ذرات خاک می‌گردد. این حالت باعث افزایش فرسایش و رسوب زایی شده، لذا درجه رسوبدهی نیز بیشتر به طرف حداکثر نمره (۱۰) سوق پیدا می‌نماید.

در روش MPSIAC برای تعیین عامل خاک از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$Y_r = 16/67 X_r \quad (3-2)$$

که در آن Y_r امتیاز رسوبدهی خاک در روش MPSIAC و X_r عامل فرسایش پذیری خاک در فرمول جهانی فرسایش می‌باشد. در فرمول جهانی فرسایش برای تعیین K یا X_r از مشخصه‌های درصد سیلت به اضافه شن خیلی ریز، درصد شن، درصد ماده آلی، ساختمان خاک و قابلیت نفوذ استفاده به عمل می‌آید. با در دست داشتن این مشخصه‌ها مقدار K را می‌توان از نمودار مربوطه تعیین کرد. لازم به ذکر است که K یا X_r باید براساس سیستم واحدهای انگلیسی تعیین شود و نباید از سیستم متریک استفاده نمود.

۳-۳-۴-۳- عامل آب و هوا

فرسایش و رسوب زایی هر منطقه تا حد زیادی وابسته به اقلیم و آب و هوای منطقه می‌باشد، زیرا آب و هوا علاوه بر تاثیر بر روی پدیده خاک زایی بر روی وضع پوشش گیاهی نیز تاثیر دارد. از عناصر تشکیل دهنده آب و هوایی که بر روی فرسایش تاثیر دارند نزولات آسمانی و درجه حرارت می‌باشد. بین نزولات آسمانی بخصوص بارانهای شدید نقش بسیار بارزی دارند. مقدار و شدت بارندگی در میزان رواناب و در نتیجه در میزان فرسایش موثر است. بنابراین بررسی و تجزیه و تحلیل باران در روش مورد استفاده و هر روش دیگری که به تعیین وضعیت فرسایش آبی منجر شود حائز اهمیت است. نقش برف در فرسایش خاک مناطق کوهستانی تا زمانی که آب نشده و رواناب تولید نشود کم است و اثر آن موقعی اهمیت پیدا می‌کند که حجم زیادی از برف به طور ناگهانی ذوب شود که در این صورت می‌تواند فرسایش شدیدی را به وجود آورد. نقش درجه حرارت در فرسایش موقعی شدید است که اختلاف درجه حرارت فصلی و شبانه روزی زیاد باشد که در این صورت آب موجود در داخل سنگها در زمستان یخ زده و سبب تخریب سنگها و تشدید فرسایش می‌گردد. در روش MPSIAC برای تعیین عامل آب و هوا از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$Y_3 = 0.2X_3 \quad (3-3)$$

که در آن Y_3 امتیاز عامل آب و هوا در روش MPSIAC و P_2 یا X_3 مقدار بارندگی ۶ ساعته با دوره بازگشت ۲ سال بر حسب میلی متر می‌باشد که با استفاده از اطلاعات آمار هواشناسی محاسبه می‌گردد.

۳-۳-۴-۴- عامل هرز آب یا رواناب

میزان فرسایش در حوضه آبخیزی که دارای پوشش گیاهی مناسب باشد و خاک آن نیز نفوذپذیر باشد ناچیز خواهد بود. رواناب در یک حوضه آبخیز عبارتست از بازده یک سیستم آبخیز که از نتیجه عملکرد ساختمان آبخیز بر روی داده‌های آن (نزولات آسمانی) پدیدار می‌گردد.

در مطالعه اثر رواناب بر روی فرسایش خاک می توان خصوصیات هیدرولوژیکی حوضه مانند دبی ویژه سیلابها، دبی ویژه با دوره های بازگشت مختلف شدت طغیان، تداوم و تکرار طغیان ها، گروه هیدرولوژیکی خاکها و یا هر خصوصیتی که بتواند باعث شناخت هر چه بیشتر این عامل و تاثیر آن بر روی فرسایش و تولید رسوب گردد را بررسی نمود. بین این عوامل دبی ویژه یا آبدهی در واحد زمان و سطح، معیار مناسبی برای ارزیابی عامل رواناب می باشد.

اصولا در این روش توصیه شده است که عوامل موثر در فرسایش و تولید رسوب (به جز توپوگرافی) علاوه بر اینکه به صورت مجزا از هم بررسی شوند، به صورت جفتی نیز مورد ارزیابی قرار می گیرند. در این رابطه عامل آب و هوا و هرزآب دو عامل مرتبط با یکدیگر می باشند. بنابراین درجه رسوبدهی عامل رواناب با توجه به عامل آب و هوا تعیین و در محاسبه وارد می شود.

در روش PSIAC امتیاز عامل رواناب بین صفر تا ده متغیر می باشد. عدد صفر برای حوضه های آبخیزی است که دارای نفوذپذیری بسیار خوبی بوده و هرزآب تولیدی در آنها بسیار اندک می باشد و عدد ۱۰ برای حوضه های آبخیزی است که به دلیل شرایط خاصی که دارا می باشند قسمت اعظم نزولات وارد شده بر خود را به رواناب تبدیل می نمایند.

در روش MPSIAC برای برآورد امتیاز عامل رواناب رابطه زیر ارائه شده است:

$$Y_f = 0.2 (0.3 R + 5.0 Q_p) = 0.06 R + 1.0 Q_p \quad (3-4)$$

که در آن:

Y_f : امتیاز عامل رواناب در روش PSIAC

R: ارتفاع رواناب سالانه بر حسب میلی متر، و

Q_p : دبی ویژه پیک بر حسب متر مکعب بر ثانیه در کیلومتر مربع می باشد دبی ویژه هر یک از

واحدهای هیدرولوژیک از تقسیم دبی پیک به مساحت آن به دست می آید.

۳-۳-۴-۵- عامل پستی و بلندی

یکی از مهمترین عوامل موثر در فرسایش خاک و تولید رسوب در هر حوضه آبخیز پستی و بلندی است که معمولا با شاخص شیب سنجیده می‌شود. فرسایش معمولا در شیب‌های تند که دارای طول زیادی نیز می‌باشند افزایش می‌یابد، دلیل این امر اضافه شدن مقدار و سرعت روان آب و همچنین افزایش نقش قطرات باران در ایجاد فرسایش می‌باشد (دوایکر، ۲۰۰۱).

اهمیت شیب و توپوگرافی اراضی در فرسایش باعث شده است که در روش PSIAC امتیاز این عامل مهم بین صفر تا بیست در نظر گرفته شود. عدد صفر برای مناطق با شیب کم و دشت‌های آبرفتی و دامنه‌ای (ارضی با شیب بیشتر از ۳ درصد) و عدد بیست برای اراضی کوهستانی و با شیب زیاد (بیش از ۳۰ درصد) می‌باشد. در روش MPSIAC برای تعیین امتیاز توپوگرافی از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$Y_5 = 0.33 S \quad (3-5)$$

که در آن Y_5 درجه رسوبدهی و S یا X_5 شیب متوسط بر حسب درصد می‌باشد. به طوریکه ملاحظه می‌شود تاثیر عامل شیب در روش MPSIAC به صورت خطی در نظر گرفته شده است. کلیه تحقیقاتی که در زمینه مدلسازی فرسایش صورت گرفته نشان داده است که رابطه شیب با تولید فرسایش به صورت غیر خطی (نمایی) است و تنها در مقدار توان معادله نمایی اختلافاتی بوده است به این صورت که تاثیر درجه شیب تا حدود شیب ۲۰ درصد حالت افزایشی و تقریبا خطی داشته و از آن پس شکل سهمی بالارونده داشته نرخ تاثیر شیب بر فرسایش کاهش می‌یابد. این موضوع به ویژه در مناطق کوهستانی پر شیب اهمیت بیشتری می‌یابد زیرا که در این مناطق غالبا شیب از حد بحرانی بالاتر بوده و به عنوان عامل تعیین کننده تولید فرسایش عمل نمی‌کند (تعیین امتیاز شیب باید به گونه‌ای صورت گیرد که بالا بودن درصد شیب در اراضی کوهستانی تاثیر نامطلوبی در افزایش میزان برآورد فرسایش نداشته باشد).

۳-۳-۴-۶-عامل پوشش زمین

منظور از پوشش زمین عبارت از هر گونه پوششی است که خاک را در مقابل عوامل فرساینده مانند ضربه قطرات باران، رواناب و باد حفاظت نماید. زمینی که دارای پوشش خوب باشد مقدار انرژی باران را کاهش داده و مقدار نفوذ را از طریق عمل ریشه‌ها در بین خاک متعادل می‌سازد. در عوض عدم وجود پوشش گیاهی بر اثر چرای مفرط و یا آتش سوزی زمین را لخت کرده و بدترین شرایط را برای عوامل فرساینده مهیا می‌کند. انواع پوشش زمین عبارت است از پوشش گیاهی، لاشبرگ و پوشش سنگی.

وجود هریک از سه نوع پوشش سابق الذکر می‌تواند تاثیرهای مثبت و متفاوتی را با توجه به مقدار آنها در سطح زمین در مقابل ضربات قطرات باران که عامل اصلی فرسایش آب و تولید رسوب می‌باشند دارا باشند.

برای عامل پوشش زمین درجه رسوبدهی بین ۱۰- تا ۱۰+ در نظر گرفته شده است. این عامل می‌تواند نقش مهمی را در کاهش فرسایش و تولید رسوب ایفا نماید. عدد منفی را اراضی با پوشش گیاهی خوب، لاشبرگ و پوشش سنگی به خود اختصاص می‌دهند. در روش اولیه PSIAC میزان پوشش گیاهی لازم برای کاهش فرسایش و میزان رسوبدهی حداقل ۲۰ درصد می‌باشد. برای تعیین امتیاز عامل پوشش زمین در روش MPSIAC از رابطه زیر استفاده می‌کنند:

$$Y_6 = 0.2 X_6 \quad (3-6)$$

که در آن Y_6 امتیاز عامل پوشش زمین و P_b یا X_6 درصد اراضی لخت و فاقد پوشش می‌باشد.

۳-۳-۴-۷-عامل کاربری اراضی

فعالیت های انسان از زمانی که شروع به بهره برداری از زمین نمود، در جهت تشدید فرسایش بوده و میزان این فرسایش با بهره برداری بیشتر افزایش خواهد داشت. از عمده ترین این فعالیت‌ها

می‌توان به عملیات آماده نمودن زمین مانند شخم، چرای مفرط دامها، بهره‌برداری غیر اصولی از جنگل‌ها، احداث معادن، توسعه مناطق شهری و احداث جاده‌ها اشاره نمود. به طور کلی هر استفاده‌ای که موجب کاهش درصد پوشش زمین بر روی یک شیب شود بشدت بر روی تولید رسوب اثر می‌گذارد.

درجه رسوبدهی این عامل به دلیل اثرات کاهشی و افزایشی آن بین ۱۰- تا ۱۰+ تغییر می‌نماید.

برای تعیین امتیاز عامل کاربری معمولاً دو معیار یکی عملیات کشاورزی در سطح حوضه آبخیز و دیگری وضعیت چرای دام مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. چنانچه در سطح حوضه آبخیز فعالیتهای کشاورزی معمول نبوده و یا درصد کمی تحت زراعت اصولی و صحیح از نظر حفاظت آب و خاک باشد و یا سطح حوضه آبخیز پوشیده از گیاهان انبوه بوده و کمتر مورد تعلیف دام قرار گیرد، نقش عامل فوق در میزان فرسایش خاک و تولید رسوب منفی است. به عبارت دیگر از میزان فرسایش خاک و تولید رسوب عوامل دیگر می‌کاهد که در این صورت برای این عامل در روش PSIAC نمره منفی ۱۰ منظور می‌گردد ولی برعکس در صورتی که در بیش از نیمی از سطح یک حوضه آبخیز عملیات کشاورزی بدون رعایت اصول حفاظت آب و خاک صورت گیرد و یا چرای سنگین اعمال گردد، نقش عامل فوق در ایجاد فرسایش خاک و تولید رسوب مثبت است. به عبارت دیگر نه تنها عامل موثری در کاهش رسوبدهی و فرسایش نمی‌باشد بلکه خود نیز باعث فرسایش و تولید رسوب می‌گردد، در این حالت برای این عامل در روش PSIAC نمره ۱۰+ اعمال می‌گردد.

برای تعیین عامل کاربری اراضی در مدل MPSIAC از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$Y_v = 20 - 0.2 X_v \quad (3-7)$$

که در آن X_7 امتیاز درجه رسوبدهی عامل کاربری اراضی و PC یا X_7 مقدار تاج پوشش^۱ برحسب درصد می باشد.

۳-۳-۴-۸- عامل وضعیت فرسایش در سطح حوضه آبخیز

برای بررسی نقش عامل فوق در تولید رسوب، فرسایش سطحی موجود در حوضه آبخیز مانند فرسایش بارانی، فرسایش ورقه‌ای، فرسایش شیاری و فرسایش خندقی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد (به جز فرسایش موجود در آبراهه‌ها).

به دلیل اهمیت این عامل در تولید رسوب امتیاز آن بین صفر تا ۲۵ متغیر می باشد. در صورتی که در سطح زمین هیچ گونه فرسایشی مشاهده نشود امتیاز صفر و در صورتی که بیش از ۵۰ درصد سطح زمین درگیر فرسایش‌هایی از نوع شیاری و خندقی باشند امتیاز ۲۵ منظور می‌گردد.

در روش MPSIAC برای تعیین امتیاز عامل وضعیت فعلی فرسایش از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$Y_8 = 0.25 \text{ S.S.F} \quad (3-8)$$

که در آن Y_8 امتیاز عامل وضعیت فعلی فرسایش و S.S.F یا X_8 امتیاز عامل سطحی خاک می باشد که با استفاده از روشی که توسط اداره مدیریت اراضی آمریکا پیشنهاد گردیده است (BLM) به دست می‌آید. در این روش برای تعیین امتیاز عامل سطحی خاک (S.S.F) از هفت عامل استفاده به عمل می‌آید که عبارتند از حرکت توده خاک، پوشش لاشبرگ، پوشش سنگی سطح زمین، قطعات سنگی تحکیم یافته، شیارهای سطحی، فرم آبراهه‌ها و توسعه فرسایش خندقی.

با در دست داشتن جمع ارقام عامل سطحی خاک امتیاز وضعیت فعلی فرسایش در مورد هر یک از اجزای واحد اراضی و واحدهای هیدرولوژیک از رابطه $Y_8 = 0.25 \text{ S.S.F}$ محاسبه می‌گردد.

^۱ آسمانه یا Canopy: درصدی از کل سطح خاک که در تصویر قائم شاخ و برگ گیاهی از دید پنهان می ماند.

۳-۳-۴-۸-۱-روش دفتر مدیریت اراضی^۱ (BLM)

این روش که توسط دفتر مدیریت اراضی ابداع شده است، براساس ارزیابی ۷ عامل به شرح ذیل می باشد:

حرکت خاک (توسط آب، باد، نیروی ثقل و...).

وجود لاشبرگ در سطح خاک.

وضعیت سنگها (عمدتاً از نظر توزیع در سطح).

قطعات سنگی تحکیم یافته.

وجود فرسایش شیاری.

فرم آبراهه ها.

وجود فرسایش خندقی.

هر یک از عوامل اخیرالذکر بسته به میزان تأثیر در فرسایش بین صفر تا ۱۵ امتیاز کسب کرده و مجموع عوامل فوق به ۱۰۰ می رسد. این هفت عامل سطحی خاک (S.S.F) را به دست می دهد. امتیاز هر یک از این عوامل در جدول عرضه شده است.

جدول ۱۵-۳- تعیین امتیاز عامل سطحی خاک (S.S.F)

شرح	حدود امتیاز	وضعیت ظاهری
حرکت توده خاک	۰-۳	حرکت قابل مشاهده ای دیده نمی شود.
	۴-۵	حرکت مختصر ذرات خاک.
	۶-۸	حرکت متوسط و تازه ذرات خاک قابل مشاهده است. تراس های کم با ارتفاع کمتر از ۲/۵ سانتی متر.
	۹-۱۱	آثار تجمع خاک و ذرات مختلف در مقابل موانع کوچک که با هر رواناب، این عمل اتفاق

^۱ - Bureau of Land Management

می‌افتد.		
خاک تحت الارض در بیشتر مناطق ظاهر گشته و به وضوح دیده می‌شوند تپه های شنی و فرسایش بادی هم دیده می‌شود.	۱۲-۱۴	
تجمع بقایای گیاهی در یک نقطه.	۰-۳	پوشش
بقایای گیاهی دارای حرکت کمی می‌باشد.	۴-۶	لاشبرگ
حرکت متوسط لاشبرگ آشکار است و در مقابل موانع رسوب کرده است.	۷-۸	
حرکت زیاد لاشبرگ آشکار است و مقادیر زیاد و بزرگ در مقابل موانع رسوب کرده است.	۹-۱۱	
لاشبرگ سطحی خیلی کم است.	۱۲-۱۴	
به خوبی توسعه یافته و به صورت یکسان پراکنده است.	۰-۲	پوشش سنگی
به صورت لکه لکه ای و پراکنده	۳-۵	سطح زمین
مقدار سنگ های کوچک و بزرگ با پراکنش خیلی ضعیف	۶-۸	
به صورت سطوح منفرد بوده و حرکت کمی را نشان می‌دهند.	۹-۱۱	
به میزان زیاد وجود داشته اما به وسیله شیارها و گالی ها از هم جدا می‌شوند.	۱۲-۱۴	
شواهد قابل ملاحظه ای دیده نمی‌شود.	۰-۳	قطعات سنگی
در مسیرهای جریان به میزان کم وجود دارد.	۴-۶	تحکیم یافته
وجود سنگ های کوچک و گیاهان در شبکه جریان	۷-۹	
سنگ های کوچک و گیاهان به صورت برجستگی ها درآمده و عموماً ریشه گیاهان دیده می‌شود.	۱۰-۱۲	
گسترش خیلی زیاد سنگ ها و گیاهان به صورت تحکیم یافته.	۱۳-۱۴	
شیارها در سطح زمین بر اثر فرسایش آبی دیده نمی‌شود.	۰-۳	شیارهای
شیارهایی در سطح زمین مشهود است ولی این شیارها عمقی کمتر از ۱/۵ سانتی متر و فواصل بین آنها حدود ۳ متر است.	۴-۶	سطحی
شیارهایی با عمق ۱/۵ تا ۱۵ سانتی متر در سطح خاک به فواصل حدود ۳ متر از یکدیگر دیده می‌شود.	۷-۹	
شیارهایی با عمق ۱/۵ تا ۱۵ سانتی متر در سطح خاک به فواصل حدود ۳ متر از یکدیگر دیده می‌شوند.	۱۰-۱۲	

شیارهایی با عمق ۷/۵ تا ۱۵ سانتی متر با فاصله کمتر از ۱/۵ متر در سطح خاک دیده می‌شود.	۱۳-۱۴	
کمتر آبراهه ای در سطح زمین دیده می‌شود.	۰-۳	فرم آبراهه ها
مواد بر جای مانده در کف آبراهه‌ها تا حدودی مشهود می‌باشند.	۴-۶	
ذرات موجود در کف آبراهه‌ها به ترتیب اندازه ته نشین شده اند.	۷-۹	
در کف آبراهه ذرات سیلت، شن و مواد کوهرفتی دیده می‌شود.	۱۰-۱۲	
تراکم آبراهه در سطح زمین زیاد است و اراضی لم یزرع در محل ته نشست مواد کوهرفتی به چشم می‌خورد.	۱۳-۱۵	
ممکن است در شرایط پایداری باشند و پوشش گیاهی در کف آبراهه و شیب های جانبی مستقر باشند.	۰-۳		توسعه فرسایش خندقی
تعدادی خندق با فرسایش بستر و شیب کناری کم، مقداری پوشش گیاهی روی شیب ها وجود دارد.	۴-۶	
تعدادی از خندق ها کاملا توسعه یافته دارای فرسایش فعال در طول کمتر از ۱۰ درصد طول آن.	۷-۹	
خندق هایی به تعداد زیاد ۵۰-۱۰ درصد فعالیت فرسایشی دارند.	۱۰-۱۲	
خندق های فعال که بیشتر از ۵۰ درصد منطقه را می‌پوشانند از نظر فرسایشی فعال می‌باشند.	۱۳-۱۵	

۳-۳-۴-۹-عامل فرسایش رودخانه‌ای (آبراهه‌ای) و انتقال رسوب

آخرین عامل موثر در فرسایش خاک و تولید رسوب در روش PSIAC فرسایش رودخانه ای و انتقال رسوب می‌باشد. در این عامل دو پدیده فرسایش کناره‌ای و حمل رسوب توسط سیلاب مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌گیرد. این فرسایش نتیجه تخریب و شسته شدن دیواره آبراهه‌هاست که بیشتر در مواقع سیلابی و فصول پر آب صورت می‌پذیرد. در مواقع سیلابی علاوه بر بالا بودن قدرت تخریبی، قدرت حمل رسوب نیز افزایش می‌یابد.

از جمله عوامل موثر در فرسایش رودخانه‌ای و حمل رسوب می‌توان شیب متوسط بستر رودخانه‌ها، نوع سنگها در مسیر رودخانه و انرژی پتانسیل جریان سیلابها رو نام برد. از عوامل بسیار مهم و موثر در جلوگیری از فرسایش رودخانه‌ای و حمل رسوب می‌توان به پوشش گیاهی موجود در داخل آبراهه‌ها اشاره نمود. در بعضی از آبراهه‌ها در اثر رشد گیاهان مواد ریزدانه بستر و کنار رودخانه تحکیم بیشتری می‌یابند.

علاوه بر این گیاهان موجود در داخل آبراهه‌ها زبری جدار را افزایش می‌دهند. افزایش زبری باعث کاهش سرعت جریان می‌شود. کاهش سرعت جریان نیز تخریب دیواره‌ها را کاهش می‌دهد.

در روش PSIAC با توجه به اینکه در هر حوزه آبخیزی، فرسایش رودخانه‌ای و حمل رسوب می‌تواند سهم زیادی از رسوب زایی را به خود اختصاص دهد بنابراین عامل امتیاز صفر تا بیست و پنج در نظر گرفته شده است.

برای تعیین امتیاز عامل فرسایش رودخانه‌ای و انتقال رسوب در روش MPSIAC از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$Y_9 = 1/67 S.S.F_g \quad (3-9)$$

که در آن Y_9 امتیاز عامل فرسایش رودخانه‌ای و $S.S.F_g$ یا X_9 نمره نهایی فرسایش خندقی عامل سطحی خاک در روش BLM می‌باشد.

۳-۳-۵- برآورد تولید رسوب

پس از تعیین امتیاز ۹ عامل در نظر گرفته شده در مدل PSIAC و به دست آوردن مجموع نمرات آنها به منظور تعیین میزان رسوب زایی در هر یک از اجزای واحد اراضی از جدول ۳-۱۴ استفاده می‌شود اما به منظور اعمال دقت بیشتر و پرهیز از اشتباه در عمل درون یابی و برون یابی

برای برآورد تولید رسوب از رابطه بین درجه رسوبدهی و میزان تولید رسوب به شرح زیر استفاده به عمل می‌آید:

$$Q_s = 38/77e^{-0.252R} \quad (3-10)$$

Q_s : میزان رسوبدهی سالانه بر حسب متر مکعب در کیلومتر مربع

R : درجه رسوبدهی یعنی مجموع امتیازات عوامل مختلف در نظر گرفته شده در مدل PSIAC.

رابطه فوق با درجه همبستگی $r = 0/9964$ از نظر آزمون آماری در سطح یک درصد معنی دار می‌باشد.

در روش محاسبه امتیاز عوامل ۹ گانه در مدل MPSIAC نواقصی از جمله در نظر گرفتن رابطه خطی بین میزان شیب و امتیاز آن در تولید رسوب دیده می‌شود. علاوه بر این استفاده از رابطه فوق برای محاسبه میزان رسوب در اغلب شرایط میزان رسوب را بیش از میزان مشاهده شده برآورد می‌کند. بر این اساس ضروری بود که جهت اصلاح رابطه فوق اقداماتی صورت پذیرد. جانسون و گمبهارت براساس تجزیه و تحلیل داده های لیفست (که از مقایسه رسوبدهی مشاهده ای و درجه رسوبدهی یعنی R در حوزه های مختلف حاصل شده بود) ضرایب معادله فوق را اصلاح نموده و معادله زیر را ارائه دادند:

$$Q_s = 0/253e^{-0.26R} \quad (3-11)$$

Q_s میزان تولید رسوب بر حسب تن در هکتار و R درجه رسوبدهی یا مجموع نمرات عوامل نه گانه با روش MPSIAC.

در این رابطه جرم مخصوص ظاهری رسوبات برابر ۱۳۶۰ کیلوگرم در متر مکعب فرض شده، بنابراین معادله فوق به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$Q = 18/6e^{-0.26R} \quad (3-12)$$

که در آن Q_s میزان رسوب بر حسب متر مکعب در کیلومتر مربع می‌باشد.

باید در نظر داشت که میزان فرسایش خاک و تولید رسوب محاسبه شده در روش PSIAC مجموع رسوبدهی هر واحد مطالعاتی مورد نظر می باشد، زیرا در این روش فرسایش خاک و رسوبزایی هر واحد تحت عنوان بار رسوب نامیده شده که مجموع بار معلق بار کف می باشد.

با در دست داشتن وزن مخصوص متوسط رسوبات معلق و بار کف می توان وزن رسوبات سالانه را بر حسب تن در کیلومتر مربع برآورد نمود.

۳-۳-۵-۱- کلاس های رسوبدهی و فرسایش

- کلاس I: شامل اراضی بدون فرسایش و یا با فرسایش جزئی خاک است. در این عرصه میزان خاک جابجا شده غیرقابل توجه و در حد مجاز است. اجرای عملیات حفاظت خاک و آب در شرایط حاضر ضرورتی ندارد.

- کلاس II: در این طبقه میزان فرسایش کم است و ضرورت دارد که در برخی از عرصه ها اجرای برنامه های حفاظت خاک و آب مورد بررسی قرار گیرد.

- کلاس III: در این کلاس، فرسایش متوسط است. جدا شدن و جابجایی درات خاک به میزانی است که اجرای برنامه های حفاظت خاک و آب ضرورت و الویت داشته و استفاده از اراضی محدودیت زیادی دارد.

- کلاس IV: در این کلاس فرسایش زیاد است. میزان انتقال خاک زیاد بوده و استفاده از اراضی کاملا محدود می شود. اجرای عملیات حفاظت خاک و اصلاح اراضی معمولا هزینه زیادی دارد. کنترل فرسایش خاک و اقداماتی برای حفاظت خاک و آب در چارچوب طرح های حفاظتی الویت داشته و ضروری است.

- کلاس V: در این کلاس فرسایش خیلی زیاد است. خاکها به طور کلی شسته شده و سنگ مادر معمولا در آنها نمایان می باشد، به نحوی که امکان استقرار گیاه بسیار مشکل است. در بعضی موارد

شیب زیاد، حساسیت خاک و تخریب پوشش و عوامل دیگر باعث به وجود آمدن شرایطی شبیه هزاردره ها شده است.

۳-۴- کاربرد سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی (GIS) در بررسی عوامل ۹ گانه MPSIAC

GIS سیستمی است متشکل از نرم افزار، سخت افزار، داده های جغرافیایی و مدیریت داده ها که اطلاعات توصیفی (غیر گرافیکی) یا داده های مرجع شده به زمین را با عوارض هندسی (گرافیکی) نقشه متصل و ذخیره می نماید. این سیستم امکان طیف وسیعی از پردازش های اطلاعاتی و عملیات نمایشی را همراه تولید، آنالیز و شبیه سازی بر روی نقشه به وجود می آورد.

نرم افزار مورد استفاده در این تحقیق Arc GIS ۹/۳ از محصولات شرکت ESRI می باشد.

برای بکارگیری این سامانه باید برای هر عامل یک لایه اطلاعاتی تهیه شود بدین لحاظ با استفاده از نقشه ای پایه و بهره گیری از قابلیت Arc GIS ۹.۳ لایه های اطلاعاتی مورد نیاز شامل توپوگرافی، هواشناسی، هیدرولوژیکی، خاکشناسی، زمین شناسی، پوشش زمین، کاربری اراضی، وضعیت فرسایش و فرسایش رودخانه ای تهیه گردید.

۳-۴-۱- لایه ی توپوگرافی (شیب)

این لایه از طریق تجزیه و تحلیل شبیه عددی ارتفاع (DEM) استخراج شده است. انتخاب واحد کاری زیرحوزه های آب شناسی مبنای مناسبی برای این لایه می باشد.

۳-۴-۲- لایه آب و هوا

این لایه با توجه به نقشه خطوط هم باران ۶ ساعته با دور بازگشت ۲ ساله تهیه می شود.

۳-۴-۳- لایه‌ی زمین‌شناسی سطحی

این لایه با توجه به نقشه‌ی زمین‌شناسی منطقه و براساس واحدهای سنگی حوضه استخراج گردیده است.

۳-۴-۴- لایه رواناب سطحی

این لایه با توجه به بیشترین دبی ویژه و حجم رواناب سالانه در سطح زیرحوضه‌ها برآورد و تهیه می‌گردد.

۳-۴-۵- لایه‌های پوشش زمین و کاربری اراضی

این لایه‌ها با توجه به نقشه‌ی گونه‌های گیاهی حوضه، که براساس مطالعات میدانی و تصاویر ماهواره‌ای طبقه‌بندی شده است، در قالب لایه‌های اطلاعاتی وارد محیط GIS گردیده‌اند.

۳-۴-۶- لایه‌ی خاک‌شناسی

این لایه با توجه به نقشه اجزای واحد اراضی حوضه (که براساس بازدیدهای میدانی، آزمایش‌ها و تصاویر ماهواره‌ای تهیه شده است) استخراج می‌گردد.

۳-۴-۷- لایه وضعیت فرسایش

برای تهیه‌ی این لایه از روش دفتر مدیریت اراضی آمریکا (BLM) استفاده گردیده است. این روش براساس ارزیابی هفت عامل حرکت خاک، لاشبرگ سطحی، وضعیت سنگ‌ها، قطعات سنگی تحکیم یافته، فرسایش شیاری، شکل آبراهه‌ها و فرسایش خندقی برآورد می‌شود.

از تلفیق و هم‌پوشانی هفت عامل مذکور در GIS، در نهایت یک لایه تهیه و تحت عنوان لایه‌ی وضعیت فرسایش ارائه می‌گردد.

۳-۴-۸- لایه‌ی وضعیت فرسایش رودخانه‌ای

این لایه با توجه به ارزیابی عامل فرسایش خندقی در روش BLM تهیه می‌گردد.

۳-۴-۹- تلفیق لایه‌های ۹ گانه و تهیه نقشه‌ی پهنه بندی فرسایش و رسوب

در این مرحله ۹ لایه اطلاعاتی تهیه شده را ابتدا به پرونده‌های شبکه‌ای تبدیل کرده و سپس با استفاده از توابع تحلیلی همپوشانی Arc GIS لایه‌ی درجه رسوب دهی استخراج گردیده (شکل) که بر اساس آن و با توجه به جمع بندی مدل MPSIAC نقشه فرسایش حوضه ارائه می‌گردد.

روش فورنیه^۱

روش دوم فورنیه برای برآورد رسوب در یک حوضه به صورت زیر است:

$$\log Q_s = 2/65 \log P_w / P_a + 0/46 \log H^2 / S - 1/56 \quad (3-13)$$

که در آن:

Q_s : رسوب ویژه بر حسب تن در کیلومتر مربع در سال.

P_w : میانگین باران ترین ماه در دوره آماری بر حسب میلیمتر.

P_a : میانگین بارندگی سالیانه بر حسب میلیمتر در دوره آماری مورد نظر.

H : ارتفاع متوسط حوضه بر حسب متر.

S : سطح حوضه بر حسب کیلومتر مربع.

باید در نظر داشت که روش فورنیه پتانسیل فرسایش پذیری حوضه را مد نظر قرار نمی‌دهد. بنابراین اگر دو منطقه از نظر عوامل مربوط به فرمول یکسان بوده ولی از نظر شرایط زمین شناسی،

^۱ - Fournier

خاکشناسی و پوشش گیاهی متفاوت باشد میزان رسوب آنها یکسان برآورد خواهد شد (رفاهی،

۱۳۸۵).

فصل چهارم

نتایج و بحث

برای تهیه لایه‌های مختلف مدل MPSIAC عوامل متعددی مورد مطالعه و به مدل معرفی می‌شوند که به ترتیب عبارتند از:

۴-۱- عامل زمین شناسی سطحی (Surface geology)

در روش پیشرفته PSIAC امتیاز عامل زمین شناسی سطحی از رابطه زیر حاصل می‌شود:

$$Y_1 = X_1 \quad 4-1$$

که در آن Y_1 امتیاز عامل زمین‌شناسی و X_1 شاخص فرسایش زمین‌شناسی سطحی است که براساس نوع سنگ، سختی، شکستگی و هوازدگی تعیین می‌شود (احمدی، ۱۳۷۴). میزان فرسایش در سطح سنگ‌ها و تولید رسوب را می‌توان تحت‌تاثیر دو عامل اساسی در نظر گرفت: یکی عوامل دینامیکی مانند آب و هوا، شرایط جغرافیایی ناحیه و زمین‌ساخت و دیگری عوامل استاتیکی که بیشتر به لیتولوژی منطقه مربوط می‌شود (رفاهی ۱۳۸۵). براساس مطالعات زمین‌شناسی منطقه و با توجه به جداول مدل MPSIAC سنگ‌های مختلف موجود در منطقه در جدول (۴-۱) از لحاظ حساسیت به فرسایش طبقه‌بندی شدند.

۴-۱-۱- وضعیت زمین‌شناسی

۴-۱-۲- بررسی واحدهای چینه‌ای

حوضه آبخیز سیج و آل از خصوصیات حوضه رسوبی کپه‌داغ تبعیت می‌کند و با توجه به مطالعات انجام یافته ۹ واحد سنگی زیر به ترتیب در محدوده مورد مطالعه قابل شناسایی بوده است:

مزدوران ۱ (J₁mz)

مزدوران ۲ (J₂mz)

مزدوران ۳ (J₃mz)

شوریجه (Ksh)

کنگلو مراه، ماسه سنگ، مارن ماسه‌ای و گل سنگ نئوژن (Ngr)

کنگلو مراهی پلیوکواترنر (PLQC)

رسوبات آبرفتی قدیمی (Qt_1)

رسوبات آبرفتی جدید (Qt_2)

رسوبات بستر رودخانه (Qal)

۴-۱-۲-۱-۴ J₁mz یا واحد زیرین مزدوران

گستره رخنمون آهک و دولومیت سازند مزدوران، در شمالی ترین بخش حوضه در کوه‌های خواجه‌گندی است که در طی استرس‌های وارده چین خورده و توالی ضخیمی از سنگ‌های آهک و دولومیتی را به وجود آورده است. در شرق کوه قلعه‌کهنه نیز توالی ضخیمی از این واحد مشاهده می‌شود که دارای مورفولوژی صخره‌ای بوده و قله‌های مرتفع (۲۱۴۵ متری) را به وجود آورده است. توالی ضخیمی از لایه‌های دولومیتی با میان لایه های مارن نیز رخنمون دارد. مساحت تحت پوشش این سازند ۵۰۰۰/۷ هکتار می‌باشد (جدول ۲-۴).

۴-۱-۲-۲-۱-۴ J₂mz یا واحد میانی مزدوران

بیشترین گسترش این سازند در غرب محدوده مورد مطالعه است که در شمال نیز با امتداد شمال غرب، جنوب شرق مشاهده می‌شود و به سمت شرق از گسترش آن کاسته می‌شود و در جنوب محدوده مورد مطالعه نیز با امتداد تقریبی شمالی- جنوبی قابل مشاهده است. این عضو از سنگ آهک میکریتی کرم رنگ تا قهوه‌ای، سنگ‌آهک شیلی و شیل نازک تا متوسط لایه (ویژه مناطق نسبتاً عمیق) تشکیل شده است که به رنگ خاکستری تا خاکستری تیره قابل مشاهده است و به طرف

جنوب شرق از ضخامت آن کاسته شده است. مساحت تحت پوشش این سازند ۳۴۵ هکتار می‌باشد (جدول ۲-۴).

۴-۱-۲-۳- J_۳mz یا واحد بالایی مزدوران

بیشترین گسترش این واحد زمین‌شناسی، در خط الراس‌های غرب و جنوب حوضه مورد مطالعه است و رخنمون آن در قسمت‌های مرکزی محدوده، به صورت خیلی کم مشاهده می‌شود و در شمال و شرق محدوده مورد مطالعه نیز رخنمون آن کم است. لایه‌های آهکی ضخیم و شیل‌ها دارای لایه بندی نازک هستند. ضخامت این واحد نزدیک به ۲۰۰ تا ۳۲۰ متر است. واحدهای مختلف سازند مزدوران در این منطقه به دلیل داشتن ماهیت کارستیکی و گسل‌های متعدد از نظر آب‌شناسی و ایجاد منابع آب در سازندهای سخت اهمیت دارند. مساحت تحت پوشش این سازند ۴۲۵۸/۳ هکتار می‌باشد (جدول ۲-۴).

۴-۱-۲-۴ Ksh یا سازند شوربجه

در منطقه مورد مطالعه به صورت نواری چین‌خورده پیرامون دره سیج و آل در شمال و غرب دیده می‌شود و از سه بخش متفاوت تشکیل شده است:

۱- بخش آواری بالایی ۲- بخش کربناتی-تبخیری میانی ۳- بخش آواری زیرین

لیتولوژی عمده شوربجه به طور کلی شیل، رس سنگ قهوه‌ای مایل به قرمز، ماسه سنگ قهوه‌ای مایل به خاکستری، کنگلومرا، سنگ گچ و لایه‌های جزئی سنگ‌های کربناتی می‌باشد. شیل و ماسه سنگ در این واحد لیتولوژیکی متوسط لایه است و بخش کربناتی آن ضخیم لایه بوده و بخش آواری زیرین آن لایه متوسط است. مساحت تحت پوشش این سازند ۱۸۹۲/۷ هکتار می‌باشد (جدول ۲-۴).

۴-۱-۲-۵ Ngr یا کنگلومرا، ماسه سنگ، مارن ماسه‌ای و گل سنگ نئوژن

در قسمت جنوبی حوضه مورد مطالعه که دره‌ها پهن شده است و تراز ارتفاعات کاهش می‌یابد به تدریج رسوبات نئوژن و کواترنری ظاهر شده است. قلوه سنگ‌های کنگلومرا بیشتر از جنس سنگ‌های کربناتی مزدوران، شورجه و تیرگان است. سیمان اصلی کنگلومرا، سیلت و رس آهکی است. در منطقه مورد مطالعه و به ویژه پیرامون سد کارده رسوبات قرمز رنگ نئوژن با دگر شیبی مشخصی بر روی واحد لیتولوژیکی شورجه قرار گرفته است. مساحت تحت پوشش این سازند ۹۸/۸ هکتار می‌باشد (جدول ۲-۴).

۴-۱-۲-۶ PLQC یا کنگلومرای پلیوکواترنر

این واحد زمین‌شناسی که بیشتر در شرق و جنوب روستای فیروزآباد مشاهده می‌شود، حد جنوبی حوزه است و به صورت دگرشیب بر روی افق‌های مختلف لایه‌های قدیمی تر قرار گرفته است. کنگلومرای پلیوکواترنر از نظر اجزای تشکیل دهنده همانند کنگلومرای نئوژن است و از قلوه سنگ‌های درشت آهکی و دولومیتی و ماسه سنگی تشکیل شده است. مساحت تحت پوشش این سازند ۱۴۲/۶ هکتار می‌باشد (جدول ۲-۴).

۴-۱-۲-۷ Qt_۱ یا رسوبات آبرفتی قدیمی

رسوبات کواترنری منطقه مورد مطالعه شامل پادگانه‌ها و مخروط افکنه‌های کوچک می‌شود در بستر کانال‌های کوچک و آبراهه‌ها نیز رسوباتی با ضخامت کم وجود دارد که اغلب از جنس قلوه سنگ‌های ریز ماسه و کمی خاک‌های نابر جاست. این رسوبات مستحکم نشده و فاقد سیمان می‌باشد و تنها در برخی از محل‌های محدود یک سیمان آهکی ضعیف از خود نشان می‌دهد. مساحت تحت پوشش این سازند ۹۸/۶ هکتار می‌باشد (جدول ۲-۴).

۴-۱-۲-۸-Qt یا رسوبات آبرفتی جدید

پادگانه‌های (فضای صاف و بلند در دامنه کوه) جوان اغلب به صورت پراکنده در حاشیه رودخانه کارده دیده می‌شوند و بیشتر از رسوبات دانه متوسط تا ریز با جور شدگی ضعیف هستند سطح بالایی پادگانه‌ها را بیشتر رسوبات دانه ریز همانند سیلت و رس می‌پوشانند. در انتهای یک پادگانه جوان که با شیب اندک به سمت خروجی حوضه کشیده شده است مخزن سد کارده را تشکیل می‌دهند. مساحت تحت پوشش این سازند ۱۴۷/۴ هکتار می‌باشد (جدول ۲-۴).

۴-۱-۲-۹-Qal یا رسوبات بستر رودخانه

این رسوبات در بستر آبراهه‌ها و مسیل‌ها وجود دارد و متناسب با شرایط سنگ‌شناسی و توپوگرافی محدوده مورد مطالعه و به تبع آن عرض بستر رودخانه قابل مشاهده است. مشخصات بافتی رسوبات بستر با توجه به مورفولوژی کوهستانی منطقه عموماً دانه درشت بوده و از جور شدگی و گردشگی ضعیفی برخوردار می‌باشد که میزان گردشگی قطعات در نزدیکی خروجی حوضه نسبتاً خوب است. مساحت تحت پوشش این سازند ۲۲۷/۶ هکتار می‌باشد (جدول ۲-۴).

در جدول ۴-۱ میزان حساسیت به فرسایش واحدهای زمین شناسی حوضه آمده است:

جدول ۱-۴- میزان حساسیت به فرسایش واحدهای زمین شناسی حوضه

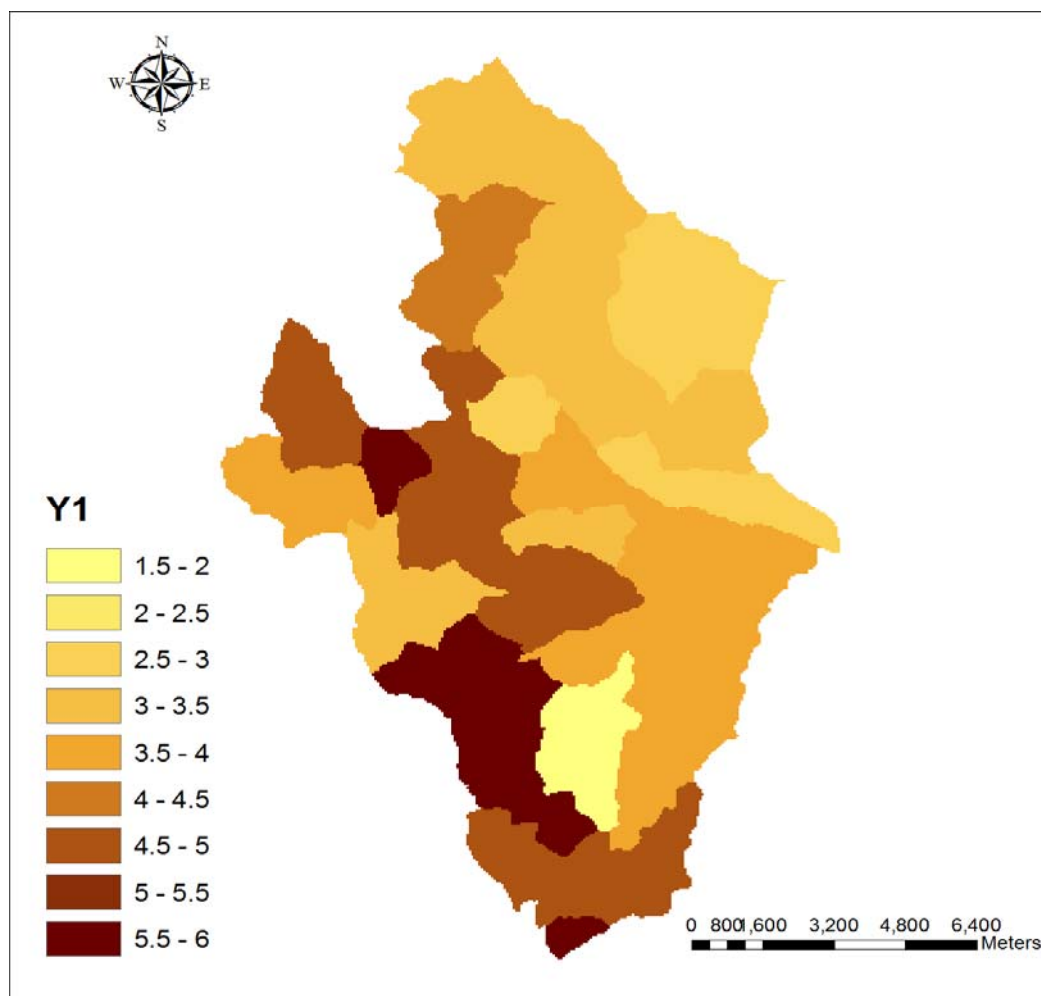
ردیف	واحد زمین شناسی	حساسیت با مدل PSIAC	حساسیت نسبی
۱	مزدوران ۱ (J ₁ mz)	۱	خیلی کم
۲	مزدوران ۲ (J ₂ mz)	۵	متوسط تا زیاد
۳	مزدوران ۳ (J ₃ mz)	۲	متوسط
۴	شوریجه (Ksh)	۵	متوسط تا زیاد
۵	کنگلومرا، ماسه سنگ، مارن ماسه‌ای و گل سنگ نئوژن (Ngr)	۶	زیاد
۶	کنگلومرای پلیوکواترنر (PLQC)	۶	زیاد
۷	رسوبات آبرفتی قدیمی (Qt ₁)	۸	خیلی زیاد
۸	رسوبات آبرفتی جدید (Qt ₂)	۸	خیلی زیاد
۹	رسوبات بستر رودخانه (Qal)	۸	خیلی زیاد

در جدول ۲-۴ درصد گسترش هر یک از واحدهای زمین شناسی آمده است:

جدول ۲-۴- درصد گسترش هر یک از واحدهای زمین شناسی

واحد های زمین شناسی	مساحت (هکتار)	درصد گسترش
J ₁ mz	۵۰۰۰/۷	۳۲/۶
J ₂ mz	۳۴۵	۲۲/۵
J ₃ mz	۴۲۵۸/۳	۲۷/۸
Ksh	۱۸۹۲/۷	۱۲/۴
Ngr	۹۸/۸	۰/۶
PLQC	۱۴۲/۶	۰/۹
Qt ₁	۹۸/۶	۰/۶
Qt ₂	۱۴۷/۴	۱/۰
Qal	۲۲۷/۶	۱/۵
مجموع	۱۲۲۱۱/۷	۱۰۰

در شکل ۱-۴- لایه زمین شناسی یا Y₁ نشان داده شده است.



شکل ۱-۴- لایه زمین شناسی یا Y_1

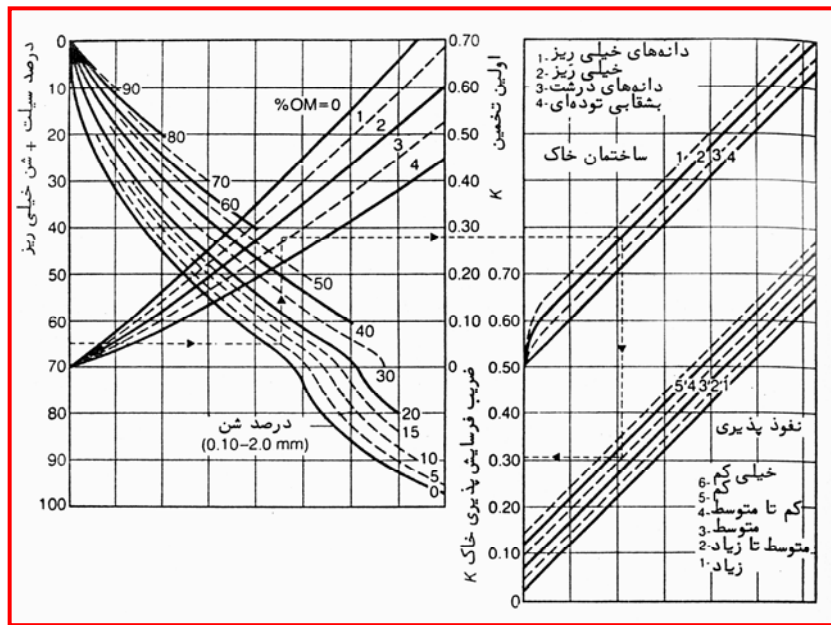
۲-۴- عامل خاک (Soil)

در روش جدید PSIAC برای تعیین عامل خاک از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$Y_2 = 16/67K \quad (4-2)$$

که در آن Y_2 امتیاز رسوبدهی خاک در روش پسیاک اصلاح شده و k عامل فرسایش پذیری خاک در فرمول جهانی فرسایش می‌باشد. در فرمول جهانی فرسایش خاک (USLE) برای تعیین k از مشخصه‌های درصد سیلت به اضافه شن خیلی ریز، درصد شن، درصد ماده آلی، ساختمان خاک و

قابلیت نفوذ استفاده به عمل می‌آید. با در دست داشتن این مشخصه‌ها مقدار k را می‌توان از نمودار زیر تعیین کرد.



شکل ۲-۴- نمودار فرسایش پذیری خاک (رفاهی، ۱۳۸۵)

ویشمایر و همکاران (۱۹۷۶) نمودار فوق را تکمیل کرده و به صورت فرمولی به شکل زیر عرضه کرده اند. از این فرمول به منظور محاسبات استفاده شد:

$$100 \cdot K = \frac{2}{1M}^{1/4} \times 10^{-4} \times (12 - \%OM) + \frac{3}{25} (S - 2) + \frac{2}{5} (P - 3) \quad (4-3)$$

که در آن:

M: حاصلضرب (رس٪ - ۱۰۰) در (درصد سیلت + درصد شن ریز)

OM: درصد ماده آلی

S: کلاس ساختمان خاکدانه‌ها

P: کلاس نفوذپذیری پروفیل

فرمول فوق الذکر تا ۷۰ درصد سیلت صادق است و برای مقادیر بیشتر سیلت صادق نیست و در مقادیر بیشتر سیلت باید از خود نمودار استفاده کرد. اگر درصد مواد آلی از ۲ درصد بیشتر باشد

میزان k بیشتر از حد واقعی برآورد خواهد شد. با توجه به مطالعات خاکشناسی منطقه و آزمایشات خاکشناسی عوامل مربوط به k (جدول ۳-۴) تعیین گردید و سپس با استفاده از رابطه فوق میزان K و نهایتاً Y_z در هریک از اجزای واحد اراضی منطقه محاسبه شد. امتیازات مربوط به عامل خاکشناسی برای هریک از اجزای واحد اراضی در جدول ۳-۴ آورده شده است.

جدول ۳-۴ مقادیر پارامترهای فرمول ویشمایر برای محاسبه K اجزاء واحد اراضی حوضه

K	P (Cm/hr)	S (mm)	O.M%	M	٪ ریز	٪ لای	٪ رس	پارامتر اجزا واحد اراضی
۰/۱	-	-	-	-	-	-	-	۱-۱-۱
۰/۳۳	۱۱/۲۳	۱/۵	۰/۵۶	۲۱۰۰	۱۶	۲۳	۳۰	۱-۱-۲
۰/۵۷	۴/۱	۵	۰/۵۳	۵۵۲۶/۸	۳۱/۴	۳۶	۱۸	۱-۱-۳
۰/۴۸	۶/۳	۲	۲/۴۹	۵۹۱۳	۳۲/۶	۳۷	۱۹	۱-۱-۴
۰/۶۷	۵/۸	۵/۵	۲/۴۳	۷۰۱۲/۵	۷۰/۵	۱۲	۱۵	۱-۱-۵
۰/۶۶	۱۰/۱۴	۳	۰/۴۶	۵۵۴۷/۶	۵۱/۳	۹	۸	۱-۲-۱
۰/۶۲	۱/۲۳	۲/۵	۱/۱۴	۳۳۱۸/۱۲	۲۱/۵۴	۲۱	۲۲	۱-۳-۱
۰/۳۲	۵/۴۳	۲/۵	۱/۲	۳۴۲۷/۶	۲۱/۸	۲۰	۱۸	۱-۴-۱
۰/۶۶	۲۰/۲۷	۲	۰/۸۱	۶۰۵۰/۷	۵۵/۹	۱۷	۱۷	۵-۱-۱

۴-۲-۱- منابع اراضی

۴-۲-۱-۱- شناسایی تیپ های اراضی در حوضه

تمامی اراضی یک حوضه آبخیز به عنوان منابع اراضی آن منطقه یا حوضه شناخته می شود که باتوجه به استانداردها و دستورالعمل های موجود (نشریه ۲۱۲ موسسه تحقیقات خاک و آب) باتوجه به نقشه ژئومورفولوژی و تفسیر عکسهای هوایی منطقه و مشاهدات صحرایی در حوضه مورد مطالعه از ۹ تیپ اصلی کلاً دوتیپ اصلی و یک تیپ اراضی متفرقه قابل مشاهده است که عبارتند از:

۱- تیپ اراضی کوهستان (۱)

۲- تیپ اراضی دشت رسوبی رودخانه ای (۵)

۳- تیپ اراضی متفرقه (x)

در مطالعات ارزیابی منابع، هر بخش از اراضی که دارای خصوصیات یکنواختی می‌باشند با ارقام و اعدادی نشان داده شده که این اعداد و ارقام به ترتیب از سمت چپ نشان دهنده تیپ اراضی (Land type) واحد اراضی (Land unit) و اجزاء واحد اراضی (Land component) می‌باشند. شماره‌هایی که برای نشان دادن تیپ‌های اراضی بکار برده شده در تمام نقشه‌های ارزیابی استاندارد بوده و تغییر نمی‌کند اما اعداد نشان دهنده واحدهای اراضی و اجزاء واحد اراضی اختیاری است. با توجه به مطالعات انجام شده که به منظور بررسی دقیق منابع اراضی حوضه آبخیز سیج و آل مشهد صورت گرفته در تیپ اراضی کوهستان چهار واحد اراضی، هشت عدد اجزاء واحد اراضی و در تیپ دشت رسوبی رودخانه‌ای یک واحد اراضی، یک اجزاء واحد اراضی و در تیپ اراضی متفرقه یک واحد اراضی و یک اجزاء واحد اراضی تشخیص داده شده است. در زیر به شرح تیپ‌های تحت مطالعه پرداخته و مشخصات عمومی آنها را بیان می‌کنیم.

۴-۲-۱-۱-۲- تیپ اراضی کوهستان (Mountains)

تیپ کوهها در برگیرنده اراضی کاملاً تخریبی است که پستی و بلندی زیاد دارند و در نقشه منابع اراضی با شماره ۱ مشخص می‌شوند. کوهها در نتیجه حرکات تکتونیکی کوهزایی در طی دورانهای مختلف زمین‌شناسی تشکیل شده‌اند و کلاس شیب عمومی در این تیپ بیش از ۲۵٪ و شیب موثر و جانبی نیز در جهات مختلف متفاوت و نامشخص است.

۴-۲-۱-۱-۳- تیپ اراضی دشت رسوبی رودخانه‌ای (River Alluvial plain)

مواد زیر رسوبی که بوسیله رودخانه‌های دائمی یا فصلی حمل شده و در دشتهای نسبتاً مسطح رسوب نموده و تشکیل دشتهای آبرفتی رودخانه‌ای را می‌دهد. شیب این اراضی عموماً کمتر از ۱٪ و جهت آن به موازات رودخانه می‌باشد. رسوبات جدید اطراف رودخانه‌ها، تراسهای سیلابی رودخانه‌ای را تشکیل می‌دهد. عوارضی که در نتیجه فرسایش خاک به وجود می‌آید کم می‌باشد. موقعیت این اراضی نسبت به اراضی پست و سیل‌گیر در نقاط مرتفع‌تری قرار دارد و برحسب شوری و عمق آب زیرزمینی، نوع مواد رسوبی و موقعیت اراضی به واحدهای مختلف تقسیم می‌شود. این اراضی را معمولاً جهت زراعت‌های آبی و باغی به کار می‌برند.

۴-۲-۱-۱-۴- تیپ اراضی متفرقه :

هرگاه در منطقه اراضی ای موجود باشند که نتوان آنها را در هیچ یک از تیپهای اراضی که دارای تعاریف استاندارد می باشند قرار داد، باید آنها تحت عنوان تیپهای اراضی متفرقه طبقه بندی نمود که در منطقه مورد مطالعه مسیل جزء این تیپ اراضی منظور می شود.

۴-۲-۲-۲- مشخصات اجزاء واحد اراضی حوضه مطالعاتی

با توجه به استانداردها و دستور العمل های موجود در مورد تشخیص و تفکیک تیپها، واحدها و اجزاء واحدهای اراضی، مشخص شد منطقه مورد مطالعه کلاً از دو تیپ اصلی و یک تیپ اراضی متفرقه تشکیل شده است که عبارتند از :

تیپ کوهستان شامل چهار واحد اراضی و هشت اجزاء واحد اراضی

تیپ دشت رسوبی رودخانه ای شامل یک واحد اراضی و یک اجزاء واحد اراضی

تیپ اراضی متفرقه شامل یک واحد اراضی و یک اجزاء واحد اراضی

۴-۲-۲-۱-۱- اجزاء واحد اراضی ۱-۱-۱

شامل کوههای مرتفع با قله تیز و پستی و بلندی زیاد (متشکل از آهک و شیل و رخنمون سنگی زیاد بیش از ۹۰ درصد) که ارتفاع متوسط آن از سطح دریا ۲۰۰۸/۹ متر و شیب متوسط آن ۵۰/۶ درصد می باشد. سطح این اراضی عموماً لخت و بدون پوشش خاکی بوده و گاهی دارای خاکهای کم عمق غیر یکنواخت سنگریزه دار می باشد. این اراضی بدون پوشش گیاهی می باشد و دارای مقادیر زیاد از سنگریزه های متوسط و ریز و درشت و فرسایش آبی بسیار کم می باشد. از محدودیت های اساسی این اراضی، رخنمون سنگی بالا، پستی و بلندی زیاد، شیب تند و عدم وجود پوشش خاکی می باشد. در حال حاضر این اراضی قابلیت ندارد و به عنوان اراضی بایر محسوب می شود. از عملیات اصلاحی و عمرانی لازم، حفاظت از حوزه آبخیز می باشد. بعد از انجام عملیات اصلاحی این اراضی قابلیت نداشته و به عنوان مناطق حفاظتی آبخیزداری محسوب می شود. این اراضی با مساحت ۴۹۹۹ هکتار، معادل ۳۲/۶ درصد از اراضی کل حوضه را شامل می شود.

۴-۲-۲-۲-۱ اجزاء واحد اراضی ۱-۲

شامل کوههای مرتفع با قله تیز و پستی و بلندی زیاد و متشکل از آهک و شیل و رخنمون سنگی بالای ۷۵ درصد که ارتفاع متوسط آن از سطح دریا ۱۸۴۱/۹ متر و شیب متوسط آن ۴۵/۵ درصد می‌باشد. این اراضی دارای پوشش خاکی بسیار کم عمق که به سمت دامنه‌ها مقداری عمق خاک بیشتر می‌شود و این خاک هم در اثر واریزه‌های سطوح فوقانی و هم در اثر خاک خود منطقه است. این اراضی به عنوان اراضی بایر محسوب می‌شود ولی در مناطق خاکدار دامنه‌ها پوشش مرتعی بسیار ضعیف متشکل از گونه‌های گاوچاق‌کن، هزارخار، هوم و باغها نیز قابل مشاهده است. این اراضی در سطح، واجد مقادیر زیادی سنگریزه‌های درشت و متوسط و دارای فرسایش آبی بسیار کم می‌باشد. از محدودیتهای اساسی این اراضی رخنمون سنگی بالا، پستی و بلندی زیاد، شیب تند و فقدان پوشش خاکی می‌باشد. از این اراضی در حال حاضر به عنوان اراضی بایر و از بعضی نقاط خاکدار به عنوان مراتع بسیار ضعیف جهت چرای تحت کنترل استفاده می‌شود. از عملیات اصلاحی و عمرانی لازم مبارزه با فرسایش آبی در دامنه‌های خاکدار و حفظ همان میزان کم پوشش خاکی، کشت گونه‌های مرتعی متناسب با اقلیم و خاک در مناطق خاکدار و چرای تحت کنترل و حفاظت از حوزه آبخیز می‌باشد. بعد از عملیات اصلاحی این اراضی در مناطق خاکدار دارای قابلیت بسیار ضعیف جهت مرتع و چرای دام به صورت بسیار محدود می‌باشد ولی بهتر است منطقه جزء مناطق حفاظتی آبخیزداری محسوب شود. این اراضی با مساحت ۲۴۳۵ هکتار، معادل ۱۵/۸ درصد از اراضی کل حوزه را شامل می‌شود.

۴-۲-۲-۳ اجزاء واحد اراضی ۱-۳

شامل کوههای مرتفع با قله تیز و پستی و بلندی زیاد متشکل از آهک و شیل و رخنمون سنگی ۷۵-۵۰ درصد که ارتفاع متوسط آن از سطح دریا ۱۶۰۶/۴ متر و شیب متوسط آن ۳۴/۳ درصد می‌باشد. این اراضی دارای پوشش خاکی کم عمق است که به سمت دامنه‌ها عمق خاک افزایش می‌یابد به طوری که قله‌ها سنگی بوده و به سمت دامنه‌ها میزان خاک افزایش می‌یابد. در این اراضی پوشش گیاهی ضعیف مرتعی متشکل از گونه‌های گون، درمنه، بادام وحشی و در بعضی مناطق خاکدار و کم شیب آن دیمزار و در دامنه‌هایی که امکان دسترسی به آب وجود دارد باغات نیز دیده می‌شود. این اراضی دارای فرسایش آبی کم به صورت سطحی و شیاری و دارای مقادیر زیاد سنگریزه‌های درشت و متوسط می‌باشد. از محدودیتهای اساسی این اراضی رخنمون سنگی بالا، شیب تند، خاک کم

عمق و پستی و بلندی زیاد می‌باشد. این اراضی در حال حاضر دارای قابلیت ضعیف جهت مرتع و چرای تحت کنترل می‌باشد. از عملیات اصلاحی و عمرانی لازم حفاظت از حوزه آبخیز، کشت گونه‌های مرتعی متناسب با اقلیم، کنترل چرای دام و مبارزه با فرسایش آبی و تبدیل دیمزارها به مراتع می‌باشد. بعد از عملیات اصلاحی، این اراضی دارای قابلیت ضعیف برای مرتع و چرای تحت کنترل می‌باشد. این اراضی با مساحت ۱۶۸۷ هکتار، معادل ۱۱/۰۱ درصد از اراضی کل حوضه را شامل می‌شود.

۴-۲-۲-۴-۱ اجزاء واحد اراضی ۴-۱-۱

شامل کوه‌های با ارتفاع متوسط و پستی و بلندی متوسط و قله‌ها و شیب‌ها از آهک و شیل با رخنمون سنگی پایین که ارتفاع متوسط آن از سطح دریا ۱۶۵۱/۳ متر و شیب متوسط آن ۴۰/۴ درصد می‌باشد. این اراضی دارای پوشش خاکی عمیق بوده که در سطح دارای میزان متوسط سنگریزه‌های درشت و به میزان کم قلوه سنگ می‌باشد. از نظر پوشش گیاهی این اراضی واجد پوشش گیاهی مرتعی ضعیف تا نسبتاً متوسط بوده، متشکل از گونه‌های درمنه‌کوهی، هزارخار و همچنین در بعضی مناطق، دیمزارهای پراکنده و در نقاطی که امکان دسترسی به آب وجود داشته، دامنه‌ها تراسبندی شده و جهت کشت باغها استفاده شده است. در این اراضی فرسایش آبی متوسط و از نوع شیاری است که در بعضی نقاط تبدیل به گالی شده و قابل رویت است. از محدودیت‌های اساسی این اراضی پستی و بلندی متوسط، فرسایش آبی و محدودیت اقلیم می‌باشد. این اراضی در حال حاضر دارای قابلیت ضعیف جهت مرتع و چرای تحت کنترل می‌باشد. از عملیات عمرانی لازم، کشت گونه‌های مرتعی متناسب با اقلیم و چرای تحت کنترل، تبدیل دیمزارها به مراتع و مبارزه با فرسایش آبی می‌باشد. بعد از عملیات اصلاحی، این اراضی دارای قابلیت ضعیف جهت مرتع خواهد بود. این اراضی با مساحت ۱۹۸۲ هکتار، معادل ۱۲/۹ درصد از اراضی کل حوضه را شامل می‌شود.

۴-۲-۲-۵- اجزاء واحد اراضی ۵-۱-۱

شامل اراضی خاکدار کوهستانی با پستی و بلندی کم متشکل از آهک- شیل که ارتفاع متوسط آن از سطح دریا ۲۰۳۴/۸ متر و شیب متوسط آن ۴۲/۲۵ درصد می‌باشد. این اراضی واجد پوشش خاکی عمیق با میزان متوسط سنگریزه سطحی و دارای پوشش گیاهی مرتعی ضعیف و متشکل از گونه‌های بادام وحشی، گون، هزارخار، هوم می‌باشد که در بعضی نقاط آن دیمزار به صورت پراکنده نیز دیده می‌شود. این اراضی دارای فرسایش آبی متوسط از نوع سطحی و شیاری می‌باشد. از محدودیتهای اساسی این اراضی شیب زیاد، فرسایش آبی و محدودیت اقلیم می‌باشد. از این اراضی در حال حاضر به عنوان مراتع با قابلیت ضعیف استفاده می‌شود. از عملیات عمرانی لازم، تبدیل دیمزارها به مراتع در صورت امکان و کشت گونه‌های مرتعی متناسب با اقلیم، چرای تحت کنترل، استفاده از روشهای مناسب در کشت و کار و مبارزه با فرسایش آبی می‌باشد. بعد از عملیات اصلاحی این اراضی دارای قابلیت ضعیف جهت مرتع و چرای تحت کنترل می‌باشد. این اراضی با مساحت ۱۶۳۵ هکتار، معادل ۱۰/۶ درصد از اراضی کل حوضه را شامل می‌شود.

۴-۲-۲-۶- اجزاء واحد اراضی ۱-۲-۱

شامل کوهها با ارتفاع متوسط و پستی و بلندی کم تا متوسط و قله گرد متشکل از کنگلومرا بارخنمون سنگی پایین که ارتفاع متوسط آن از سطح دریا ۱۷۷۸/۹ متر و شیب متوسط آن ۲۰/۷۱ درصد می‌باشد. این اراضی واجد پوشش خاکی نیمه عمیق و در سطح واجد میزان زیاد سنگریزه‌های درشت و متوسط و دارای پوشش گیاهی مرتعی ضعیف متشکل از گونه‌های استپی، فرفیون، بادام وحشی و دیمزارهای پراکنده می‌باشد. این اراضی دارای فرسایش آبی زیاد به صورت سطحی و شیاری است. از محدودیتهای اساسی این اراضی فرسایش آبی زیاد، سنگریزه زیاد سطحی و خاک نیمه عمیق می‌باشد. این اراضی در حال حاضر دارای قابلیت ضعیف جهت زراعت آبی و مرتع می‌باشد. از عملیات اصلاحی لازم کشت گونه‌های مرتعی متناسب با اقلیمها، کنترل چرای دام، جمع‌آوری سنگریزه‌های

سطحی، تبدیل دیمزارها به مراتع، مبارزه با فرسایش آبی و تراسبندی می‌باشد. بعد از عملیات اصلاحی این اراضی دارای قابلیت متوسط جهت زراعت آبی و مرتع و چرای تحت کنترل خواهد بود. این اراضی با مساحت ۹۹ هکتار، معادل ۰/۶ درصد از اراضی کل حوضه را شامل می‌شود.

۴-۲-۲-۷- اجزاء واحد اراضی ۱-۳-۱

شامل کوه‌های با ارتفاع متوسط و پستی و بلندی متوسط و قله‌گرد متشکل از ماسه سنگ و شیل با کمتر از ۲۵ درصد رخنمون سنگی که ارتفاع متوسط آن از سطح دریا ۱۸۰۷/۸ متر و شیب متوسط آن ۳۰/۷ درصد می‌باشد. این اراضی دارای پوشش خاکی عمیق و میزان متوسط سنگریزه‌های سطحی متوسط و درشت و دارای فرسایش آبی از نوع سطحی و شیاری می‌باشد. این اراضی واجد پوشش گیاهی ضعیف مرتعی متشکل از گونه‌های کلاه میرحسن، درمنه کوهی، چمن گندمی چوبک و دیمزارهای پاکنده می‌باشد. از محدودیت‌های اساسی این اراضی فرسایش آبی، پستی و بلندی و در بعضی نقاط شیب تند می‌باشد. این اراضی در حال حاضر دارای قابلیت بسیار ضعیف جهت مرتع می‌باشد. از عملیات عمرانی لازم، کشت گونه‌های مرتعی متناسب با اقلیم، چرای تحت کنترل و مبارزه با فرسایش آبی می‌باشد. بعد از عملیات اصلاحی، این اراضی دارای قابلیت ضعیف جهت مرتع و چرای تحت کنترل خواهد بود. این اراضی با مساحت ۱۹۱۵ هکتار، معادل ۱۲/۱۵ درصد از اراضی کل حوضه را شامل می‌شود.

۴-۲-۲-۸- اجزاء واحد اراضی ۱-۴-۱

شامل کوه‌ها با ارتفاع متوسط و پستی و بلندی متوسط و قله‌گرد متشکل از ماسه سنگ، سیلتستون بارخنمون سنگی کم که ارتفاع متوسط آن از سطح دریا ۱۳۴۱/۹ متر و شیب متوسط آن ۱۵/۴۸ درصد می‌باشد. این اراضی واجد پوشش خاکی عمیق و در سطح دارای میزان متوسط تا نسبتاً زیاد سنگریزه‌های سطحی ریز و متوسط و دارای فرسایش آبی زیاد از نوع سطحی و شیاری و واجد پوشش گیاهی ضعیف مرتعی متشکل از گونه‌های استپی، فرفیون، بادام وحشی و دیمزارهای پراکنده

می‌باشد. از محدودیت‌های اساسی این اراضی فرسایش آبی زیاد و سنگریزه زیاد سطحی می‌باشد. این اراضی در حال حاضر دارای قابلیت ضعیف جهت زراعت آبی می‌باشد. از عملیات عمرانی لازم، تراسبندی و مبارزه با فرسایش آبی می‌باشد. بعد از عملیات اصلاحی، این اراضی دارای قابلیت متوسط جهت زراعت آبی خواهد بود. این اراضی با مساحت ۹۷ هکتار، معادل ۰/۶ درصد از اراضی کل حوضه را شامل می‌شود.

۵-۱-۱-۲-۲-۹- اجزاء واحد اراضی ۵-۱-۱

شامل اراضی اطراف رودخانه اصلی با پستی و بلندی بسیار کم متشکل از آبرفتهای جوان که ارتفاع متوسط آن از سطح دریا ۱۶۳۲/۵ متر و شیب متوسط آن ۱۶/۸ درصد می‌باشد. این اراضی واجد پوشش خاکی بسیار عمیق و دارای پوشش گیاهی ضعیف مرتعی و در آن زراعت آبی و باغات مشاهده می‌شود. این اراضی دارای فرسایش آبی متوسط از نوع کناره ای و فرسایش حاصل از کشت و کار می‌باشد. از محدودیت‌های اساسی این اراضی فرسایش کناره‌ای و فرسایش حاصل از کشت و کار و محدودیت سیلگیری می‌باشد. این اراضی در حال حاضر دارای قابلیت ضعیف جهت زراعت آبی و باغات می‌باشد. از عملیات عمرانی لازم، مبارزه با فرسایش کناره‌ای با انجام کارهای بیولوژیکی و مکانیکی و به کارگیری روشهای مناسب در کشت و کار می‌باشد. بعد از انجام عملیات اصلاحی، این اراضی دارای قابلیت متوسط جهت زراعت آبی و باغات خواهد بود. این اراضی با مساحت ۳۲۱ هکتار، معادل ۲/۰۹ درصد از اراضی کل حوضه را شامل می‌شود.

X-۱-۱-۲-۲-۱۰- اجزاء واحد اراضی X-۱-۱

شامل اراضی بستر مسیل متشکل از آبرفتهای جدید با بافت درشت و قابل نفوذ که ارتفاع متوسط آن از سطح دریا ۱۴۱۵/۰۷ متر و شیب متوسط آن ۱۹/۳ درصد می‌باشد. این اراضی بدون پوشش خاکی و دارای میزان بسیار زیاد سنگریزه‌های سطحی درشت و متوسط و قلوه سنگ می‌باشد. این اراضی دارای فرسایش آبی از نوع کناره‌ای و افزایشی و بدون پوشش گیاهی می‌باشد. از محدودیت‌های

اساسی این اراضی، فقدان پوشش خاکی، سنگریزه‌های سطحی زیاد، فرسایش کناره‌ای و محدودیت سیل گیری می‌باشد. این اراضی در حال حاضر قابلیت ندارد و بعنوان اراضی بایر محسوب می‌شود. از عملیات عمرانی لازم، مبارزه با فرسایش کناره‌ای و کنترل سیلاب و نفوذ بیشتر هرز آب در بستر مسیل با انجام سازه‌های مکانیکی مناسب می‌باشد. بعد از عملیات اصلاحی این اراضی دارای قابلیت ضعیف جهت نفوذ آب می‌باشد و قابلیت دیگری ندارد. این اراضی با مساحت ۱۳۳ هکتار، معادل ۰/۸ درصد از اراضی کل حوضه را شامل می‌شود.

۴-۲-۳-۱- تشریح پروفیل‌ها و بررسی نتایج آزمایشگاهی و طبقه بندی خاکهای نمونه

۴-۲-۳-۱-۱- اجزاء واحد اراضی ۲-۱-۱

$$X = 737848 \quad Y = 4066239$$

موقعیت پروفیل: سمت چپ روستای آل

شماره پروفیل: ۶

افق مشخصه: ochric

لایه خاک: AC

عمق خاک ۱۰-۰ cm

شرح:

رنگ خاک در حالت خشک، قهوه ای کمرنگ ۶/۳ YR ۱۰ و در حالت مرطوب قهوه‌ای ۳/۴ YR ۱۰ با بافت نسبتاً سنگین (Sandy clay loam) لومی رسی شنی و ساختمان تک دانه (single grain) که پایداری ذرات خاک در حالت خشک کمی سخت (Slightly hard) و در حالت مرطوب ترد (Friable) و در حالت خیس کمی چسبنده (Slightly sticky) می‌باشد. این لایه واجد مقادیر متوسط تا زیاد خلل و فرج ریز و دارای میزان متوسط ریشه‌های گیاهی ریز می‌باشد و در سطح واجد ۷۰ درصد سنگریزه

درشت و ۱۰ درصد تخته سنگ می باشد. اسیدیته آن ۷/۴۷ و میزان هدایت الکتریکی عصاره گل اشباع آن ۰/۶۰ دسی زیمنس بر متر است.

حد فاصل این لایه تا لایه بعدی به صورت واضح و موجدار است. ۱۰ Cm + مرز سنگی

شماره نیمرخ خاک : ۱

جدول ۴-۴ - نتایج آنالیز پروفیل شماره ۱

عمق Cm	افق	PH	EC ds/m	O.C	T.N.V	Caso, m.e/۱۰۰g.s	Sand%	Silt%	Clay%	Fine sand	Coarse sand	SAR	B.D	رنگ خاک در حالت خشک	رنگ خاک در حالت مرطوب
۰-۱۰	AC	۷/۴۷	۰/۶	۰/۳۲۲	۴۴/۲۴	۰/۰۶	۴۷	۲۳	۳۰	۱۶/۰	۳۱/۰	۰/۸۲	۱/۶۰۶	قهوه ای کمرنگ ۱۰-YR ۶/۳	قهوه ای ۱۰-YR %
+۱۰	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

بررسی نتایج آزمایشگاهی :

این خاکها فاقد مسئله شوری و قلیائیت است و از لحاظ میزان مواد آلی فقیر می باشد. این اراضی همچنین فاقد گچ است ولی دارای میزان نسبتا زیادی آهک می باشد این خاکها مربوط به رده انتی سول (Entisols) می باشد.

نوع خاک : Fine loamy mixed mesic lithic xerorthent

۱-۱-۳-۲-۴-۲-۱-۳-۱-۲-۱-۳-۲-۴ اجزاء واحد اراضی :

$$X = ۷۳۸۳۰۰$$

$$Y = ۴۰۶۳۵۰۰$$

موقعیت پروفیل : بالادست روستای کارده

شماره پروفیل : ۳

افق مشخصه : Ochric

لایه خاک: A

عمق خاک : ۰-۲۰ cm

شرح :

رنگ خاک درحالت خشک، قهوه ای مایل به زرد ۱۰YR۵/۴ و درحالت مرطوب، قهوه‌ای مایل به زرد تیره ۱۰YR ۳/۴ با بافت متوسط لوم (Loam) و ساختمان تک دانه (single grain) که پایداری آن درحالت خشک کمی سخت (Slightly hard) و درحالت مرطوب ترد (Friable) و درحالت خیس کمی چسبنده (Slightly sticky) می‌باشد. این لایه واجد مقادیر زیادی خلل و فرج ریز و مقدار کم خلل و فرج متوسط و دارای میزان متوسط ریشه‌های گیاهی ریز و میزان کم ریشه‌های گیاهی متوسط و در سطح ۶۰ درصد سنگریزه‌های درشت و ۱۰ درصد تخته سنگ می‌باشد.

اسیدیتته آن ۷/۶۵ و میزان هدایت الکتریکی عصاره کل اشباع آن ۰/۵۰ دسی زیمنس بر متر است.

حد فاصل این لایه تا لایه بعدی به صورت تدریجی و غیر واضح می‌باشد.

افق مشخصه :-

لایه خاک: c

عمق خاک : ۲۰-۴۰ cm

شرح :

رنگ خاک درحالت خشک، قهوه‌ای روشن ۷/۵YR ۶/۳ و درحالت مرطوب قهوه‌ای ۷/۵YR ۴/۳ با بافت سبک لومی شنی (Sandy loam) و ساختمان فشرده (massive) که پایداری آن درحالت خشک کمی سخت (Slightly hard) و درحالت مرطوب ترد (Friable) و درحالت خیس کمی چسبنده

(Slightly sticky) می‌باشد. این لایه واجد میزان متوسط خلل و فرج ریز و میزان کم ریشه‌های

گیاهی ریز و دارای میزان ۳۰ درصد سنگریزه‌های درشت می‌باشد.

اسیدیته آن ۷/۶۳ و میزان هدایت الکتریکی عصاره گل اشباع آن ۱/۷۸ دسی زیمنس برمتر است.

حد فاصل آن تا لایه بعدی به صورت صاف و واضح است.

۴۰cm + مرز سنگی

شماره نیمرخ خاک : ۲

جدول ۵-۴- نتایج تجزیه خاک پروفیل شماره ۲

عمق Cm	افقی	PH	EC ds/m	O.C%	T.N.V%	Caso ₃ m.e/۱۰۰g.s	Sand %	Silt %	clay %	Fine sand %	Coarse sand %	SAR	B.D (g/cm ^۳)	رنگ خاک در حالت خشک	رنگ خاک درحالت مرطوب
۰-۲۰	A	۷/۶۵	۰/۵۰	۰/۳۱	۴۲/۶۷	۰/۰	۴۶	۳۶	۱۸	۳۱/۴	۱۴/۶	۰/۷۴	۱/۴	قهوه ای روشن ۷.۵YR ۶/۳	قهوه ای مایل به زرد ۷.۵YR ۳/۴
۲۰-۴۰	C	۷/۴۶	۱/۳۸	۰/۴۵۷	۴۲/۵۴	۰/۰۹	۴۸	۳۴	۱۸	-	-	۱/۲۹	-	قهوه ای کمرنگ ۱۰YR ۶/۳	قهوه ای ۱۰YR ۴/۳
۴۰+	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

بررسی نتایج آزمایشگاهی :

این خاکها فاقد مسئله شوری و قلیائیت است و از لحاظ ماده آلی فقیر می‌باشد. این خاکها فاقد

گچ هستند ولی دارای میزان نسبتا زیادی آهک می‌باشند. این خاکها مربوط به رده انتی

سول (Entisols) می‌باشند.

نوع خاک : Fine loamy mixed mesic lithic xerorthents

۱-۱-۴-۲-۳-۱-۳-اجزاء واحد اراضی ۱-۱-۴

موقعیت پروفیل : پایین دست روستای آل $Y = ۴۰۶۳۸۶۰$ $X=۷۳۷۸۴۸$

شماره پروفیل: ۵

افق مشخصه : Mollic

لایه خاک : A:

عمق خاک : ۰-۲۰Cm

شرح :

رنگ خاک درحالت خشک، قهوه‌ای کمرنگ ۶/۳ ۱۰YR و درحالت مرطوب، قهوه‌ای ۱۰YR
۴/۳ با بافت متوسط لوم (Loam) و ساختمان دانه‌ای (grain) که پایداری آن درحالت خشک کمی
سخت (Slightly hard) و درحالت مرطوب ترد (Friable) و درحالت خیس کمی چسبنده (Slightly
sticky) می‌باشد. این لایه واجد میزان زیاد خلل و فرج ریز و متوسط و میزان زیاد ریشه‌های گیاهی
ریز و میزان متوسط ریشه‌های گیاهی متوسط و درسطح دارای ۴۰ درصد سنگریزه درشت و ۱۵ درصد
قلوه سنگ می‌باشد. اسیدیته آن ۷/۴۱ و میزان هدایت الکتریکی عصاره گل اشباع آن ۱/۰۳ دسی
زیمنس برمتر است. حد فاصل این لایه تا لایه بعدی به صورت صاف و واضح است.

افق مشخصه : Calcic

لایه خاک : B:

عمق خاک : ۲۰-۸۰cm

شرح :

رنگ خاک درحالت خشک، قهوه‌ای خیلی کم‌رنگ ۷/۳ YR ۱۰ و درحالت مرطوب، قهوه‌ای ۱۰ YR ۵/۳ با بافت متوسط لوم (Loam) و ساختمان مکعبی (Blocky) که پایداری آن درحالت خشک کمی سخت (Slightly hard) و درحالت مرطوب ترد (Friable) و درحالت خیس کمی چسبنده (Slightly sticky) می‌باشد. این لایه واجد میزان زیاد خلل و فرج ریز و میزان کم خلل و فرج متوسط و میزان نسبتاً زیاد ریشه‌های گیاهی ریز و میزان متوسط ریشه‌های گیاهی متوسط و دارای ۱۰ درصد سنگریزه درشت و ۱۰ درصد آهک قابل رؤیت می‌باشد.

اسیدیته آن ۷/۶۷ و میزان هدایت الکتریکی عصاره گل اشباع آن ۰/۶۲ دسی زیمنس بر متر است.

حد فاصل این لایه تا لایه بعدی صاف و واضح است.

افق مشخصه : -

لایه خاک C:

عمق خاک : ۸۰-۱۱۰ cm

شرح :

رنگ خاک درحالت خشک، قهوه‌ای کم رنگ ۶/۳ YR ۱۰ و درحالت مرطوب، قهوه‌ای ۴/۳ YR ۱۰ با بافت متوسط لوم (Loam) و ساختمان فشرده (Massiv) که پایداری آن درحالت خشک کمی سخت (Slightly hard) و درحالت مرطوب ترد (Friable) و درحالت خیس کمی چسبنده (Slightly Sticky) می‌باشد. این لایه واجد مقادیر متوسط خلل و فرج ریز و میزان کم ریشه‌های گیاهی ریز و متوسط و دارای ۱۰ درصد سنگریزه‌های درشت می‌باشد. اسیدیته آن ۷/۴۶ و میزان هدایت الکتریکی عصاره کل اشباع آن ۱/۳۸ دسی زیمنس بر متر است. حد فاصل این لایه تا لایه بعدی به صورت صاف و واضح است.

۱۱۰+ مرز سنگی

شماره نیمرخ خاک: ۳

جدول ۴-۶- نتایج تجزیه خاک پروفیل شماره ۳

عمق Cm	افق	PH	EC ds/m	O.C %	T.N.V %	Case m.e/۱۰۰g.s	Sand %	Silt %	clay %	Fine sand %	Coarse sand %	SAR	B.D gr/cm ^۳	رنگ خاک در حالت خشک	رنگ خاک درحالت مرطوب
۰-۲۰	A	۷/۴۱	۱/۰۳	۱/۴۵۲	۴۲/۰۲	۰/۰۸	۴۴	۳۷	۱۹	۳۲/۶	۱۱/۳۴	۱/۰۵	۱/۴۲۸	قهوه‌ای کمرنگ ۱۰ YR ۶/۳	قهوه‌ای ۱۰ YR ۴/۳
۲۰-۸۰	B	۷/۶۷	۰/۶۲	۰/۷۸۸	۴۲/۴۱	۰/۰	۴۷	۳۵	۱۸	-	-	۸۷/۰	-	قهوه‌ای خیلی کمرنگ ۱۰ YR ۷/۳	قهوه‌ای ۱۰ YR ۵/۳
۸۰-۱۱۰	C	۷/۴۶	۱/۳۸	۰/۴۵۷	۴۲/۵۴	۰/۰۹	۴۸	۳۴	۱۸	-	-	۱/۲۹	-	قهوه‌ای کمرنگ ۱۰ YR ۶/۳	قهوه‌ای ۱۰ YR ۴/۳
+۱۱۰	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

بررسی نتایج آزمایشگاهی :

این خاکها فاقد مسئله شوری و قلیائیت است و دارای میزان متوسط ماده آلی می‌باشد که با عمق

میزان آن کم می‌شود. این خاکها فاقد گچ هستند ولی دارای میزان نسبتاً زیادی آهک می‌باشند.

این خاکها مربوط به رده این سپتی سول (Inceptisols) می‌باشند.

نوع خاک: Fine loamy mixed mesic typic calci xerepts

۴-۲-۳-۱-۴- اجزاء واحد اراضی ۵-۱-۱

X= ۷۳۹۱۰۰

Y= ۴۰۶۱۵۰۰

موقعیت پروفیل: بالا دست روستای کارده

شماره پروفیل: ۴

افق مشخصه: Mollic

لایه خاک: A

عمق خاک: ۰-۲۰ cm

شرح:

رنگ خاک در حالت خشک، قهوه‌ای روشن ۶/۳ و ۷/۵YR و در حالت مرطوب، قهوه‌ای ۷/۵YR
۴/۳ با بافت لومی شنی (Sandy loam) و ساختمان دانه‌ای (Granular) که پایداری ذرات آن در حالت
خشک کمی سخت (Slightly hard) و در حالت مرطوب ترد (Friable) و در حالت خیس، کمی
چسبنده می‌باشد. این لایه واجد مقادیر زیاد خلل و فرج ریز و مقادیر کم خلل و فرج متوسط و میزان
نسبتاً زیاد ریشه‌های گیاهی ریز و میزان کم ریشه‌های گیاهی متوسط و فاقد سنگریزه سطحی
می‌باشد. اسیدیتته آن ۷/۵۹ و میزان هدایت الکتریکی عصاره کل اشباع آن ۲/۴۲ دسی زیمنس بر متر
است. حدفاصل این لایه تا لایه بعدی به صورت صاف و واضح می‌باشد.

افق مشخصه: Calcic

لایه خاک: B

عمق خاک: ۲۰-۹۰ cm

شرح:

رنگ خاک در حالت خشک، قهوه‌ای روشن ۶/۳ و ۷/۵YR و در حالت مرطوب، ۴/۳ و ۷/۵YR با بافت سبک
لومی شنی (Sandy loam) و ساختمان مکعبی (Blocky) که پایداری ذرات آن در حالت خشک کمی
سخت (Slightly hard) در حالت مرطوب ترد (Friable) و در حالت خیس کمی چسبنده می‌باشد. این
لایه واجد مقادیر زیاد خلل و فرج ریز و مقادیر کم خلل و فرج متوسط و میزان نسبتاً زیاد ریشه‌های

گیاهی ریز و میزان کم ریشه های گیاهی متوسط و فاقد سنگریزه و دارای ۵ درصد آهک ثانویه قابل رویت می باشد. اسیدیته آن ۷/۸۲ و میزان هدایت الکتریکی عصاره کل اشباع آن ۱/۱۳ دسی زیمنس بر متر است. حد فاصل این لایه تا لایه بعدی به صورت صاف و واضح می باشد.

افق مشخصه : -

لایه خاک : C

عمق خاک : ۹۰-۱۵۰ cm

شرح :

رنگ خاک در حالت خشک، خاکستری مایل به صورتی ۶/۲ YR ۷/۲ و در حالت مرطوب، قهوه‌ای ۴/۲ YR ۷/۵ با بافت خیلی سبک لومی شنی (Sandy loamy) و ساختمان فشرده (Massiv) که پایداری ذرات آن در حالت خشک کمی سخت (Slightly hard) در حالت مرطوب ترد (Friable) و در حالت خیس کمی چسبنده (Slightly Sticky) می باشد. این لایه واجد مقادیر متوسط خلل و فرج ریز و مقادیر کم خلل و فرج متوسط و میزان متوسط ریشه های گیاهی ریز و میزان کم ریشه های گیاهی متوسط و فاقد سنگریزه می باشد. اسیدیته آن ۷/۵۳ و میزان هدایت الکتریکی عصاره گل اشباع آن ۱/۷۸ دسی زیمنس بر متر است. حد فاصل این لایه تا لایه بعدی به صورت صاف و واضح می باشد.

۱۵۰+ مرز سنگی

شماره نیمرخ خاک : ۴

جدول ۷-۴- نتایج تجزیه خاک پروفیل شماره ۴

عمق	افق	PH	EC d/m	O.C %	T.N.V %	Case ₂ m.e/۱۰۰ g.s	Sand %	Silt %	clay %	Fine sand %	Coarse sand %	SAR	B.D	رنگ خاک در حالت خشک	رنگ خاک در حالت مرطوب
-۲۰	A	۷/۵۹	۲/۴۲	۱/۴۱	۴۴/۷۷	۰/۰۷	۷۳	۱۲	۱۵	۷۰/۵	۲/۵۰	۱/۱۲		قهوه ای روشن ۷.۵YR ۶/۳	قهوه ای ۷.۵YR ۴/۳
-۹۰ ۲۰	B	۷/۸۲	۱/۱۳	۱/۲۴۹	۳۲/۴۶	۰/۱۰	۸۰	۱۱	۹	-	-	۱/۰۲	-	خاکستری مایل به صورتی ۷.۵YR ۶/۲	قهوه ای ۷.۵YR ۴/۲
-۱۵۰ ۹۰	C	۷/۶۳	۱/۷۸	۰/۲۷۰	۳۲/۲۵	۰/۱۲	۷۵	۱۴	۱۶	-	-	۱/۳۶	-	قهوه ای روشن ۷.۵YR ۶/۳	قهوه ای ۷.۵YR ۴/۳
+۱۵۰	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

بررسی نتایج آزمایشگاهی :

این خاک فاقد مسئله شوری و قلیائیت است. لایه سطحی خاک به میزان متوسط دارای ماده آلی

است و با عمق میزان آن کاهش می‌یابد. این خاکها فاقد گچ می‌باشد ولی میزان آهک آن نسبتاً بالا

است. این خاک مربوط به رده این سپتی سول (Inceptisols) می‌باشد.

نوع خاک : Coarse loamy mixed mesic typic calci xerepts

۴-۲-۳-۱-۵- اجزاء واحد اراضی ۱-۲-۱

موقعیت پروفیل: روستای کارده X= ۷۳۸۶۱۲ Y= ۴۰۵۹۷۲۶

شماره پروفیل: ۵

افق مشخصه: ochric

لایه خاک : A

عمق خاک : ۰-۱۵cm

شرح :

رنگ خاک درحالت خشک، قهوه‌ای کمرنگ ۶/۳ ۱۰YR و درحالت مرطوب، قهوه ای ۱۰YR
۴/۳ با بافت خیلی سبک شنی لومی (Loamy sand) و ساختمان تک دانه (single grain) که پایداری
ذرات آن درحالت خشک نرم (Soft) و درحالت مرطوب، ترد (Friable) و درحالت خیس، بدون
چسبندگی می‌باشد. این لایه واجد مقادیر متوسط خلل و فرج ریز و میزان کم خلل و فرج متوسط
و دارای میزان کم تا متوسط ریشه‌های گیاهی ریز و در سطح دارای ۷۰ درصد سنگریزه درشت می‌باشد.
این لایه واجد ۲۰ درصد سنگریزه‌های ریز می‌باشد. اسیدیتته آن ۷/۷۳ و میزان هدایت الکتریکی عصاره
کل اشباع آن ۰/۶۶ دسی‌زیمنس بر متر است. حدفاصل این لایه تا لایه بعدی به صورت تدریجی و
غیر واضح است.

افق مشخصه: -

لایه خاک : C

عمق خاک : ۱۵-۷۵cm

شرح :

رنگ خاک درحالت خشک، خاکستری مایل به قهوه‌ای ۶/۲ ۱۰YR و درحالت مرطوب، قهوه‌ای
مایل به خاکستری تیره ۴/۲ ۱۰YR با بافت خیلی سبک شنی لومی (Loamy sand) و ساختمان تک
دانه (Single grain) که پایداری آن درحالت خشک، نرم (Soft) و درحالت مرطوب، ترد (Friable) و
درحالت مرطوب، بدون چسبندگی (Non sticky) می‌باشد. این لایه واجد میزان متوسط خلل و فرج

ریز و میزان کم ریشه‌های گیاهی ریز و متوسط و واجد ۵۰ درصد سنگریزه‌های درشت می‌باشد.

اسیدیته آن ۷/۹۳ و میزان هدایت الکتریکی عصاره کل اشباع آن ۰/۴۵ دسی زیمنس برمتر است.

حد فاصل این لایه تا لایه بعدی به صورت تدریجی و واضح است.

۷۵+ مرز سنگی

شماره نیمرخ خاک : ۵

اجزاء واحد اراضی : ۱-۲-۱

جدول ۸-۴- نتایج تجزیه خاک پروفیل شماره ۵

عمق	افق	PH	EC	O.C%	T.N.V %	Caso _e m.e/۱۰۰g.s	Sand %	Silt %	clay %	Fine sand %	Coarse sand %	SAR	B.D	رنگ خاک در حالت مرطوب	رنگ خاک در حالت خشک
-۱۵	A	۷/۷۳	۰/۶۶	۰/۲۷۵	۳۲/۵۹	۰/۰	۸۳	۹	۸	۵۱/۳	۳۱/۷	۲/۱۲	۱/۲۱۳	قهوه ای ۱۰ YR ۴/۳	قهوه ای کمرنگ ۱۰ YR ۶/۳
-۷۵ ۱۵	C	۷/۹۳	۰/۴۵	۰/۱۶۶	۳۲/۷۳	۰/۰	۸۵	۸	۷	-	-	۱/۶۳	-	قهوه ای مایل به خاکستری تیره ۱۰ YR ۴/۳	خاکستری مایل به قهوه ای روشن ۱۰ YR ۶/۲
+۷۵	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

بررسی نتایج آزمایشگاهی :

این خاک فاقد مسئله شوری و قلیائیت است. از نظر ماده آلی فقیر می‌باشد. فاقد گچ است ولی

میزان آهک آن نسبتاً زیاد است. این خاکها مربوط به رده انتی سول (Entisols) می‌باشند.

نوع خاک : Sandy mixed mesic typic xerorthends

۱-۳-۱-۲-۳-۱-۶-۱-۳-۱-۳-۱

موقعیت پروفیل : حوضه سیج Y= ۴۰۷۴۴۹۰ X= ۷۳۶۵۰۰

شماره پروفیل : ۶

افق مشخصه : Mollic

لایه خاک : A

عمق خاک : ۰-۱۵cm

شرح :

رنگ خاک در حالت خشک، قهوه‌ای روشن ۶/۳ ۷/۵YR و در حالت مرطوب، قهوه‌ای ۴/۳ ۷/۵YR با بافت سنگین لومی رسی شنی (Sandy clay loam) و ساختمان کروی متخلخل (Crumb) که پایداری آن در حالت خشک، کمی سخت (Slightly hard) و در حالت مرطوب ترد (Friable) و در حالت خیس چسبنده (Sticky) می‌باشد. این لایه واجد مقادیر زیاد خلل و فرج ریز و میزان کم خلل و فرج درشت و متوسط و میزان نسبتاً زیاد ریشه‌های گیاهی ریز و میزان کم ریشه‌های گیاهی متوسط و در سطح دارای ۴۰ درصد سنگریزه‌های درشت می‌باشد. اسیدیتته آن ۷/۷۴ و میزان هدایت الکتریکی عصاره گل اشباع آن ۰/۴۶ دسی‌زیمنس برمتر است.

حد فاصل این لایه تا لایه بعدی به صورت صاف و واضح است.

افق مشخصه : Calcic

لایه خاک : B

عمق خاک : ۱۵-۷۵cm

شرح :

رنگ خاک در حالت خشک، قهوه‌ای مایل به قرمز روشن ۶/۳ ۵YR و در حالت مرطوب، قهوه‌ای مایل به قرمز ۴/۳ ۵YR با بافت لومی رسی شنی (Sandy clay loam) و ساختمان مکعبی گوشه دار

(Angular blocky) که پایداری ذرات آن درحالت خشک نسبتاً سخت (Slightly hard) و درحالت مرطوب ترد (Friable) و در حالت خیس چسبنده (Sticky) می‌باشد. این لایه واجد میزان زیاد خلل و فرج ریز و میزان متوسط خلل و فرج متوسط و دارای میزان نسبتاً متوسط ریشه‌های گیاهی ریز و میزان کم ریشه‌های گیاهی متوسط و دارای ۳۰ درصد سنگریزه‌های ریز می‌باشد. اسیدیتته آن ۷/۸۴ و میزان هدایت الکتریکی عصاره گل اشباع آن ۰/۵۰ دسی زیمنس برمتر است. حد فاصل این لایه تا لایه بعدی به صورت صاف و واضح است.

افق مشخصه : -

لایه خاک : C

عمق خاک : ۷۵-۱۱۵cm

شرح :

رنگ خاک درحالت خشک، قهوه‌ای مایل به قرمز روشن ۵YR ۶/۳ و درحالت مرطوب، قهوه‌ای مایل به قرمز ۵YR ۴/۳ با بافت لومی رسی شنی (Sandy clay loam) و ساختمان فشرده (Massiv) که پایداری ذرات آن درحالت خشک کمی سخت (Slightly hard) و درحالت مرطوب، ترد (Friable) و درحالت خیس، چسبنده (Sticky) می‌باشد. این لایه واجد میزان زیاد خلل و فرج ریز و میزان کم ریشه‌های گیاهی ریز و دارای ۳۰ درصد سنگریزه‌های ریز می‌باشد. اسیدیتته آن ۷/۸۰ و میزان هدایت الکتریکی عصاره کل اشباع آن ۰/۴۰ دسی زیمنس برمتر است. حد فاصل این لایه تا لایه بعدی به صورت صاف و واضح است.

۱۱۵+ مرز سنگی

شماره نیمرخ خاک : ۶

جدول ۹-۴- نتایج تجزیه خاک پروفیل شماره ۶

عمق Cm	افق	PH	EC ds/m	O.C%	T.N.V %	Caso _s m.e/۱۰۰g.s	Sand%	Silt%	clay%	Fine sand%	Coarse sand%	SAR	B.D gr/cm ^۳	رنگ خاک در حالت خشک	رنگ خاک در حالت مرطوب
۰-۱۵	A	۷/۷۴	۰/۴۶	۰/۶۶۴	۴۴/۹	۰/۱۱	۵۷	۲۱	۲۲	۲۱/۵۴	۳۵/۴۶	۱/۱۲	۱/۵۳	قهوه ای روشن ۷.۵YR ۶/۳	قهوه ای مرطوب ۷.۵YR ۴/۳
-۷۵ ۱۵	B	۷/۸۴	۰/۵۰	۰/۴۹۸	۴۵/۸۲	۰/۱۳	۴۹	۲۴	۲۷	-	-	۱/۲۳	-	قهوه ای مایل به قرمز ۶/۳ YR	قهوه مایل به قرمز ۴/۳ ۵YR
-۱۱۵ ۷۵	C	۷/۸۰	۰/۴۰	۰/۳۲	۴۰/۲	۰/۰	۵۰	۲۳	۲۷	-	-	۱/۲۰	-	قهوه ای مایل به قرمز روشن ۷.۵ ۶/۳ YR	قهوه ای مایل به قرمز ۴/۳ ۵YR
+۱۱۵	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

بررسی نتایج آزمایشگاهی :

این خاکها فاقد مسئله شوری وقلیائیت می باشند. از نظر ماده آلی فقیر هستند و هرچه به عمق می رویم از میزان ماده آلی کاسته می شود. این خاکها فاقد گچ ولی دارای میزان آهک نسبتاً زیادی هستند.

این خاکها مربوط به رده این سپتی سول (Inceptisols) می باشند.

نوع خاک : Fine loamy mixed mesic Typic calcixerepts

۵-۱-۱-۳-۲-۴-۷-۱-اجزاء واحد اراضی ۱-۱-۵

$$X = 737750$$

$$Y = 40630100$$

موقعیت پروفیل: بین روستای کارده و آل

شماره پروفیل : ۸

افق مشخصه : ochric

لایه خاک : A

عمق خاک : ۰-۲۰ cm

شرح :

رنگ خاک در حالت خشک، قهوه‌ای کم رنگ ۱۰YR۶/۳ و در حالت مرطوب، قهوه‌ای ۱۰YR ۴/۳ با بافت سبک لومی شنی (Sandy loam) و ساختمان دانه‌ای (grain) که پایداری ذرات آن در حالت خشک کمی سخت (Slightly hard) و در حالت مرطوب ترد (Friable) و در حالت خیس بدون کمی چسبنده (Slightly sticky) می‌باشد. این لایه واجد مقادیر زیاد خلل و فرج ریز و میزان متوسط خلل و فرج درشت و دارای میزان زیاد ریشه‌های گیاهی ریز و میزان کم ریشه‌های گیاهی متوسط و در سطح واجد ۲۰ درصد سنگریزه‌های درشت می‌باشد. این لایه واجد ۱۰ درصد سنگریزه‌های ریز می‌باشد. اسیدیتته آن ۷/۷۶ و میزان هدایت الکتریکی عصاره گل اشباع آن ۰/۶۴ دسی زیمنس برمتر است. حد فاصل این لایه تا لایه بعدی به صورت صاف و واضح است .

افق مشخصه :-

لایه خاک : C

عمق خاک : ۲۰-۱۵۰ cm

شرح :

رنگ خاک در حالت خشک، خاکستری مایل به قهوه‌ای روشن ۱۰YR و در حالت مرطوب، قهوه‌ای مایل به خاکستری تیره ۱۰YR۴/۲ با بافت خیلی سبک شنی (Sandy) و ساختمان فشرده (Massive) که پایداری ذرات آن در حالت خشک، نرم (Soft) در حالت مرطوب، ترد (Friable) و در حالت خیس، بدون چسبندگی (Non sticky) می باشد. این لایه واجد میزان متوسط خلل و فرج ریز و میزان کم خلل و فرج درشت و متوسط و میزان متوسط ریشه‌های گیاهی ریز و دارای ۶۰ درصد سنگریزه‌های درشت و ۲۰ درصد قلوه سنگ می باشد. اسیدیتته آن ۸/۰۴ و میزان هدایت الکتریکی عصاره گل اشباع آن ۰/۵۳ دسی زیمنس بر متر است.

حد فاصل این لایه تا لایه بعدی به صورت صاف و واضح است.

۱۵۰ + مرز سنگی

شماره نیمرخ خاک: ۷

جدول ۱۰-۴- نتایج آنالیز پروفیل شماره ۷

عمق Cm	افق	PH	EC ds/m	O.C%	T.N.V %	Caso _۳ m.e/۱۰۰g .s	Sand %	Silt %	clay %	Fine sand %	Coarse sand %	SAR	B.D gr/cm ^۳	رنگ خاک در حالت خشک	رنگ خاک در حالت مرطوب
۰-۲۰	A	۷/۶ ۷	۰/۶۴	۰/۴۷۷	۴۷/۱۲	۰/۰	۶۶	۱۷	۱۷	۵۵/۹	۱۰/۱۰	۰/۹۷	۱/۴۱۸	قهوه‌ای کمرنگ ۱۰YR ۴/۳ ۶/۳	قهوه‌ای ۱۰UYR ۴/۳
-۱۵۰ ۲۰	C	۸/۰۴ ۸	۰/۵۳	۰/۱۴۵	۳۰/۳۷	۰/۰	۹۵	۲	۳	-	-	۱/۰۴	-	خاکستری مایل به قهوه‌ای روشن ۱۰YR.۶/ ۲	قهوه‌ای مایل به خاکستری ۱۰YR ۴/۲ ۵YR ۴/۳
+۱۵۰	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

بررسی نتایج آزمایشگاهی :

این خاکها فاقد مسئله شوری و قلیائیت هستند. از نظر میزان ماده آلی فقیر می‌باشند و با عمق از میزان آن کاسته می‌شود. این خاکها فاقد گچ می‌باشند ولی دارای میزان نسبتاً زیادی آهک می‌باشند. این خاکها مربوط به رده انتی سول (Entisols) می‌باشند.

نوع خاک : Sandy mixed mesic Typic xerofluvents

۱-۴-۱ اجزاء واحد اراضی ۱-۳-۲-۴-۸

موقعیت پروفیل : پایین روستای کارده $X= 738817$ $Y= 4058892$

شماره پروفیل : ۸

افق مشخصه : Mollic

لایه خاک : A

عمق خاک : ۰-۲۰ cm

شرح :

رنگ خاک در حالت خشک، قهوه‌ای روشن ۶/۳ ۷/۵YR و در حالت مرطوب، قهوه‌ای ۷/۵YR
۴/۳ بافت سبک لومی شنی (Sandy loam) و ساختمان دانه‌ای (grian) که پایداری ذرات آن
در حالت خشک کمی سخت (Slightly hard) و در حالت مرطوب، ترد (Friable) و در حالت خیس کمی
چسبنده (Slightly sticky) می‌باشد. این لایه واجد میزان زیاد خلل و فرج ریز و میزان متوسط خلل و
فرج متوسط و دارای میزان متوسط ریشه‌های گیاهی ریز و واجد ۶۰ درصد سنگریزه‌های سطحی
درشت و ۱۰ درصد قلوه سنگ می‌باشد. اسیدیته آن ۷/۷۴ و میزان هدایت الکتریکی عصاره کل اشباع
آن ۰/۴۴ دسی زیمنس برمتر است. حد فاصل این لایه تا لایه بعدی به صورت تدریجی و غیر واضح
است.

افق مشخصه : calcic

لایه خاک B:

عمق خاک: ۲۰-۹۰ cm

شرح :

رنگ خاک در حالت خشک، قهوه‌ای مایل به قرمز روشن ۶/۳ YR ۵ و در حالت مرطوب، قهوه‌ای مایل به قرمز ۴/۳ YR ۵ با بافت سنگین لومی رسی (Clay loam) و ساختمان مکعبی (Blocky) که پایداری ذرات آن در حالت خشک، نسبتاً سخت (Slightly hard) و در حالت مرطوب، ترد (Friable) و در حالت خیس کمی چسبنده (Slightly sticky) می‌باشد. این لایه واجد میزان زیاد خلل و فرج ریز و میزان کم خلل و فرج درشت و دارای میزان نسبتاً متوسط ریشه‌های گیاهی ریز می‌باشد. این لایه واجد ۳۰ درصد سنگریزه است. اسیدیته آن ۷/۸۶ و میزان هدایت الکتریکی عصاره گل اشباع آن ۰/۴۶ دسی زیمنس بر متر است. حد فاصل این لایه تا لایه بعدی به صورت تدریجی و غیر واضح است.

افق مشخصه : -

لایه خاک C

عمق خاک: ۹۰-۱۳۰ cm

شرح :

رنگ خاک در حالت خشک، قهوه‌ای مایل به قرمز روشن ۶/۳ YR ۷/۵ و در حالت مرطوب، قهوه‌ای تیره ۴/۳ YR ۷ با بافت لومی شنی (Sandy loam) و ساختمان فشرده (Massive) که پایداری ذرات آن در حالت خشک، کمی سخت (Slightly hard) و در حالت مرطوب، ترد (Friable) و در حالت خیس کمی چسبنده (Slightly sticky) است. این لایه واجد میزان متوسط خلل و فرج ریز و میزان کم ریشه‌های گیاهی ریز و دارای ۱۰ درصد سنگریزه می‌باشد. اسیدیته آن ۷/۷۰ و میزان هدایت الکتریکی

عصاره گل اشباع آن ۰/۴۰ دسی زیمنس برمتر است. حد فاصل این لایه تا لایه بعدی به صورت صاف

و واضح است .

۱۳۰cm + مرز سنگی

شماره نیمرخ: ۱

جدول ۱۱-۴- نتایج تجزیه خاک پروفیل شماره ۸

عمق	افق	PH	EC ds/m	O.C%	T.N.V %	Caso ₃ m.e/۱۰۰g.s	Sand%	Silt%	clay%	Fine sand %	Coarse sand %	SAR	B.D gr/cm ³	رنگ خاک در حالت خشک	رنگ خاک درحالت مرطوب
۰-۲۰	A	۷/۷۴	۰/۴۴	۰/۷۰۵	۴۶/۶	۰/۰۵	۶۲	۲۰	۱۸	۲۱/۸	۴۰/۱	۱/۱۱	۱/۴۲	قهوه ای روشن ۷.۵YR ۴/۳ ۶/۳	قهوه ای خشک
-۹۰ ۲۰	B	۷/۸۶	۰/۴۶	۰/۶۲۳	۴۵/۹	۰/۱۰	۳۶	۲۵	۳۹	-	-	۱/۱۵	-	قهوه ای مایل به قرمز روشن ۵YR ۴/۳ ۶/۳	قهوه ای مایل به قرمز
-۱۳۰ ۹۰	C	۷/۷۰	۰/۴۰	۰/۴۲۰	۴۰/۳	۰/۰۰	۳۰	۲۸	۴۲	-	-	۱/۱۰	-	قهوه ای مایل به قرمز روشن ۷YR ۴/۳ ۵YR ۶/۳	تیبره
+۱۳۰	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

بررسی نتایج آزمایشگاهی :

این خاک فاقد مسئله شوری و قلیائیت است. از نظر میزان ماده آلی نسبتاً پایین می‌باشد تقریباً فاقد گچ است ولی میزان آهک ثانویه آن نسبتاً بالا می‌باشد.

نوع خاک : Clay mixed mesic typic calcixerpts

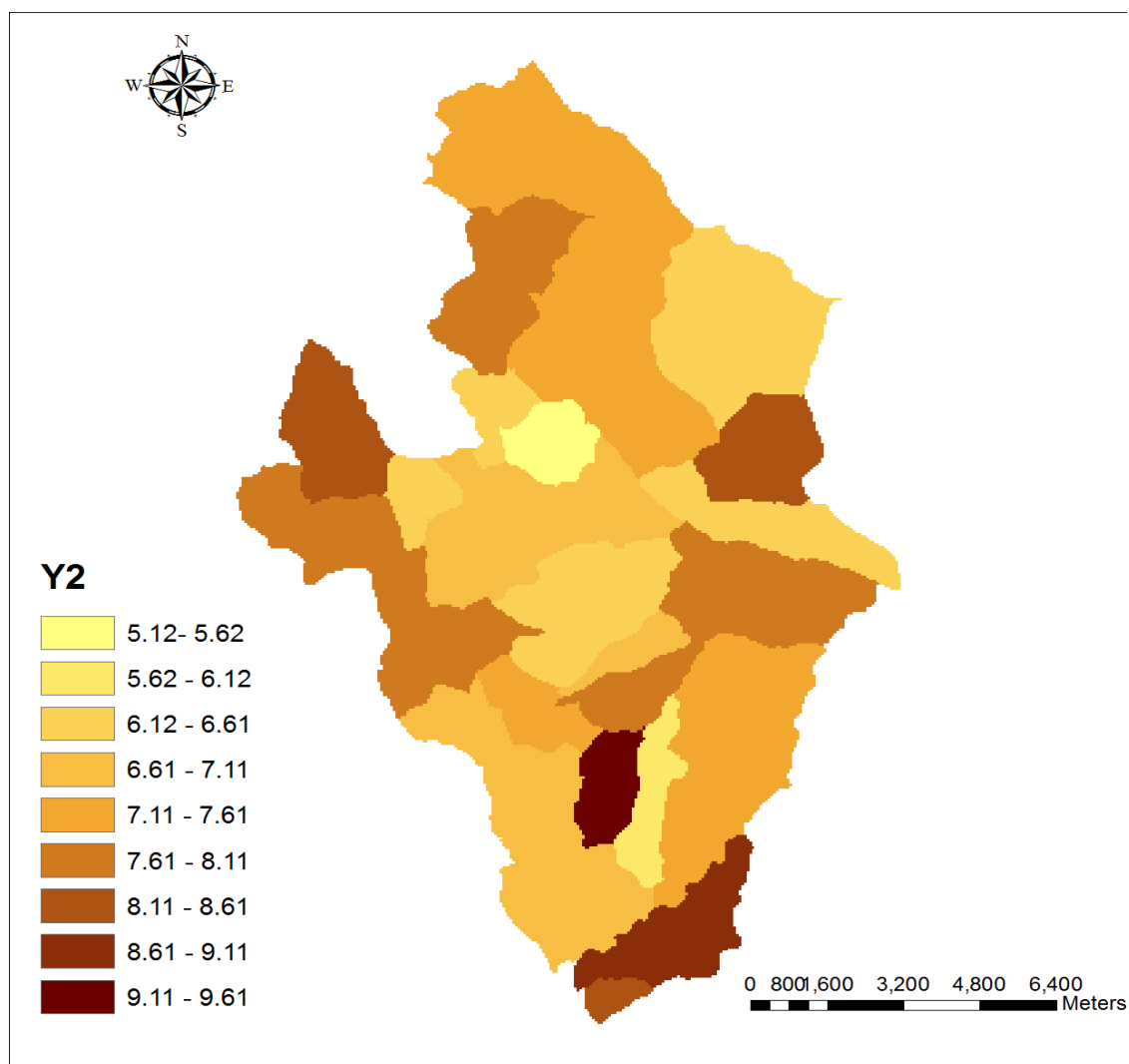
جدول ۱۲-۴-رخساره های ژئومرفولوژیکی حوزه آبخیز سیج و آل مشهد

کد واحد	کد واحد	تیپ	کد تیپ	رخساره	کد رخساره
کوهستان	۱	آهکی - شیلی (J ¹ m _z , J ² m _z , J ³ m _z)	۱	رخنمون سنگی بالای ۹۰ درصد (توده سنگی)	۱-۱-۱
				رخنمون سنگی بالای ۷۵ درصد همراه با واریزه بلوکی	۱-۱-۲
				رخنمون سنگی ۵۰ تا ۷۵ درصد	۱-۱-۳
				فرسایش آبی	۱-۱-۴
				مناطق خاکدار	۱-۱-۵
	۱	آبرفتی (Qal, Qt ₁ Qt ₂)	۲	پادگانه	۱-۲-۱
				مسیل	۱-۲-۲
	۱	کنگلومرایی plQ c	۳	فرسایش آبی	۱-۳-۱
				رخنمون سنگی ۲۵ تا ۵۰ درصد	۱-۴-۱
				رخنمون سنگی کمتر از ۲۵ درصد	۱-۴-۲
				مناطق خاکدار	۱-۴-۳
	۱	ماسه سنگ و شیل شوربجه (Ksh)	۴	فرسایش آبی	۱-۵-۱
				ماسه سنگی - سیلتستونی (Ngr)	

جدول ۱۳-۴-عامل خاکشناسی در هر یک از واحدهای اراضی

اجزاء واحد اراضی	Y _۲	K
۱-۱-۱	۱/۶۷	۰/۱
۱-۱-۲	۵/۵۱	۰/۳۳
۱-۱-۳	۹/۶۱	۰/۵۷
۱-۱-۴	۸/۱۵	۰/۴۸
۱-۱-۵	۱۱/۱۹	۰/۶۷
۱-۲-۱	۱۱/۰۶	۰/۶۶
۱-۳-۱	۱۰/۳۸	۰/۶۲
۱-۴-۱	۵/۴۰	۰/۳۲
۵-۱-۱	۱۱/۰۶	۰/۶۶
X-۱-۱	.	.

در شکل ۳-۴- لایه خاک یا Y_۲ نشان داده شده است.



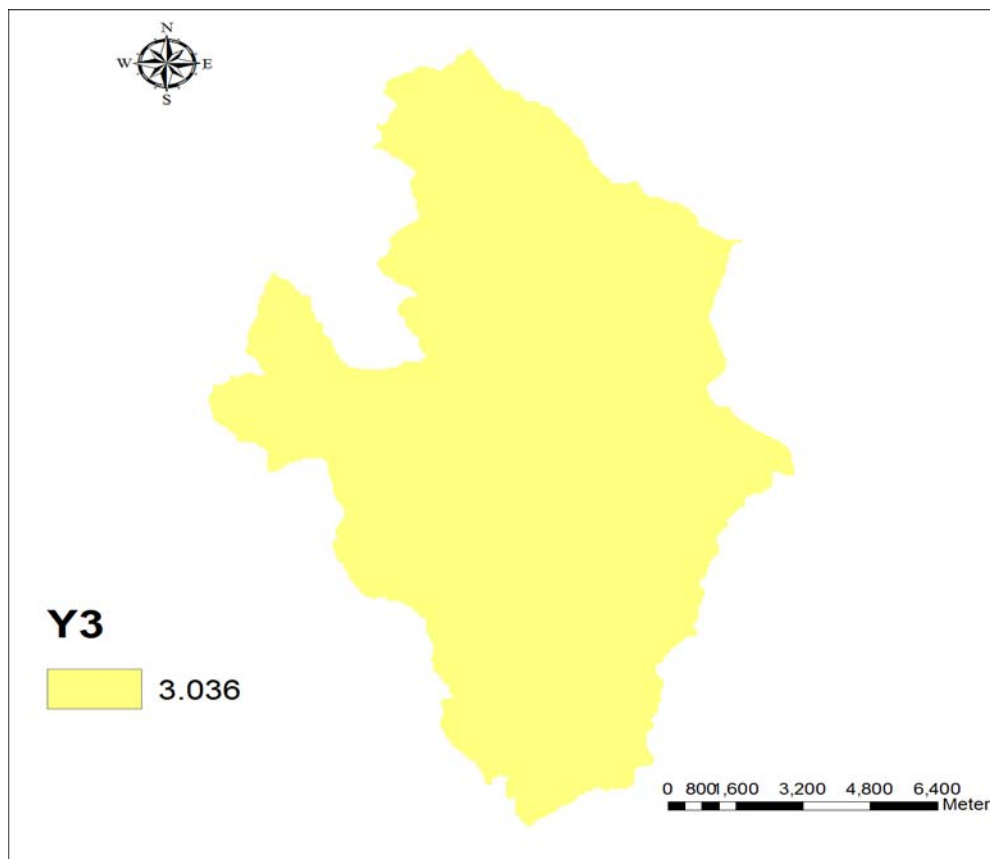
شکل ۳-۴- لایه خاک یا Y_۲

۳-۴- عامل آب و هوا (Climate)

در مدل جدید پسیاک برای تعیین عامل آب و هوا از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$Y_3 = 0.2 P_2 \quad (4-4)$$

که در آن Y_3 امتیاز عامل آب و هوا و P_2 مقدار بارندگی ۶ ساعته با دوره بازگشت ۲ سال بر حسب میلی متر می‌باشد که با استفاده از اطلاعات آمار هواشناسی محاسبه می‌گردد. به منظور به دست آوردن مقدار P_2 با توجه به اطلاعات ایستگاه‌های منطقه از اطلاعات منحنی‌های IDF^1 (شدت، مدت، فراوانی) استفاده شد. بدین ترتیب شدت بارش ۶ ساعته منطقه ۲/۵۳ میلی متر بر ساعت محاسبه شد و با ضرب آن در ۶ ساعت مقدار بارش ۶ ساعته ۱۵/۱۸ میلی متر برای کل حوضه به دست آمد. بنابراین مقدار Y_3 در این حوضه ۳/۰۳۶ می‌باشد.



شکل ۴-۴- لایه آب و هوا یا Y_3

¹ Intensity Duration Frequency

۴-۴- عامل رواناب (Run off)

در روش اصلاح شده پسیاک برای برآورد امتیاز عامل رواناب رابطه زیر ارائه شده است:

$$Y_f = 0.006R + 1.0 Q_p \quad (۴-۵)$$

که در آن:

Y_f = امتیاز عامل رواناب در روش پسیاک اصلاح شده.

R = ارتفاع رواناب سالانه بر حسب میلی متر.

Q_p = دبی ویژه پیک بر حسب متر مکعب بر ثانیه در کیلومتر مربع می باشد.

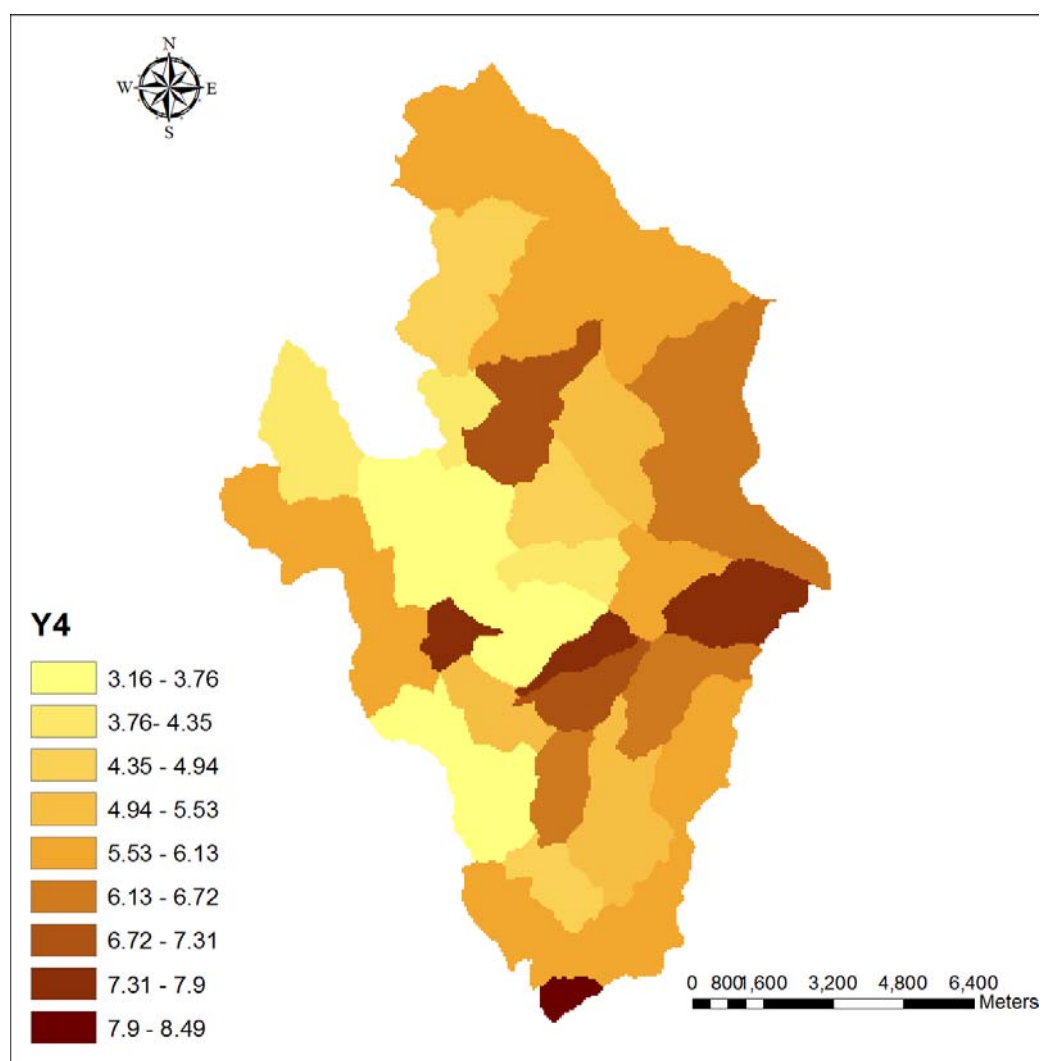
بر اساس ارتفاع رواناب سالانه ودبی ویژه پیک، عامل Y_f در هر یک از زیرحوضه ها برآورد شده و امتیازدهی شد.

جدول ۱۴-۴- امتیازات عامل رواناب برای زیرحوضه های هیدرولوژیک منطقه

زیرحوضه	مساحت (km ^۲)	میانگین بارندگی سالیانه (mm)	ارتفاع رواناب (mm)	دبی ویژه پیک (m ^۳ /s/km ^۲)	Y_f
S _۱	۹/۳۴	۴۱۹	۱۷۷/۳	۰/۴۶	۵/۶۶
S _۲	۹/۵۶	۳۹۹/۸۴	۱۶۰/۸	۰/۴۷	۵/۶۶
S _۳	۶/۶۲	۴۲۷/۰۵	۱۸۴	۰/۴۹	۶
S _۴	۴/۷۲	۴۲۴/۳۵	۱۹۰/۶	۰/۵۴	۶/۵۴
S _۵	۲/۸۳	۳۶۸/۵۰	۱۳۴/۷	۰/۶۱	۶/۹
S _۶	۲/۸۳	۳۵۵/۰۲	۱۱۷	۰/۶۱	۶/۸
S _۷	۵/۰۱	۴۱۶/۴۱	۱۸۱/۴	۰/۵۳	۶/۳۸
S _۸	۴/۲۸	۴۰۴/۸۲	۱۶۷/۴	۰/۵۵	۶/۵
S _۹	۴/۵۹	۳۹۷/۱۳	۱۵۳/۱	۰/۵۴	۶/۳۱
S _{۱۰}	۴/۴۶	۳۷۷/۵۵	۱۳۶	۰/۵۵	۶/۳۱
S _{۱۱}	۴/۶۰	۳۵۴/۱۳	۱۱۵/۲	۰/۵۴	۶/۰۹
S _{۱۲}	۲/۸۹	۳۱۴/۳۷	۸۸/۷	۰/۶۱	۶/۶
S _{۱۳}	۲/۸۷	۳۳۶/۱۳	۱۱۲/۶	۰/۶۱	۶/۷۷
S _{۱۴}	۱/۷۵	۳۵۳/۷۵	۱۳۱/۶	۰/۶۹	۷/۶۸
S _{۱۵}	۱/۵۸	۳۳۸/۰۳	۱۱۰/۳	۰/۷	۷/۶۶
S _{۱۶}	۴/۹۵	۳۴۶/۴۱	۱۰۴/۲	۰/۵۴	۶/۰۲
S _{۱۷}	۵/۵۵	۳۴۸/۳۲	۱۰۹/۲	۰/۵۲	۵/۸۶
S _{۱۸}	۱۶/۴۶	۳۹۶/۰۹	۱۵۲/۱	۰/۴	۴/۹
S _{۱۹}	۳۳/۹۳	۳۸۶/۹۶	۱۳۸	۰/۳۴	۴/۲۲
S _{۲۰}	۱۵/۶۰	۴۱۰/۶۷	۱۶۶/۶	۰/۴۱	۵/۰۹
S _{۲۱}	۱۰/۶۹	۴۰۴/۰۲	۱۶۲/۵	۰/۴۵	۵/۴۷
S _{۲۲}	۳۰/۳۰	۳۹۸/۵۴	۱۴۸/۹	۰/۳۵	۴/۳۹
S _{۲۳}	۸/۲۹	۳۸۶/۳۵	۱۴۱/۷	۰/۴۷	۵/۵۵
S _{۲۴}	۴۱/۴۴	۳۹۱/۸۵	۱۴۱/۱	۰/۳۲	۴/۰۴

S _۸	۱۳/۳۶	۳۴۰/۵۰	۹۸	۰/۴۲	۴/۷۸
S _۹	۵۴/۵۶	۳۶۶/۹۵	۱۱۸/۲	۰/۳۰	۳/۷
S _{۱۰}	۱۰۲/۶۲	۳۷۴/۴۶	۱۱۹/۲	۰/۲۶	۳/۳۱
S _{۱۱}	۱۱۰/۲۸	۳۷۱/۳۶	۱۱۶/۶	۰/۲۶	۳/۲۹
S _{۱۲}	۸/۳۶	۳۳۶/۹۰	۱۰۱/۹	۰/۴۷	۵/۳۱
S _{۱۳}	۱۲۲/۲۱	۳۶۶/۳۴	۱۱۲/۶	۰/۲۵	۳/۱۷
S _{۱۴}	۱۲۷/۱۴	۳۶۳/۸۶	۱۱۰/۸	۰/۲۵	۳/۱۶
S _{۱۵}	۷/۵۲	۳۵۴/۷۹	۱۱۸/۶	۰/۴۸	۵/۵۱
S _{۱۶}	۷/۸۲	۳۴۱/۹۰	۱۰۷	۰/۴۸	۵/۴۴
S _{۱۷}	۱۶/۰۲	۳۴۵/۶۵	۱۰۸/۲	۰/۴۱	۴/۷۴
S _t	۱۴۶/۶	۳۵۹/۸۱	۷۲/۷	۰/۲۴	۲/۸۳
K _۱	۵/۶۲	۲۹۶/۳۷	۵۷/۸	۰/۵۲	۵/۵۴
K _۲	۰/۹۴	۲۵۸/۴۸	۹۸/۶	۰/۷۹	۸/۴۹

در شکل ۴-۵ لایه رواناب یا Y_4 نشان داده شده است.



شکل ۴-۵- لایه رواناب یا Y_4

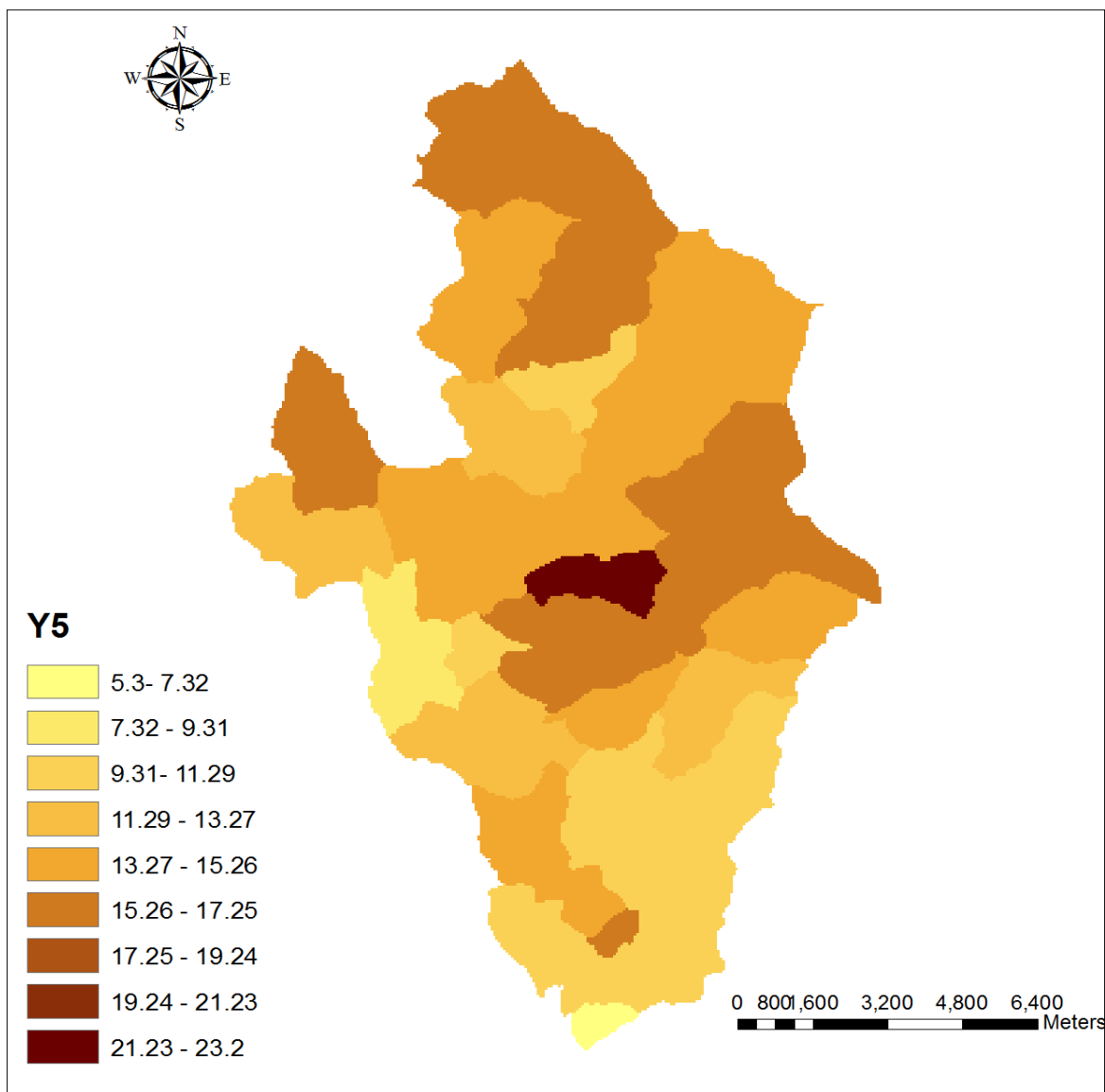
۴-۴-۵-عامل پستی و بلندی (Topography)

برای تعیین امتیاز توپوگرافی از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$Y_5 = 0.33S \quad (4-6)$$

Y_5 درجه رسوب دهی و S شیب متوسط بر حسب درصد می‌باشد.

در شکل ۴-۶- لایه پستی و بلندی یا Y_5 نشان داده شده است.



شکل ۴-۶- لایه پستی و بلندی یا Y_5

۴-۶-۲-عامل پوشش زمین (Ground Cover)

برای تعیین امتیاز عامل پوشش زمین از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$Y_6 = 0.2Pb \quad (4-7)$$

Y_6 : امتیاز عامل پوشش زمین و Pb درصد اراضی لخت و فاقد پوشش می‌باشد.

جدول ۱۵-۴- امتیازات عامل پوشش زمین در هریک از تیپ‌های گیاهی

نوع پوشش	عامل پوشش زمین
Am.spi-Acl.kh-An.gr	۴/۲
Acl.kh-Grasses-Ar.au	۲/۵
Acl.kh-Epd.pr-St.ba	۳
Ar.sp-Acl.kh-Pro.ab	۳
Ar.spp-Acl.kh-Grasses	۳
Ar.sp-Grasses-Epd.pr	۲
Acl.kh-Grasses	۶
اراضی دیم	۱۴
اراضی آبی و باغات	۵
مسیل	۹
توده سنگی	۴

۴-۶-۱- تشریح تیپهای مرتعی

برطبق بررسی‌های به عمل آمده بر روی وضعیت و تنوع استقرار گونه‌های گیاهی در قسمتهای مختلف حوضه سیج و آل در مجموع، ۷ تیپ مرتعی در مراتع حوضه تفکیک شده که محدوده هر یک از آنها در نقشه تیپولوژی گیاهی مشخص گردیده است (شکل ۵-۳). در تشریح هریک از تیپهای گیاهی علاوه بر ویژگیهای رویشی گونه‌های گیاهی هر تیپ، مشخصاتی از قبیل حدود تغییرات ارتفاعی، نوع سازند زمین‌شناسی، وضعیت شیب و درصد آن، وضعیت و گرایش و میزان تولید علوفه خشک تیپ و ظرفیت مجاز چرای اراضی آن، درصد پوشش سطحی، میزان بارندگی، میزان سطح تیپ و درصد آن،

وضعیت مورفولوژیکی، گونه‌های گیاهی فراوان بعد از گونه‌های غالب و همچنین تعدادی از گونه‌های همراه و مشخصات کلی هر یک از آنها و موقعیت کلی هر تیپ گیاهی آمده است.

۴-۶-۱-۱-تشریح تیپ I (Am.spi-Acl.kh-An.gr)

این تیپ سطحی در حدود ۱۸۷ هکتار معادل ۱/۲ درصد از کل اراضی حوضه مطالعاتی را شامل می‌شود. این تیپ در جنوبی‌ترین و پائین‌ترین قسمت حوضه بر روی ساختارهای آهکی و شیلی همراه با میان لایه‌های مارنی دیده می‌شود. میزان شیب متوسط اراضی این تیپ بین ۲۰-۳۰ درصد می‌باشد. حدود تغییرات ارتفاعی اراضی حوضه ۱۵۴۰-۱۳۰۰ متر می‌باشد. ارتفاع متوسط اراضی این تیپ ۱۴۲۴ متر بوده و از این جهت متوسط بارندگی سالیانه اراضی آن ۲۷۳/۸ میلی‌متر می‌باشد که با استفاده از معادله گرادیان بارندگی حوضه بدست آمده است. اراضی این تیپ در بخشی از زیرحوضه‌های S_{16} ، k_1 ، k_2 دیده می‌شوند. این تیپ در سامانه‌های عرفی فیروزآباد و کارده مشاهده می‌شود. از نظر مورفولوژی اراضی این تیپ دارای رخساره‌های فرسایشی واحد کوهستان و واحد تپه ماهور و همچنین دشت سر سیلابی می‌باشند. از نظر فرسایشی، بواسطه گسترش اراضی دیمزار در بسیاری از اراضی این محدوده که خود ناشی از شرایط نسبتاً مناسب جهت دیمکاری می‌باشد، اشکال فرسایش سطحی و شیاری پراکنده توسعه یافته در این اراضی دیده می‌شود. اراضی این تیپ از نظر تنوع گونه‌های گیاهی، کاملاً متنوع بوده و به هم خوردگی خاصی در رویشگاه‌های این تیپ به چشم می‌خورد که ناشی از شدت بهره‌برداری در نقاط مختلف اراضی این تیپ می‌باشد. طبق ارزیابی‌های انجام شده، درصد تاج پوشش گیاهی ۳۳/۶، لاشبرگ و بقایای گیاهی ۴/۴ درصد، سنگ و سنگریزه سطحی ۳۴/۴ درصد و خاک لخت ۲۷/۶ درصد از سطح این تیپ را پوشانیده است. وضعیت این تیپ فقیر و گرایش آن منفی ارزیابی شده است.

جدول ۱۶-۴- ارزش کاربری، فرم رویشی و طول عمر گونه‌های اصلی تیپ گیاهی

ردیف	ارزش کاربری	فرم رویشی	طول عمر گیاه	نام علمی گونه های اصلی تیپ گیاهی
۱	تشبیتی	بوته ای	چند ساله	spinossima Amygdalus
۲	تشبیتی	بوته ای	چند ساله	Acantolimon khorassanica
۳	تشبیتی علوفه‌ای	گراس	یکساله	Annual grass (Poa sp.-Bromus tectorum-Tainaterium sp.-Dactylis glomerata)

جدول ۱۷-۴- گونه‌های غالب، فراوان و همراه در تیپ گیاهی I

ردیف	نام علمی گونه گیاهی	توضیحات	ردیف	نام علمی گونه گیاهی	توضیحات
۱	Scariola orientalis	فراوان	۷	Cousinia sp.	همراه
۲	Proveskia abrotanoides	همراه	۸	Noea mucronata	همراه
۳	Eremurus spp.	همراه	۹	Astragalus spp.	فراوان
۴	Ephorbia bungei	فراوان	۱۰	Stipa barbata	همراه
۵	Ephorbia sp.	همراه	۱۱	Agropyron trichopheroum	همراه
۶	Artemisia sieberi	فراوان	۱۲	Phlomis cancelata	فراوان

۴-۶-۱-۲- تشریح تیپ گیاهی II (Acl.kh-Grasses-Ar.au)

اراضی این تیپ گیاهی سطحی در حدود ۱۱۱۴/۴ هکتار معادل ۷/۳ درصد از مساحت کل اراضی حوضه مطالعاتی را در بر گرفته است. این تیپ در اراضی بالادست روستای کارده و غالباً پائین تر از ارتفاعات صخره‌ای و در ضلع شرقی حوضه واقع شده اند. ساختار زمین‌شناسی اراضی این تیپ آهک و شیل می‌باشد. اراضی این تیپ غالباً در سامان پنج منه (سامان مشترک روستاهای سیچ و آل و جنگ) و سامان‌های مجزا روستای سیچ- آل- جنگ- بلغور واقع شده‌اند. اراضی این تیپ در بخشی از زیرحوضه‌های S_{۱۰}، S_{۱۱}، S_{۱۲}، S_{۱۳}، S_{۱۴}، S_{۱۵}، S_{۱۶}، S_{۱۷}، S_{۱۸}، S_{۱۹}، k_۱ دیده می‌شوند. میانگین وزنی شیب در اراضی این تیپ ۳۰-۶۰ درصد می‌باشد. حدود تغییرات ارتفاعی

اراضی این تیپ بین ۱۸۰۰-۱۳۸۰ متر می‌باشد. ارتفاع متوسط اراضی این تیپ گیاهی ۱۶۱۷ متر بوده و از این جهت متوسط بارندگی سالیانه اراضی این تیپ ۳۱۱/۴ میلی‌متر در سال بوده که با استفاده از معادله گرادیان بارندگی حوضه به دست آمده است. اراضی این تیپ دارای مورفولوژی واحد کوهستان بوده و شیب اغلب اراضی آن زیاد می‌باشد. پراکندگی سنگریزه بعضاً به اشکال واریزه‌ای در اراضی این تیپ نیز به نسبت زیاد است. دیمزارهای پراکنده‌ای با سطح محدود در بعضی از دامنه‌های کم شیب این تیپ دیده می‌شود. گونه‌های گیاهی موجود در اراضی این تیپ غالباً شامل گونه‌های زیاد شونده و یا مهاجم بوده و گونه‌های کم شونده کاملاً خوش خوراک با پراکندگی بیشتر در بعضی نقاط این تیپ مشاهده می‌شوند. این تیپ بواسطه شرایط حاکم بر آن قابلیت مرتعی محدودی داشته و از نظر حضور گونه‌های گیاهی غالب در سطح آن شرایط نسبتاً ناهمگنی دارد. شدت چرای دام زود هنگام و حضور دائمی دامها در عرصه‌های مرتعی این تیپ گیاهی که از مراتع حریم روستاهای مجاور آن (کارده و آل) محسوب می‌شوند. یکی از مهمترین وضعیت تخریبی حاکم بر این عرصه و ضعف رویش گونه‌های مناسب است. مناسبترین اقدام در جهت بهتر شدن وضعیت این تیپ مرتعی مدیریت چرا به صورت کنترل چرای زود هنگام و تأخیر آن تا آماده شدن شرایط این تیپ مرتعی و همچنین کنترل ظرفیت چرا و پراکنش صحیح دامها می‌باشد. مدیریت چرای تأخیری در اراضی این تیپ که دارای امکان رشد گونه‌های گیاهی گندمی در آن هنوز وجود دارد، یکی از روشهای مناسب مدیریتی می‌تواند باشد. بر طبق ارزیابی‌های انجام شده، درصد تاج پوشش گیاهی ۴۶/۷، لاشبرگ و بقایای گیاهی ۳/۷ درصد، سنگ و سنگریزه سطحی ۳۱/۶ درصد و خاک لخت ۱۸ درصد از سطح این تیپ را پوشانیده است. وضعیت این تیپ فقیر و گرایش آن منفی ارزیابی شده است.

جدول ۱۸-۴- ارزش کاربری، فرم رویشی و طول عمر گونه‌های اصلی تیپ گیاهی

ردیف	ارزش کاربری	فرم رویشی	طول عمر گیاه	نام علمی گونه‌های اصلی تیپ گیاهی
۱	تشبیتی	بوته‌ای	چندساله	khorassanica Acantholimon
۲	تشبیتی - علوفه‌ای	گراس	چندساله و یکساله	Grasses
۳	دارویی - علوفه‌ای - تشبیتی	بوته‌ای	چندساله	aucheri Artemisia

جدول ۱۹-۴- گونه‌های غالب، فراوان و همراه در تیپ گیاهی II

ردیف	نام علمی گونه گیاهی	توضیحات	ردیف	نام علمی گونه گیاهی	توضیحات
۱	Erenjium sp.	فراوان	۶	Scariola orientalis	فراوان
۲	Cousinia spp.	فراوان	۷	Astragalus spp.	همراه
۳	Circium sp.	همراه	۸	Ephorbia bungei	فراوان
۴	Amygdalus sp.	همراه	۹	Phlomis cancelata	فراوان
۵	Gundelia tornefortii	همراه	۱۰	Echinops sp.	همراه

۴-۶-۱-۳- تشریح تیپ گیاهی III (Acl.kh-Epd.pr-St.ba)

اراضی این تیپ سطحی در حدود ۹۷۸/۲ هکتار معادل ۶/۴ درصد از کل مساحت این محدوده را شامل می‌شود. این تیپ نیز در قسمت‌های غربی و جنوب غربی حوضه و در اراضی دامنه‌ای بین روستای آل و پنج منه واقع شده است. ساختارهای زمین‌شناسی این تیپ غالباً توده‌های آهکی و خاکهایی با این منشأ است. اراضی این تیپ در بخشی از زیرحوضه‌های S_{۱۶}، S_{۱۷}، S_{۱۰}، S_{۱۱}، S_{۱۲}، S_{۱۴}، S_{۱۵} دیده می‌شوند. میانگین وزنی شیب در اراضی این تیپ بین ۳۰-۶۰ درصد می‌باشد. این تیپ تنها در سامان عرفی روستای سیچ واقع شده است. حدود تغییرات ارتفاعی اراضی این تیپ بین ۱۹۰۰-۱۵۰۰ متر می‌باشد. ارتفاع متوسط اراضی این تیپ ۱۶۴۱ متر بوده و از این جهت متوسط بارندگی سالیانه اراضی آن ۳۱۶/۰۵ میلی‌متر می‌باشد، که با استفاده از معادله گرادیان بارندگی حوضه به دست آمده است. دورتا دور اراضی این تیپ توسط ارتفاعاتی با درصد رخنمون زیاد، که دارای شیب زیادی بوده احاطه

شده است. بواسطه وجود این ارتفاعات درصد سنگریزه و واریزه‌های بلوکی و ریزدانه بر روی دامنه‌های این عرصه مرتعی نسبتاً زیاد است، که ناشی از تخریب مکانیکی در اراضی صخره‌ای ارتفاعات بالا دستی می‌باشد. گونه‌های درختچه‌ای نسترن (*Rosa beghriana*) بعضاً بر روی قسمت‌های واریزه‌ای این تیپ دیده می‌شوند. اراضی این تیپ دارای مورفولوژی کوهستانی و رخساره‌های غالباً همراه با درصدی رخنمون سنگی می‌باشد و از این جهت خاک‌های این عرصه غالباً درشت دانه همراه با آثار فرسایش سطحی متوسط تا شدید و شیاری پراکنده می‌باشد. وضعیت فرسایش مکانیکی بیشتر به صورت پدیده یخ شکافتگی در عرصه این تیپ وضعیت فعالی دارد. بهره‌برداری غیراصولی از اراضی این تیپ که بواسطه نزدیکی آنها و سهولت تردد دام بیشتر در دسترس قرار دارد، به صورت شدیدی وجود دارد. عمده تخریب موجود در اراضی این تیپ بواسطه همین بهره‌برداری شدید به صورت چرای دائمی و زود هنگام دامها، خارج از ظرفیت مشخص اراضی آن می‌باشد. با توجه به شرایط موجود و عمق کم خاک در این عرصه و وجود قسمت‌های تنک که پوشش مرتعی نسبتاً ضعیفی دارد، مدیریت مرتع در این عرصه بیشتر به صورت قرق پیشنهاد می‌شود. مدت قرق بسته به نظر مدیران اجرایی در این محدوده می‌تواند از ۳ تا ۵ سال به طول بیانجامد. کنترل امر چرا در طول این مدت و بخصوص در آخر فصل چرا (پائیز و زمستان) به افزایش میزان پوشش لاشبرگ و افزایش میزان مواد آلی خاک کمک زیادی خواهد کرد. درصد تاج پوشش گیاهی در این تیپ گیاهی ۳۸/۷، لاشبرگ و باقی مانده گیاهی ۳ درصد، سنگ و سنگریزه سطحی ۲۶/۷ درصد و خاک لخت ۳۱/۵ درصد ارزیابی شده است.

جدول ۲۰-۴- ارزش کاربری، فرم رویشی و طول عمر گیاه گونه‌های اصلی تیپ گیاهی

ردیف	ارزش کاربری	فرم رویشی	طول عمر گیاه	نام علمی گونه‌های اصلی تیپ گیاهی
۱	تثبیتی	بوته‌ای	چندساله	<i>khorassanica Acantholimon</i>
۲	دارویی- تثبیتی	بوته‌ای	چندساله	<i>procera Ephedra</i>
۳	تثبیتی	گراس	چندساله	<i>Siba barbata</i>

جدول ۲۱-۴- گونه‌های غالب، فراوان و همراه در تیپ گیاهی III

ردیف	نام علمی گونه گیاهی	توضیحات	ردیف	نام علمی گونه گیاهی	توضیحات
۱	<i>Rosa beggriana</i>	همراه	۸	<i>Poa bulbosa</i>	همراه
۲	<i>Hultemia persica</i>	همراه	۹	<i>Festuca ovina</i>	فراوان
۳	<i>Circium sp.</i>	فراوان	۱۰	<i>Ficus carica</i>	همراه
۴	<i>Ephorbia spp.</i>	فراوان	۱۱	<i>Phlomis cancelata</i>	همراه
۵	<i>Scariola orientalis</i>	همراه	۱۲	<i>Pennisetum sp.</i>	فراوان
۶	<i>Gundelia tornefortii</i>	فراوان	۱۳	<i>Verbasum sp.</i>	همراه
۷	<i>Cousinia sp.</i>		۱۴	<i>Capparis spinosa</i>	

۴-۱-۶-۴- تشریح تیپ گیاهی IV (Ar.sp-Acl.kh-Pro.ab)

اراضی این تیپ سطحی در حدود ۱۱۶۶/۶ هکتار معادل ۷/۶ درصد از کل مساحت این محدوده را شامل می‌شود. اراضی این تیپ بیشتر در ضلع غربی حوضه، اراضی دامنه‌ای پائین دست روستای سیج و بر روی دامنه‌های خاکدار آهکی و شیلی سازند مزدوران دیده می‌شوند. اراضی این تیپ در بخشی از زیرحوضه‌های S_{۱۰}، S_۹، S_۸، S_۱، S_۵، S_۲، S_{۱۷}، S_۶، S_۲ دیده شده و در سامان عرفی روستاهای جنگ، کارده، آل واقع شده است.

شیب متوسط اراضی در این تیپ گیاهی ۳-۶۰ درصد می‌باشد. حدود تغییرات ارتفاعی در این تیپ گیاهی نیز ۱۹۶۰-۱۵۲۰ متر می‌باشد. ارتفاع متوسط اراضی این تیپ ۱۷۴۷ متر بوده و از این جهت بارندگی متوسط سالیانه آن ۳۳۷ میلیمتر می‌باشد که با استفاده از معادله گرادیان بارندگی حوضه به دست آمده است. از نظر مورفولوژی، اراضی این تیپ در واحد کوهستان و دامنه‌هایی که دورتا دور آن با ارتفاعات صخره‌ای احاطه شده واقع شده است. از این جهت شیب بالا، وجود واریزه‌های بلوکی و یا ریزدانه همراه با اشکال فرسایش سطحی و شیاری پراکنده از ویژگیهای اینگونه اراضی می‌باشد. عمق خاک با توجه به میزان شیب و ارتفاع دامنه نسبت به بستر آبراهه متغیر می‌باشد و هرچه از بستر آبراهه‌ها، بر روی دامنه‌ها صعود ارتفاعی می‌کنیم، میزان عمق خاک کاهش می‌یابد. جهت شیب

دامنه‌ها نیز در میزان خاکدار بودن و وجود نسبی سنگریزه دامنه‌های این تیپ تأثیر مهمی داشته است. دیمزارهای پراکنده‌ای در بعضی قسمت‌های این تیپ که شرایط مناسب تری از جهت شیب و عمق خاک داشته است، دیده می‌شود. به واسطه وسیع بودن بستر آبراهه‌ها که به نوعی رواناب حوضه‌های بالادست (بلغور) را زهکشی می‌نماید، گونه‌های گیاهی *Proveskia abrotanoides* (برازنبل) که معمولاً در حریم آبراهه‌ها و یا بستر غیر فعال آنها به خوبی رشد می‌کند، توسعه یافته و در اغلب نقاط این عرصه دیده می‌شود. این گونه گیاهی به واسطه داشتن شهد مناسب اهمیت زیادی در حرفه زنبورداری دارد. از این جهت پیشنهاد ایجاد واحدهای زنبورداری که علاوه بر بهره‌گیری از منابع گیاهی این عرصه‌ها، می‌تواند به تقویت و میزان باروری درختان مثمر موجود در باغات این محدوده منجر شود، قابل توصیه است. گونه‌های دیگری مانند زرشک کوهی و نسترن وحشی در حریم اراضی این تیپ به صورت پراکنده‌ای دیده می‌شوند. وجود و فراگیر بودن گونه‌های درمنه که در فصل بهار به واسطه داشتن اسانس‌های قوی چندان مورد علاقه دامها نمی‌باشند، و از طرفی بیلاقی و تابستانی بودن این مراتع (شدت بهره‌برداری و حضور دامها در این دو فصل در عرصه‌های مرتعی وجود دارد) و در نتیجه عدم بهره‌برداری شدید از اراضی این تیپ، وضعیت تخریبی شدیدی در آنها دیده نمی‌شود و شرایط نسبتاً مناسبتری دارند. درصد تاج پوشش گیاهی در این تیپ گیاهی ۳۶/۲، لاشبرگ باقی مانده گیاهی ۴/۸ درصد، سنگ و سنگریزه سطحی ۳۱ درصد و خاک لخت ۲۸/۲ درصد ارزیابی شده است. وضعیت این تیپ مرتعی فقیر تا متوسط و گرایش آن مثبت ارزیابی شده است.

جدول ۲۲-۴-ارزش کاربری، فرم رویشی و طول عمر گونه‌های اصلی تیپ گیاهی

ردیف	ارزش کاربری	فرم رویشی	طول عمر گیاه	نام علمی گونه‌های اصلی تیپ گیاهی
۱	تشبیتی-علوفه‌ای- دارویی	بوته‌ای	چندساله	<i>Artemisia.sp</i>
۲	تشبیتی	بوته‌ای	چندساله	<i>Acantholimon khorassanica</i>
۳	تشبیتی-دارویی	بوته‌ای	چندساله	<i>abrotanoides Proveskia</i>

جدول ۲۳-۴- گونه‌های غالب، فراوان و همراه در تیپ گیاهی IV

ردیف	نام علمی گونه گیاهی	توضیحات	ردیف	نام علمی گونه گیاهی	توضیحات
۱	<i>Berberis integririma</i>	فراوان	۷	<i>Ephorbia sp.</i>	همراه
۲	<i>Noea mucronata</i>	فراوان	۸	<i>Ephedra procera</i>	همراه
۳	<i>Cirsium sp.</i>	همراه	۹	<i>Scariola orientalis</i>	همراه
۴	<i>Gundelia torneforti</i>	همراه	۱۰	<i>Phlomis cancelata</i>	همراه
۵	<i>Cousinia sp.</i>	فراوان	۱۱	<i>Echinops sp.</i>	همراه
۶	<i>Eremueus spp.</i>	همراه	۱۲	<i>Hultemia persica</i>	همراه

۴-۶-۱-۵- تشریح تیپ گیاهی V (Ar.spp-Acl.kh-Grasses)

اراضی این تیپ سطحی در حدود ۱/۲۵۶ هکتار معادل ۱/۷ درصد از کل مساحت حوضه مطالعاتی را شامل می‌شود. این تیپ در بخشی از ضلع شمالی حوضه و در پائین دست روستای سیج، بر روی ساختارهای آهکی سازند شورجه دیده می‌شوند. این تیپ در بخشی از زیرحوضه های S_۲، S_۳، S_{۱۰}، S_{۱۰۰}، S_{۲۰}، S_{۴۰} دیده می‌شوند. میانگین وزنی شیب در اراضی این تیپ ۲۰-۳۰ درصد می‌باشد. غالب اراضی آن در سامان عرفی روستای سیج - آل قرار گرفته است. حدود تغییرات ارتفاعی در این تیپ گیاهی نیز ۲۰۲۰-۱۵۸۰ متر می‌باشد. ارتفاع متوسط اراضی این تیپ ۱۸۷۲ متر بوده و از این جهت متوسط بارندگی سالیانه آن ۳۶۱ میلی متری باشد که با استفاده از معادله گرادیان بارندگی حوضه به دست آمده است. مورفولوژی اراضی این تیپ نیز به صورت اراضی دامنه‌ای در واحد کوهستان بوده که غالباً دارای اشکال فرسایش سطحی و شیاری می‌باشند، که بعضاً شیارهای توسعه یافته‌ای نیز در اراضی آن دیده می‌شوند. نزدیکی اراضی این تیپ به روستای سیج باعث شده تا بهره‌برداری به نسبت زیادی از اراضی این تیپ وجود داشته باشد. رخنمون‌های سنگی پراکنده در اراضی این تیپ دیده می‌شوند و در مجموع استعداد و قابلیت مرتعی این اراضی ضعیف می‌باشد. وجود دامنه‌هایی با شیب نسبتاً محدود (کمتر از ۲۰ درصد) و عمیق و حاصلخیزی نسبی خاکهای موجود باعث شده تا

دیمزارهای زیادی در حریم اراضی این تیپ دیده شوند. این اراضی دیم در بعضی سالها به صورت آیش رها می‌شوند. مناسبترین اقدام در جهت بهتر شدن شرایط اراضی این تیپ گیاهی کشت گیاهان علوفه‌ای مانند یونجه‌های دیم و وجود پوشش مرتعی دائمی به خصوص در اراضی دیمزار موجود در این محدوده می‌باشد. عدم وجود شخم سالیانه در جهت زراعت دیم در اراضی دیم موجود همه ساله می‌تواند از فرسایش حجم زیادی از خاکهای سطحی این اراضی جلوگیری نماید. درصد تاج پوشش گیاهی در این تیپ گیاهی ۳۴/۳ درصد، لاشبرگ و باقیمانده گیاهی ۵/۷ درصد، سنگ و سنگریزه سطحی ۲۳/۳ درصد و خاک لخت ۳۶/۷ درصد ارزیابی شده است.

جدول ۲۴-۴- ارزش کاربری، فرم رویشی و طول عمر گیاه گونه‌های اصلی تیپ گیاهی

ردیف	ارزش کاربری	فرم رویشی	طول عمر گیاه	نام علمی گونه‌های اصلی تیپ گیاهی
۱	دارویی علوفه‌ای	بوته‌ای	چند ساله	Artemisia.spp
۲	ثبیتی	بوته‌ای	چند ساله	khorassanica Acantholimon
۳	ثبیتی- علوفه‌ای	گراس	چند ساله و یکساله	Grasses (Bromus tectorum-Tainaterium sp.- Poa bulbosa- Agropyron spp.)

جدول ۲۵-۴- گونه‌های غالب، فراوان و همراه در تیپ گیاهی V

ردیف	نام علمی گونه گیاهی	توضیحات	ردیف	نام علمی گونه گیاهی	توضیحات
۱	Scariola orientalis	همراه	۶	Juniperus polycarpus	همراه
۲	Cousinia spp.	همراه	۷	Berberis integrima	همراه
۳	Eremurus spp.	فراوان	۸	Rosa beggrriana	همراه
۴	Iris kopetdaghensis	همراه	۹	Ephedra sp.	همراه
۵	Achillea sp.	فراوان	۱۰	Astragalus sp.	همراه

۴-۶-۱-۶- تشریح تیپ گیاهی VI (Ar.sp-Grasses-Epd.pr)

اراضی این تیپ سطحی در حدود ۱۲۵۵/۳ هکتار معادل ۸/۲ درصد از کل مساحت اراضی حوضه را در بر گرفته‌اند. اراضی این تیپ در بخشی از ارتفاعات ضلع شمال شرقی حوضه و ضلع شرقی روستای سیج و محصور در بین ارتفاعات غالباً صخره‌ای و یا با درصد رخنمون سنگی بالا دیده می‌شود. از نظر زمین شناسی عرصه این تیپ در ساختارهای آهکی و شیلی سازند مزدوران واقع شده است. این تیپ در بخشی از زیرحوضه‌های S_{۱۰}، S_{۱۱}، S_{۱۲}، S_{۱۳}، S_{۱۴}، S_{۱۵}، S_{۱۶}، S_{۱۷}، S_{۱۸}، S_{۱۹}، S_{۲۰}، S_{۲۱}، S_{۲۲}، S_{۲۳}، S_{۲۴}، S_{۲۵}، S_{۲۶}، S_{۲۷}، S_{۲۸}، S_{۲۹}، S_{۳۰} دیده می‌شوند. میانگین وزنی شیب در اراضی این تیپ ۳۰-۶۰ درصد می‌باشد. بخشی از اراضی این تیپ در سامان عرفی مشترک روستاهای آل و کارده- فیروزآباد و کارده و بخش وسیع‌تر آن در سامان مجزای روستای آل و کارده قرار گرفته است. حدود تغییرات ارتفاعی در اراضی این تیپ گیاهی ۱۷۴۰-۲۴۴۰ متر می‌باشد. ارتفاع متوسط این تیپ ۲۰۳۴ متر بوده و از این جهت متوسط بارندگی سالیانه آن ۳۹۲ میلی‌متر می‌باشد که با استفاده از معادله گرادیان بارندگی حوضه به دست آمده است. بواسطه وجود ارتفاعات صخره‌ای در بالادست اغلب دامنه‌های این تیپ واریزه‌های سنگریزه‌ای و یا بلوکی به صورت پراکنده‌ای در سطح دامنه‌ها دیده می‌شوند. از این جهت عمق خاک سطحی در این عرصه محدود بوده و میزان سنگریزه موجود در آن به طور نسبی زیاد می‌باشد. مورفولوژی اراضی این تیپ نیز در واحد کوهستان و در تیپ ژئو مورفولوژی آهک و شیل مزدوران و رخساره‌های غالباً با رخنمون سنگی واقع شده است. اشکال فرسایش سطحی و شیاری پراکنده در این دامنه‌ها معمولاً مشاهده می‌شود. گونه‌های درختی *Salix sp.* (بید)، *Juniperus polycarpus* (ارس) از گونه‌های درختی هستند که به صورت پراکنده‌ای غالباً در حریم آبراهه‌ها و یا بر روی دامنه‌های اراضی این تیپ گیاهی دیده می‌شوند. اراضی این تیپ در مجموع قابلیت مرتعی کمی دارند و مراتع موجود در این تیپ گیاهی از نظر رویش گونه‌های گیاهی نسبتاً متنوعی دارد. از نظر رویش درصد حضور گونه‌های اصلی و غالب این تیپ نیز در مجموع این تیپ بخصوص در بعضی نقاط شرایط نسبتاً ناهمگنی دارد. سنگلاخی بودن اراضی و شیب زیاد آنها از مهمترین موارد محدود کننده درجهت قابلیت مرتعی این عرصه می‌باشد.

مناسب‌ترین اقدام در جهت بهتر شدن عرصه این تیپ گیاهی مدیریت چرا به صورت کنترل زمان ورود دام به عرصه و جلوگیری از چرای زودرس، کنترل ظرفیت چرای دام، پراکنش مناسب دام در سطح اراضی مرتعی و اعمال سیستم چرای تأخیری در این عرصه می‌باشد. بواسطه حضور محدودتر گونه‌های گیاهی خوش خوراک و غالباً گندمی اعمال مدیریت چرای اصولی در کوتاه مدت نیز نتایج مثبتی را ارائه خواهد نمود. درصد تاج پوشش گیاهی در این تیپ گیاهی ۲۸/۳ درصد، لاشبرگ و باقیمانده گیاهی ۴ درصد، سنگ و سنگریزه سطحی ۲۴/۳ درصد و خاک لخت ۴۳/۴ درصد ارزیابی شده است.

جدول ۲۶-۴- ارزش کاربری، فرم رویشی و طول عمر گیاه گونه‌های اصلی تیپ گیاهی

ردیف	ارزش کاربری	فرم رویشی	طول عمر گیاه	نام علمی گونه‌های اصلی تیپ گیاهی
۱	دارویی - علوفه‌ای	بوته‌ای	چند ساله	Artemisia spp
۲	تثبیتی - علوفه‌ای	گراس	چندساله و یکساله	(Agropyron spp.-Melica sp.-Bromus tectorum- Bromus Stipa barbata- dactylis -tomentolus-Festuca ovina- Poa bulbosa glomerata)
۳	دارویی - تثبیتی	بوته ای	چند ساله	procera Ephedra

جدول ۲۷-۴- گونه های غالب ، فراوان و همراه در تیپ گیاهی VI

ردیف	نام علمی	توضیحات	ردیف	نام علمی	توضیحات
۱	Acanthophylum sp.	همراه	۹	Echinops rotundus	همراه
۲	Acantholimon sp.	فراوان	۱۰	Erenjium bungei	فراوان
۳	Phlomis cancelata	همراه	۱۱	Eremurus spp.	فراوان
۴	Juniperus polycarpus	همراه	۱۲	Cotoneaster sp.	همراه
۵	Scariola orientalis	فراوان	۱۳	Tulipa sp.	همراه
۶	Cousinia spp.	فراوان	۱۴	Amygdalus spinossima	همراه
۷	Gundelia tornefortii	همراه	۱۵	Alhaji cameloroum	همراه
۸	Circium spp.	همراه	۱۶	Noea mucronata	همراه

۴-۶-۱-۷- تشریح تیپ گیاهی VII (Acl.kh-Grasses)

اراضی این تیپ سطحی در حدود ۱۰۷۲/۶ هکتار معادل ۷ درصد از کل مساحت اراضی حوضه را در بر گرفته‌اند. اراضی این تیپ نیز به صورت پراکنده‌ای در ارتفاعات ضلع شمالی و شرق حوضه پراکنش دارد و به طور معمول در ساختارهای آهکی و شیلی قرار گرفته‌است. این تیپ در بخشی از زیرحوضه‌های S_{۱۰}، S_{۱۱}، S_{۱۲}، S_{۱۳}، S_{۱۴}، S_{۱۵}، S_{۱۶}، S_{۱۷}، S_{۱۸}، S_{۱۹}، S_{۲۰}، S_{۲۱}، S_{۲۲}، S_{۲۳}، S_{۲۴}، S_{۲۵}، S_{۲۶}، S_{۲۷}، S_{۲۸}، S_{۲۹}، S_{۳۰} دیده می‌شوند. میانگین وزنی شیب در اراضی این تیپ ۲۰-۳۰ درصد می‌باشد. غالب اراضی آن در سامان‌های عرفی مشترک روستای آل و کارده- فیروز آباد و کارده و سامانهای عرفی مجزای بلغور- آل- سیج قرار گرفته است. حدود تغییرات ارتفاعی در اراضی این تیپ گیاهی ۱۷۲۰-۲۶۴۰ متر می‌باشد. ارتفاع متوسط این تیپ ۲۰۱۶ متر بوده و از این جهت متوسط بارندگی سالیانه آن ۳۸۹ میلیمتر بوده که با استفاده از معادله گرادیان بارندگی حوضه بدست آمده است. از نظر مورفولوژی این تیپ گیاهی در اراضی مرتفع واحد کوهستان که غالباً دارای رخساره‌های فرسایشی همراه با درصدی از رخنمون سنگی پراکنده می‌باشد، واقع شده است. عمق خاک در اراضی این تیپ به طور نسبی بیشتر بوده و از این جهت اشکال فرسایش سطحی (ایجاد میکروتراسهای دامی) و شیلیاری بعضاً به صورت آبراهه‌های پراکنده‌ای در روی دامنه‌های این عرصه مشاهده می‌شوند. یکی از عوامل مهم و اصلی در تخریب اراضی این تیپ بخصوص در بالا دست روستای سیج، چرای شدید دام می‌باشد. این عرصه مرتعی معمولاً در سالهایی که دامداران حوضه تعداد دام کافی برای چرا در آنها ندارند به دامداران غیر بومی حوضه در ازاء اخذ مبالغی توافقی واگذار می‌گردد. این دامداران غیر بومی به صورتی شدید و با حداکثر تعداد دام این عرصه‌ها را مورد چرا قرار می‌دهند. وجود دامدارانی که مالک مراتعی نمی‌باشند بخصوص در بخشها و روستاهای اطراف شهرهای بزرگ (مشهد)، باعث شده تا پدیده خرید مرتع و یا پس چرا مزارع و باغات یک اقدام درآمدزا برای بعضی از روستائیان صاحب مرتع که تعداد دام کمتری دارند، تبدیل شود. چنین مراتعی واگذار شده‌ای معمولاً به شدت توسط اینگونه دامداران غیر بومی مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد و یکی از عوامل مهم تخریب اراضی مرتعی به شمار می‌آید ساماندهی این پدیده که امروزه به

شکل حادثری مشاهده می‌شود، توسط ادارات منابع طبیعی می‌تواند در شدت تخریب اینگونه اراضی مرتعی به نحو موثری با اهمیت باشد. از این جهت مناسب ترین اقدام در جهت بهتر شدن وضعیت عرصه‌های این تیپ، مدیریت چرا به صورت کنترل چرای زودرس دامها، کنترل ظرفیت چرای دام با توجه به شیب زیاد غالب اراضی مرتعی این عرصه و فرسایش پذیر بودن آنها، و همچنین پراکنش صحیح دامها می‌باشد. در عرصه‌های این تیپ گونه‌های گیاهی مهاجم و سمی به نسبت زیاد به چشم می‌خورد که یکی از محدودیتهای این عرصه می‌باشد. کپه‌کاری گونه‌های گیاهی مناسب و خوش خوراک نیز با توجه به میزان فرسایش زیاد این اراضی از دیگر اقدامات پیشنهادی است که می‌تواند در افزایش علوفه خشک تولیدی این عرصه و در نتیجه افزایش ظرفیت موثر چرای دام و همچنین کاهش فرسایش پذیری اراضی آن نقش بسزایی داشته باشد. درصد تاج پوشش گیاهی در این تیپ گیاهی ۲۸/۳ درصد، لاشبرگ و باقیمانده گیاهی ۴ درصد، سنگ و سنگریزه سطحی ۲۴/۳ درصد و خاک لخت ۴۳/۴ درصد ارزیابی شده است. وضعیت این تیپ مرتعی فقیر و گرایش آن نیز منفی ارزیابی شده است.

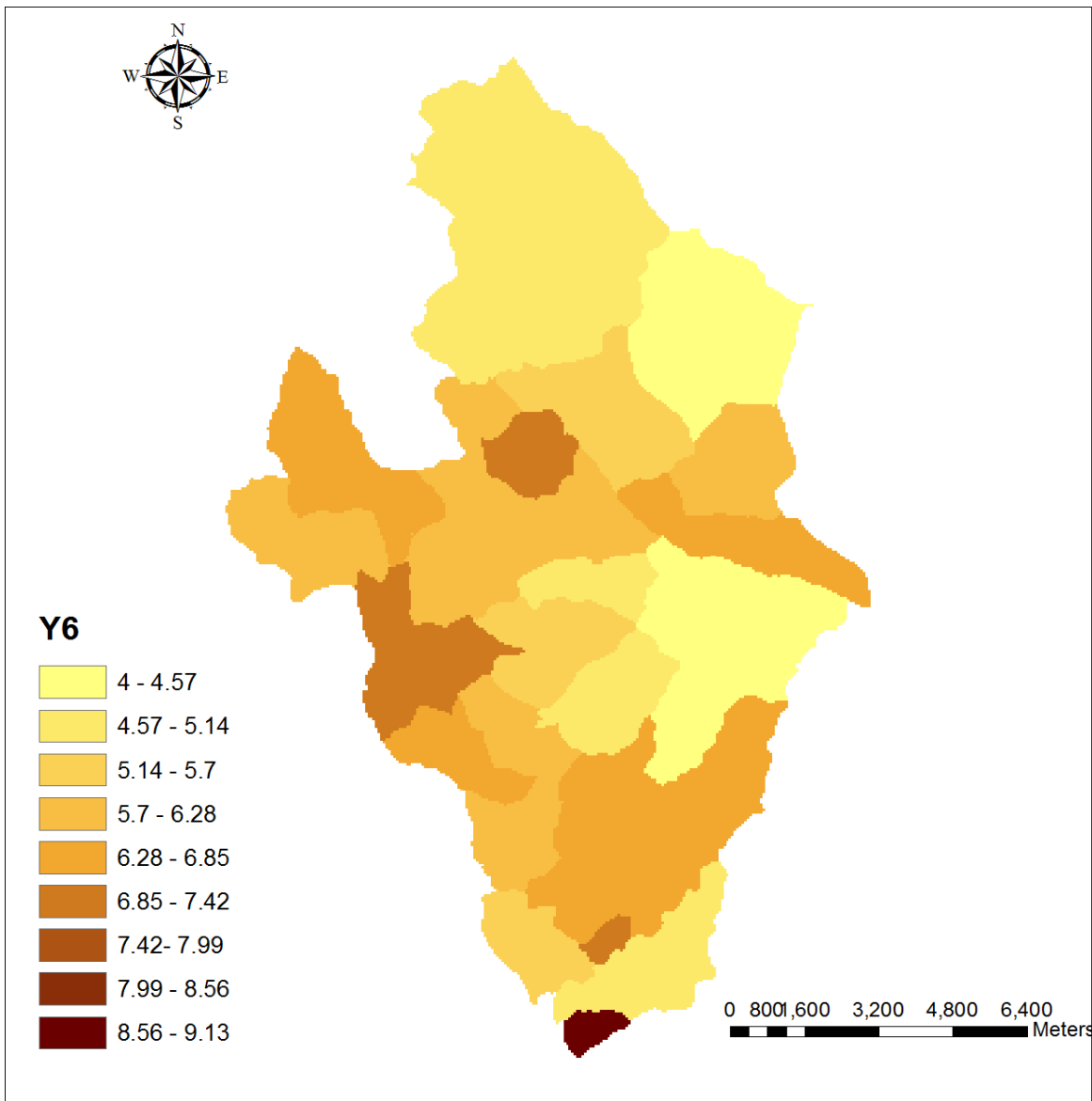
جدول ۲۸-۴- ارزش کاربری، فرم رویشی و طول عمر گیاه گونه‌های اصلی تیپ گیاهی

ردیف	ارزش کاربری	فرم رویشی	طول عمر گیاه	نام اصلی گونه گیاهی
۱	تثبیتی	بوته‌ای	چندساله	<i>khorrassanica Acantholimon</i>
۲	تثبیتی - علوفه ای	گراس	چندساله و یکساله	Grasses (<i>Agropyron spp.--Bromus tectorum- Festuca ovina- Stipa barbata-Poa bulbosa</i>)

جدول ۲۹-۴- گونه‌های غالب، فراوان و همراه در تیپ گیاهی VI

ردیف	نام علمی گونه گیاهی	توضیحات	ردیف	نام علمی گونه گیاهی	توضیحات
۱	<i>Acanthophyllum sp.</i>	فراوان	۷	<i>Berberis integririma</i>	همراه
۲	<i>Gundelia torneforti</i>	همراه	۸	<i>Erenjium bungei</i>	همراه
۳	<i>Noea mucronata</i>	همراه	۹	<i>Iris kopetdaghensis</i>	فراوان
۴	<i>Rosa begriana</i>	همراه	۱۰	<i>Achillea sp.</i>	فراوان
۵	<i>Scariola orientalis</i>	همراه	۱۱	<i>Artemisia aucheri</i>	فراوان
۶	<i>Eremurus spp.</i>	همراه	۱۲	<i>Artemisia aucheri</i>	همراه
۷	<i>Eremurus spp.</i>	همراه	۱۳	<i>Juniperus polycarpus</i>	همراه

در شکل ۴-۷ لایه پوشش زمین یا Y_6 نشان داده شده است.



شکل ۴-۷- لایه پوشش زمین یا Y_6

۴-۷- عامل نحوه استفاده از اراضی (Land Use)

برای تعیین عامل استفاده از اراضی در مدل تجدید نظر شده پسیاک از رابطه زیر استفاده

می‌شود:

$$Y_V = 20 - 0.02 P_c$$

(۴-۸)

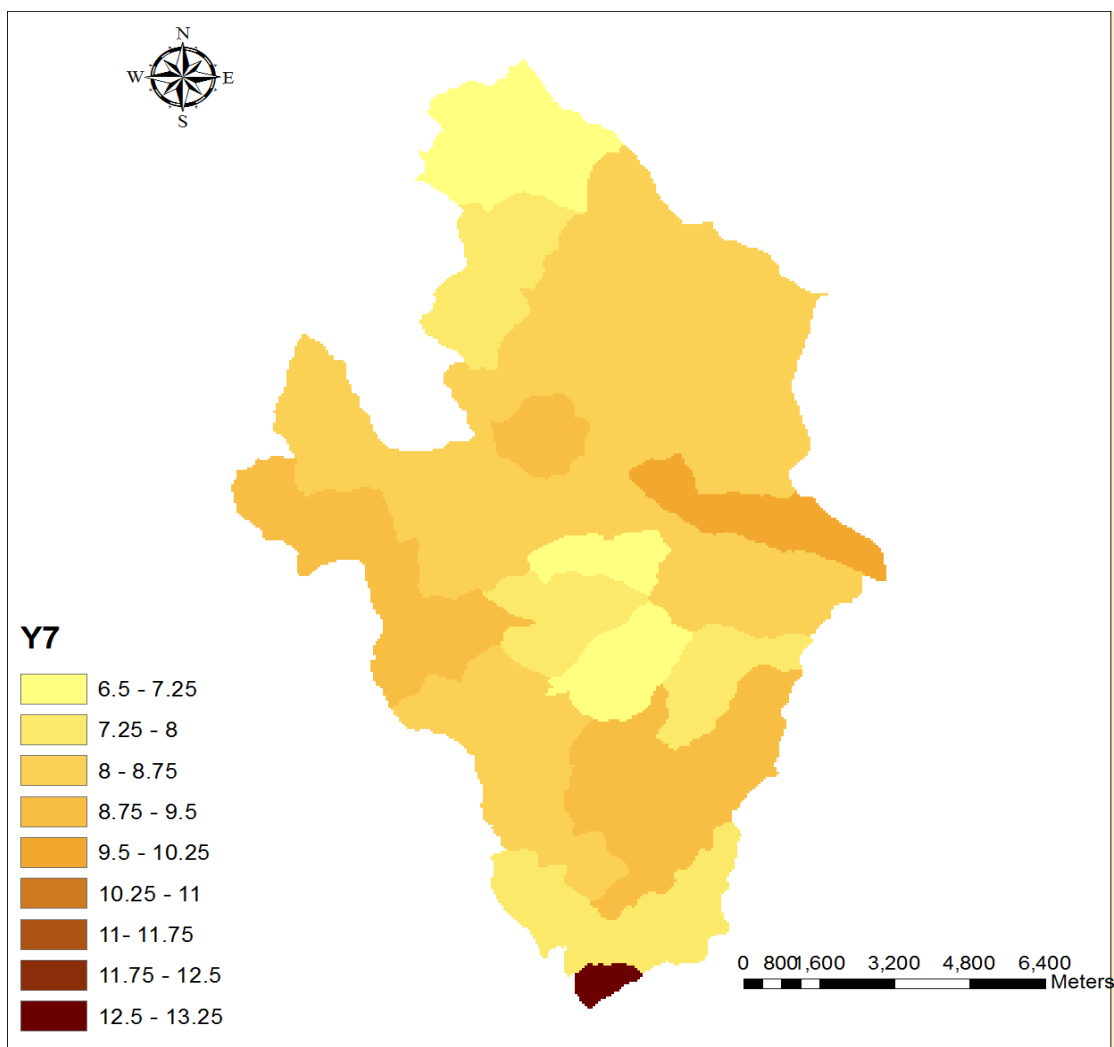
Y_v امتیاز درجه رسوبدهی عامل نحوه استفاده از اراضی و P_c مقدار تاج پوشش بر حسب درصد می باشد جدول (۲۸-۳).

نوع پوشش گیاهی در بخش ۴-۷-۱ به تفصیل توضیح داده شد.

جدول ۳۰-۴

نوع پوشش	عامل نحوه استفاده از اراضی
Am.spi-Acl.kh-An.gr	۱۲/۵
Acl.kh-Grasses-Ar.au	۱۰
Acl.kh-Epd.pr-St.ba	۱۰
Ar.sp-Acl.kh-Pro.ab	۱۰
Ar.spp-Acl.kh-Grasses	۸/۵
Ar.sp-Grasses-Epd.pr	۱۲
Acl.kh-Grasses	۹
اراضی دیم	۱۴
اراضی آبی و باغات	۴
مسیل	۹
توده سنگی	۴

در شکل ۸-۴ لایه کاربری اراضی یا Y_v نشان داده شده است.



شکل ۸-۴- لایه کاربری اراضی یا Y_۷

۸-۴- عامل وضعیت فرسایش در سطح حوضه آبخیز

برای تعیین امتیاز عامل وضعیت فعلی فرسایش در روش پسیاک اصلاح شده از رابطه زیر استفاده

می‌شود:

$$Y_8 = 0.25SSSF \quad (4-9)$$

Y_۸ امتیاز عامل وضعیت فعلی فرسایش و SSSF امتیاز عامل سطحی خاک می‌باشد که با استفاده از

روش اداره مدیریت اراضی آمریکا (BLM) به دست می‌آید. در این روش برای تعیین امتیاز عامل

سطحی خاک (SSF) از هفت عامل استفاده به عمل می‌آید که عبارتند از: سایش سطحی، پوشش سطح زمین، فرسایش شیاری، لاشبرگ سطحی، آثار تخریب در سطح زمین، آثار جریان‌های سطحی و فرسایش خندقی. با در دست داشتن جمع ارقام عامل سطحی خاک امتیاز وضعیت فعلی فرسایش در مورد هر یک از اجزای واحد اراضی و واحدهای هیدرولوژیک از رابطه $Y_8 = 0.25SSF$ محاسبه می‌گردد (جدول ۲۹-۴).

۴-۸-۱- تشریح تیپها و رخساره های فرسایشی

۴-۸-۱-۱- تیپ فرسایشی E (فرسایش ناچیز)

این تیپ فرسایشی شامل ۲ زیر تیپ به شرح زیر می باشد:

۴-۸-۱-۱-۱- رخساره فرسایشی E₀ (فرسایش ناچیز)

این رخساره فرسایشی با مساحت ۵۰۰۰/۱۳ هکتار و شیب متوسط ۵۰/۶۳ درصد، ۳۲/۶ درصد از کل مساحت حوضه را در بر می گیرد. ارتفاع متوسط در این رخساره ۲۰۱۰ متر و اکثراً بر روی سازند زمین شناسی J۱mz (آهکی-شیلی) و رخساره ژئومورفولوژی ۱-۱-۱ (توده سنگی) قرار گرفته است. اراضی این رخساره فرسایشی توده سنگی و گروه هیدرولوژیک آن D می باشد.

۴-۸-۱-۱-۲- رخساره فرسایشی E_۱ (فرسایش کم)

این رخساره فرسایشی با مساحت ۲۸۶/۹۱ هکتار و شیب متوسط ۲۰/۱۲ درصد، ۱/۸۷ درصد از کل مساحت حوضه را در بر می گیرد. ارتفاع متوسط در این رخساره ۱۵۱۸ متر و اکثراً بر روی سازند زمین شناسی Qt_۲ (آبرفتی) و رخساره ژئومورفولوژی ۱-۲-۱ (پادگانه) قرار گرفته است. کاربری اراضی آن باغات و گروه هیدرولوژیک آن C می باشد.

۴-۸-۱-۲- تیپ فرسایشی S,R (فرسایش سطحی و شیاری)

این تیپ فرسایشی شامل ۲ زیر تیپ به شرح زیر می باشد:

۴-۸-۱-۲-۱- رخساره فرسایشی S_1, R_0 (فرسایش سطحی کم و شیاری خیلی کم)

این رخساره فرسایشی با مساحت ۰/۵۴ هکتار و شیب متوسط ۲۳/۱۱ درصد، ۰/۰۵ درصد از کل مساحت حوضه را در بر می گیرد. ارتفاع متوسط در این رخساره ۱۶۶۲ متر و اکثراً بر روی سازند زمین شناسی Q12 (آبرفتی) و رخساره ژئومورفولوژی ۱-۲-۱ (پادگانه) قرار گرفته است. کاربری اراضی آن دیمزار و گروه هیدرولوژیک آن C می باشد.

۴-۸-۱-۲-۲- رخساره فرسایشی S_2, R_1 (فرسایش سطحی متوسط و شیاری کم)

این رخساره فرسایشی با مساحت ۱۹۱/۷ هکتار و شیب متوسط ۱۹/۱۲ درصد، ۱/۲۵ درصد از کل مساحت حوضه را در بر می گیرد. ارتفاع متوسط در این رخساره ۱۵۵۴ متر و اکثراً بر روی سازند زمین شناسی J3mz (آهکی-شیلی) و رخساره ژئومورفولوژی ۱-۳-۱ (رخنمون سنگی ۷۵-۵۰ درصد) قرار گرفته است. کاربری اراضی آن دیمزار و گروه هیدرولوژیک آن C می باشد.

۴-۸-۱-۳- تیپ فرسایشی S, R, V (فرسایش سطحی و شیاری همراه با فرسایش آبراهه ای)

این تیپ فرسایشی شامل ۵ زیر تیپ به شرح زیر می باشد:

۴-۸-۱-۳-۱- رخساره فرسایشی S_1, R_2, V_3 (فرسایش سطحی کم، شیاری متوسط و

آبراهه‌ای زیاد)

این رخساره فرسایشی با مساحت ۶۹/۰۷ هکتار و شیب متوسط ۲۲/۹۳ درصد، ۰/۴۵ درصد از کل مساحت حوضه را در بر می گیرد. ارتفاع متوسط در این رخساره ۱۹۶۶ متر و اکثراً بر روی واحد زمین شناسی Plq (کنگومرایی) و رخساره ژئومورفولوژی ۱-۳-۱ (فرسایش آبی) قرار گرفته است. بخش زیادی از این رخساره در محدوده تیپ پوشش گیاهی Acl.kh-Grasses با درصد تاج پوشش ۳۳/۴ واقع شده است. کاربری اراضی آن مرتع و گروه هیدرولوژیک آن B می باشد.

۴-۸-۱-۳-۲- رخساره فرسایشی S_2, R_0, V_0 (فرسایش سطحی متوسط، شیاری خیلی کم و آبراهه ای خیلی کم)

این رخساره فرسایشی با مساحت $147/13$ هکتار و شیب متوسط $20/7$ درصد، $0/96$ درصد از کل مساحت حوضه را در بر می گیرد. ارتفاع متوسط در این رخساره 1660 متر و اکثراً بر روی سازند زمین شناسی J_2mz (آهکی-شیلی) و رخساره ژئومورفولوژی $1-1-5$ (مناطق خاکدار) قرار گرفته است. کاربری اراضی آن دیمزار و گروه هیدرولوژیک آن C می باشد.

۴-۸-۱-۳-۳- رخساره فرسایشی S_2, R_1, V_0 (فرسایش سطحی متوسط، شیاری کم و آبراهه ای خیلی کم)

این رخساره فرسایشی با مساحت $162/3$ هکتار و شیب متوسط $17/98$ درصد، $1/06$ درصد از کل مساحت حوضه را در بر می گیرد. ارتفاع متوسط در این رخساره 1750 متر و اکثراً بر روی سازند زمین شناسی Qt_1 (آبرفتی) و رخساره ژئومورفولوژی $1-2-1$ (پادگانه) قرار گرفته است. بخش زیادی از این رخساره در محدوده تیپ پوشش گیاهی $Acl.kh-Grasses$ با درصد تاج پوشش $33/4$ واقع شده است. کاربری اراضی آن مرتع و گروه هیدرولوژیک آن C می باشد.

۴-۸-۱-۳-۴- رخساره فرسایشی S_1, R_1, V_2 (سطحی کم، شیاری کم همراه با فرسایش آبراهه ای متوسط)

این رخساره فرسایشی با مساحت $838/53$ هکتار و شیب متوسط $34/77$ درصد، $5/47$ درصد از کل مساحت حوضه را در بر می گیرد. ارتفاع متوسط در این رخساره 1753 متر و اکثراً بر روی سازند زمین شناسی Ksh (آهکی-شیلی) و رخساره ژئومورفولوژی $1-4-1$ (رخنمون سنگی $25-50$ درصد) قرار گرفته است. بخش زیادی از این رخساره در محدوده تیپ پوشش گیاهی $Acl.kh-Eph.pr-St.ba$ با درصد تاج پوشش $45/5$ واقع شده است. کاربری اراضی آن مرتع و گروه هیدرولوژیک آن C می باشد.

۴-۸-۱-۳-۵- رخساره فرسایشی S_2, R_1, V_1 (فرسایش سطحی متوسط، شیاری کم و آبراهه ای کم)

این رخساره فرسایشی با مساحت $2205/4$ هکتار و شیب متوسط 31 درصد، $14/38$ درصد از کل مساحت حوضه را در بر می گیرد. ارتفاع متوسط در این رخساره 1650 متر و اکثراً بر روی سازند زمین شناسی Ksh (ماسه سنگی-شیلی) و J_3mz (آهکی-شیلی) و رخساره های ژئومورفولوژی $1-1-4$ (فرسایش آبی) و $1-4-2$ (رخنمون سنگی زیر 25 درصد) و $1-1-3$ (رخنمون سنگی $50-75$) قرار گرفته است. کاربری اراضی آن دیمزار و مرتع و گروه هیدرولوژیک آن C می باشد.

۴-۸-۱-۳-۶- رخساره فرسایشی S_3, R_2, V_2 (فرسایش سطحی زیاد، شیاری متوسط و آبراهه ای متوسط)

این رخساره فرسایشی با مساحت $112/78$ هکتار و شیب متوسط $27/73$ درصد، $0/74$ درصد از کل مساحت حوضه را در بر می گیرد. ارتفاع متوسط در این رخساره 1943 متر و اکثراً بر روی سازند زمین شناسی Ksh (ماسه سنگی-شیلی) و رخساره ژئومورفولوژی $1-4-3$ (مناطق خاکدار) قرار گرفته است. بخش زیادی از این رخساره در محدوده تپ پوشش گیاهی $Acl.kh-Grasses$ با 75 درصد تاج پوشش $33/4$ واقع شده است. کاربری اراضی آن مرتع و گروه هیدرولوژیک آن C می باشد.

۴-۸-۱-۴- تیپ فرسایش R, V (فرسایش شیاری و آبراهه ای)

این تیپ فرسایشی شامل 1 زیر تیپ به شرح زیر می باشد:

۴-۸-۱-۴-۱- رخساره فرسایشی R_0, V_0 (فرسایش شیاری و آبراهه ای خیلی کم)

این رخساره فرسایشی با مساحت $2423/39$ هکتار و شیب متوسط $45/72$ درصد، $15/8$ درصد از کل مساحت حوزه را در بر می گیرد. ارتفاع متوسط در این رخساره 1842 متر و اکثراً بر روی سازند زمین شناسی J_3mz (آهکی-شیلی) و رخساره ژئومورفولوژی $1-1-2$ (رخنمون سنگی بیش از 75 درصد همراه

با واریزه های بلوکی) قرار گرفته است. اراضی این رخساره فرسایشی بیشتر به صورت اراضی صخره ای و گروه هیدرولوژیک آن C می باشد.

۴-۸-۱-۵- تیپ فرسایشی S, R, V, G (فرسایش سطحی و شیاری همراه با فرسایش آبراهه‌ای و خندقی)

این تیپ فرسایشی شامل ۲ زیر تیپ به شرح زیر می باشد:

۴-۸-۱-۵-۱- رخساره فرسایشی R₂,V₂,G₁ (فرسایش شیاری متوسط، آبراهه ای کم همراه با فرسایش خندقی کم)

این رخساره فرسایشی با مساحت ۱۵۲۵/۱۱ هکتار و شیب متوسط ۴۳/۵۴ درصد، ۹/۹۴ درصد از کل مساحت حوضه را در بر می گیرد. ارتفاع متوسط در این رخساره ۲۰۵۲ متر و اکثراً بر روی سازند زمین شناسی J₂mz (آهکی-شیلی) و رخساره ژئومورفولوژی ۵-۱-۱ (مناطق خاکدار) قرار گرفته است. بخش زیادی از این رخساره در محدوده تیپ پوشش گیاهی Ar.sp-Grasses-Epd.pr با درصد تاج پوشش ۳۵ واقع شده است. کاربری اراضی آن مرتع و گروه هیدرولوژیک آن C می باشد.

۴-۸-۱-۵-۲- رخساره فرسایشی R₂,V₃,G₁ (فرسایش شیاری متوسط، آبراهه ای زیاد همراه با فرسایش خندقی کم)

این رخساره فرسایشی با مساحت ۱۶۷۳/۱۳ هکتار و شیب متوسط ۴۲ درصد، ۱۰/۹ درصد از کل مساحت حوضه را در بر می گیرد. ارتفاع متوسط در این رخساره ۱۶۶۰ متر و اکثراً بر روی سازند زمین شناسی J₂mz (آهکی-شیلی) و رخساره ژئومورفولوژی ۴-۱-۱ (فرسایش آبی) قرار گرفته است. بخش زیادی از این رخساره در محدوده تیپ پوشش گیاهی Ar.sp-Acl.kh-Pro.ab با درصد تاج پوشش ۴۴/۲ واقع شده است. کاربری اراضی آن مرتع و گروه هیدرولوژیک آن C می باشد.

۴-۸-۱-۵-۳-رخساره فرسایشی R_2, V_2, G_2 (فرسایش شیاری زیاد همراه با فرسایش آبراهه ای متوسط و خندقی متوسط)

این رخساره فرسایشی با مساحت $525/01$ هکتار و شیب متوسط $32/3$ درصد، $3/42$ درصد از کل مساحت حوضه را در بر می گیرد. ارتفاع متوسط در این رخساره 1887 متر و اکثراً بر روی سازند زمین شناسی Ksh (ماسه سنگی-شیلی) و رخساره ژئومورفولوژی ۲-۴-۱ (رخنمون سنگی زیر ۲۵ درصد) قرار گرفته است. بخش زیادی از این رخساره در محدوده تیپ پوشش گیاهی Ar.spp- Acl.kh-Grasses با درصد تاج پوشش ۴۵ واقع شده است. کاربری اراضی آن مرتع و گروه هیدرولوژیک آن C می باشد.

۴-۸-۱-۶- تیپ فرسایشی ST (فرسایش کنار رودخانه ای)

این تیپ فرسایشی به دوزیرتیپ تقسیم بندی می شود :

۴-۸-۱-۶-۱- رخساره فرسایشی ST₁ (فرسایش کناری کم)

در این رخساره ارتفاع ریزش دیواره ها کمتر از نیم متر و درصد گسترش فرسایش کناری درطول رودخانه کمتر از ۵۰ درصد است.

۴-۸-۱-۶-۲- رخساره فرسایشی ST₂ (فرسایش کناری کم)

در این رخساره ارتفاع ریزش دیواره ها بین $0/5$ تا $1/5$ متر و درصد گسترش فرسایش کناری درطول رودخانه بین ۵۰ تا ۷ درصد است.

۴-۸-۱-۶-۳- رخساره فرسایشی ST₃ (فرسایش کناری زیاد)

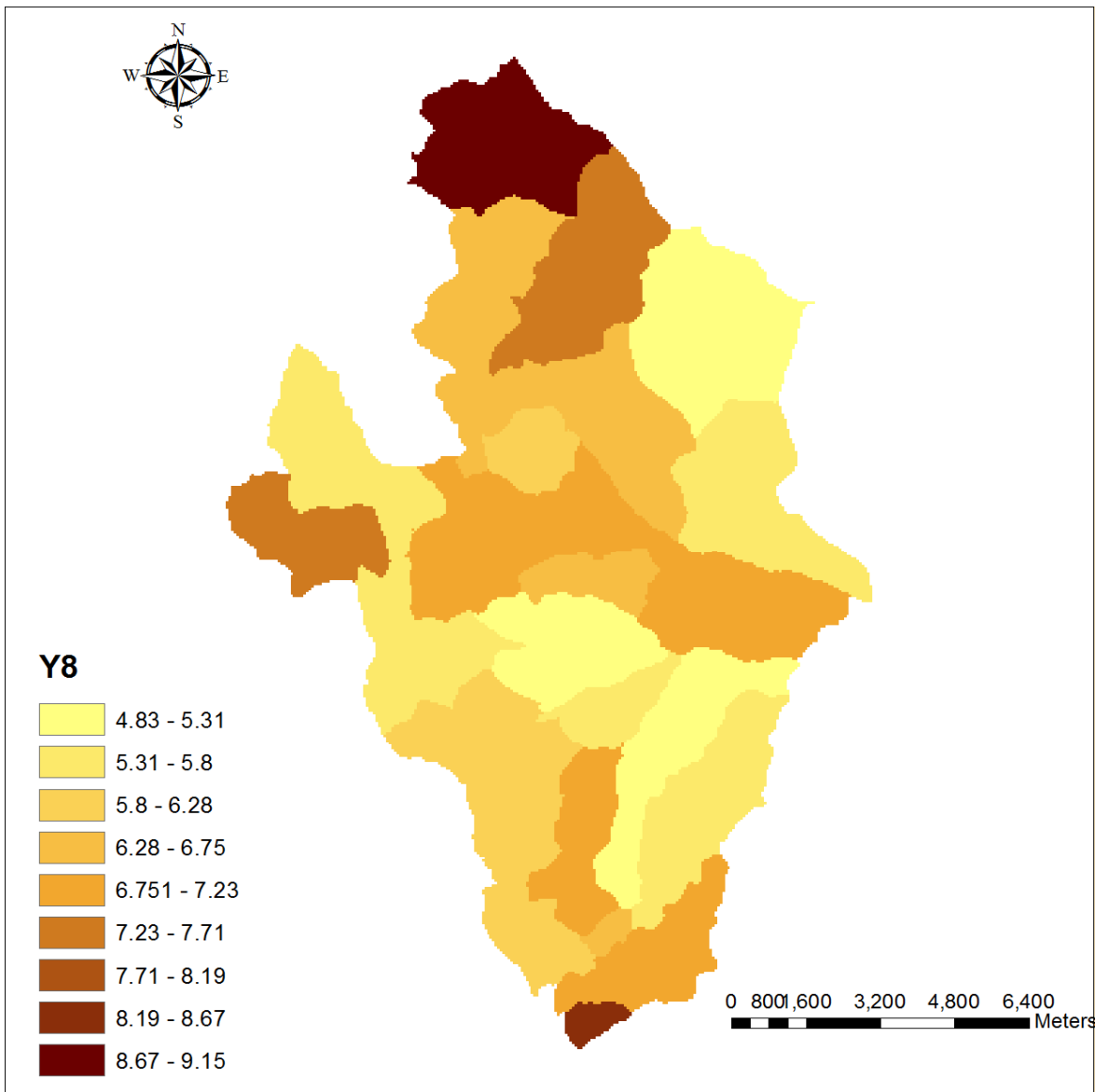
این رخساره فرسایشی با مساحت $162/46$ هکتار در طول رودخانه اصلی و بر روی رسوبات Qal (رسوبات بستررودخانه)، رخساره ژئومورفولوژیک ۲-۲-۱ (رسوبات بستررودخانه)، واحداراضی ۱-۱-X و گروه هیدرولوژیک A قرار گرفته است. در این رخساره ارتفاع ریزش دیواره اغلب بیش از $1/5$ متر و

درصد گسترش فرسایش کناری در طول رودخانه بیش از ۷۵ درصد است. لازم به ذکر است که زیرتیپ فرسایشی ST₃ به دلیل گسترش و عریض بودن مسیل به صورت یک پدیده پلی گونی و دو زیرتیپ دیگر به صورت پدیده های خطی لحاظ شده اند.

جدول ۳۱-۴- امتیاز عامل Y_8 در هریک از رخساره های فرسایشی

رخساره فرسایشی	عامل وضعیت فرسایش در سطح حوضه
E.	۰/۵
E ₁	۱
R ₁ , V.	۲/۵
S ₁ , R ₁ , V ₁	۶
S ₂ , R ₁ , V ₁	۷/۵
R ₂ , V ₂ , G ₂	۱۶/۲
S ₁ , R.	۳
R ₂ , V ₂ , G ₁	۱۲/۵
S ₁ , R ₂ , V ₂	۷/۵
S ₂ , R., V.	۶
S ₂ , R ₁	۶/۵
S ₂ , R ₁ , V.	۷
S ₂ , R ₂ , V ₂	۱۴
R ₂ , V ₂ , G ₁	۱۳/۵
ST ₂	۶

در شکل ۹-۴ لایه فرسایش سطحی یا Y_8 نشان داده شده است.



شکل ۹-۴- لایه فرسایش سطحی یا Y_8

۹-۴- عامل فرسایش رودخانه‌ای و انتقال رسوب

برای تعیین امتیاز عامل فرسایش رودخانه‌ای و انتقال رسوب در روش جدید از رابطه زیر استفاده

می‌شود:

$$Y_9 = 1/6 YSSFg$$

(۴-۱۰)

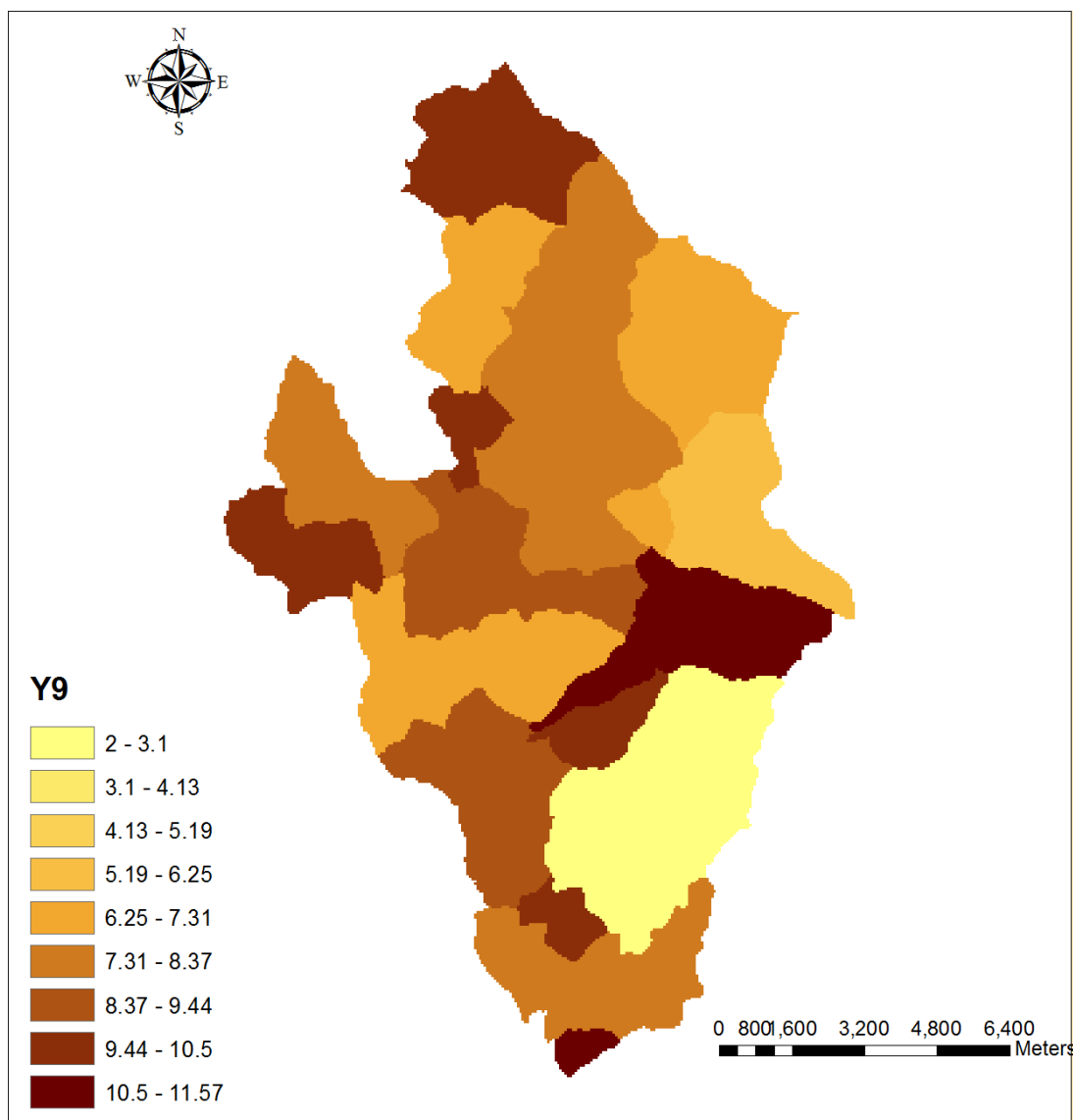
Y_9 امتیاز عامل فرسایش رودخانه‌ای و SSFg نمره نهایی فرسایش خندقی عامل سطحی خاک در

روش BLM می‌باشد. این روش در بخش ۳-۳-۴-۹-۱- شرح داده شده است.

جدول ۳۲-۴- امتیاز عامل Y_9 در هریک از رخساره‌های فرسایشی

E.	۰
E_1	۰
R_1, V_1	۲/۷
S_1, R_1, V_1	۱۱
S_1, R_1, V_1	۶
R_1, V_1, G_1	۱۹
S_1, R_1	۰
R_1, V_1, G_1	۱۷/۵
S_1, R_1, V_1	۱۵/۵
R_1, V_1, G_1	۲۲
S_1, R_1, V_1	۲/۷۵
S_1, R_1	۰
S_1, R_1, V_1	۳
S_1, R_1, V_1	۱۱
ST_1	۲۰/۵

در شکل ۴-۱۰ لایه فرسایش رودخانه ای یا Y_9 نشان داده شده است.



شکل ۴-۱۰ لایه فرسایش سطحی یا Y_9

در جدول ۴-۳۳ امتیازبندی هر یک از پارامترهای مدل MPSIAC در حوضه آبخیز سیچ و آل آورده شده است.

جدول ۳۳-۴- امتیاز بندی هر یک از پارامترهای مدل MPSIAC در حوضه سیچ و آل

R	Y _۹ فرسایش رودخانه ای	Y _۸ فرسایش سطحی	Y _۷ کاربری اراضی	Y _۶ پوشش زمین	Y _۵ پستی و بلندی	Y _۴ رواناب	Y _۳ آب و هوا	Y _۲ خاک	Y _۱ زمین شناسی	عامل زیرحوضه
۶۶/۷۳	۱۰/۰۵	۹/۱۵	۶/۵	۵	۱۶/۸	۵/۶۶	۳/۰۳۶	۷/۱۸	۳/۲۵	S _۱
۶۳/۹۴	۷/۷۸	۷/۳۶	۸/۷۵	۵	۱۵/۷	۵/۶۶	۳/۰۳۶	۷/۳۸	۳/۲۵	S _۲
۵۶/۵۸	۶/۷۵	۵/۱۶	۸/۳۳	۴	۱۴/۵	۶	۳/۰۳۶	۶/۱۲	۲/۶۶	S _۳
۵۶/۱۴	۶/۷۵	۵/۱۶	۸/۳۳	۴	۱۳/۵	۶/۵۴	۳/۰۳۶	۶/۱۲	۲/۶۶	S _۴
۵۹/۳۶	۷/۵۴	۶/۷	۸/۵	۵/۴	۱۰/۸	۶/۹	۳/۰۳۶	۷/۱۸	۳/۲۵	S _۵
۵۹/۸۹	۷/۶۹	۶	۹/۳۳	۷	۱۲/۲	۶/۸	۳/۰۳۶	۵/۱۱	۲/۶۶	S _۶
۶۳/۴	۵/۷۵	۵/۵	۸/۶	۶	۱۶/۲	۶/۳۸	۳/۰۳۶	۸/۳۵	۳/۵	S _۷
۶۳/۰۵	۵/۷۵	۵/۳۷	۱۰	۶/۶۶	۱۶/۹	۶/۵	۳/۰۳۶	۶/۱۲	۲/۶۶	S _۸
۶۵/۱۳	۱۱	۶/۸۳	۸/۳۳	۴	۱۳/۶	۷/۶۶	۳/۰۳۶	۷/۹۷	۴	S _۹
۵۲/۶۴	۳	۵	۸/۵	۴/۱۶	۱۲/۳	۶/۳۱	۳/۰۳۶	۷/۴۴	۳/۶۶	S _{۱۰}
۵۳/۳۳	۲/۲۵	۵/۳۷	۹/۲۵	۶/۶۲	۹/۵۹	۶/۰۹	۳/۰۳۶	۷/۴۴	۳/۶۶	S _{۱۱}
۵۵/۹۸	۳	۷	۹/۳۳	۶/۸۳	۹/۸۶	۶/۶۳	۳/۰۳۶	۹/۶۱	۲	S _{۱۲}
۶۳/۴۹	۹/۷	۵/۷	۶/۷۵	۴/۸۷	۱۵	۶/۷۷	۳/۰۳۶	۷/۶۲	۴	S _{۱۳}
۶۶/۸۸	۱۰/۶۲	۵/۲۵	۶/۷۵	۴/۸۷	۱۷	۷/۶۸	۳/۰۳۶	۶/۹۶	۴/۶۶	S _{۱۴}
۶۱/۳۶	۶/۵۸	۵/۳۳	۹/۳۳	۷	۱۰/۹	۷/۶۶	۳/۰۳۶	۷/۹۴	۳/۵	S _{۱۵}
۵۷/۴۲	۶/۵۸	۵/۳۳	۹/۳۳	۷	۹/۲۵	۶/۰۲	۳/۰۳۶	۷/۹۴	۳/۵	S _{۱۶}
۶۶/۲۴	۱۰/۴۳	۷/۳۷	۹/۵	۶	۱۲	۵/۸۵	۳/۰۳۶	۸/۰۱	۴	S _{۱۷}
۶۱/۵۲	۷/۱۹	۶/۳۲	۷/۸۳	۵	۱۴/۷	۴/۹۱	۳/۰۳۶	۷/۹۹	۴/۲	S _{۱۸}
۶۱/۷۳	۱۰/۰۳	۶/۷۵	۸/۲۵	۶/۱۶	۱۲/۳	۴/۲۲	۳/۰۳۶	۶/۱۲	۴/۸۳	S _{۱۹}
۶۱/۷	۷/۵۴	۶/۷	۸/۵۸	۵/۵	۱۴/۸	۵/۱	۳/۰۳۶	۷/۱۸	۳/۲۵	S _{۲۰}
۶۳/۸	۶/۷۵	۶/۳۳	۹/۷۵	۶/۵	۱۶/۸	۵/۴۷	۳/۰۳۶	۶/۴۳	۲/۶۶	S _{۲۱}
۶۱/۹۵	۸/۰۴	۶/۸۳	۸/۲	۶/۲	۱۴/۲	۴/۳۹	۳/۰۳۶	۷	۴	S _{۲۲}
۶۶/۳۴	۱۱	۶/۸۳	۸/۳۳	۴	۱۵/۶	۵/۵۵	۳/۰۳۶	۷/۹۷	۴	S _{۲۳}
۶۶/۹۷	۸/۷۵	۶/۵	۶/۵	۵	۲۳/۲	۴/۰۴	۳/۰۳۶	۶/۴۳	۳/۵	S _{۲۴}
۶۶/۲۲	۷/۷۵	۵/۷۸	۸/۲	۶/۸	۱۶/۶	۴/۲۵	۳/۰۳۶	۸/۲۴	۵	S _{۲۵}
۶۰/۸۷	۷/۷۵	۵/۷۸	۸/۲	۶/۸	۱۳/۶	۳/۷	۳/۰۳۶	۶/۱۸	۵/۷۵	S _{۲۶}
۶۲/۷۶	۸/۷	۶/۸۱	۸/۵	۵/۷۱	۱۴/۹	۳/۳۱	۳/۰۳۶	۶/۸۵	۴/۸۳	S _{۲۷}
۵۸/۳۴	۷/۲۵	۴/۸۸	۷/۲۸	۵/۲۱	۱۶/۴	۳/۳	۳/۰۳۶	۶/۱۲	۴/۸۳	S _{۲۸}
۶۴/۰۱	۹/۳۲	۶/۲۱	۸/۵	۶/۰۸	۱۲/۴	۵/۳۱	۳/۰۳۶	۷/۴۵	۵/۶	S _{۲۹}
۶۰/۲۸	۸/۹	۶/۱۴	۸/۲	۶/۸	۱۱/۴	۳/۱۷	۳/۰۳۶	۷/۰۲	۵/۶	S _{۳۰}
۶۳/۱	۹/۰۴	۶/۲۵	۸/۵	۶/۰۸	۱۴/۴	۳/۱۶	۳/۰۳۶	۶/۸۶	۵/۷۵	S _{۳۱}
۴۹/۵	۲	۴/۸۳	۹/۳۳	۶/۸۳	۱۰/۸	۵/۵۱	۳/۰۳۶	۵/۶۴	۱/۵	S _{۳۲}
۵۳/۸۳	۲/۲۵	۵/۳۷	۹/۲۵	۶/۶۲	۱۰/۷	۵/۴۴	۳/۰۳۶	۷/۴۴	۳/۶۶	S _{۳۳}
۶۷/۱۵	۷/۳۱	۶/۵	۹/۲۵	۷/۳۷	۱۷	۴/۷۴	۳/۰۳۶	۶/۹۳	۵	S _{۳۴}
۶۶/۲۱	۹/۸۲	۷/۰۷	۸/۲	۶/۷	۱۴	۴/۷۲	۳/۰۳۶	۶/۸۹	۵/۷۵	S _{۳۵}
۵۷/۷۶	۷/۹۴	۶/۱۶	۷/۶۴	۵/۳۹	۹/۸۴	۵/۸۴	۳/۰۳۶	۶/۸۹	۵	S _{۳۶}
۵۹/۲۵	۷/۹۶	۶/۸۱	۷/۶۴	۴/۹۶	۹/۵۴	۵/۵۴	۳/۰۳۶	۹/۰۸	۴/۶۶	K _۱
۷۳/۶۵	۱۱/۵۶	۸/۶۲	۱۳/۲	۹/۱۲	۵/۳۳	۸/۴۹	۳/۰۳۶	۸/۲۳	۶	K _۲

۱۰-۴- تهیه نقشه امتیاز رسوب دهی

بدین منظور کلیه لایه‌های $Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5, Y_6, Y_7, Y_8, Y_9$ با استفاده از امکانات نرم افزار

Arc GIS جمع شده و امتیاز رسوب دهی محاسبه می‌گردد.

جدول ۳۴-۴- طبقات نقشه امتیاز رسوب دهی

نمرات نشان دهنده شدت رسوب دهی	کلاس رسوبدهی
>۱۰۰	V
۷۵-۱۰۰	IV
۵۰-۷۵	III
۲۵-۵۰	II
۰-۲۵	I

۱۱-۴- تهیه نقشه رسوب دهی (Q_s)

بدین منظور از معادله زیر استفاده شد:

$$Q_s = 38/77 \times [\text{Exp} (0/0.353 \times R)] \quad (4-11)$$

Q_s : میزان رسوب دهی سالانه برحسب متر مکعب بر کیلومترمربع در سال

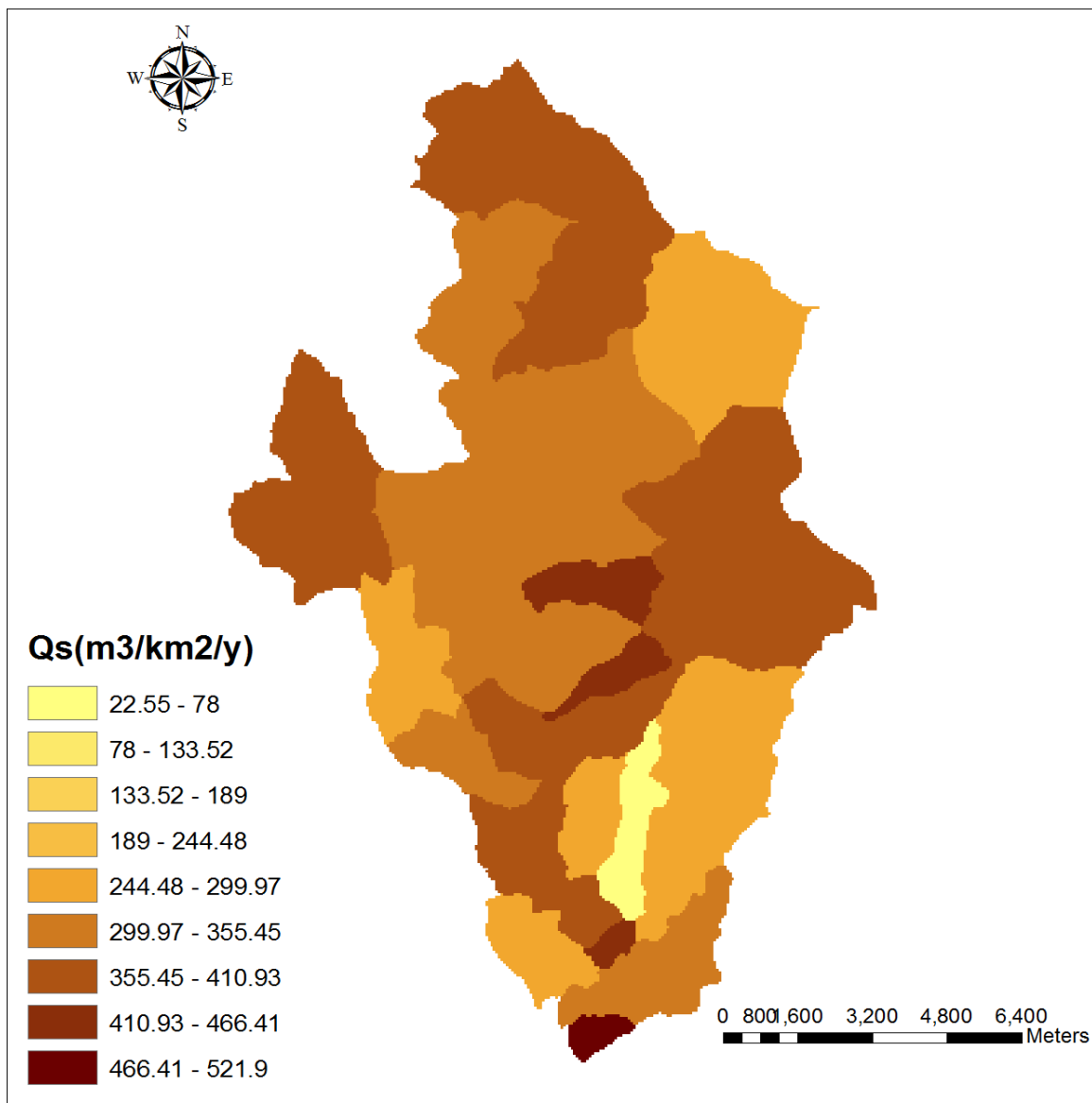
R: درجه رسوب دهی یا مجموع امتیازات عوامل مختلف در نظر گرفته شده در مدل پسیاک اصلاح شده.

برای تهیه نقشه رسوب دهی با استفاده از امکانات Spatial Analyst در Arc GIS معادله فوق بر روی نقشه امتیاز رسوبدهی اعمال شد و میزان رسوب دهی به دست آمد. سپس نقشه رسوبدهی براساس جدول شماره طبقه بندی شد.

جدول ۳۵-۴- کلاس‌های رسوبدهی در مدل پسیاک اصلاح شده

کلاس رسوب دهی	شدت رسوب دهی	تولید رسوب سالانه (m^3/km^2)	نمرات نشان دهنده شدت رسوب دهی
V	خیلی زیاد	>1429	>100
IV	زیاد	۴۷۶-۱۴۲۹	۷۵-۱۰۰
III	متوسط	۲۳۶-۴۷۶	۵۰-۷۵
II	کم	۹۵-۲۳۶	۲۵-۵۰
I	خیلی کم	< 95	۰-۲۵

در شکل ۱۱-۴ نقشه رسوبدهی حوضه نشان داده شده است.



شکل ۱۱-۴-نقشه رسوبدهی حوضه

به منظور محاسبه میزان رسوب دهی بر حسب تن در هکتار دانسیته ظاهری خاک برابر ۱/۳ گرم بر سانتی متر مکعب در نظر گرفته شد. در جدول ۳۶-۴ میزان رسوب برآوردی با روش MPSIAC آورده شده است.

جدول ۳۶-۴

زیر حوضه	مساحت (km ^۲)	رسوب دهی (m ^۳ /km ^۲ /yr)	رسوب دهی (Ton/ha/yr)
S _۱	۹/۳۴	۴۰۸/۷۰۹	۵/۳۱۳
S _۲	۹/۵۶	۳۷۰/۵۱۹	۴/۸۱۷
S _۳	۶/۶۲	۲۸۵/۶۵۴	۳/۷۱۴
S _۴	۴/۷۲	۲۸۱/۲۵۱	۳/۶۵۶
S _۵	۲/۸۳	۳۱۵/۱۹۶	۴/۰۹۸
S _۶	۲/۸۳	۳۲۱/۱۴۹	۴/۱۷۵
S _۷	۵/۰۱	۳۶۳/۴۰۸	۴/۷۲۴
S _۸	۴/۲۸	۳۵۸/۹۷۱	۴/۶۶۷
S _۹	۴/۵۹	۳۸۶/۴۱۵	۵/۰۲۳
S _{۱۰}	۴/۴۶	۲۴۸/۶۳۴	۳/۲۳۲
S _{۱۱}	۴/۶۰	۲۵۴/۷۲۸	۳/۳۱۱
S _{۱۲}	۲/۸۹	۲۷۹/۷۲۶	۳/۶۳۶
S _{۱۳}	۲/۸۷	۳۶۴/۶۶۷	۴/۷۴۱
S _{۱۴}	۱/۷۵	۴۱۱/۰۱	۵/۳۴۳
S _{۱۵}	۱/۵۸	۳۳۸/۲۰۶	۴/۳۹۷
S _{۱۶}	۴/۹۵	۲۹۴/۲۹۲	۳/۸۲۶
S _{۱۷}	۵/۵۵	۴۰۱/۸۱۴	۵/۲۲۴
S _{۱۸}	۷/۱۱	۳۴۰/۱۸۱	۴/۴۲۲
S _{۱۹}	۲/۲۵	۳۴۲/۶۵۲	۴/۴۵۴
S _{۲۰}	۴/۲۶	۳۴۲/۲۵۳	۴/۴۴۹
S _{۲۱}	۱/۴	۳۶۸/۵۷۵	۴/۷۹۱
S _{۲۲}	۴/۰۱	۳۴۵/۳۷۲	۴/۴۹
S _{۲۳}	۳/۷	۴۰۳/۲۷۸	۵/۲۴۳
S _{۲۴}	۲/۸۴	۴۱۲/۲۱۶	۵/۳۵۹
S _{۲۵}	۵/۶۳/۳۶	۴۰۱/۵۳	۵/۲۲
S _{۲۶}	۲/۱۷	۳۳۲/۴۳	۴/۳۲۲
S _{۲۷}	۷/۲۷	۳۵۵/۲۷۷	۴/۶۱۹
S _{۲۸}	۵/۰۴	۳۰۳/۹۶۳	۳/۹۵۲
S _{۲۹}	۳/۰۴	۳۷۱/۳۱۸	۴/۸۲۷
S _{۳۰}	۳/۴	۳۲۵/۵۷۸	۴/۲۳۳
S _{۳۱}	۳/۶	۳۵۹/۵۹۲	۴/۶۷۵
S _{۳۲}	۳/۰۵	۲۲۲/۵۵۵	۲/۸۹۳
S _{۳۳}	۳/۲	۲۵۹/۲۶۴	۳/۳۷
S _{۳۴}	۶/۸۹	۴۱۴/۸۵۸	۵/۳۹۳
S _{۳۵}	۱/۹۳	۴۰۱/۳۶	۵/۲۱۸
S _{۳۶}	۳/۴۴	۲۹۷/۷۹۳	۳/۸۷۱
K _۱	۵/۶۲	۳۱۳/۹۷۵	۴/۰۸۲
K _۲	۰/۹۴	۵۲۱/۸۹	۶/۷۸۵

۴-۱۱-۱- تشریح اشکال فرسایشی

۴-۱۱-۱-۱- فرسایش مکانیکی

این شکل فرسایش یعنی تخریب مکانیکی سنگها به اشکال مختلف صورت می گیرد. با توجه به شرایط اقلیمی مناطق خشک و نیمه خشک کشور، عامل اصلی این تخریب تغییرات شدید دما در طول شبانه روز می باشد که با توجه به اختلاف ضریب انبساط متفاوت کانی های مختلف موجود در سنگها، به وقوع می پیوندد. یکی دیگر از عوامل موثر در تخریب مکانیکی سنگها افزایش حجم آب موجود در خلل و فرج و درز و شکاف سنگها در اثر یخبندان می باشد. با توجه به اینکه آب در اثر انجماد به میزان ۱۱ درصد افزایش حجم پیدا می کند، این افزایش حجم فشاری را ایجاد می کند و در نتیجه سنگ در اثر این فشار متلاشی می شود. این شکل فرسایشی در اکثر ارتفاعات منطقه مورد مطالعه و در سطح رخساره های ژئومورفولوژیک ۱-۱-۱ (توده سنگی)، ۱-۱-۲ (رخنمون سنگی بیش از ۷۵ درصد همراه با واریزه بلوکی)، ۱-۱-۳ (رخنمون سنگی بین ۵۰ تا ۷۵ درصد) در آهک های مزدوران و ۱-۴-۱ (رخنمون سنگی ۲۵ تا ۵۰ درصد) در تیپ ماسه سنگ و شیل مشاهده می گردد.

۴-۱۱-۲- فرسایش سطحی

با از بین رفتن پوشش گیاهی مرتعی و تبدیل اراضی مرتعی با شیب زیاد به زمین های کشاورزی بر روی دامنه ها به تدریج خاک حاصلخیزی خود را از دست داده و به مرور از بین رفته و سنگ مادر نمایان می گردد که می توان در روی عکس های هوایی و یا روی زمین با تغییراتی که در رنگ و متن عکسها به وجود آمده آثار فرسایش سطحی را تشخیص داد که با رنگ خاکستری متمایل به سفید مشخص می گردد. این شکل فرسایشی تقریباً در کلیه قسمت های حوضه به خصوص در شیب های دارای کاربری دیم وجود دارد.

۴-۱۱-۱-۳- فرسایش شیاری

پس از اینکه پوشش گیاهی از بین رفت و فرسایش سطحی آغاز شد، در نتیجه بارندگی و جاری شدن آب در روی خط بزرگترین شیب دامنه، آب در مسیری نامشخص شروع به حرکت می‌کند که به این هرز آب می‌نامیم. به تدریج در مسیر گسترش هرز آب‌ها در روی دامنه آن‌ها توسعه یافته و به شیاری تبدیل می‌گردند. ابعاد شیاریها متفاوت بوده و به عوامل گوناگونی بستگی دارد. ابعاد شیاریها از چند سانتی متر تا ۵۰ سانتی متر می‌رسد. این شکل فرسایشی در اکثر بخش‌های مختلف حوضه دیده می‌شود.

۴-۱۱-۱-۴- فرسایش آبراهه‌ای

با افزایش بارندگی فرسایش شیاری توسعه یافته و به آبراهه تبدیل می‌گردد. پروفیل آبراهه V شکل است و ابعاد آن بین ۵۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر تغییر می‌کند. این شکل فرسایش نیز در اکثر بخش‌های مختلف حوضه دیده می‌شود.



شکل ۱۲-۴- فرسایش سطحی همراه با فرسایش آبراهه‌ای و شیاری

۴-۱۱-۱-۵- فرسایش خندقی

فرسایش خندقی فرسایش عمیق است که بر اثر حمل خاک توسط آبهای جاری و ایجاد آبراهه عمیق در اثر شدت جریان آب به وجود می‌آید. در فرسایش خندقی کانال‌های عبور آب بزرگتر از

فرسایش آبراهه‌ای و شیاری است. فرسایش خندقی زمانی به وجود می‌آید که یک آبراهه طبیعی در اثر عوامل مختلف سرعت رواناب در آن افزایش پیدا کرده و سیلابی می‌شود که در نتیجه به علت عدم تحمل آبراهه، تعادل در آن به هم می‌خورد. بنابراین فرسایش خندقی در اثر پیشرفت فرسایش شیاری و اتصال آنها در پایین دست حوضه به وجود می‌آید. عمق این فرسایش از ۳۰ سانتی‌متر تا چند متر و در زمین‌های لامتفاوت است. فرسایش خندقی در زمین‌های سست و کم ضخامت بروز می‌کند. به صورت این خندق‌ها بیشتر در صخره‌های سست، خاک‌های رسی V سخت و با ضخامت زیاد به صورت و رسی آهکی و لسی دیده می‌شود. این فرسایش اغلب در محدوده آب و هوای خشک و نواحی که تغییر درجه حرارت در آن زیاد است ظاهر می‌شود. خندق به وجود آمده ممکن است مستقیم و یا دارای شاخه‌های متعدد باشد. همچنین ممکن است طویل یا کوتاه، باریک یا پهن باشد. مهمترین عامل تمایز آن با سایر لندفرم‌های مشابه عمق کانال است به نحوی که نمی‌توان با وسایل ساده کشاورزی آن را تسطیح نمود. این شکل فرسایشی در سطح رخساره‌های ژئومورفولوژیک ۱-۱-۴ در تیپ آهکی _ شیلی و ۱-۱-۵ (مناطق خاکدار) دیده می‌شود.



شکل ۱۳-۴- فرسایش خندقی متوسط در اراضی مجاور روستای سیج

۴-۱۱-۱-۶- فرسایش کناره‌ای

مسیر جریان آب دارای بستر های مختلفی است که بزرگترین آنها را بستر سیلابی می‌گویند. این بستر تنها در مواقع سیلابی به صورت مجرای کوچک و باریکی است که به این مجرا بستر اولیه گفته می‌شود بنابراین بستر عرضی جریان بین بستر اولیه و بستر سیلابی نوسان دارد. فرسایش رودخانه‌ای که به آن فرسایش جانبی نیز اطلاق می‌شود به طور غالب در مسیر کوهستانی جریان های اصلی به وقوع می‌پیوندد. در این فرسایش جریان آب به ویژه، آب‌های گل‌آلود و حامل ریگ و شن موجب شسته شدن اطراف بستر جریان و حمل بیشتر مواد با خود می‌شود. با این عمل دامنه‌های اطراف بستر جریان استحکام و قدرت خود را از دست می‌دهند و به تدریج و در مواقع جاری شدن سیلاب‌های شدید، حتی به طور ناگهانی فرو می‌ریزند که ممکن است باعث تخریب و ویرانی مزارع و روستاهای موجود در حاشیه مسیر جریان شوند. فرسایش رودخانه‌ای به سرعت جریان آب، تلاطم جریان، قطر ذرات خاک، قدرت چسبندگی و وزن مخصوص ذرات خاک، چگونگی پراکنش ذرات خاک در آب، درجه زبری و موانع موجود در مسیر جریان بستگی دارد و با توجه به اینکه پارامترهای مذکور در بخش‌های مختلف مسیر جریان از شدت متفاوتی برخوردار هستند و نیز فرسایش رودخانه‌ای بیشتر دیواره‌های بستر را متاثر می‌سازد، شکل مسیر جریان تغییر می‌نماید به طوری که باعث پیچ و خم‌دار شدن مسیر جریان می‌گردد. بنابراین محدوده فعالیت فرسایش رودخانه‌ای شامل بستر سیلابی جریان و محدوده‌ای از دامنه‌های اطراف آن است که با بستر جریان ارتباط مستقیم دارند. شدیدترین حالت این شکل فرسایشی در مسیر آبراهه اصلی حوضه مشاهده می‌گردد.



شکل ۱۴-۴- فرسایش کناره‌ای شدید در بخش‌های شمالی حوضه

۴-۱۱-۱-۷- زمین لغزش

پایین آمدن یکپارچه و نسبتاً سریع مواد در طول دامنه‌ها با حضور آب را لغزش می‌گویند که همانند تمامی حرکات توده‌ای، جابه‌جایی مواد در طول سطح لغزش دخالت نیروی جاذبه را در این فرآیند آسان می‌سازد. جنس و ساختمان سنگ‌ها از عوامل بسیار مهم در تعیین نوع حرکت لغزشی است به طوری که در سری‌های رسوبی گاهی سطح لغزش با سطح چینه بندی موازی و منطبق است که در این حالت لغزش صفحه‌ای به وجود می‌آید. در این نوع لغزش لایه‌ای از سنگ‌ها با ضخامت معین و تقریباً متحدالشکل بدون اینکه آشفتگی قابل توجهی را ایجاد نمایند به سمت پایین دامنه جا به جا می‌شوند. اما سطح لغزش همیشه بر خصوصیات ساختمانی منطبق نیست، زیرا جابه‌جایی می‌تواند روی زیر بنای رسی یا مارنی انجام شود که از آب اشباع شده‌اند که در این حالت غالباً سطح لغزش نیم رخ کاو و خمیده دارد. این ویژگی حرکت چرخشی را به توده لغزنده انتقال می‌دهد و قادر است سطح لغزش را به صورت پشته‌های مواج در جهت عکس شیب درآورد. این نوع لغزش‌ها به طور کلی مخصوص دامنه‌های پر شیب کوهستان‌های مرتفع است. در ضمن بازدیدهای صحرائی و کنکاش‌های محلی در محدوده مورد مطالعه به مناطق لغزشی برخورد شده ولی در محل‌هایی که آهک‌ها و دولومیت‌های سازند مزدوران شیب زیادی داشتند و ایجاد دیواره‌های مرتفع را می‌نموده‌اند،

عمل ریزش سنگ‌ها به صورت بلوک‌های زاویه دار و قطعه سنگ‌ها صورت گرفته بود. مابقی دیواره‌های دو جانب کال سیچ و آل چون درز و ترک زیادی دارند در هنگام زمین لرزه‌ها واریزه‌های زیادی تولید می‌نمایند. در ضمن تحقیقات صحرائی و دفتری مربوط به حوضه‌ها مجاور (برای مثال بلغور) مشخص شده است که شرایط لغزش برای سنگ‌های سازند شوربچه فراهم است و نقاط برداشت شده از زمین لغزش‌ها نیز موید همین نکته است. در قسمت شمال شرقی حوضه سیچ و آل توالی سنگی شوربچه با شیب عمومی زیاد (دامنه‌ها) مشاهده می‌شود که انتظار می‌رود پس از نزولات جوی زیاد یا مرطوب شدن شیل‌های شوربچه شرایط جهت لغزش بخش آواری فوقانی آن ایجاد شود. این موضوع به ویژه برای بخش شمال غربی روستای سیچ موضوعیت دارد. در قسمت انتهایی حوضه مورد مطالعه، کنگلومرا و ماسه سنگ‌های نئوژن و حتی جوان تر (حتی کنگلومرای پلیوسن) بر روی رس سنگ‌ها و سیلت استون‌های نئوژن با شیب ملایم قرار گرفته اند که احتمال ضعیفی جهت لغزش آنها وجود دارد. زمین لغزش‌هایی نیز در مجاورت جاده‌های ارتباطی حوضه بخصوص جاده سیچ و آل رخ داده که نشان دهنده تاثیرات احداث جاده‌ها بر ناپایداری دامنه‌ها و وقوع زمین لغزش هاست. چرای مفرط دام بر روی دامنه‌ها نیز در وقوع زمین لغزش‌هایی که بر روی سازند شوربچه رخ داده اند، بسیار موثر است (شکل ۹-۴).



شکل ۱۵-۴- زمین لغزش رخ داده در جاده سیچ

۴-۱۱-۲- برآورد فرسایش

برای برآورد فرسایش ویژه ابتدا نیاز است SDR یا نسبت تحویل رسوب برای هر زیر حوضه را داشته باشیم. با در دست داشتن SDR مقدار فرسایش ناخالص هر واحد هیدرولوژیکی از رابطه (۱۲)-۴ محاسبه می‌شود:

$$\text{فرسایش/تولید رسوب} = \text{SDR} \quad (۴-۱۲)$$

۴-۳۷- میزان SDR در زیر حوضه‌ها (گزارشات پایه حوضه سیج و آل)

زیر حوضه	مساحت (km ^۲)	SDR (درصد)
S _۱	۹/۳۴	۴۵
S _۲	۹/۵۶	۴۵
S _۳	۶/۶۲	۴۸
S _۴	۴/۷۲	۵۱
S _۵	۲/۸۳	۵۴
S _۶	۲/۸۳	۵۴
S _۷	۵/۰۱	۵۱
S _۸	۴/۲۸	۵۲
S _۹	۴/۵۹	۵۲
S _{۱۰}	۴/۴۶	۵۲
S _{۱۱}	۴/۶۰	۵۲
S _{۱۲}	۲/۸۹	۵۴
S _{۱۳}	۲/۸۷	۵۴
S _{۱۴}	۱/۷۵	۵۷
S _{۱۵}	۱/۵۸	۵۷
S _{۱۶}	۴/۹۵	۵۱
S _{۱۷}	۵/۵۵	۴۹
S _{۱۸}	۷/۱۱	۴۲
S _{۱۹}	۲/۲۵	۳۷
S _{۲۰}	۴/۲۶	۴۲
S _{۲۱}	۱/۴	۴۴
S _{۲۲}	۴/۰۱	۳۸
S _{۲۳}	۳/۷	۴۶
S _{۲۴}	۲/۸۴	۳۶
S _{۲۵}	۵/۶۳	۴۳

۳۵	۲/۱۷	S _۹
۳۳	۷/۲۷	S _{۱۰}
۳۳	۵/۰۴	S _{۱۱}
۴۶	۳/۰۴	S _{۱۲}
۳۲	۳/۴	S _{۱۳}
۳۲	۳/۶	S _{۱۴}
۴۵	۳/۰۵	S _{۱۵}
۴۶	۳/۲	S _{۱۶}
۴۲	۶/۸۹	S _{۱۷}
۴۳	۱/۹۳	S _{۱۸}
۴۱	۳/۴۴	S _{۱۹}
۴۹	۵/۶۲	K _۱
۶۶	۰/۹۴	K _۲

جدول ۳۸-۴-میزان SDR در زیر حوضه‌ها (گزارشات پایه حوضه سیج و آل)

زیرحوضه	رسوبدهی (تن در هکتار در سال)	SDR (درصد)	فرسایش (تن در هکتار در سال)
S _۱	۵/۳۱۳	۴۵	۱۱/۸
S _۲	۴/۸۱۷	۴۵	۱۰/۷
S _۳	۳/۷۱۴	۴۸	۷/۷۳
S _۴	۳/۶۵۶	۵۱	۷/۱۶
S _۵	۴/۰۹۸	۵۴	۷/۵۸
S _۶	۴/۱۷۵	۵۴	۷/۷۳
S _۷	۴/۷۲۴	۵۱	۹/۲۶
S _۸	۴/۶۶۷	۵۲	۸/۹۷
S _۹	۵/۰۲۳	۵۲	۹/۶۵
S _{۱۰}	۳/۲۳۲	۵۲	۶/۲۱
S _{۱۱}	۳/۳۱۱	۵۲	۶/۳۶
S _{۱۲}	۳/۶۳۶	۵۴	۶/۷۳
S _{۱۳}	۴/۷۴۱	۵۴	۸/۷۷
S _{۱۴}	۵/۳۴۳	۵۷	۹/۳۷
S _{۱۵}	۴/۳۹۷	۵۷	۷/۷۱۴
S _{۱۶}	۳/۸۲۶	۵۱	۷/۵
S _{۱۷}	۵/۲۲۴	۴۹	۱۰/۶۹
S _{۱۸}	۴/۴۲۲	۴۲	۱۰/۵۲
S _{۱۹}	۴/۴۵۴	۳۷	۱۲/۰۳۷
S _{۲۰}	۴/۴۴۹	۴۲	۱۰/۶۹
S _{۲۱}	۴/۷۹۱	۴۴	۱۰/۸۸
S _{۲۲}	۴/۴۹	۳۸	۱۱/۸۱۵
S _{۲۳}	۵/۲۴۳	۴۶	۱۱/۳۹۷
S _{۲۴}	۵/۳۵۹	۳۶	۱۴/۸۸

۱۲/۱۳۹	۴۳	۵/۲۲	S _۸
۱۲/۳۴۸	۳۵	۴/۳۲۲	S _۹
۱۳/۹۹	۳۳	۴/۶۱۹	S _{۱۰}
۱۱/۹۷	۳۳	۳/۹۵۲	S _{۱۱}
۱۰/۴۹۳	۴۶	۴/۸۲۷	S _{۱۲}
۱۳/۲۲۸	۳۲	۴/۲۳۳	S _{۱۳}
۱۴/۶۰۹	۳۲	۴/۶۷۵	S _{۱۴}
۶/۴۲۸	۴۵	۲/۸۹۳	S _{۱۵}
۷/۳۲۶	۴۶	۳/۳۷	S _{۱۶}
۱۲/۸۴	۴۲	۵/۳۹۳	S _{۱۷}
۱۲/۱۳۴	۴۳	۵/۲۱۸	S _{۱۸}
۹/۴۴۱	۴۱	۳/۸۷۱	S _{۱۹}
۸/۳۳	۴۹	۴/۰۸۲	K _۱
۱۰/۲۸	۶۶	۶/۷۸۵	K _۲

۱۲-۴-اطلاعات ایستگاه هیدرومتری

جدول ۴-۳۹- متوسط آبدهی مختلف را در ایستگاه های منطقه نشان می دهد.

۴-۳۹-متوسط آبدهی ایستگاه های منطقه در دوره آماری (۸۹-۶۶)

نام ایستگاه	مساحت (km ^۲)	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
امامزاده رادکان	۲۴۵	۰/۳۸	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۳۷	۰/۴	۰/۴۸	۰/۷۳	۱/۰۱	۰/۷۵	۰/۵۳	۰/۴	۰/۳۵
فریزی موشنگ	۲۷۷	۰/۶	۰/۷۱	۰/۷۳	۰/۶۴	۰/۸۷	۲/۴۶	۵/۵۴	۵/۹۰	۲/۴۹	۰/۹۱	۰/۴۸	۰/۳۳
گلمکان	۴۹	۰/۱۸	۰/۱۶	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۶	۰/۲۷	۰/۶۷	۰/۹۷	۰/۷۱	۰/۳۷	۰/۲۶	۰/۲۳
دولت آباد	۴۰	۰/۱۶	۰/۱۹	۰/۱۵	۰/۱۴	۰/۱۹	۰/۳۶	۰/۹۳	۱/۴۳	۰/۹۰	۰/۳۴	۰/۲۰	۰/۱۴
بند ساروج	۴۹۷	۰/۶۹	۰/۷۹	۰/۸۵	۰/۷۶	۰/۸۵	۱/۲۶	۲/۵۳	۲/۵۲	۱/۸۱	۰/۸۰	۰/۵۵	۰/۵۱
زشک	۶۸/۲	۰/۱۷	۰/۳۰	۰/۲۶	۰/۲۸	۰/۳۳	۰/۶۶	۱/۵۱	۱/۷۱	۰/۸۲	۰/۲۲	۰/۰۷	۰/۰۵
سراسیاب شاندیز	۲۰۳	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۱۱	۰/۱۴	۰/۲۷	۱/۱۸	۲/۸۸	۱/۸۲	۰/۴۱	۰/۰۶	۰/۰۲	۰/۰۰
حصار	۱۱۶	۰/۰۲	۰/۰۹	۰/۱۴	۰/۱۷	۰/۲۸	۱/۰۷	۱/۹۸	۱/۳۶	۰/۴۹	۰/۰۹	۰/۰۳	۰/۰۱
کرتیان طرق	۱۴۰	۰/۰۳	۰/۱۴	۰/۱۷	۰/۲۸	۰/۴۷	۱/۲۰	۲/۰۹	۱/۵۷	۰/۶۱	۰/۱۹	۰/۰۳	۰/۰۰
اولنگ اسدی	۹۰۷۴/۵	۰/۰۹	۰/۱۶	۰/۲۵	۰/۳۴	۰/۷۱	۱/۶۷	۳/۲۵	۲/۶۲	۱/۵۲	۰/۲۰	۰/۰۲	۰/۰۰
آق دربند	۱۵۹۶۴/۹	۰/۱۶	۰/۳۷	۰/۶۶	۱/۰۳	۱/۶۴	۳/۰۹	۶/۹۳	۶/۰۵	۲/۲۶	۰/۳۴	۰/۰۹	۰/۰۵
پل خاتون (کشف رود)	۱۶۴۲۷/۵	۰/۱۱	۰/۴۵	۰/۵۰	۰/۵۸	۱/۳۴	۳/۶۱	۷/۸۰	۸/۰۷	۴/۱۲	۰/۴۷	۰/۰۱	۰/۰۳
زیر بند گلستان	۳۰۹/۷	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۱۳	۰/۳۲	۲/۳۳	۲/۸۶	۲/۵۲	۱/۰۷	۰/۰۹	۰/۰۲	۰/۰۱
کارده	۴۳۱/۴	۰/۴۲	۰/۵۸	۰/۶۴	۰/۶۱	۰/۶۳	۰/۷۸	۱/۰۱	۱/۰۸	۰/۹۷	۰/۳۶	۰/۳۳	۰/۲۹

۴-۴۰- مشخصات زیر حوضه ها

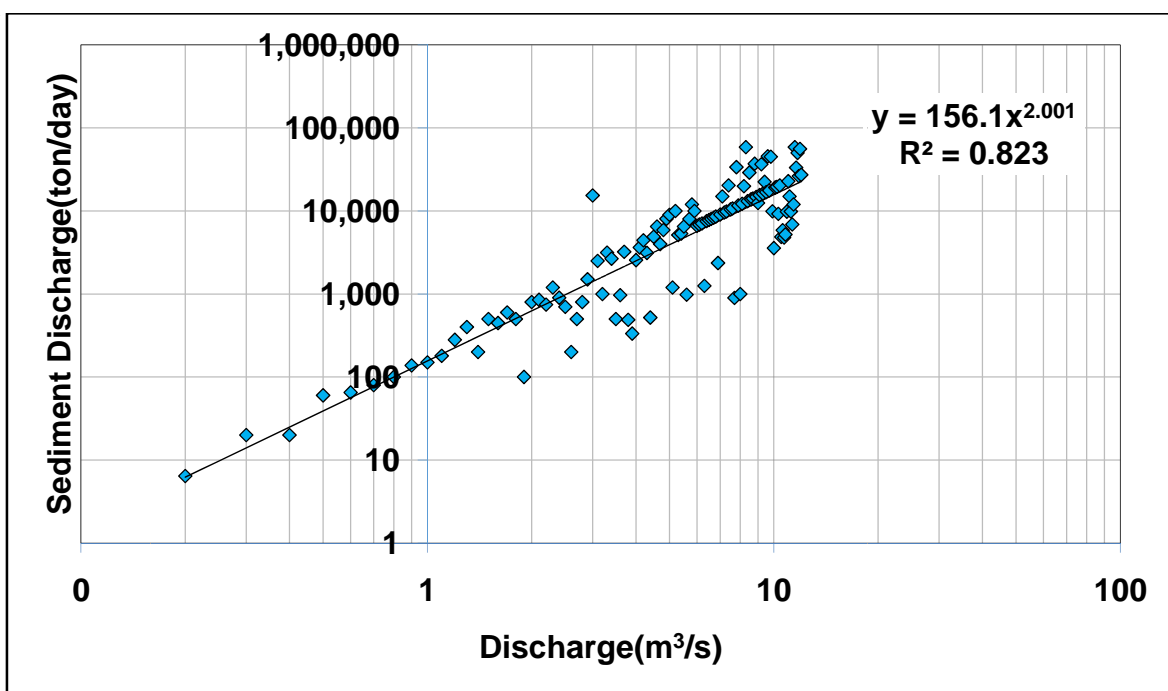
ارتفاع رواناب (سانتی متر)	شیب حوضه (درصد)	بارندگی سالیانه (سانتیمتر)	مساحت (کیلومتر مربع)	زیر حوضه
۱۷/۷۳	۵۱/۱۹	۴۱/۹۸	۹/۳۴	S _۱
۱۶/۰۸	۴۷/۶۷	۳۹/۹۸	۹/۵۶	S _۲
۱/۴۰	۴۳/۹۵	۴۲/۷۱	۶/۶۲	S _۳
۱۹/۰۶	۴۰/۹۷	۴۲/۴۳	۴/۷۲	S _۴
۱۳/۴۷	۳۲/۸۷	۳۶/۸۵	۲/۸۳	S _۵
۱۱/۷۰	۳۷/۱۷	۳۵/۵۰	۲/۸۳	S _۶
۱۸/۱۴	۴۹/۳۵	۴۱/۶۴	۵/۰۱	S _۷
۱۶/۷۴	۵۱/۳۱	۴۰/۴۸	۴/۲۸	S _۸
۱۵/۳۱	۴۱/۳۸	۳۹/۷۱	۴/۵۹	S _۹
۱۳/۶۰	۳۷/۴۵	۳۷/۷۵	۴/۴۶	S _{۱۰}
۱۱/۵۲	۲۹/۰۷	۳۵/۴۱	۴/۶۰	S _{۱۱}
۸/۸۷	۲۹/۹	۳۱/۴۴	۲/۸۹	S _{۱۲}
۱۱/۲۶	۴۵/۵۹	۳۳/۶۱	۲/۸۷	S _{۱۳}
۱۳/۱۶	۵۱/۶۴	۳۵/۳۸	۱/۷۵	S _{۱۴}
۱۱/۰۳	۳۳/۲۵	۳۳/۸۰	۱/۵۸	S _{۱۵}
۱۰/۴۲	۲۸/۰۵	۳۴/۶۴	۴/۹۵	S _{۱۶}
۱۰/۹۲	۳۶/۴۵	۳۴/۸۲	۵/۵۵	S _{۱۷}
۱۵/۲۱	۴۴/۶۲	۳۹/۶۱	۷/۱۱	S _{۱۸}
۱۳/۸۰	۳۷/۳۱	۳۸/۷۰	۲/۲۵	S _{۱۹}
۱۶/۶۶	۴۴/۸۶	۴۱/۰۷	۴/۲۶	S _{۲۰}
۱۶/۲۵	۵۱/۱۲	۴۰/۴۰	۱/۴	S _{۲۱}
۱۴/۸۹	۴۳/۲	۳۹/۸۵	۴/۰۱	S _{۲۲}
۱۴/۱۷	۴۷/۳۵	۳۸/۶۳	۳/۷	S _{۲۳}
۱۴/۱۱	۷۰/۳۶	۳۹/۱۸	۲/۸۴	S _{۲۴}
۹/۸۰	۵۰/۴۲	۳۴/۰۵	۵/۶۳	S _{۲۵}
۱۱/۸۲	۴۱/۴۵	۳۶/۶۹	۲/۱۷	S _{۲۶}
۱۱/۹۲	۴۵/۴۳	۳۷/۴۵	۷/۲۷	S _{۲۷}
۱۱/۶۶	۴۹/۷۴	۳۷/۱۳	۵/۰۴	S _{۲۸}
۱۰/۱۹	۳۷/۸۵	۳۳/۶۹	۳/۰۴	S _{۲۹}
۱۱/۲۶	۳۴/۶۳	۳۶/۶۳	۳/۴	S _{۳۰}
۱۱/۰۸	۴۳/۶۷	۳۶/۳۹	۳/۶	S _{۳۱}
۱۱/۸۶	۳۲/۸۱	۳۵/۴۸	۳/۰۵	S _{۳۲}
۱۰/۷۰	۳۲/۵۵	۳۴/۱۹	۳/۲	S _{۳۳}
۱۰/۸۲	۵۱/۵۳	۳۴/۵۶	۶/۸۹	S _{۳۴}
۹/۳	۴۲/۵۱	۳۲/۵۴	۱/۹۳	S _{۳۵}
۱۰/۵	۲۹/۸۴	۳۴/۲	۳/۴۴	S _{۳۶}
۵/۷۸	۲۱/۶۳	۲۵/۸۵	۵/۶۲	K _۱
۹/۸۶	۱۱/۸۶	۳۵/۹۸	۰/۹۴	K _۲

۴-۴۱- مقادیر دبی پیک سیلاب در زیر حوضه ها

دبی ویژه پیک ($m^3/s/km^2$)	دبی پیک (m^3/s)	مساحت (کیلومتر مربع)	زیر حوضه
۰/۴۶	۴/۳۰	۹/۳۴	S _۱
۰/۴۷	۴/۴۹	۹/۵۶	S _۲
۰/۴۹	۳/۲۴	۶/۶۲	S _۳
۰/۵۴	۲/۵۴	۴/۷۲	S _۴
۰/۶۱	۱/۷۳	۲/۸۳	S _۵
۰/۶۱	۱/۷۲	۲/۸۳	S _۶
۰/۵۳	۲/۶۵	۵/۰۱	S _۷
۰/۵۵	۲/۳۵	۴/۲۸	S _۸
۰/۵۴	۲/۴۷	۴/۵۹	S _۹
۰/۵۵	۲/۴۵	۴/۴۶	S _{۱۰}
۰/۵۴	۲/۴۸	۴/۶۰	S _{۱۱}
۰/۶۱	۱/۷۶	۲/۸۹	S _{۱۲}
۰/۶۱	۱/۷۵	۲/۸۷	S _{۱۳}
۰/۶۹	۱/۲۰	۱/۷۵	S _{۱۴}
۰/۷	۱/۱۱	۱/۵۸	S _{۱۵}
۰/۵۴	۲/۶۷	۴/۹۵	S _{۱۶}
۰/۵۲	۲/۸۴	۵/۵۵	S _{۱۷}
۰/۴	۲/۸۴	۷/۱۱	S _{۱۸}
۰/۳۴	۰/۷۶	۲/۲۵	S _{۱۹}
۰/۴۱	۱/۷۴	۴/۲۶	S _{۲۰}
۰/۴۵	۰/۶۳	۱/۴	S _{۲۱}
۰/۳۵	۱/۴	۴/۰۱	S _{۲۲}
۰/۴۷	۱/۷۳	۳/۷	S _{۲۳}
۰/۳۲	۰/۹	۲/۸۴	S _{۲۴}
۰/۴۲	۲/۳۶	۵/۶۳	S _{۲۵}
۰/۳۰	۰/۶۵	۲/۱۷	S _{۲۶}
۰/۲۶	۱/۸۹	۷/۲۷	S _{۲۷}
۰/۲۶	۱/۳۱	۵/۰۴	S _{۲۸}
۰/۴۷	۱/۴۲	۳/۰۴	S _{۲۹}
۰/۲۵	۰/۸۵	۳/۴	S _{۳۰}
۰/۲۵	۰/۹	۳/۶	S _{۳۱}
۰/۴۸	۱/۴۶	۳/۰۵	S _{۳۲}
۰/۴۸	۱/۵۳	۳/۲	S _{۳۳}
۰/۴۱	۲/۸۲	۶/۸۹	S _{۳۴}
۰/۴۱	۰/۷۹	۱/۹۳	S _{۳۵}
۰/۵۱	۱/۷۵	۳/۴۴	S _{۳۶}
۰/۵۲	۲/۹۲	۵/۶۲	K _۱
۰/۷۹	۰/۷۴	۰/۹۴	K _۲

برای برآورد مقدار رسوبات حوضه سیج و آل از آمار موجود در ایستگاه هیدرومتری کارده استفاده شد. از آن جا که رابطه بین دبی آب و رسوب به صورت معادله می باشد، آمار و اطلاعات مربوط به دبی آب بر حسب متر مکعب بر ثانیه و دبی رسوب بر حسب تن بر روز به منظور بدست آوردن ضرایب a، b و همچنین رسم منحنی رسوبدهی برآزش داده شدند.

$$Q_s = a Q_w^b \quad (4-13)$$



شکل ۱۶-۴- نمودار مقدار تولید رسوب حوضه

جدول ۴۲-۴- مقادیر رسوبدهی در محل ایستگاه کارده

متوسط رسوبدهی (تن بر روز)	۲۲۵/۸۵
متوسط رسوبدهی (تن بر ماه)	۶۸۷۹/۵۳
متوسط رسوبدهی (تن بر سال)	۸۲۵۵۴/۳۹
رسوبدهی ویژه (تن بر هکتار در سال)	۱/۸۳۴
رسوبدهی ویژه (تن بر کیلومتر مربع بر سال)	۱۸۳/۴

۴-۱۳- کالیبره نمودن مدل پسیاک

با توجه به اینکه مقدار محاسبه شده رسوب با مدل پسیاک (۷۱۲۹۸/۷۰۸ تن در سال) با مقدار واقعی اندازه گیری شده (۸۲۵۵۴/۳۹ تن در سال)، ۱۱۲۵۵/۶۸۲ تن در سال یا ۱۳/۶۳ درصد اختلاف دارند، در این قسمت به کالیبره کردن مدل پسیاک پرداخته می شود که در ادامه آمده است. با توجه به اینکه لایه های خاک، آب و هوا، روان آب، پستی و بلندی قابل تغییر نمی باشند چرا که مبنای آنها اطلاعات اندازه گیری شده است لذا پارامترهای مربوط به لایه های زمین شناسی سطحی، پوشش زمین، کاربری اراضی، وضعیت فرسایش در سطح حوضه آبخیز، فرسایش رودخانه ای و انتقال رسوب تغییر داده شدند.

۴-۱۳-۱- تغییر پارامترهای ورودی لایه زمین شناسی

قبلا برای واحدهای زمین شناسی Ngr, J_۱mz, J_۲mz, J_۳mz, Ksh, PLQC, Qal, Qt_۱, Qt_۲ به ترتیب امتیازهای ۶، ۱، ۵، ۲، ۵، ۶، ۸، ۸، ۸ به مدل معرفی شده اند، که مقادیر آنها به ترتیب به امتیازهای ۷، ۱، ۶، ۳، ۷، ۹، ۹، ۹ تغییر یافت. پس از محاسبات مقدار رسوب ۷۳۲۵۱/۸ تن در سال بدست آمد.

جدول ۴-۴۳ مقادیر پارامترهای ورودی مدل بعد از تغییر امتیاز عامل زمین شناسی

R	Y _۱ فرسایش رودخانه ای	Y _۸ فرسایش سطحی	Y _۷ کاربری اراضی	Y _۶ پوشش زمین	Y _۵ پستی و بلندی	Y _۴ رواناب	Y _۳ آب و هوا	Y _۲ خاک	Y _۱ زمین شناسی	عامل زیرحوضه
۶۷/۴۷	۱۰/۰۵	۹/۱۵	۶/۵	۵	۱۶/۸	۵/۶۶	۳/۰۳۶	۷/۱۸	۴	S _۱
۶۴/۶۹	۷/۷۸	۷/۳۶	۸/۷۵	۵	۱۵/۷	۵/۶۶	۳/۰۳۶	۷/۳۸	۴	S _۲
۵۷/۳۴	۶/۷۵	۵/۱۶	۸/۳۳	۴	۱۴/۵	۶	۳/۰۳۶	۶/۱۲	۳/۳۳	S _۳
۵۶/۸	۶/۷۵	۵/۱۶	۸/۳۳	۴	۱۳/۵	۶/۵۴	۳/۰۳۶	۶/۱۲	۳/۳۳	S _۴
۶۰/۱۱	۷/۵۴	۶/۷	۸/۵	۵/۴	۱۰/۸	۶/۹	۳/۰۳۶	۷/۱۸	۴	S _۵
۶۰/۵۶	۷/۶۹	۶	۹/۳۳	۷	۱۲/۲	۶/۸	۳/۰۳۶	۵/۱۱	۳/۳۳	S _۶
۶۴/۴	۵/۷۵	۵/۵	۸/۶	۶	۱۶/۲	۶/۳۸	۳/۰۳۶	۸/۳۵	۴/۵	S _۷
۶۳/۷۱	۵/۷۵	۵/۳۷	۱۰	۶/۶۶	۱۶/۹	۶/۵	۳/۰۳۶	۶/۱۲	۳/۳۳	S _۸
۶۵/۷۹	۱۱	۶/۸۳	۸/۳۳	۴	۱۳/۶	۷/۶۶	۳/۰۳۶	۷/۹۷	۴/۶۶	S _۹

۵۳/۳۱	۳	۵	۷/۶۶	۴/۱۶	۱۲/۳	۶/۳۱	۳/۰-۳۶	۷/۴۴	۴/۳۳	S _{۱۰}
۵۳/۹۹	۲/۲۵	۵/۳۷	۹/۲۵	۶/۶۲	۹/۵۹	۶/۰۹	۳/۰-۳۶	۷/۴۴	۴/۳۳	S _{۱۱}
۵۶/۹۸	۳	۷	۹/۳۳	۶/۸۳	۹/۸۶	۶/۶۳	۳/۰-۳۶	۹/۶۱	۳	S _{۱۲}
۶۴/۲۴	۹/۷	۵/۷	۶/۷۵	۴/۸۷	۱۵	۶/۷۷	۳/۰-۳۶	۷/۶۲	۴/۷۵	S _{۱۳}
۶۷/۵۵	۱۰/۶۲	۵/۲۵	۶/۷۵	۴/۸۷	۱۷	۷/۶۸	۳/۰-۳۶	۶/۹۶	۵/۳۳	S _{۱۴}
۶۲/۳۶	۶/۵۸	۵/۳۳	۹/۳۳	۷	۱۰/۹	۷/۶۶	۳/۰-۳۶	۷/۹۴	۴/۵	S _{۱۵}
۵۸/۴۲	۶/۵۸	۵/۳۳	۹/۳۳	۷	۹/۲۵	۶/۰۲	۳/۰-۳۶	۷/۹۴	۴/۵	S _{۱۶}
۶۷/۲۴	۱۰/۴۳	۷/۳۷	۹/۵	۶	۱۲	۵/۸۵	۳/۰-۳۶	۸/۰۱	۵	S _{۱۷}
۶۲/۳۲	۷/۱۹	۶/۳۲	۷/۸۳	۵	۱۴/۷	۴/۹۱	۳/۰-۳۶	۷/۹۹	۵	S _{۱۸}
۶۲/۵۶	۱۰/۰-۳	۶/۷۵	۸/۲۵	۶/۱۶	۱۲/۳	۴/۲۲	۳/۰-۳۶	۶/۱۲	۵/۶۶	S _{۱۹}
۶۲/۴۵	۷/۵۴	۶/۷	۸/۵۸	۵/۵	۱۴/۸	۵/۱	۳/۰-۳۶	۷/۱۸	۴	S _{۲۰}
۶۴/۴۶	۶/۷۵	۶/۳۳	۹/۷۵	۶/۵	۱۶/۸	۵/۴۷	۳/۰-۳۶	۶/۴۳	۲/۳۳	S _{۲۱}
۶۲/۶۱	۸/۰۵	۶/۸۳	۸/۲	۶/۲	۱۴/۲	۴/۳۹	۳/۰-۳۶	۷	۴/۶۶	S _{۲۲}
۶۷	۱۱	۶/۸۳	۸/۳۳	۴	۱۵/۶	۵/۵۵	۳/۰-۳۶	۷/۹۷	۴/۶۶	S _{۲۳}
۶۷/۴۷	۸/۷۵	۶/۵	۶/۵	۵	۲۳/۲	۴/۰۴	۳/۰-۳۶	۶/۴۳	۴	S _{۲۴}
۶۷/۲۲	۷/۷۵	۵/۷۸	۸/۲	۶/۸	۱۶/۶	۴/۲۵	۳/۰-۳۶	۸/۲۴	۶	S _{۲۵}
۶۱/۸۷	۷/۷۵	۵/۷۸	۸/۲	۶/۸	۱۳/۶	۳/۷	۳/۰-۳۶	۶/۱۸	۶/۷۵	S _{۲۶}
۶۳/۵۸	۸/۷	۶/۸۱	۸/۵	۵/۷۱	۱۴/۹	۳/۳۱	۳/۰-۳۶	۶/۸۵	۵/۶۶	S _{۲۷}
۵۹/۱۶	۷/۲۵	۴/۸۸	۷/۲۸	۵/۲۱	۱۶/۴	۳/۳	۳/۰-۳۶	۶/۱۲	۵/۶۶	S _{۲۸}
۶۵/۰۱	۹/۳۲	۶/۲۱	۸/۵	۶/۰۸	۱۲/۴	۵/۳۱	۳/۰-۳۶	۷/۴۵	۶/۶	S _{۲۹}
۶۱/۲۸	۸/۹	۶/۱۴	۸/۲	۶/۸	۱۱/۴	۳/۱۷	۳/۰-۳۶	۷/۰۲	۶/۶	S _{۳۰}
۶۴/۱	۹/۰۴	۶/۲۵	۸/۵	۶/۰۸	۱۴/۴	۳/۱۶	۳/۰-۳۶	۶/۸۶	۶/۷۵	S _{۳۱}
۵۰	۲	۴/۸۳	۹/۳۳	۶/۸۳	۱۰/۸	۵/۵۱	۳/۰-۳۶	۵/۶۴	۲	S _{۳۲}
۵۴/۴۹	۲/۲۵	۵/۳۷	۹/۲۵	۶/۶۲	۱۰/۷	۵/۴۴	۳/۰-۳۶	۷/۴۴	۴/۳۳	S _{۳۳}
۶۸/۱۵	۷/۳۱	۶/۵	۹/۲۵	۷/۳۷	۱۷	۴/۷۴	۳/۰-۳۶	۶/۹۳	۶	S _{۳۴}
۶۷/۳۱	۹/۸۲	۷/۰۷	۸/۲	۶/۷	۱۴	۴/۷۲	۳/۰-۳۶	۶/۸۹	۶/۷۵	S _{۳۵}
۵۸/۷۶	۷/۹۵	۶/۱۶	۷/۶۴	۵/۳۹	۹/۸۴	۵/۸۴	۳/۰-۳۶	۶/۸۹	۶	S _{۳۶}
۶۰/۲۵	۷/۹۷	۶/۸۱	۷/۶۴	۴/۹۶	۹/۵۴	۵/۵۴	۳/۰-۳۶	۹/۰۸	۵/۶۶	K _۱
۶۷/۶۵	۱۱/۵۶	۸/۶۲	۱۳/۲	۹/۱۲	۵/۳۳	۸/۴۹	۳/۰-۳۶	۸/۲۳	۷	K _۲

۴-۱۳-۲- تغییر پارامترهای ورودی لایه پوشش زمین

قبلا برای پوشش های توده سنگی، مسیل، اراضی آبی و باغات، اراضی دیم، Ar.sp-، Acl.kh-Grasses، Acl.kh-، Acl.kh-Epd.pr-St.ba، Ar.sp-Acl.kh-Pro.ab، Ar.spp-Acl.kh-Grasses، Grasses-Epd.pr به Am.spi-Acl.kh-An.gr، Grasses-Ar.au به ترتیب امتیازهای ۴، ۹، ۴، ۱۴، ۶، ۲، ۳، ۳، ۳، ۲/۵، ۴/۲ به

مدل معرفی شده اند، که مقادیر آنها به ترتیب به امتیازهای ۵، ۱۰، ۵، ۱۵، ۶/۵، ۳/۱، ۴، ۳/۹، ۴، ۳/۴، ۵/۵ تغییر یافت.

پس از اعمال تغییرات ورودی های عامل زمین شناسی و پوشش زمین و انجام محاسبات مقدار رسوب ۷۳۴۲۷/۵۵ تن در سال برآورد گردید.

جدول ۴-۴۴ مقادیر پارامترهای ورودی مدل بعد از تغییر امتیازهای عوامل زمین شناسی و پوشش

R	Y _۱ فرسایش رودخانه ای	Y _۸ فرسایش سطحی	Y _۷ کاربری اراضی	Y _۶ پوشش زمین	Y _۵ پستی و بلندی	Y _۴ رواناب	Y _۳ آب و هوا	Y _۲ خاک	Y _۱ زمین شناسی	عامل زبرحوزه
۶۸/۳۴	۱۰/۰۵	۹/۱۵	۶/۵	۵/۷۷	۱۶/۸	۵/۶۶	۳/۰۳۶	۷/۱۸	۴	S _۱
۶۵/۷۱	۷/۷۸	۷/۳۶	۸/۷۵	۶/۰۲	۱۵/۷	۵/۶۶	۳/۰۳۶	۷/۳۸	۴	S _۲
۵۸/۱۳	۶/۷۵	۵/۱۶	۸/۳۳	۴/۸۹	۱۴/۵	۶	۳/۰۳۶	۶/۱۲	۳/۳۳	S _۳
۵۷/۶۹	۶/۷۵	۵/۱۶	۸/۳۳	۴/۸۹	۱۳/۵	۶/۵۴	۳/۰۳۶	۶/۱۲	۳/۳۳	S _۴
۶۱/۱۵	۷/۵۴	۶/۷	۸/۵	۶/۴۴	۱۰/۸	۶/۹	۳/۰۳۶	۷/۱۸	۴	S _۵
۶۱/۵۴	۷/۶۹	۶	۹/۳۳	۷/۹۸	۱۲/۲	۶/۸	۳/۰۳۶	۵/۱۱	۳/۳۳	S _۶
۶۵/۳۳	۵/۷۵	۵/۵	۸/۶	۶/۹۳	۱۶/۲	۶/۳۸	۳/۰۳۶	۸/۳۵	۴/۵	S _۷
۶۴/۷۵	۵/۷۵	۵/۳۷	۱۰	۷/۷۱	۱۶/۹	۶/۵	۳/۰۳۶	۶/۱۲	۳/۳۳	S _۸
۶۶/۶۹	۱۱	۶/۸۳	۸/۳۳	۴/۸۹	۱۳/۶	۷/۶۶	۳/۰۳۶	۷/۹۷	۴/۶۶	S _۹
۵۴/۱۴	۳	۵	۷/۶۶	۵	۱۲/۳	۶/۳۱	۳/۰۳۶	۷/۴۴	۴/۳۳	S _{۱۰}
۵۴/۸۷	۲/۲۵	۵/۳۷	۹/۲۵	۷/۵	۹/۵۹	۶/۰۹	۳/۰۳۶	۷/۴۴	۴/۳۳	S _{۱۱}
۵۷/۹۷	۳	۷	۹/۳۳	۷/۸۲	۹/۸۶	۶/۶۳	۳/۰۳۶	۹/۶۱	۳	S _{۱۲}
۶۵/۲۳	۹/۷	۵/۷	۶/۷۵	۵/۸۶	۱۵	۶/۷۷	۳/۰۳۶	۷/۶۲	۴/۷۵	S _{۱۳}
۶۸/۵۳	۱۰/۶۲	۵/۲۵	۶/۷۵	۵/۸۶	۱۷	۷/۶۸	۳/۰۳۶	۶/۹۶	۵/۳۳	S _{۱۴}
۶۳/۳۶	۶/۵۸	۵/۳۳	۹/۳۳	۸	۱۰/۹	۷/۶۶	۳/۰۳۶	۷/۹۴	۴/۵	S _{۱۵}
۵۹/۴۲	۶/۵۸	۵/۳۳	۹/۳۳	۸	۹/۲۵	۶/۰۲	۳/۰۳۶	۷/۹۴	۴/۵	S _{۱۶}
۶۸/۲۳	۱۰/۴۳	۷/۳۷	۹/۵	۶/۹۹	۱۲	۵/۸۵	۳/۰۳۶	۸/۰۱	۵	S _{۱۷}
۶۳/۱۷	۷/۱۹	۶/۳۲	۷/۸۳	۵/۸۵	۱۴/۷	۴/۹۱	۳/۰۳۶	۷/۹۹	۵	S _{۱۸}
۶۳/۵۶	۱۰/۰۳	۶/۷۵	۸/۲۵	۷/۱۷	۱۲/۳	۴/۲۲	۳/۰۳۶	۶/۱۲	۵/۶۶	S _{۱۹}
۶۳/۴	۷/۵۴	۶/۷	۸/۵۸	۶/۴۵	۱۴/۸	۵/۱	۳/۰۳۶	۷/۱۸	۴	S _{۲۰}
۶۵/۳۸	۶/۷۵	۶/۳۳	۹/۷۵	۷/۴۲	۱۶/۸	۵/۴۷	۳/۰۳۶	۶/۴۳	۳/۳۳	S _{۲۱}
۶۳/۵۱	۸/۰۵	۶/۸۳	۸/۲	۷/۱	۱۴/۲	۴/۳۹	۳/۰۳۶	۷	۴/۶۶	S _{۲۲}
۶۷/۸۹	۱۱	۶/۸۳	۸/۳۳	۴/۸۹	۱۵/۶	۵/۵۵	۳/۰۳۶	۷/۹۷	۴/۶۶	S _{۲۳}
۶۸/۳۴	۸/۷۵	۶/۵	۶/۵	۵/۷۷	۲۳/۲	۴/۰۴	۳/۰۳۶	۶/۴۳	۴	S _{۲۴}
۶۸/۳۱	۷/۷۵	۵/۷۸	۸/۲	۷/۷۹	۱۶/۶	۴/۲۵	۳/۰۳۶	۸/۲۴	۶	S _{۲۵}
۶۲/۸۶	۷/۷۵	۵/۷۸	۸/۲	۷/۷۹	۱۳/۶	۳/۷	۳/۰۳۶	۶/۱۸	۶/۷۵	S _{۲۶}

۶۴/۵۸	۸/۷	۶/۸۱	۸/۵	۶/۷۱	۱۴/۹	۳/۳۱	۳/۰۳۶	۶/۸۵	۵/۶۶	S _{۱۰}
۶۰/۰۱	۷/۳۵	۴/۸۸	۷/۳۸	۶/۰۶	۱۶/۴	۳/۳	۳/۰۳۶	۶/۱۲	۵/۶۶	S _{۱۱}
۶۵/۹۹	۹/۳۲	۶/۳۱	۸/۵	۷/۰۷	۱۲/۴	۵/۳۱	۳/۰۳۶	۷/۴۵	۶/۶	S _{۱۲}
۶۲/۲۸	۸/۹	۶/۱۴	۸/۲	۷/۸	۱۱/۴	۳/۱۷	۳/۰۳۶	۷/۰۲	۶/۶	S _{۱۳}
۶۵/۰۸	۹/۰۴	۶/۲۵	۸/۵	۷/۰۷	۱۴/۴	۳/۱۶	۳/۰۳۶	۶/۸۶	۶/۷۵	S _{۱۴}
۵۱/۱۷	۲	۴/۸۳	۹/۳۳	۸	۱۰/۸	۵/۵۱	۳/۰۳۶	۵/۶۴	۲	S _{۱۵}
۵۵/۳۷	۲/۲۵	۵/۳۷	۹/۲۵	۷/۵	۱۰/۷	۵/۴۴	۳/۰۳۶	۷/۴۴	۴/۳۳	S _{۱۶}
۶۹/۱۳	۷/۳۱	۶/۵	۹/۲۵	۸/۳۶	۱۷	۴/۷۴	۳/۰۳۶	۶/۹۳	۶	S _{۱۷}
۶۸/۲	۹/۸۲	۷/۰۷	۸/۲	۷/۶۹	۱۴	۴/۷۲	۳/۰۳۶	۶/۸۹	۶/۷۵	S _{۱۸}
۵۹/۶۴	۷/۹۵	۶/۱۶	۷/۶۴	۶/۲۸	۹/۸۴	۵/۸۴	۳/۰۳۶	۶/۸۹	۶	S _{۱۹}
۶۱/۱۵	۷/۹۷	۶/۸۱	۷/۶۴	۵/۸۷	۹/۵۴	۵/۵۴	۳/۰۳۶	۹/۰۸	۵/۶۶	K _۱
۷۵/۷۲	۱۱/۵۶	۸/۶۲	۱۳/۲	۱۰/۲	۵/۳۳	۸/۴۹	۳/۰۳۶	۸/۲۳	۷	K _۲

۴-۱۳-۳- تغییر پارامترهای ورودی لایه کاربری اراضی

قبلا برای کاربری های توده سنگی، مسیل، اراضی آبی و باغات، اراضی دیم، Ar.sp-، Acl.kh-Grasses، Acl.kh-، Acl.kh-Epd.pr-St.ba، Ar.sp-Acl.kh-Pro.ab، Ar.spp-Acl.kh-Grasses، Grasses-Epd.pr، Grasses-Ar.au، Am.spi-Acl.kh-An.gr به ترتیب امتیازهای ۴، ۹، ۴، ۱۴، ۹، ۱۲، ۸/۵، ۱۰، ۱۰، ۱۰، ۱۰، ۱۲، ۱۳، ۹/۷۴، ۱۵، ۵، ۱۰، ۵، ۹/۷۴، ۱۳، ۹/۷۴، ۱۱/۱۶، ۱۰/۹، ۱۱، ۱۳/۲ تغییر یافت.

پس از اعمال تغییرات ورودی های عامل زمین شناسی، پوشش و کاربری اراضی مقدار رسوب ۷۸۴۷۱/۳۸ تن در سال برآورد گردید.

جدول ۴-۴۵ مقادیر پارامترهای ورودی مدل بعد از تغییر امتیازهای عوامل زمین شناسی، پوشش و کاربری اراضی

R	Y _۱ فرسایش رودخانه ای	Y _۸ فرسایش سطحی	Y _۷ کاربری اراضی	Y _۶ پوشش زمین	Y _۵ پستی و بلندی	Y _۴ رواناب	Y _۳ آب و هوا	Y _۲ خاک	Y _۱ زمین شناسی	عامل زیرحوضه
۶۹/۱۱	۱۰/۰۵	۹/۱۵	۷/۳۷	۵/۷۷	۱۶/۸	۵/۶۶	۳/۰۳۶	۷/۱۸	۴	S _۱
۶۶/۸۷	۷/۷۸	۷/۳۶	۹/۸۲	۶/۰۲	۱۵/۷	۵/۶۶	۳/۰۳۶	۷/۳۸	۴	S _۲
۵۹/۰۵	۶/۷۵	۵/۱۶	۹/۲۵	۴/۸۹	۱۴/۵	۶	۳/۰۳۶	۶/۱۲	۳/۳	S _۳
۵۸/۶۱	۶/۷۵	۵/۱۶	۹/۲۵	۴/۸۹	۱۳/۵	۶/۵۴	۳/۰۳۶	۶/۱۲	۳/۳	S _۴
۶۲/۲	۷/۵۴	۶/۷	۹/۵۵	۶/۴۴	۱۰/۸	۶/۹	۳/۰۳۶	۷/۱۸	۴	S _۵

۶۲/۵۹	۷/۶۹	۶	۱۰/۳۹	۷/۹۸	۱۲/۲	۶/۸	۳/۰۳۶	۵/۱۱	۳/۳	S _۶
۶۶/۲۸	۵/۷۵	۵/۵	۹/۵۵	۶/۹۳	۱۶/۲	۶/۳۸	۳/۰۳۶	۸/۳۵	۴/۵	S _۷
۶۵/۷۵	۵/۷۵	۵/۳۷	۱۱	۷/۷۱	۱۶/۹	۶/۵	۳/۰۳۶	۶/۱۲	۳/۳	S _۸
۶۷/۶	۱۱	۶/۸۳	۹/۲۵	۴/۸۹	۱۳/۶	۷/۶۶	۳/۰۳۶	۷/۹۷	۴/۶	S _۹
۵۵/۰۷	۳	۵	۸/۶	۵	۱۲/۳	۶/۳۱	۳/۰۳۶	۷/۴۴	۴/۳	S _{۱۰}
۵۵/۸۱	۲/۲۵	۵/۳۷	۱۰/۱۹	۷/۵	۹/۵۹	۶/۰۹	۳/۰۳۶	۷/۴۴	۴/۳	S _{۱۱}
۵۸/۹۸	۳	۷	۱۰/۳۴	۷/۸۲	۹/۸۶	۶/۶۳	۳/۰۳۶	۹/۶۱	۳	S _{۱۲}
۶۶/۲۳	۹/۷	۵/۷	۷/۷۵	۵/۸۶	۱۵	۶/۷۷	۳/۰۳۶	۷/۶۲	۴/۷	S _{۱۳}
۶۹/۵۳	۱۰/۶۲	۵/۲۵	۷/۷۵	۵/۸۶	۱۷	۷/۶۸	۳/۰۳۶	۶/۹۶	۵/۳	S _{۱۴}
۶۴/۳۳	۶/۵۸	۵/۳۳	۱۰/۳	۸	۱۰/۹	۷/۶۶	۳/۰۳۶	۷/۹۴	۴/۵	S _{۱۵}
۶۰/۳۹	۶/۵۸	۵/۳۳	۱۰/۳	۸	۹/۲۵	۶/۰۲	۳/۰۳۶	۷/۹۴	۴/۵	S _{۱۶}
۶۹/۲۵	۱۰/۴۳	۷/۳۷	۱۰/۵۲	۶/۹۹	۱۲	۵/۸۵	۳/۰۳۶	۸/۰۱	۵	S _{۱۷}
۶۴/۰۸	۷/۱۹	۶/۳۲	۸/۷۴	۵/۸۵	۱۴/۷	۴/۹۱	۳/۰۳۶	۷/۹۹	۵	S _{۱۸}
۶۴/۶۳	۱۰/۰۳	۶/۷۵	۹/۳۲	۷/۱۷	۱۲/۳	۴/۲۲	۳/۰۳۶	۶/۱۲	۵/۶	S _{۱۹}
۶۴/۳۹	۷/۵۴	۶/۷	۹/۵۸	۶/۴۵	۱۴/۸	۵/۱	۳/۰۳۶	۷/۱۸	۴	S _{۲۰}
۶۶/۳۲	۶/۷۵	۶/۳۳	۱۰/۶۹	۷/۴۲	۱۶/۸	۵/۴۷	۳/۰۳۶	۶/۴۳	۳/۳	S _{۲۱}
۶۴/۴۹	۸/۰۵	۶/۸۳	۹/۱۸	۷/۱	۱۴/۲	۴/۳۹	۳/۰۳۶	۷	۴/۶	S _{۲۲}
۶۸/۸۱	۱۱	۶/۸۳	۹/۲۵	۴/۸۹	۱۵/۶	۵/۵۵	۳/۰۳۶	۷/۹۷	۴/۶	S _{۲۳}
۶۹/۱۱	۸/۷۵	۶/۵	۷/۳۷	۵/۷۷	۲۳/۲	۴/۰۴	۳/۰۳۶	۶/۴۳	۴	S _{۲۴}
۶۹/۲۵	۷/۷۵	۵/۷۸	۹/۲۴	۷/۷۹	۱۶/۶	۴/۲۵	۳/۰۳۶	۸/۲۴	۶	S _{۲۵}
۶۳/۹	۷/۷۵	۵/۷۸	۹/۲۴	۷/۷۹	۱۳/۶	۳/۷	۳/۰۳۶	۶/۱۸	۶/۷	S _{۲۶}
۶۵/۶۳	۸/۷	۶/۸۱	۹/۵۵	۶/۷۱	۱۴/۹	۳/۳۱	۳/۰۳۶	۶/۸۵	۵/۶	S _{۲۷}
۶۰/۸۵	۷/۲۵	۴/۸۸	۸/۱۳	۶/۰۶	۱۶/۴	۳/۳	۳/۰۳۶	۶/۱۲	۵/۶	S _{۲۸}
۶۶/۹۹	۹/۳۲	۶/۲۱	۹/۵	۷/۰۷	۱۲/۴	۵/۳۱	۳/۰۳۶	۷/۴۵	۶/۶	S _{۲۹}
۶۳/۲۶	۸/۹	۶/۱۴	۹/۱۸	۷/۸	۱۱/۴	۳/۱۷	۳/۰۳۶	۷/۰۲	۶/۶	S _{۳۰}
۶۶/۰۸	۹/۰۴	۶/۲۵	۹/۵	۷/۰۷	۱۴/۴	۳/۱۶	۳/۰۳۶	۶/۸۶	۶/۷	S _{۳۱}
۵۲/۱۹	۲	۴/۸۳	۱۰/۳۵	۸	۱۰/۸	۵/۵۱	۳/۰۳۶	۵/۶۴	۲	S _{۳۲}
۵۶/۳۱	۲/۲۵	۵/۳۷	۱۰/۱۹	۷/۵	۱۰/۷	۵/۴۴	۳/۰۳۶	۷/۴۴	۴/۳	S _{۳۳}
۷۰/۱۳	۷/۳۱	۶/۵	۱۰/۲۵	۸/۳۶	۱۷	۴/۷۴	۳/۰۳۶	۶/۹۳	۶	S _{۳۴}
۶۹/۲	۹/۸۲	۷/۰۷	۹/۲	۷/۶۹	۱۴	۴/۷۲	۳/۰۳۶	۶/۸۹	۶/۷	S _{۳۵}
۶۰/۴۷	۷/۹۵	۶/۱۶	۸/۴۷	۶/۳۸	۹/۸۴	۵/۸۴	۳/۰۳۶	۶/۸۹	۶	S _{۳۶}
۶۱/۹۵	۷/۹۷	۶/۸۱	۸/۴۴	۵/۸۷	۹/۵۴	۵/۵۴	۳/۰۳۶	۹/۰۸	۵/۶	K _۱
۷۶/۶۱	۱۱/۵۶	۸/۶۲	۱۴/۱۴	۱۰/۲	۵/۳۳	۸/۴۹	۳/۰۳۶	۸/۲۳	۷	K _۲

۴-۱۳-۴- تغییر پارامترهای ورودی لایه وضعیت فرسایش در سطح حوضه آبخیز

قبلا برای انواع فرسایش سطحی E_1 ، E ، $R.V$ ، $R_2V_2G_1$ ، $R_2V_2G_1$ ، $R_2V_2G_1$ ، $S_1R_1V_2$ ، $R_2V_2G_2$ ، S_1R_1 ، $S_1R_2V_2$ ، $S_2R_1V_1$ ، $S_2R_2V_2$ ، ST_2 ، S_2R_1V ، S_2R_1 ، $S_2R.V$ ، $S_1R_2V_2$ ، $۱۲/۵$ ، $۲/۵$ ، ۱ ، $۰/۵$ به ترتیب امتیازهای $۱۳/۵$ ، ۶ ، $۱۶/۲$ ، ۳ ، $۷/۵$ ، ۶ ، $۶/۵$ ، ۷ ، ۶ ، ۱۴ ، $۷/۵$ به مدل معرفی شده اند، که مقادیر آنها به ترتیب به امتیازهای $۰/۶۳$ ، $۱/۳۸$ ، $۳/۲۵$ ، $۱۳/۲$ ، $۱۴/۵$ ، $۶/۸۸$ ، $۱۷/۵$ ، ۴ ، $۸/۳۸$ ، ۷ ، $۷/۲۵$ ، $۷/۷۵$ ، ۷ ، $۱۴/۷$ ، $۸/۵$ تغییر یافت.

پس از اعمال تغییرات ورودی های عامل زمین شناسی، پوشش، کاربری اراضی و فرسایش فعلی مقدار رسوب $۸۰۵۴۵/۱۸$ تن در سال برآورد گردید.

جدول ۴-۴۶ مقادیر پارامترهای ورودی مدل بعد از تغییر امتیازهای عوامل زمین شناسی، پوشش، کاربری اراضی و فرسایش سطحی

R	Y _۹ فرسایش رودخانه ای	Y _۸ فرسایش سطحی	Y _۷ کاربری اراضی	Y _۶ پوشش زمین	Y _۵ پستی و بلندی	Y _۴ رواناب	Y _۳ آب و هوا	Y _۲ خاک	Y _۱ زمین شناسی	عامل زیرحوضه
۶۹/۸۳	۱۰/۰۵	۹/۸۷	۷/۳۷	۵/۷۷	۱۶/۸	۵/۶۶	۳/۰۳۶	۷/۱۸	۴	S _۱
۶۷/۵۶	۷/۷۸	۸/۱۴	۹/۸۲	۶/۰۲	۱۵/۷	۵/۶۶	۳/۰۳۶	۷/۳۸	۴	S _۲
۵۹/۵۹	۶/۷۵	۵/۷۱	۹/۲۵	۴/۸۹	۱۴/۵	۶	۳/۰۳۶	۶/۱۲	۳/۳	S _۳
۵۹/۱۵	۶/۷۵	۵/۷۱	۹/۲۵	۴/۸۹	۱۳/۵	۶/۵۴	۳/۰۳۶	۶/۱۲	۳/۳	S _۴
۶۲/۹۱	۷/۵۴	۷/۴۱	۹/۵۵	۶/۴۴	۱۰/۸	۶/۹	۳/۰۳۶	۷/۱۸	۴	S _۵
۶۳/۳۱	۷/۶۹	۶/۷۲	۱۰/۳۹	۷/۹۸	۱۲/۲	۶/۸	۳/۰۳۶	۵/۱۱	۳/۳	S _۶
۶۷	۵/۷۵	۶/۲۲	۹/۵۵	۶/۹۳	۱۶/۲	۶/۳۸	۳/۰۳۶	۸/۳۵	۴/۵	S _۷
۶۶/۴۱	۵/۷۵	۶/۰۳	۱۱	۷/۷۱	۱۶/۹	۶/۵	۳/۰۳۶	۶/۱۲	۳/۳	S _۸
۶۸/۱۹	۱۱	۷/۴۲	۹/۲۵	۴/۸۹	۱۳/۶	۷/۶۶	۳/۰۳۶	۷/۹۷	۴/۶	S _۹
۵۵/۶۹	۳	۵/۶۲	۸/۶	۵	۱۲/۳	۶/۳۱	۳/۰۳۶	۷/۴۴	۴/۳	S _{۱۰}
۵۶/۴۶	۲/۲۵	۶/۰۳	۱۰/۱۹	۷/۵	۹/۵۹	۶/۰۹	۳/۰۳۶	۷/۴۴	۴/۳	S _{۱۱}
۵۹/۸۵	۳	۷/۸۷	۱۰/۳۴	۷/۸۲	۹/۸۶	۶/۶۳	۳/۰۳۶	۹/۶۱	۳	S _{۱۲}
۶۶/۹۳	۹/۷	۶/۴	۷/۷۵	۵/۸۶	۱۵	۶/۷۷	۳/۰۳۶	۷/۶۲	۴/۷	S _{۱۳}
۷۰/۱۵	۱۰/۶۲	۵/۸۷	۷/۷۵	۵/۸۶	۱۷	۷/۶۸	۳/۰۳۶	۶/۹۶	۵/۳	S _{۱۴}
۶۵/۲	۶/۵۸	۶/۲۱	۱۰/۳	۸	۱۰/۹	۷/۶۶	۳/۰۳۶	۷/۹۴	۴/۵	S _{۱۵}
۶۱/۲۶	۶/۵۸	۶/۲۱	۱۰/۳	۸	۹/۲۵	۶/۰۲	۳/۰۳۶	۷/۹۴	۴/۵	S _{۱۶}
۷۰/۱۶	۱۰/۴۳	۸/۲۸	۱۰/۵۲	۶/۹۹	۱۲	۵/۸۵	۳/۰۳۶	۸/۰۱	۵	S _{۱۷}

۶۴/۸۳	۷/۱۹	۷/۰۷	۸/۷۴	۵/۸۵	۱۴/۷	۴/۹۱	۳/۰۳۶	۷/۹۹	۵	S _۱
۶۵/۴۱	۱۰/۰۳	۷/۵۳	۹/۳۲	۷/۱۷	۱۲/۳	۴/۲۲	۳/۰۳۶	۶/۱۲	۵/۶	S _۲
۶۵/۱	۷/۵۴	۷/۴۱	۹/۵۸	۶/۴۵	۱۴/۸	۵/۱	۳/۰۳۶	۷/۱۸	۴	S _۳
۶۶/۹۵	۶/۷۵	۶/۹۶	۱۰/۶۹	۷/۴۲	۱۶/۸	۵/۴۷	۳/۰۳۶	۶/۴۳	۳/۳	S _۴
۶۵/۲	۸/۰۵	۷/۵۴	۹/۱۸	۷/۱	۱۴/۲	۴/۳۹	۳/۰۳۶	۷	۴/۶	S _۵
۶۹/۴	۱۱	۷/۴۲	۹/۲۵	۴/۸۹	۱۵/۶	۵/۵۵	۳/۰۳۶	۷/۹۷	۴/۶	S _۶
۶۹/۵۵	۸/۷۵	۶/۹۴	۷/۳۷	۵/۷۷	۲۳/۲	۴/۰۴	۳/۰۳۶	۶/۴۳	۴	S _۷
۷۰/۰۹	۷/۷۵	۶/۶۲	۹/۲۴	۷/۷۹	۱۶/۶	۴/۲۵	۳/۰۳۶	۸/۲۴	۶	S _۸
۶۴/۷۴	۷/۷۵	۶/۶۲	۹/۲۴	۷/۷۹	۱۳/۶	۳/۷	۳/۰۳۶	۶/۱۸	۶/۷	S _۹
۶۶/۴۵	۸/۷	۷/۶۳	۹/۵۵	۶/۷۱	۱۴/۹	۳/۳۱	۳/۰۳۶	۶/۸۵	۵/۶	S _{۱۰}
۶۱/۵	۷/۲۵	۵/۵۴	۸/۱۳	۶/۰۶	۱۶/۴	۳/۳	۳/۰۳۶	۶/۱۲	۵/۶	S _{۱۱}
۶۷/۸۱	۹/۳۲	۷/۰۳	۹/۵	۷/۰۷	۱۲/۴	۵/۳۱	۳/۰۳۶	۷/۴۵	۶/۶	S _{۱۲}
۶۴/۰۸	۸/۹	۶/۹۶	۹/۱۸	۷/۸	۱۱/۴	۳/۱۷	۳/۰۳۶	۷/۰۲	۶/۶	S _{۱۳}
۶۶/۸۹	۹/۰۴	۷/۰۶	۹/۵	۷/۰۷	۱۴/۴	۳/۱۶	۳/۰۳۶	۶/۸۶	۶/۷	S _{۱۴}
۵۲/۸۲	۲	۵/۴۶	۱۰/۳۵	۸	۱۰/۸	۵/۵۱	۳/۰۳۶	۵/۶۴	۲	S _{۱۵}
۵۶/۹۶	۲/۲۵	۶/۰۳	۱۰/۱۹	۷/۵	۱۰/۷	۵/۴۴	۳/۰۳۶	۷/۴۴	۴/۳	S _{۱۶}
۷۱/۰۶	۷/۳۱	۷/۴۳	۱۰/۲۵	۸/۳۶	۱۷	۴/۷۴	۳/۰۳۶	۶/۹۳	۶	S _{۱۷}
۷۰	۹/۸۲	۷/۸۷	۹/۲	۷/۶۹	۱۴	۴/۷۲	۳/۰۳۶	۶/۸۹	۶/۷	S _{۱۸}
۶۱/۲	۷/۹۵	۶/۹	۸/۴۷	۶/۲۸	۹/۸۴	۵/۸۴	۳/۰۳۶	۶/۸۹	۶	S _{۱۹}
۶۲/۶۷	۷/۹۷	۷/۵۳	۸/۴۴	۵/۸۷	۹/۵۴	۵/۵۴	۳/۰۳۶	۹/۰۸	۵/۶	K _۱
۷۷/۵۸	۱۱/۵۶	۹/۵۹	۱۴/۱۴	۱۰/۲	۵/۳۳	۸/۴۹	۳/۰۳۶	۸/۲۳	۷	K _۲

۴-۱۳-۵- تغییر پارامترهای ورودی لایه فرسایش رودخانه ای و انتقال رسوب

قبلا برای انواع فرسایش، E_۱، R.V، R_۲V_۲G_۱، R_۲V_۲G_۱، R_۲V_۲G_۱، S_۱R_۱V_۲، S_۱R_۱V_۲G_۲، S_۱R، S_۱R_۲V_۳، S_۱R.V، S_۲R_۱V، S_۲R_۲V_۲، S_۲R_۱V_۱، S_۲R_۱V_۱ به ترتیب امتیازهای ۰، ۰، ۲/۷، ۱۷، ۲۲، ۱۱، ۱۹، ۰، ۱۵، ۲/۷، ۰، ۳، ۲۰، ۰، ۱۱، ۶ به مدل معرفی شده اند، که مقادیر آنها به ترتیب به امتیازهای ۰، ۰، ۳/۳۴، ۱۸/۳، ۲۳/۳، ۱۱/۶۹، ۲۰، ۰، ۱۶/۷، ۳/۳۴، ۰، ۳/۳۴، ۲۱/۷، ۰، ۱۱/۶۹، ۶/۶۸ تغییر یافت.

پس از اعمال تغییر ورودی پارامترهای فوق الذکر مدل پسیاک یکبار دیگر اجرا گردید. با روند مشابه که قبلا توضیح داده شد مقدار رسوب ۸۲۳۹۰/۴۸۲ تن در سال برآورد گردید که نشان می دهد تنها ۰/۱۹ درصد اختلاف بین مدل و اندازه گیری وجود دارد.

جدول ۴۷-۴- امتیاز بندی هر یک از پارامترهای مدل MPSIAC در حوضه سیچ و آل بعد از کالیبره نمودن

R	Y _۱ فرسایش رودخانه ای	Y _۸ فرسایش سطحی	Y _۷ کاربری اراضی	Y _۶ پوشش زمین	Y _۵ بستی و بلندی	Y _۴ رواناب	Y _۳ آب و هوا	Y _۲ خاک	Y _۱ زمین شناسی	عامل زیرحوضه
۷۰/۴۸	۱۰/۶۹	۹/۸۷	۷/۳۷	۵/۷۷	۱۶/۸	۵/۶۶	۳/۰۳۶	۷/۱۸	۴	S _۱
۶۸/۱۴	۸/۳۵	۸/۱۴	۹/۸۲	۶/۰۲	۱۵/۷	۵/۶۶	۳/۰۳۶	۷/۳۸	۴	S _۲
۶۰/۰۸	۷/۲۴	۵/۷۱	۹/۲۵	۴/۸۹	۱۴/۵	۶	۳/۰۳۶	۶/۱۲	۳/۳۳	S _۳
۵۹/۶۴	۷/۲۴	۵/۷۱	۹/۲۵	۴/۸۹	۱۳/۵	۶/۵۴	۳/۰۳۶	۶/۱۲	۳/۳۳	S _۴
۶۳/۴۴	۸/۰۸	۷/۴۱	۹/۵۵	۶/۴۴	۱۰/۸	۶/۹	۳/۰۳۶	۷/۱۸	۴	S _۵
۶۳/۹۸	۸/۳۵	۶/۷۲	۱۰/۳۹	۷/۹۸	۱۲/۲	۶/۸	۳/۰۳۶	۵/۱۱	۳/۳۳	S _۶
۶۷/۵۱	۶/۲۷	۶/۲۲	۹/۵۵	۶/۹۳	۱۶/۲	۶/۳۸	۳/۰۳۶	۸/۳۵	۴/۵	S _۷
۶۶/۹۳	۶/۲۷	۶/۰۳	۱۱	۷/۷۱	۱۶/۹	۶/۵	۳/۰۳۶	۶/۱۲	۳/۳۳	S _۸
۷۰/۲۴	۱۱/۶۹	۷/۴۲	۹/۲۵	۴/۸۹	۱۳/۶	۷/۶۶	۳/۰۳۶	۷/۹۷	۴/۶۶	S _۹
۵۶/۰۲	۳/۳۴	۵/۶۲	۸/۶	۵	۱۲/۳	۶/۳۱	۳/۰۳۶	۷/۴۴	۴/۳۳	S _{۱۰}
۵۶/۷۲	۲/۵	۶/۰۳	۱۰/۱۹	۷/۵	۹/۵۹	۶/۰۹	۳/۰۳۶	۷/۴۴	۴/۳۳	S _{۱۱}
۶۱/۵	۳/۳۴	۷/۸۷	۱۰/۳۴	۷/۸۲	۹/۸۶	۶/۶۳	۳/۰۳۶	۹/۶۱	۳	S _{۱۲}
۶۷/۵۹	۱۰/۳۶	۶/۴	۷/۷۵	۵/۸۶	۱۵	۶/۷۷	۳/۰۳۶	۷/۶۲	۴/۷۵	S _{۱۳}
۷۰/۸۱	۱۱/۲۸	۵/۸۷	۷/۷۵	۵/۸۶	۱۷	۷/۶۸	۳/۰۳۶	۶/۹۶	۵/۳۳	S _{۱۴}
۶۵/۸۶	۷/۲۴	۶/۲۱	۱۰/۳	۸	۱۰/۹	۷/۶۶	۳/۰۳۶	۷/۹۴	۴/۵	S _{۱۵}
۶۲/۵	۷/۲۴	۶/۲۱	۱۰/۳	۸	۹/۲۵	۶/۰۲	۳/۰۳۶	۷/۹۴	۴/۵	S _{۱۶}
۷۰/۹۸	۱۱/۲۸	۸/۲۸	۱۰/۵۲	۶/۹۹	۱۲	۵/۸۵	۳/۰۳۶	۸/۰۱	۵	S _{۱۷}
۶۵/۳۶	۷/۷۱	۷/۰۷	۸/۷۴	۵/۸۵	۱۴/۷	۴/۹۱	۳/۰۳۶	۷/۹۹	۵	S _{۱۸}
۶۶/۱۲	۱۰/۷۴	۷/۵۳	۹/۳۲	۷/۱۷	۱۲/۳	۴/۲۲	۳/۰۳۶	۶/۱۲	۵/۶۶	S _{۱۹}
۶۵/۶۵	۸/۰۸	۷/۴۱	۹/۵۸	۶/۴۵	۱۴/۸	۵/۱	۳/۰۳۶	۷/۱۸	۴	S _{۲۰}
۶۷/۴۳	۷/۲۴	۶/۹۶	۱۰/۶۹	۷/۴۲	۱۶/۸	۵/۴۷	۳/۰۳۶	۶/۴۳	۳/۳۳	S _{۲۱}
۶۵/۸	۸/۶۳	۷/۵۴	۹/۱۸	۷/۱	۱۴/۲	۴/۳۹	۳/۰۳۶	۷	۴/۶۶	S _{۲۲}
۷۰/۱	۱۱/۶۹	۷/۴۲	۹/۲۵	۴/۸۹	۱۵/۶	۵/۵۵	۳/۰۳۶	۷/۹۷	۴/۶۶	S _{۲۳}
۶۹/۹۸	۹/۱۹	۶/۹۴	۷/۳۷	۵/۷۷	۲۳/۲	۴/۰۴	۳/۰۳۶	۶/۴۳	۴	S _{۲۴}
۷۰/۱۶	۸/۳۵	۶/۶۲	۹/۲۴	۷/۷۹	۱۶/۶	۴/۲۵	۳/۰۳۶	۸/۲۴	۶	S _{۲۵}
۶۵/۳۴	۸/۳۵	۶/۶۲	۹/۲۴	۷/۷۹	۱۳/۶	۳/۷	۳/۰۳۶	۶/۱۸	۶/۷۵	S _{۲۶}
۶۷/۰۸	۹/۳۳	۷/۶۳	۹/۵۵	۶/۷۱	۱۴/۹	۳/۳۱	۳/۰۳۶	۶/۸۵	۵/۶۶	S _{۲۷}
۶۳/۰۷	۷/۸	۵/۵۴	۸/۱۳	۶/۰۶	۱۶/۴	۳/۳	۳/۰۳۶	۶/۱۲	۵/۶۶	S _{۲۸}
۶۸/۵	۱۰/۰۲	۷/۰۳	۹/۵	۷/۰۷	۱۲/۴	۵/۳۱	۳/۰۳۶	۷/۴۵	۶/۶	S _{۲۹}
۶۴/۷۳	۹/۵۵	۶/۹۶	۹/۱۸	۷/۸	۱۱/۴	۳/۱۷	۳/۰۳۶	۷/۰۲	۶/۶	S _{۳۰}
۶۷/۵۹	۹/۷۵	۷/۰۶	۹/۵	۷/۰۷	۱۴/۴	۳/۱۶	۳/۰۳۶	۶/۸۶	۶/۷۵	S _{۳۱}
۵۲/۸۵	۲/۲۳	۵/۴۶	۱۰/۳۵	۸	۱۰/۸	۵/۵۱	۳/۰۳۶	۵/۶۴	۲	S _{۳۲}
۵۷/۳۲	۲/۵	۶/۰۳	۱۰/۱۹	۷/۵	۱۰/۷	۵/۴۴	۳/۰۳۶	۷/۴۴	۴/۳۳	S _{۳۳}
۷۱/۷	۷/۹۴	۷/۴۳	۱۰/۲۵	۸/۳۶	۱۷	۴/۷۴	۳/۰۳۶	۶/۹۳	۶	S _{۳۴}
۷۰/۶۸	۱۰/۵	۷/۸۷	۹/۲	۷/۶۹	۱۴	۴/۷۲	۳/۰۳۶	۶/۸۹	۶/۷۵	S _{۳۵}
۶۱/۸	۸/۵۴	۶/۹	۸/۴۷	۶/۲۸	۹/۸۴	۵/۸۴	۳/۰۳۶	۶/۸۹	۶	S _{۳۶}
۶۳/۱۸	۸/۵۶	۷/۵۳	۸/۴۴	۵/۷۸	۹/۵۴	۵/۵۴	۳/۰۳۶	۹/۰۸	۵/۶۶	K _۱
۷۸/۶۱	۱۲/۵۳	۹/۵۹	۱۴/۱۴	۱۰/۲	۵/۳۳	۸/۴۹	۳/۰۳۶	۸/۲۳	۷	K _۲

۴-۱۴- برآورد رسوب ویژه با روش فورنیه

برای برآورد رسوب حوضه آبخیز سیج و آل از روش دوم فورنیه استفاده شد که به ترتیب شامل معادله ۴-۱۳ می‌باشد.

$$\log Q_s = 2/65 \log P_w / P_a + 0/46 \log H^2 / S - 1/56 \quad (4-13)$$

که در آن:

Q_s : رسوب ویژه بر حسب تن در کیلومتر مربع در سال.

P_w : میانگین باران ترین ماه در دوره آماری بر حسب میلیمتر.

P_a : میانگین بارندگی سالیانه بر حسب میلیمتر در دوره آماری مورد نظر.

H : ارتفاع متوسط حوضه بر حسب متر.

S : سطح حوضه بر حسب کیلومتر مربع.

در جدول ۴-۴۸ پارامترهای ورودی لازم برای برآورد رسوب ویژه به روش فورنیه برای زیر حوضه‌ها آورده شده است.

جدول ۴-۴۸- مقادیر پارامترهای روش اول و دوم فورنیه برای زیر حوضه‌ها

S (km ^۲)	S (%)	H (m)	P _a (mm)	P _w (mm)	زیر حوضه
۹/۳۴	۵۱/۱۹	۲۱۱۷/۷۳	۴۱۹/۸۵	۵۸/۳۰	S _۱
۹/۵۶	۴۷/۶۷	۲۰۶۸/۷۴	۳۹۹/۸۴	۷۴/۲۱	S _۲
۶/۶۲	۴۳/۹۵	۲۲۰۹/۸۳	۴۲۷/۰۵	۷۹/۲۶	S _۳
۴/۷۲	۴۰/۹۷	۲۱۹۶/۴۹	۴۲۴/۳۵	۷۸/۷۶	S _۴
۲/۸۳	۳۲/۸۷	۱۹۰۷/۶	۳۶۸/۵	۶۸/۳۹	S _۵
۲/۸۳	۳۷/۱۷	۱۸۳۷/۶۴	۳۵۵/۰۲	۶۵/۸۹	S _۶
۵/۰۱	۴۹/۳۵	۲۱۵۳/۶۲	۴۱۶/۴۱	۷۷/۲۸	S _۷
۴/۲۸	۵۱/۳۱	۲۰۹۴/۶۲	۴۰۴/۸۲	۷۵/۱۳	S _۸
۴/۵۹	۴۱/۳۸	۲۰۵۴/۸۵	۳۹۷/۱۳	۷۳/۷۱	S _۹
۴/۴۶	۳۷/۴۵	۱۹۵۳/۲۳	۳۷۷/۵۵	۷۰/۰۷	S _{۱۰}
۴/۶۰	۲۹/۰۷	۱۸۳۷/۷۱	۳۵۴/۱۳	۶۵/۷۲	S _{۱۱}
۲/۸۹	۲۹/۹	۱۶۳۰/۰۱	۳۱۴/۳۷	۵۸/۳۵	S _{۱۲}
۲/۸۷	۴۵/۵۹	۱۷۴۲/۰۷	۳۶۶/۱۳	۶۲/۳۸	S _{۱۳}
۱/۷۵	۵۱/۶۴	۱۸۳۲/۳۲	۳۵۳/۷۵	۶۵/۶۶	S _{۱۴}
۱/۵۸	۳۳/۲۵	۱۷۵۲/۴۸	۳۳۸/۰۳	۶۲/۷۴	S _{۱۵}

۴/۹۵	۲۸/۰۵	۱۷۹۳/۸۶	۳۴۶/۴۱	۶۴/۳۹	S _{۱۶}
۵/۵۵	۳۶/۴۵	۱۸۰۵۴۵/۷۵	۳۴۸/۲۲	۶۴/۶۳	S _{۱۷}
۷/۱۱	۴۴/۶۲	۱۸۹۰/۳۹	۳۹۶/۰۹	۷۳/۵۱	S _{۱۸}
۲/۲۵	۳۷/۳۱	۱۷۰۴/۷۶	۳۸۶/۹۶	۷۱/۸۲	S _{۱۹}
۴/۲۶	۴۴/۸۶	۱۹۱۶/۸۶	۴۱۰/۶۷	۷۶/۲۲	S _{۲۰}
۱/۴	۵۱/۱۲	۱۸۴۸/۱۱	۴۰۴/۰۲	۷۴/۹۸	S _{۲۱}
۴/۰۱	۴۳/۲	۱۷۴۵/۵۵	۳۹۸/۵۴	۷۳/۹۷	S _{۲۲}
۳/۷	۴۷/۳۵	۱۹۳۱/۶۸	۳۸۶/۲۵	۷۱/۶۹	S _{۲۳}
۲/۸۴	۷۰/۳۶	۱۷۴۳/۳۹	۳۹۱/۸۵	۷۲/۷۳	S _{۲۴}
۵/۶۳	۵۰/۴۲	۱۷۷۵/۴۴	۳۴۰/۵	۶۳/۲	S _{۲۵}
۲/۱۷	۴۱/۴۵	۱۶۳۹/۵۶	۳۶۶/۹۵	۶۸/۱	S _{۲۶}
۷/۲۷	۴۵/۴۳	۱۶۷۱/۸۴	۳۷۴/۴۶	۶۹/۵	S _{۲۷}
۵/۰۴	۴۹/۷۴	۱۶۸۳/۴۵	۷۱/۲۶	۶۸/۹	S _{۲۸}
۳/۰۴	۳۷/۸۵	۱۵۹۲/۱۷	۳۳۶/۹	۶۲/۵۳	S _{۲۹}
۳/۴	۳۴/۶۳	۱۶۷۵/۷۸	۳۶۶/۳۴	۶۷/۹۹	S _{۳۰}
۳/۶	۴۳/۶۷	۱۴۸۵/۲۵	۳۶۳/۸۶	۶۷/۵۳	S _{۳۱}
۳/۰۵	۳۲/۸۱	۱۶۶۷/۷۹	۳۵۴/۷۹	۶۵/۸۵	S _{۳۲}
۳/۲	۳۲/۵۵	۱۶۷۹/۸۱	۳۴۱/۹	۶۳/۴۶	S _{۳۳}
۶/۸۹	۵۱/۵۳	۱۴۸۹/۲۳	۳۴۵/۶۵	۶۴/۱۵	S _{۳۴}
۱/۹۳	۴۲/۵۱	۱۴۵۹/۹۷	۳۲۵/۴	۶۱/۵	S _{۳۵}
۳/۴۴	۲۹/۸۴	۱۴۴۱/۰۹	۳۴۲	۶۳	S _{۳۶}
۵/۶۲	۲۸/۹۳	۱۵۴۰/۰۲	۲۹۶/۳۵	۴۷/۸	K _۱
۰/۹۴	۱۶/۱۶	۱۳۵۴/۵	۲۵۸/۴۸	۴۶/۵۶	K _۲

در روش فورنیه مقدار رسوب با واحد تن در کیلومتر مربع در سال بدست می آید که برای تبدیل آن به متر مکعب در کیلومتر مربع در سال، وزن مخصوص ظاهری خاک ۱/۳ گرم بر سانتی متر مکعب در نظر گرفته شد. در جداول ۴-۴۹ محاسبات مربوط به رسوب به روش دوم فورنیه آورده شده است.

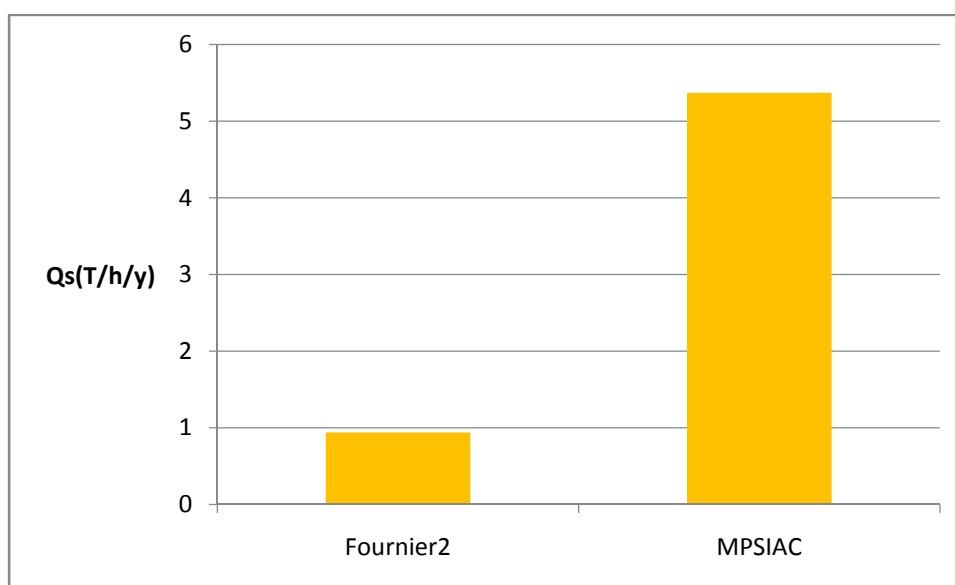
جدول ۴۹-۴- برآورد رسوب زیر حوضه‌ها با روش دوم فورنیه

Q _s (m ³ /km ² /y)	Q _s (T/y)	Q _s (T/ha/y)	Q _s (T/km ² /y)	مساحت (km ²)	زیر حوضه
۴۵۶۹۲/۳	۵۵/۴۷	۰/۰۶	۵/۹۴	۹/۳۴	S _۱
۸۳۸۴/۶۱	۱۰/۴۲	۰/۰۱	۱/۰۹	۹/۵۶	S _۲
۱۱۹۲۳/۰۷	۱۰/۲۶	۰/۰۲	۱/۵۵	۶/۶۲	S _۳
۱۶۸۴۶/۱۵	۱۰/۳۳	۰/۰۳	۲/۱۹	۴/۷۲	S _۴
۲۱۵۳۸/۴۶	۷/۹۲	۰/۰۳	۲/۸	۲/۸۳	S _۵
۲۰۰۰۰	۷/۳۵	۰/۰۳	۲/۶	۲/۸۳	S _۶
۱۵۱۵۳/۸۴	۹/۸۶	۰/۰۲	۱/۹۷	۵/۰۱	S _۷
۱۶۹۲۳/۰۷	۹/۴۱	۰/۰۲	۲/۲	۴/۲۸	S _۸
۱۵۰۷۶/۹۲	۸/۹۹	۰/۰۲	۱/۹۶	۴/۵۹	S _۹
۱۳۹۲۳/۰۷	۸/۰۷	۰/۰۲	۱/۸۱	۴/۴۶	S _{۱۰}
۱۱۸۴۶/۱۵	۷/۰۸	۰/۰۲	۱/۵۴	۴/۶۰	S _{۱۱}
۱۵۰۷۶/۹۲	۵/۶۶	۰/۰۲	۱/۹۶	۲/۸۹	S _{۱۲}
۱۷۵۳۸/۴۶	۶/۵۴	۰/۰۳	۲/۲۸	۲/۸۷	S _{۱۳}
۳۲۹۲۳/۰۷	۷/۴۹	۰/۰۴	۴/۲۸	۱/۷۵	S _{۱۴}
۴۴۸۴۶/۱۵	۹/۲۱	۰/۰۶	۵/۸۳	۱/۵۸	S _{۱۵}

۱۰۴۶۱/۵۳	۶/۷۳	۰/۰۱	۱/۳۶	۴/۹۵	S _{۱۶}
۹۳۸۴/۶۱	۶/۷۷	۰/۰۱	۱/۲۲	۵/۵۵	S _{۱۷}
۷۹۲۳/۰۷	۷/۳۲	۰/۰۱	۱/۰۳	۷/۱۱	S _{۱۸}
۲۱۶۱۵/۳۸	۶/۳۲	۰/۰۳	۲/۸۱	۲/۲۵	S _{۱۹}
۱۴۰۷۶/۹۲	۷/۸	۰/۰۲	۱/۸۳	۴/۲۶	S _{۲۰}
۴۲۴۶۱/۵۳	۷/۷۲	۰/۰۶	۵/۵۲	۱/۴	S _{۲۱}
۱۲۳۰۷/۷	۶/۴۱	۰/۰۲	۱/۶	۴/۰۱	S _{۲۲}
۱۶۶۱۵/۳۸	۸	۰/۰۲	۲/۱۶	۳/۷	S _{۲۳}
۱۷۶۹۲/۳	۶/۵۳	۰/۰۲	۲/۳	۲/۸۴	S _{۲۴}
۸۹۳۳/۰۷	۶/۵۳	۰/۰۲	۱/۱۶	۵/۶۳	S _{۲۵}
۲۰۶۹۲/۳	۵/۸۳	۰/۰۳	۲/۶۹	۲/۱۷	S _{۲۶}
۹۸۴۶/۱۵	۹/۳	۰/۰۱	۱/۲۸	۷/۲۷	S _{۲۷}
۸۹۳۳/۰۷	۵/۸۴	۰/۰۲	۱/۱۶	۵/۰۴	S _{۲۸}
۱۳۶۱۵/۳۸	۵/۳۸	۰/۰۲	۱/۷۷	۳/۰۴	S _{۲۹}
۱۳۴۶۱/۵۳	۵/۹۵	۰/۰۲	۱/۷۵	۳/۴	S _{۳۰}
۹۷۶۹/۲۳	۴/۵۷	۰/۰۲	۱/۲۷	۳/۶	S _{۳۱}
۱۴۹۲۳/۰۷	۵/۹۱	۰/۰۲	۱/۹۴	۳/۰۵	S _{۳۲}
۱۴۳۸۴/۶۱	۵/۹۸	۰/۰۲	۱/۸۷	۳/۲	S _{۳۳}
۱۱۸۴۶/۱۵	۱۰/۶۱	۰/۰۲	۱/۵۴	۶/۸۹	S _{۳۴}
۲۰۴۶/۵۳	۵/۱۳	۰/۰۳	۲/۶۶	۱/۹۳	S _{۳۵}
۹۲۳۰/۷۶	۴/۱۳	۰/۰۲	۱/۲	۳/۴۴	S _{۳۶}
۲۱۰۰۰	۱۵/۳۴	۰/۰۳	۲/۷۳	۵/۶۲	K _۱
۲۰۲۳۰/۷۶	۳/۴۱	۰/۰۳	۳/۶۳	-/۹۴	K _۲

شکل ۱۷-۴- مقایسه میزان رسوبدهی هر یک از مدل های بکار گرفته شده در تحقیق را نشان

می دهد.



شکل ۱۷-۴-مقایسه میزان برآورد رسوب دهی هر یک از مدل های تجربی

۴-۱۵- نتیجه گیری

زمین شناسی یک عامل مهم و اساسی در مدیریت حوضه آبخیز است که بر شرایط و فرآیندهای فیزیکی که در آن به وقوع می پیوندد تاثیر می گذارد. در مناطقی که شرایط اقلیمی ثابتی دارند، زمین شناسی مهم ترین عامل تعیین کننده پتانسیل حوضه آبخیز می باشد. اغلب شرایط فیزیکی و اکولوژیکی حوضه آبخیز مستقیم یا غیر مستقیم با وضعیت سنگ شناسی و ساختمانی سازندهای زمین شناسی ارتباط دارند. در قسمت جنوب و جنوب غربی حوضه سنگ ها نسبت به فرسایش حساسیت بالای داشته که علت آن وجود سنگ هایی از نوع کنگلومرا در این قسمت از حوضه است. از طرفی دیگر در قسمت های شمال، شرق و جنوب شرقی به خاطر وجود سنگ هایی از نوع دولومیت و سنگ آهک حساسیت سنگ ها کم تا متوسط ارزیابی می گردد. به طور کلی حساسیت خاک منطقه نسبت به فرسایش متوسط تا زیاد است که از دلایل آن می توان به داشتن بافت متوسط تا خیلی سبک شنی - لومی، مواد آلی خیلی کم، آهک نسبتا زیاد و قطعات درشت به صورت پراکنده اشاره کرد. هر یک از مدل های بکار گرفته شده در این تحقیق، براساس یک سری از پارامترها، میزان رسوبدهی حوضه آبریز را مورد بررسی قرار می دهد. از بین اینها، روش MPSIAC با در نظر گرفتن بیشترین عوامل رسوبزایی (۹عامل) می تواند به عنوان مدلی مناسب قلمداد شود. روش اول و دوم فورنیه با توجه به تعداد کم عوامل درگیر زیاد قابل اطمینان نیستند. برای نمونه، در روش فورنیه چون پتانسیل فرسایش پذیری حوضه مد نظر قرار نمی گیرد و اگر دو منطقه که از نظر عوامل مربوط به فرمول یکسان بوده ولی از نظر شرایط زمین شناسی، خاکشناسی و پوشش گیاهی متفاوت باشند میزان رسوب تولیدی آنها یکسان برآورد خواهد شد، مدل مناسبی برای برآورد میزان رسوبدهی حوضه ها نخواهد بود.

۴-۱۶- جمع بندی و ارائه پیشنهادات

بررسی تحقیق حاضر نشان می دهد که علل اصلی فرسایش در حوضه آبخیز سیج و آل مشهد، تبدیل اراضی مرتعی به اراضی دیم (تغییر کاربری اراضی)، چرای بی رویه مراتع موجود در حوضه، وضعیت توپوگرافی، وضعیت زمین شناسی حوضه، تجاوز به حریم رودخانه، احداث غیراصولی جاده های ارتباطی و بهره برداری نادرست از معادن می باشد. با توجه به شدت فرسایش و رسوب محاسبه شده نتیجه می شود که بیشترین تولید رسوب در قسمت خروجی یا همان جنوبی حوضه و برای شدت فرسایش همین طور می باشد.

بنابراین اعمال مدیریت صحیح برای حوضه مذکور بسیار مهم و ضروری می باشد. با توجه به نقش و اهمیت این حوضه پیشنهاد می شود:

- ۱- جلوگیری از تبدیل بی رویه اراضی مرتع به دیم.
- ۲- مدیریت اراضی دیم و جلوگیری از چرای بی رویه دام ها.
- ۳- جلوگیری از تجاوز به حریم رودخانه.
- ۴- احداث اصولی جاده های ارتباطی.
- ۵- بهره برداری درست و اصولی از معادن.
- ۶- استفاده از روش های دیگر محاسبه برآورد رسوب مانند USLE، EPM، SEIM مقایسه آنها با

روش PSIAC.

منابع مورد استفاده

۱. ابراهیمی ن، داوودی ع و قدرتی ج، (۱۳۸۰) "بررسی تاثیر بهره برداری های مختلف اراضی در فرسایش و رسوب حوضه آبخیز قره تبریز اراک" مجموعه مطالعات همایش ملی مدیریت اراضی.
۲. احمدی ح، (۱۳۸۵) "ژئومورفولوژی کاربردی (فرسایش بادی)" جلد دوم، انتشارات دانشگاه تهران، ۶۸۸ صفحه.
۳. احمدی ح، فیض نیا، سادات، (۱۳۷۸) "سازندهای دوره کوارترنر (مبانی نظری و کاربردی آن در منابع طبیعی)" انتشارات دانشگاه تهران، ۵۵۷ صفحه.
۴. احمدی، ح، (۱۳۷۴) "ژئومورفولوژی کاربردی" جلد اول، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تهران.
۵. اسدی م، (۱۳۷۴)، پایان نامه ارشد: "بررسی کاربرد روش PSIAC در برآورد فرسایش و رسوب زیر حوزه B_۲ آبخیز سد زاینده رود اصفهان با بهره گیری از روش کیفی ژئومورفولوژی". دانشگاه تهران.
۶. اصغری م، (۱۳۷۴)، "مطالعه برآورد فرسایش و تولید رسوب با استفاده از مدل PSIAC در حوضه آبریز اومار (جنوب غربی سفید آبه)"، پانزدهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، دانشگاه تربیت معلم، تهران.
۷. -افراخته، ح. ۱۳۷۴. مدل در جغرافیا. جهاد دانشگاهی واحد زاهدان با همکاری جهاد دانشگاهی تهران.
۸. آقاجانلو ف، (۱۳۸۴) "بررسی و مقایسه نتایج برآورد تولید رسوب حوضه زنگان رود با استفاده از دو مدل MPSIAC و EPM و GIS" نهمین کنگره علوم خاک.

۹. آل شیخ ع.ا. و فرخی ن. (۱۳۸۰) "کاربرد سیستم های اطلاعات جغرافیایی در تهیه نقشه فرسایش حوضه ها" همایش ملی مدیریت اراضی-فرسایش خاک و توسعه پایدار ، اراک، ص ۵۲.
۱۰. باقرزاده کریمی م. ۱۳۷۳. بررسی کارآیی مدل های فرسایش و رسوب و تکنیک های سنجش از دور و GIS در مطالعات فرسایش خاک. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس.
۱۱. باقرزاده کریمی م، (۱۳۷۲)، پایان نامه ارشد: "بررسی کارآیی مدل های فرسایش و رسوب و تکنیک های سنجش از دور و GIS در مطالعات فرسایش"، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس.
۱۲. بحرینی ف، پهلوانروی ا، (۱۳۹۱) "مدلسازی فرسایش خاک و تولید رسوب در حوزه آبخیز بردخون با استفاده از مدل MPSIAC و GIS"، اولین همایش ملی توسعه پایدار در مناطق خشک و نیمه خشک، ابر کوه.
۱۳. بیات م، (۱۳۷۴)، پایان نامه ارشد: "بررسی کارایی مدل های MPSIAC و EPM در برابر فرسایش و رسوب حوزه آبخیز طالقان"، دانشکده منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران.
۱۴. پارسایی ل، (۱۳۸۴)، "کارایی مدل MPSIAC در برآورد رسوب آبخیزهای استان گلستان"، دومین کنفرانس سراسری آبخیزداری و مدیریت منابع آب و خاک، ص ۱۳۷۵، کرمان.
۱۵. پاک پرور م، (۱۳۷۳)، پایان نامه ارشد: "ارزیابی روش های MPSIAC و EPM جهت برآورد فرسایش و رسوب در بخشی از حوزه سد لتیان"، دانشکده منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران.
۱۶. تاج بخش و همکاران (۱۳۸۲)، "برآورد پتانسیل تولید رسوب فری آباد با مدل MPSIAC در محیط GIS"

۱۷. تاجگردان، تکتیم، ایوبی، شمس ا...، شتابی، جویباری، شعبان، ۱۳۸۶. برآورد فرسایش و رسوب به روش MPSIAC با استفاده از GIS (مطالعه موردی: حوضه ی آبخیز کنشت کرمانشاه)، سومین همایش ملی فرسایش و رسوب.
۱۸. تیموری ن، شفیعی ل، شفیعی س، (۱۳۸۹)، "کاربرد مدل PSIAC در برآورد کمی و کیفی فرسایش و رسوب حوضه آبخیز سدها با استفاده از GIS"، نخستین کنفرانس ملی پژوهش های کاربردی منابع آب ایران، دانشگاه صنعتی کرمانشاه.
۱۹. جعفری م، (۱۳۸۱)، پایان نامه ارشد: "برآورد کیفی و کمی فرسایش و رسوب حوضه آبخیز رودخانه چیخواب با استفاده از GIS"، دانشکده عمران، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی.
۲۰. جلالیان ا، (۱۳۷۱) "مطالعات کمی و کیفی فرسایش خاک در حوضه آبخیز شمالی رودخانه کارون" خلاصه مقالات سومین کنگره علوم خاک.
۲۱. چیت ساز و، (۱۳۷۹)، "تهیه نقشه موضوعی خاک منطقه شرق اصفهان با استفاده از داده های سنجنده TM"، همایش مطالعات بیابان، تهران.
۲۲. حسنلو م، (۱۳۸۲)، پایان نامه ارشد: "مقایسه و واسنجی روش MPSIAC با آمار رسوب در حوضه آبخیز تهم زنجان"، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس.
۲۳. خدا رحیمی ر، (۱۳۸۴)، پایان نامه ارشد: "بررسی کارآیی روش های تجربی EPM و MPSIAC در برآورد فرسایش در حوضه آبخیز خارستان فارس"، دانشگاه مازندران.
۲۴. خواجه م، (۱۳۷۲)، پایان نامه ارشد: "بررسی رسوب شناسی و ژئومورفولوژی مخروط افکنه گرمابدشت گرگان"، دانشگاه آزاد واحد علوم تحقیقات تهران.
۲۵. داوری، م، بهرامی، ح، ع. و قدوسی، ج، (۱۳۸۴) "بررسی نتایج برآورد رسوب با استفاده از مدل اصلاح شده PSIAC (مطالعه موردی حوضه آبخیز نوژیان)" مجله پژوهش و سازندگی، شماره ۶۷، ص ۱۰۲_۸۸.

۲۶. دهقانیان، س.ع. کوچکی و ع. کلاهی اهری. ۱۳۷۹ جغرافیای کشاورزی، ترجمه، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

۲۷. راستگو، سعید، (۱۳۸۳) مقایسه دو روش EPM و MPSIAC در برآورد رسوب حوزه آبخیز تنگ کنشت، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.

۲۸. راستگو، سعید؛ بیژن قهرمان؛ حسین ثنایی نژاد؛ کامران داوری؛ سعید رضا خدا شناس (۱۳۸۵). برآورد فرسایش و رسوب حوضه ی آبخیز تنگ کنشت با مدل های تجربی MPSIAC و EPM به کمک GIS، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی.

۲۹. رجایی، ع، (۱۳۷۳) "ژئومورفولوژی کاربردی در برنامه ریزی و عمران ناحیه ای" انتشارات قومس، ۳۲۸ صفحه.

۳۰. رجایی، ع، (۱۳۷۳) "کاربرد ژئومورفولوژی در آمایش سرزمین و مدیریت محیط" انتشارات قومس، ۳۴۴ صفحه.

۳۱. رفاهی، ح، (۱۳۸۵) " فرسایش آبی و کنترل آن " جلد اول، چاپ پنجم، انتشارات دانشگاه تهران.

۳۲. رنگزن، کاظم؛ علیرضا زراسوندی؛ ارسلان حیدری (۱۳۸۶). مقایسه دو مدل EPM و MPSIAC در برآورد فرسایش و رسوب حوضه پگاه سرخ گتوند خوزستان با استفاده از تکنیک های RS و GIS، نشریه پژوهش های جغرافیایی. شماره ۶۴.

۳۳. زمردیان م، (۱۳۸۳) "ژئومورفولوژی ایران" جلد اول و دوم، انتشارات دانشگاه فردوسی، مشهد.

۳۴. زنگنه اسدی، م. ع.، سدیدی، ج و کوشانفر، ع. (۱۳۸۸) "ارزیابی فرسایش آبی حوضه آبریز سراب سفید و نایی بروجرد با استفاده از MPSIAC"، فصل نامه جغرافیایی چشم انداز زاگرس، شماره ۲، دوره اول.

۳۵. سرخوش ا، (۱۳۷۵)، پایان نامه ارشد: "بررسی کارایی مدل MUSLE در برآورد رسوب و مقایسه آن با مدل MPSIAC در حوزه آبخیز درکه". دانشگاه تهران.
۳۶. شاه کرمی ع. ۱۳۷۳. برآورد رسوب حوزه آبخیز نوزیان از طریق مدل اصلاح شده پسیاک و مقایسه آن با آمار ایستگاه رسوب سنجی.
۳۷. شربت زاده و، حصاری ب، رفیعی ب، خدابخش س، (۱۳۹۰)، "برآورد فرسایش خاک و تولید رسوب حوضه سد نازلوچای با استفاده از مدل MPSIAC"، همایش ملی تغییر اقلیم و تاثیر آن بر کشاورزی و محیط زیست، ص ۱۲۵۴، ارومیه.
۳۸. شمسایی م، عزیزی ج، اسدی لور م، اصغری ا، (۱۳۸۹) "برآورد فرسایش خاک و تولید رسوب حوزه آبخیز چم آسیاب (مطالعه موردی) با استفاده از مدل MPSIAC در محیط Arc GIS"، اولین همایش ملی مدیریت منابع آب اراضی ساحلی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.
۳۹. شیخ حسنی ح، (۱۳۷۴)، پایان نامه ارشد: "بررسی پتانسیل تولید رسوب در واحدهای فرسایشی حوضه آبخیز سد مخزنی طالقان"، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس.
۴۰. صادقی ح، (۱۳۷۲) "مقایسه برآورد فرسایش و رسوب در حوزه آبخیز اوزن دره" **مجموعه مقالات سمینار ملی بررسی سیاست ها و روش های بهره برداری بهینه از اراضی.**
۴۱. ضیائی، (۱۳۸۰) "اصول مهندسی و آبخیزداری" انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد.
۴۲. طهماسبی پور ن، نجفی دیسفانی م، مهدوی م، (۱۳۷۴)، "کاربرد و ارزیابی مدل جدید PSIAC برای تهیه نقشه فرسایش در حوضه های آبخیز"، کنفرانس منطقه ای مدیریت منابع آب، ص ۱۰۷۵، اصفهان.
۴۳. عجم نوروزی، غ. ۱۳۸۳. بررسی کارایی روش های تجربی MPSIAC و EPM در تخمین فرسایش و رسوب در حوضه آبخیز محمد آباد استان گلستان، پایان نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه مازندران، ۱۰۲ صفحه.

۴۴. علوی پناه ک، (۱۳۸۲) "کاربرد سنجش از دور در علوم زمین" انتشارات دانشگاه تهران.
۴۵. علیزاده ا، (۱۳۸۱) "اصول هیدرولوژی کاربردی" انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد.
۴۶. فرجی، م. ۱۳۷۳. بررسی رابطه شدت فرسایش و تولید رسوب با واحدهای ژئومورفولوژی (کیفی) و روشهای PSIAC و MPSIAC (کمی) در حوزه آبخیز بابا احمدی خوزستان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران دانشکده منابع طبیعی کرج.
۴۷. فیض نیا، سادات، (۱۳۷۴) "مقاومت سنگ ها در مقابل فرسایش در اقالیم مختلف ایران" **مجله منابع طبیعی ایران**، شماره ۴۷، صفحه ۹۵ - ۱۱۶.
۴۸. قدرتی م. ۱۳۷۵. بررسی روش تجربی PSIAC جهت برآورد رسوب در آبخیزهای فاقد ایستگاه هیدرومتری در حوزه رودخانه سمنان. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران.
۴۹. قدرتی م، (۱۳۷۵)، پایان نامه ارشد: "بررسی روش تجربی PSIAC جهت برآورد رسوب در آبخیز های فاقد ایستگاه هیدرومتری در حوزه رودخانه سمنان". دانشگاه تهران.
۵۰. قضاوی ر، ولی ع، مقامی ی، عبدی ژ، شرفی س، (۱۳۹۱) "مقایسه مدل های EPM و MPSIAC و PSIAC در برآورد فرسایش و رسوب با استفاده از GIS"، **مجله جغرافیا و توسعه**، شماره ۲۷، صفحات ۱۱۷-۱۲۶.
۵۱. کردوانی، پ، (۱۳۷۴) "جغرافیای خاک ها" چاپ ششم، انتشارات دانشگاه تهران، ص ۴۵۰.
۵۲. کوک، آر. یو و جی. سی. دورکمپ (۱۳۷۷) "ژئومورفولوژی و مدیریت محیط" جلد اول، ترجمه شاپور گودرزی نژاد، انتشارات سمت، ۳۸۴ صفحه.
۵۳. مددی، ع. (۱۳۸۷) "میزان تولید رسوب در حوضه یدی بلوک چای در استان اردبیل با استفاده از روش PSIAC و جانسون گمبهارت"، **مجله علمی- پژوهشی فضای جغرافیایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر**، شماره ۲۲، سال هشتم، صفحات ۱۱۹ تا ۱۴۴.

۵۴. مسلمی کوپایی، م.، ۱۳۷۶. مقایسه چند برآورد فرسایش و رسوب به روش EPM و روش ژئومورفولوژی در حوزه های درکه و سولقان، پایان نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۱۱۳ صفحه.
۵۵. مومی پور م، (۱۳۸۳) پایان نامه ارشد: "مقایسه دو مدل فرسایش MPSIAC و RUSLE با استفاده از داده های دور سنجی و GIS"، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.
۵۶. نبوی نامقی غ، علی زاده ا، کمالی غ، (۱۳۷۷) "نمایه فرساینده گی باران در استان خراسان" **مجله نیوار**، شماره ۳۹، ص ۷ _ ۱۹.
۵۷. هادیان امری م، رحمانی م، (۱۳۸۷) "ارزیابی فرسایش و رسوب با استفاده از مدل MPSIAC، داده های ماهواره ای و GIS در حوزه آبخیز شرفخانه _ شبستر"، کنفرانس زمین شناسی و محیط زیست ایران، ص ۱۰۴۵، دانشگاه تربیت مدرس.

References

- Adekalu, K.O., Okunade, D.A., Osunbitan, J.A., ۲۰۰۶. Compaction and mulching effects on soil loss and runoff from two southwestern Nigeria agricultural soils. *Geoderma* ۱۳۷, ۲۲۶-۲۳۰.
- Adekalu, K.O., Olorunfemi, I.A., Osunbitan, J.A., ۲۰۰۷. Grass mulching effect on infiltration, surface runoff and soil loss of three agricultural soils in Nigeria. *Bioresource Technology* ۹۸, ۹۱۲-۹۱۷.
- Agassi, M., ۱۹۹۶. *Soil Erosion, Conservation, and Rehabilitation*. Marcel Dekker, New York.
- Arnaez, J., Lasanta, T., Ruiz-Flano P., Ortigosa, L., ۲۰۰۷. Factors affecting runoff and erosion under simulated rainfall in Mediterranean vineyards. *Soil and Tillage Research* ۹۳, ۳۲۴-۳۳۴.
- Arnau-Rosalen, E., Calvo-cases, A., Biox-fayos, c., Sarah, p., ۲۰۰۸. Analysis of soil surface component patterns affecting runoff generation. An example of methods applied to Mediterranean hill slopes in Alicante (Spain). *Geomorphology* ۱۰۱, ۵۹۵-۶۰۶.
- Attou, F., Bruand, A., Le Bissonnais, Y., ۱۹۹۸. Effect of clay content and silt-clay

fabric on stability of artificial aggregates. Euro. J. Soil Science 49, 569-577.

-Bancy M Matia, Royston Pc Morgan,..., Assessment of erosion hazard with the USLE and GIS. ITC journal, Volume 2, issue 2, 2000.

-Begueria, S., López-Moreno, J.I., Gómez-Villar, A., Rubio, V., Lana-Renault, N., García-Ruiz, J.M., 2006. Fluvial adjustments to soil erosion and plant cover changes in the Central Spanish Pyrenees. Geografiska Annaler. Series A, Physical Geography 88 A, 177-186.

-Blake, G.R., Hartge, K.H., 1986. Bulk density. In: Klute, A. (Ed.), Methods of Soil Analysis, Part 1, 2nd Edition. Agronomy Monograph, Vol. 9. American Society of Agronomy, Madison, WI, 363-370.

-Bouwer, H. 2003. Effect of water depth in ground water charge basin on infiltration. ASCE 304-367.

-Cerdeña, A. 1999. Parent material and vegetation effect on soil erosion in eastern Spain. Soil. Sci. Soc, J. Vol, 63. PP 62-68.

-Chen, S.C, Hsieh, W.S and chin, W.H. 1998. Influence of land on reservoir sedimentation. Water Resources Bureau publishers. 327pp.

-Commandeur, Paul.R., 1992. Soil erosion studies using rainfall simulation on forest harvested areas in British Columbia, Erosion, Debris Flows and Environment in Mountain Regions Proceedings of the Chengdu Symposium, July(1992). IAHS Publ. no. 209, 1992.

Construction, Tehran, Iran

-De Vente, J., and poesen, J., 2000. predicting soil erosion and sediment yield at the basin scale: Scale issues and semi-quantitative models; Earth-Science Reviews, Vol. 51, 90-120

-Duiker, S.W., Flangman, D.C., Lal, R., 2001. Erodibility and infiltration characteristics of five major soils of south-west Spain. Catena 40 (2), 103-121.

-Ekwue, E.I., Bharat, C., Samaroo, K., 2009. Effect of soil type, peat and farmyard manure addition, slope and their interactions on wash erosion by overland flow of some Trinidadian soils. Biosystems Engineering 102, 236-243.

-Foster G.R., (1988). Modeling soil erosion and sediment yield. Soil erosion research methods, R.Lal, Soil and water conservation society, U.S.A.

-Gavrilovic, Z. (۱۹۸۸) "The Use of an empirical method (Erosion potential Method) for calculating sediment production and transportation in unstudied or torrential streams" International Conference on River Regime. ۱۸-۲۰ May. ۱۹۸۸. published by John Wiley and Sons. Paper ۱۲.p.۴۱۱-۴۲۲.

-Heydari, F., ۲۰۰۴. A Survey on Development Mechanism from Gully Erosion in Kerman province, Soil Conservation and Watershed Management Institute, ۱۰۰p.

-Juris, L. ۲۰۰۲. Sediment studies. <http://kfwww.nasites.com/pam/yuba/docs/scopofwork> ۹-۲۲-۰۰ sediment pof.

-Meamarian, H. Tajbakhsh, M. ۲۰۰۳. The Sediment Yield Potential Estimation of Kashmar Urban Watershed Using MPSIAC Model in the GIS Framework. Map India Conference ۲۰۰۳, GIS Development.

-Morgan, R.P.C., (۱۹۹۰), "Soil erosion and conservation". Second edition. Silsoe College, Cranfield University. ۱۹۸ pp.

-Narasimhan, T.N. ۱۹۹۵. Models and modeling of hydrologic processes. Soil Sci.Soc. Am. J. ۵۹

Renard KG, Ston JJ (۱۹۸۲) "Sediment yield from small semiarid rangeland watersheds" USDA SEA-ARM.

Shakeri Sh, Blalipour F (۱۹۹۶) "Comparing MPSIAC and EPM model for estimating erosion and sediment yield in Dou Abe watershed". Conference of water resource management. Isfahan University Of Technology

Su-Chin Chen, (۲۰۰۲). "The Assessment of soil erosion potential by SEIM in Taiwan" Warsaw.

Tangestani M. C. and Tanner J. M. (۲۰۰۶) "Comparison of EPM and PSIAC models in GIS for erosion and sediment yield assessment in a semi-arid environment: Afzar vcatchment Fars province" **J. of Asian Earth Science**. ۲۷ pp ۵۸۵.

-Wischmeier , W. H. and Smith , D. D, (۱۹۸۷), “Predicting Rainfall Erosion Losses-A Guide to Conservation Planning . Handbook No .۵۳۷, US Dep of Agric, Washington D.C.

-Wischmeier, W. H. and Smiths, S.S, (۱۹۶۵) “Predicting rainfall –erosion losses from cropland east of the Rocky Mountains” Agriculture Handbook No.۲۸۲.US Department of Agriculture, Washington, DC.

Estimation of Sij and Al watershed sediment with PSIAC method

Abstract

Soil is one of the most important resources in any country and its degradation causes great losses for human beings, specially in arid and semi-arid regions. So, it is necessary to combat soil erosion through soil conservation practices. One of the existing views in Watershed management is based on the analysis of a set of factors influencing Watershed basin as a unit of soil and water resources. Geographical Investigation System (GIS) is used as an efficient means in evaluating and solving of many problems of natural resources. In this connection, the rate of erosion and sediment yield of Sij and Al, located in 70 km north of Mashhad in Khorasan Razavi province, was studied using experimental models of MPSIAC and Fournier. In MPSIAC model the effect of nine important factors on soil erosion and sediment yield (surface geology, soil, climate, run off, topography, land cover, land use, present erosion condition and channel erosion) was evaluated and numerical values were assigned to them in terms of intensity and weakness of each factor. Using the sum of those values through equation $Q_s = 38.77 e^{-0.30R}$, where Q_s is specific sediment ($m^3/km^2/y$) and R is sediment yield score, the rate of sediment yield of the basin was measured. The measured Q_s for Sij and Al was 0.37 T/ha/y. In Fournier model, Q_s , the rate of specific sediment was obtained using his first and second model was respectively $22.43/403 \times 10^3$ and 0.94 T/ha/y.

Keywords: erosion, sedimentation, GIS, MPSIAC, Fournier, Sij and Al watershed basin



Shahrood University of Technology

Faculty of Agriculture

Department of Water and Soil

M.Sc. Thesis

Estimation of Sij and Al watershed sediment with PSIAC method

Masood Baghban Haghghi

Supervisor:

Dr. A. Azhdari

Dr. S. Emam Gholizadeh

Advisors:

En. A. Naderi

Dr. A. Rohani

۲۰۱۳