بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه شاهرود

دانشکده علوم زمین

گروه آب‌شناسی و زمین‌شناسی زیست‌محیطی

بررسی کمیت و کیفیت سیلاب در منطقه رشم، دامغان

هما صفی‌پور

استاد راهنما:

دکتر غلامحسین کرمی

پایان نامه ارشد جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

بهمن ماه ۱۳۹۳

پیوست شماره ۲

دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده : علوم زمین

گروه آب و زیست محیطی

پایان نامه کارشناسی ارشد خانم هما صفی پور

تحت عنوان: بررسی کیفیت و کمیت سیلاب در منطقه رشم دامغان

در تاریخ ۹۳/۱۱/۲۰ توسط کمیته تخصصی زیر جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد رشته شناسی زیست محیطی مورد ارزیابی و با درجه بسیار خوب مورد پذیرش قرار گرفت.

اساتید راهنما	امضاء	اساتید مشاور	امضاء
نام و نام خانوادگی : دکتر غلامحسین کرمی		نام و نام خانوادگی :	—
		نام و نام خانوادگی :	—

اساتید داور	امضاء	نماینده تحصیلات تکمیلی	امضاء
نام و نام خانوادگی : دکتر هادی جعفری		نام و نام خانوادگی : دکتر افشین قشلاقی	
نام و نام خانوادگی : دکتر رحیم بافری			
نام و نام خانوادگی :			
نام و نام خانوادگی :			

مدیریت تحصیلات تکمیلی

فرم شماره (۶)

باسمه تعالی

شماره:
تاریخ:
ویرایش:

فرم صورت جلسه دفاع از پایان نامه تحصیلی دوره کارشناسی ارشد

با تأییدات خداوند متعال و با استعانت از حضرت ولی عصر (عج) نتیجه ارزیابی جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد خانم هما صفی پور رشته زمین شناسی گرایش زیست‌محیطی تحت عنوان بررسی کیفیت و کمیت سیلاب در منطقه رشم دامغان

که در تاریخ ۱۳۹۳/۱۱/۲۰ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه شاهرود برگزار گردید به شرح ذیل اعلام می گردد:

قبول (با درجه : بسیار خوب امتیاز ۱۸/۹) ☑ دفاع مجدد ☐ مردود ☐

۱ـ عالی (۲۰ ـ ۱۹)
۲ـ بسیار خوب (۱۸/۹۹ ـ ۱۸)
۳ـ خوب (۱۷/۹۹ ـ۱۶)
۴ـ قابل قبول (۱۵/۹۹ ـ ۱۴)
۵- نمره کمتر از ۱۴ غیر قابل قبول

عضو هیأت داوران	نام ونام خانوادگی	مرتبهٔ علمی	امضاء
۱ـ استادراهنما	دکتر غلامحسین کرمی	دانشیار	
۲ـ استاد مشاور			
۳ـ نماینده شورای تحصیلات تکمیلی	دکتر افشین قشلاقی	استادیار	
۴ـ استاد ممتحن	دکتر هادی جعفری	استادیار	
۵ ـ استاد ممتحن	دکتر رحیم باقری	استادیار	

رئیس دانشکده : **امضاء**

تقدیم به پدر و مادر عزیز و مهربانم

تشکر و قدردانی

سپاس بی کران پروردگار یکتا را که هستی مان بخشید و به طریق علم و دانش رهنمونمان شد و به همنشینی رهروان علم و دانش مفتخرمان نمود و خوشه چینی از علم و معرفت را روزیمان ساخت. بدون شک جایگاه و منزلت معلم، اجّل از آن است که در مقام قدردانی از زحمات بی شائبه ی او، با زبان قاصر و دست ناتوان، چیزی بنگاریم، اما از آنجایی که تجلیل از معلم، سپاس از انسانی است که هدف و غایت آفرینش را تامین می کند و سلامت امانت هایی را که به دستش سپرده اند، تضمین؛ بر حسب وظیفه و از باب "من لم یشکر المنعم من المخلوقین لم یشکر الله عزّ و جلّ" بر خود وظیفه می دانم که از زحمات بیدریغ و ارزشمند استاد راهنمای عزیز و بزرگوارم جناب آقای دکتر غلامحسین کرمی، که همواره در تمام مراحل این تحقیق مرا یاری نمودند کمال تشکر را نمایم و از خداوند متعال برای ایشان تندرستی و توفیق روزافزون آرزومندم. در ادامه از کلیه استادان فرهیخته که افتخار شاگردی ایشان را در این دوره داشته‌ام سپاس گزاری می نمایم. ازپدر و مادر عزیزم این دو معلم بزرگوار که همواره بر کوتاهی و درشتی من، قلم عفو کشیده و کریمانه از کنار غفلت هایم گذشته اند و در تمام عرصه های زندگی یار و یاوری بی چشم داشت برای من بوده اند و هم چنین از همیاری و همدلی خواهر و برادران مهربان و دوستان عزیزم کمال تشکر را می نمایم.

تعهد نامه

اینجانب هما صفی‌پور دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته زمین‌شناسی زیست محیطی دانشکده علوم زمین دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه تحت عنوان بررسی کمیت و کیفیت سیلاب در منطقه رشم، دامغان با راهنمایی دکتر غلامحسین کرمی متعهد می شوم.

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه شاهرود » و یا « Shahrood University» به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است

تاریخ ۱۳۹۳/۱۱/۲۰

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه های رایانه ای، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

۞ متن این صفحه نیز باید در ابتدای نسخه های تکثیر شده پایان نامه وجود داشته باشد .

چکیده

منطقه مورد مطالعه، منطقه‌ای کویری با اقلیم خشک می‌باشد که در فاصله ۱۱۰ کیلومتری جنوب دامغان در استان سمنان واقع شده است. با توجه به محدودیت منابع آب و همچنین وقوع هر ساله سیلاب در این منطقه، در این تحقیق اقدام به بررسی کمی و کیفی سیلاب شده است. هم‌چنین با توجه به بازدیدهای صحرایی و تصاویر ماهواره‌ای، منطقه مورد مطالعه به سه حوضه به نام‌های حوضه‌های آبگیر تنگه، زرشکی و نیک تقسیم‌بندی شده است. در تحقیق حاضر به منظور بررسی کمی سیلاب و برآورد حجم رواناب در هر حوضه آبگیر، اقدام به تهیه لایه‌های اطلاعاتی شیب، لیتولوژی، پوشش گیاهی و بارندگی در نرم افزار Arc GIS 10 شد و شاخص رواناب هر حوضه تعیین گردید. به این ترتیب که مقادیر شاخص رواناب برای حوضه‌های تنگه، زرشکی و نیک به ترتیب برابر ۷، ۶/۸، ۷/۵ محاسبه شد. حجم رواناب حوضه‌ها نیز با استفاده از روش SCS و با در دست داشتن مساحت هر حوضه، برای حوضه‌های تنگه، زرشکی و نیک به ترتیب ۵۹۵۸۰۰، ۳۹۲۰۰۰ و ۵۶۸۰۰۰ متر مکعب برآورد گردید. هم‌چنین به منظور تعیین پتانسیل تولید رواناب در مناطق مختلف حوضه‌های مورد بررسی، نقشه‌های پهنه‌بندی سیلاب تهیه و مورد بررسی قرار گرفتند. در حوضه آبگیر تنگه، پتانسیل تولید رواناب حدود ۱ درصد حوضه کم، ۴۴ درصد حوضه متوسط و ۵۵ درصد زیاد می‌باشد. در حوضه آبگیر زرشکی، پتانسیل تولید رواناب حدود ۲۰ درصد حوضه در رده کم، ۴۹ درصد حوضه در رده متوسط و ۳۱ درصد حوضه در رده زیاد قرار می‌گیرد. در حوضه نیک، پتانسیل تولید رواناب حدود ۱۸ درصد حوضه کم، حدود۴۱ درصد حوضه متوسط و حدود ۴۱ درصد حوضه زیاد می‌باشد. جهت بررسی کیفیت سیلاب منطقه در اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۳ از هفت نقطه منطقه مورد مطالعه نمونه‌برداری صورت گرفت. مقادیر آنیون‌ها و کاتیون‌های اصلی آب شامل سولفات، کلر، بی‌کربنات، سدیم، منیزیم، کلسیم و پتاسیم در آزمایشگاه اندازه‌گیری شدند و نمودارهای کیفی ترسیم گردید. با توجه به نمودارهای استیف و پایپر نمونه‌ها تیپ آب در بالادست حوضه‌های آبگیر از نوع بی‌کربناته و در نمونه‌های پایین‌دست کلروره می‌باشد. براساس نمودار شولر نیز مشخص شد که کاتیون‌ها و آنیون‌های اصلی آب روند یکسانی داشته طوری که می‌توان منشأ آنها را تقریباً یکسان در نظر گرفت.

کلمات کلیدی: رواناب، حوضه‌های آبگیر، مناطق خشک و نیمه‌خشک، کمیت و کیفیت سیلاب، رشم

مقاله مستخرج از پایان‌نامه

بررسی کیفی سیلاب در حوضه آبگیر زرشکی، غرب دامغان، همایش کاربرد کامپیوتر در علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی کشور، تهران، دی ماه ۱۳۹۳.

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه ۱
بیان مسئله و هدف از انجام تحقیق..... ۱
۱-۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه ۱
۱-۲- هواشناسی منطقه ۳
۱-۳- زمین شناسی منطقه ۵
۱-۴- واحدهای سنگی منطقه ۷
۱-۵-۱- زمین‌شناسی ساختمانی منطقه مورد مطالعه..... ۹
۱-۵- ژئومورفولوژی منطقه ۱۰
۱-۶- هیدرولوژی منطقه ۱۱
۱-۷- هیدروژئولوژی منطقه. ۱۳

فصل دوم: مروری بر تحقیقات پیشین ۱۷
۲-۱- مقدمه ۱۷
۲-۲- عوامل موثر بر ایجاد سیلاب در مناطق خشک و نیمه‌خشک..... ۱۷
۲-۲-۱- بررسی تاثیر بارندگی بر ایجاد رواناب..... ۱۸
۲-۲-۲- بررسی تاثیر لیتولوژی بر ایجاد رواناب ۲۰
۲-۲-۳- بررسی رابطه پوشش گیاهی و مقدار رواناب..... ۲۲
۲-۳- روش‌های رایج برای برآورد رواناب در حوضه‌های فاقد آمار..... ۲۳
۲-۴- تاثیر سیلاب بر بهبود منابع آبی مناطق خشک و نیمه‌خشک..... ۲۶
۲-۵- مدیریت سیلاب در مناطق خشک و نیمه‌خشک. ۲۷

فصل سوم: روش انجام کار ۲۹
۳-۱- جمع‌آوری آمار و اطلاعات منطقه ۲۹
۳-۲- بازدیدهای صحرایی ۳۰
۳-۳- تهیه نقشه‌های مورد نیاز ۳۰
۳-۴- رسم نمودارهای هیپسومتری حوضه‌های مورد مطالعه ۳۲
۳-۵- برآورد شاخص رواناب در حوضه‌های مورد مطالعه ۳۴
۳-۶- برآورد حجم رواناب با روش SCS ۳۵
۳-۷- بررسی کیفیت سیلاب‌های منطقه ۳۵

فصل چهارم: بررسی کمی و کیفی سیلاب در منطقه رشم. ۳۷
۴-۱- مقدمه. ۳۷
۴-۲- ارزیابی خصوصیات فیزیوگرافی حوضه‌های مورد مطالعه ۳۹
۴-۳- بررسی کمی سیلاب در منطقه رشم..... ..... ۴۶
۴-۳-۱- بررسی تاثیر لیتولوژی بر رواناب. ۴۷
۴-۳-۲- بررسی تاثیر پوشش گیاهی بر رواناب ۴۹
۴-۳-۳- بررسی تاثیر شیب بر رواناب. ۴۹
۴-۳-۴- بررسی تاثیر بارندگی بر رواناب. ۵۴
۴-۳-۵- وزن‌دهی لایه‌های اطلاعاتی حوضه‌های مورد بررسی ۵۶
۴-۴- برآورد حجم رواناب تولیدی حوضه‌های مورد بررسی..... ۵۶
۴-۵- برآورد حجم رواناب تولیدی حوضه‌های مورد بررسی..... ۵۸
۴-۶- پهنه‌بندی پتانسیل تولید رواناب ۵۹
۴-۷- بررسی کیفی سیلاب در منطقه رشم. ۶۲
۴-۸- بررسی روند تغییرات هدایت الکتریکی. ۶۵
۴-۹- بررسی پارامترهای کیفی محاسبه شده..... ۶۷
۴-۱۰- بررسی تیپ نمونه‌های سیلاب..... ۷۲
۴-۱۱- رسم نمودار پایپر نمونه‌های مورد مطالعه ۷۵
۴-۱۲- روند تغییرات یونی در نمونه‌های مختلف..... ۷۶
۴-۱۳- بررسی کیفیت آب برای مصارف کشاورزی..... ۷۷

فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادها..... ۷۹
۵-۱- نتایج بدست آمده از مطالعات کمی و کیفی سیلاب در منطقه رشم.. ..... ۷۹
۵-۲- پیشنهادهایی برای دقیق‌تر شدن مطالعات کمی و کیفی سیلاب در منطقه ۸۲

منابع مورد استفاده..... ۸۳

فهرست شکل‌ها

شکل ۱-۱) موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه و راه‌های دسترسی به آن ۲
شکل ۱-۲) نمودار آمبروترمیک منطقه مورد مطالعه ۵
شکل ۱-۳) نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه ۵
شکل ۱-۴) تصاویری از حوضه‌های آبگیر مورد مطالع..... ۱۲
شکل ۱-۵) نقشه هیدروگرافی منطقه مورد مطالعه ۱۳
شکل ۱-۶) نقشه هدایت الکتریکی منابع آب زیرزمینی منطقه ۱۴
شکل ۱-۷) نقشه هم‌پتانسیل منابع آب‌زیرزمینی منطقه..... ۱۴
شکل۳-۱) نمودار ارتفاع- بارندگی منطقه مورد مطالعه..... ۳۲
شکل ۳-۲) نمودار هیپسومتری حوضه تنگه ۳۳
شکل ۳-۳) نمودار هیپسومتری حوضه زرشکی..... ۳۳
شکل ۳-۴) نمودار هیپسومتری حوضه نیک..... ۳۴
شکل ۴-۱) موقعیت جغرافیایی حوضه‌های آبگیر مورد مطالعه ۳۸
شکل ۴-۲) نیم‌رخ طولی حوضه تنگه ۴۰
شکل ۴-۳) نیم‌رخ طولی حوضه زرشکی..... ۴۱
شکل ۴-۴) نیم‌رخ طولی حوضه نیک..... ۴۱
شکل ۴-۵) لایه لیتولوژی حوضه تنگه ۴۸
شکل ۴-۶) لایه لیتولوژی حوضه زرشکی ۴۸
شکل ۴-۷) لایه لیتولوژی حوضه نیک ۴۹
شکل ۴-۸) لایه پوشش‌گیاهی حوضه تنگه..... ۵۱
شکل ۴-۹) لایه پوشش‌گیاهی حوضه زرشکی ۵۱
شکل ۴-۱۰) لایه پوشش‌گیاهی حوضه نیک..... ۵۲
شکل ۴-۱۱) لایه شیب حوضه تنگه ۵۲
شکل ۴-۱۲) لایه شیب حوضه زرشکی ۵۳
شکل ۴-۱۳) لایه شیب حوضه نیک ۵۳
شکل ۴-۱۴) لایه بارندگی حوضه تنگه ۵۵
شکل ۴-۱۵) لایه بارندگی حوضه زرشکی..... ۵۵
شکل ۴-۱۷) لایه بارنگی حوضه نیک ۵۶

شکل ۴-۱۸) پهنه‌بندی پتانسیل تولید رواناب در حوضه آبگیر تنگه ۶۱
شکل ۴-۱۹) پهنه‌بندی شدت تولید رواناب در حوضه آبگیرزرشکی..... ۶۱
شکل ۴-۲۰) پهنه‌بندی شدت تولید رواناب در حوضه آبگیر نیک ۶۲
شکل ۴-۲۱) مناطق نمونه‌گیری از سیلاب منطقه رشم..... ۶۳
شکل ۴-۲۲) نمودار تغییرات هدایت الکتریکی نمونه‌های مورد مطالعه ۶۶
شکل ۴-۲۳) رابطه بین هدایت الکتریکی و کل جامدات محلول نمونه‌های مورد مطالعه ۶۶
شکل ۴-۲۴) نمودار استیف مربوط به سیلاب سنگوسیاه ۷۳
شکل ۴-۲۵) نمودار استیف مربوط به سیلاب رودخانه سنگونگین ۷۳
شکل ۴-۲۶) نمودار استیف مربوط به سیلاب رودخانه میان‌کوه ۷۳
شکل ۴-۲۷) نمودار استیف مربوط به سیلاب رودخانه زرشکی ۷۴
شکل ۴-۲۸) نمودار استیف مربوط به سیلاب شرق سیانگ ۷۴
شکل ۴-۲۹) نمودار استیف مربوط به سیلاب غرب معلمان ۷۴
شکل۴-۳۰) نمودار استیف مربوط به سیلاب معلمان- سیانگ ۷۵
شکل ۴-۳۱) نمودار پایپر نمونه‌های سیلاب حوضه‌های رشم ۷۶
شکل ۴-۳۲) نمودار نیمه لگاریتمی شولر مربوط به نمونه‌های سیلاب ۷۷
شکل ۴-۳۳) نمودار ویلکوکس نمونه‌های سیلاب حوضه‌های آبگیر رشم ۷۸

فهرست جدول‌ها

جدول ۱-۱) میانگین بارندگی و درجه حرارت ماهانه در ایستگاه سرکویر-سیانگ ۳
جدول ۱-۲) طبقه بندی اقلیمی دمارتن..... ۴
جدول ۱-۳) خلاصه‌ای از آمار چشمه‌های منطقه مورد مطالعه..... ۱۵
جدول ۳-۱) اطلاعات مربوط به ارتفاع و بارندگی ایستگاه‌های اطراف منطقه مورد مطالعه..... ۳۱
جدول ۴-۱) مساحت و محیط حوضه‌های آبگیر مورد مطالعه ۴۰
جدول ۴-۲) مقادیر ضریب شکل حوضه‌های مورد مطالعه ۴۳
جدول ۴-۳) مقادیر ضریب انشعاب حوضه‌های مورد مطالعه..... ۴۴
جدول ۴-۴) مقادیر زمان تمرکز حوضه‌های مورد بررسی ۴۶
جدول ۴-۵) تقسیم بندی و نحوه امتیازدهی به سازندهای مختلف زمین شناسی ۴۷
جدول ۴-۶) تقسیم‌بندی و نحوه امتیازدهی به پوشش گیاهی ۵۰
جدول ۴-۷) تقسیم‌بندی و نحوه امتیازدهی به شیب..... ۵۰
جدول ۴-۸) تقسیم‌بندی و نحوه امتیازدهی به بارندگی..... ۵۴
جدول ۴-۹) وزن‌دهی به لایه‌های اطلاعاتی مختلف تاثیرگذار بر تشکیل رواناب ۵۷
جدول ۴-۱۰) شاخص رواناب تعیین شده برای حوضه‌های مورد بررسی ۵۸
جدول ۴-۱۱) مقدار CN حوضه‌های آبگیر رشم..... ۵۹
جدول ۴-۱۲) برآورد ارتفاع و حجم رواناب حوضه‌های مورد مطالعه ۵۹
جدول ۴-۱۳) درصد مساحت حوضه برای پتانسیل تولید رواناب در رده‌های مختلف..... ۶۰
جدول ۴-۱۴) اطلاعات کیفی مربوط به حوضه‌های مورد بررسی ۶۴
جدول ۴-۱۵) اطلاعات کیفی مربوط به حوضه‌های مورد بررسی ۶۴
جدول ۴-۱۶) مقادیر EC و TDS نمونه‌های مورد مطالعه ۶۵
جدول ۴-۱۷) مقادیر شاخص اشباع ژیپس و هالیت در نمونه‌های مورد مطالعه ۶۷
جدول ۴-۱۸) مقادیر سختی نمونه‌های مورد مطالعه ۶۸
جدول ۴-۱۹) مقادیر قلیائیت نمونه‌های سیلاب ۶۹
جدول ۴-۲۰) مقادیر نسبت جذبی سدیم نمونه‌های مورد مطالعه ۷۱
جدول ۴-۲۱) مقادیر درصد سدیم نمونه‌های مورد مطالعه ۷۲

فصل اول: مقدمه

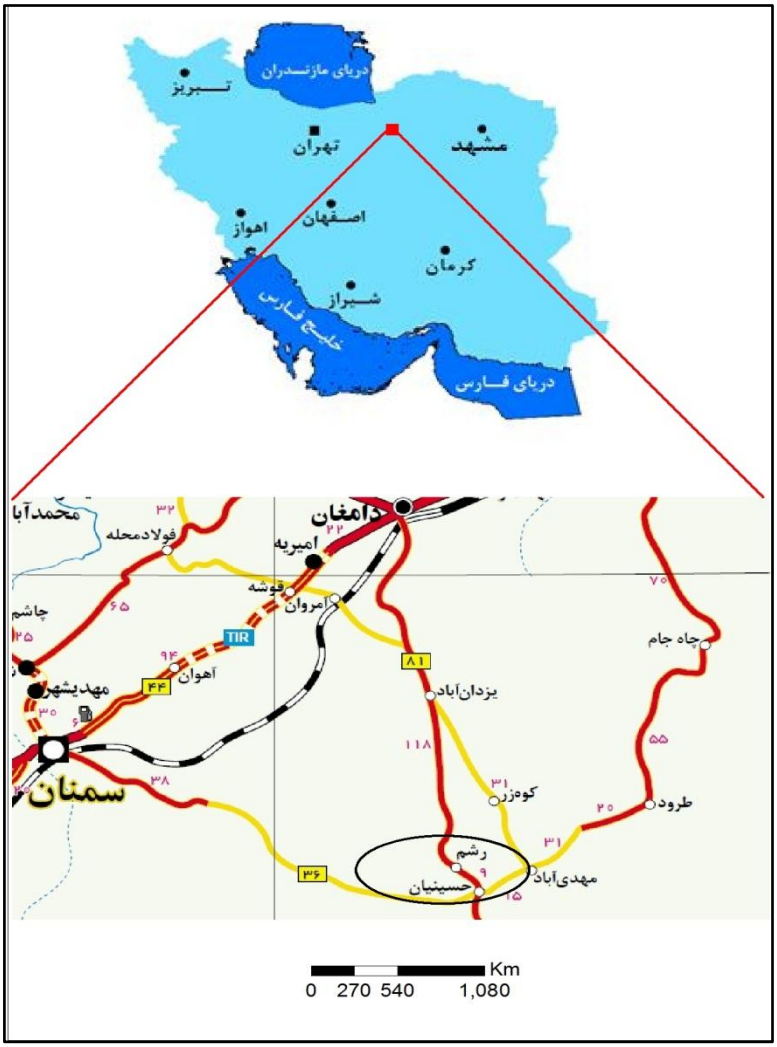
۱-۱- بیان مسئله و هدف از انجام تحقیق

با توجه به قرار گرفتن ایران بین دو عرض جغرافیایی ۲۵ تا۴۰ درجه شمالی و با داشتن متوسط بارندگی پائین جزء کشورهای خشک و نیمه‌خشک دنیا محسوب می‌شود. لذا مسئله کمبود آب در ایران همواره یکی از تنگناهای توسعه اقتصادی به ویژه در بخش کشاورزی و یکی از عوامل مهم تخلیه روستاها در مناطق کم باران می‌باشد. در این مناطق، قسمت عمده بارندگی در مدت زمان کوتاهی نازل می‌گردد و منجر به وقوع سیلاب می‌شود. این جریان‌های سیلابی نه تنها مورد بهره‌برداری قرار نمی‌گیرند، بلکه خساراتی را نیز به مناطق پائین‌دست وارد می‌سازند. با توجه به اینکه درجه شوری سیلاب‌ها در هر منطقه در مقایسه با آب‌های زیرزمینی آن منطقه به طور قابل توجهی پایین‌تر است، استفاده از سیلاب‌ها برای تغذیه مصنوعی آبخوان‌ها بسیار مناسب می‌باشد. این مطلب به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک که درجه شوری آب‌های زیرزمینی به طور نسبی بالاتر است، از اهمیت بالاتری برخوردار است. بنابراین، هدف اساسی از انجام این تحقیق، ارزیابی کمی و کیفی سیلاب در منطقه رشم به منظور مدیریت سیلاب در این منطقه خشک و نیمه خشک است.

۱-۲- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه به مساحت حدود ۴۱۶۰ هکتار در فاصله ۱۱۰ کیلومتری جنوب دامغان در استان سمنان و در محدوده ۵۴ درجه و ۲۵ دقیقه و ۲۹ ثانیه تا ۵۴ درجه و ۲۹ دقیقه و ۵۷ ثانیه

طول جغرافیایی و ۳۵ درجه و ۱۵ دقیقه و ۴۳ ثانیه تا ۳۵ درجه و ۲۱ دقیقه و ۴۲ ثانیه عرض جغرافیایی واقع شده است. حوضه‌های مورد مطالعه از شمال به ارتفاعات سنگوی، از جنوب به کوه دزینا، از شرق انارو و کم انجیر و از غرب کوه قله‌دختر و آتشان و از جنوب شرق به روستای رشم محدود می‌شوند. بیشترین ارتفاع منطقه ۲۲۸۰ و کمترین ارتفاع معادل ۱۱۸۹متر از سطح دریا می‌باشد. مهمترین ارتفاعات منطقه شامل کوه کم‌انجیر (۲۲۸۰ متر)، کوه قله‌دختر (۲۲۷۴ متر)، کوه تنوره (۲۰۴۴ متر)، کوه انارو (۲۰۲۴ متر) و کوه آتشان (۱۸۷۹ متر) می‌باشد. شکل (۱-۱) موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱) موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه و راه‌های دسترسی به آن

۱-۳- هواشناسی منطقه

منطقه مورد مطالعه در یک ناحیه کویری واقع شده است و از نظر پوشش گیاهی بسیار ضعیف می‌باشد. از آنجا که این منطقه تحت تاثیر سیستم فشار زیاد جنب حاره قرار می‌گیرد، بنابراین بارندگی آن کم و ناچیز است و بارش‌های منطقه دارای تمرکز زمستانه هستند. میانگین بارندگی این منطقه حدود ۵۱ میلی‌متر در سال و میانگین درجه حرارت ماهانه آن در حدود ۲۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد(شرکت آب منطقه‌ای سمنان ۱۳۸۹). جدول (۱-۱) میانگین بارندگی و درجه حرات مربوط به منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد.

جدول ۱-۱) میانگین بارندگی و درجه حرارت ماهانه در ایستگاه سرکویر-سیانگ

زمان (ماه)	میانگین بارندگی (میلیمتر) (برای دوره ۱۳۹۱-۱۳۸۷)	متوسط درجه حرارت (سانتیگراد) (برای دوره ۱۳۹۱-۱۳۸۷)
مهر	۰/۵	۲۳/۹
آبان	۴/۸	۱۴/۶
آذر	۳/۷	۷/۸
دی	۱/۵	۶/۰۹
بهمن	۸/۸	۵/۹
اسفند	۸/۵	۱۱/۵
فروردین	۱۴	۱۸/۲
اردیبهشت	۳/۸	۲۵/۲
خرداد	۱/۵	۳۱/۵
تیر	./۱	۳۴/۷
مرداد	۰	۳۴/۲
شهریور	۰/۸	۲۹/۲
میانگین	۵۱/۶	۲۰/۲

برای تعیین اقلیم منطقه از روش دمارتن استفاده شده است. دمارتن (De Martonne) جهت تعیین

اقلیم فرمول زیر را پیشنهاد نموده است (علیزاده، ۱۳۸۹):

معادله (۱-۱)

$$I = \frac{P}{(T + 10)}$$

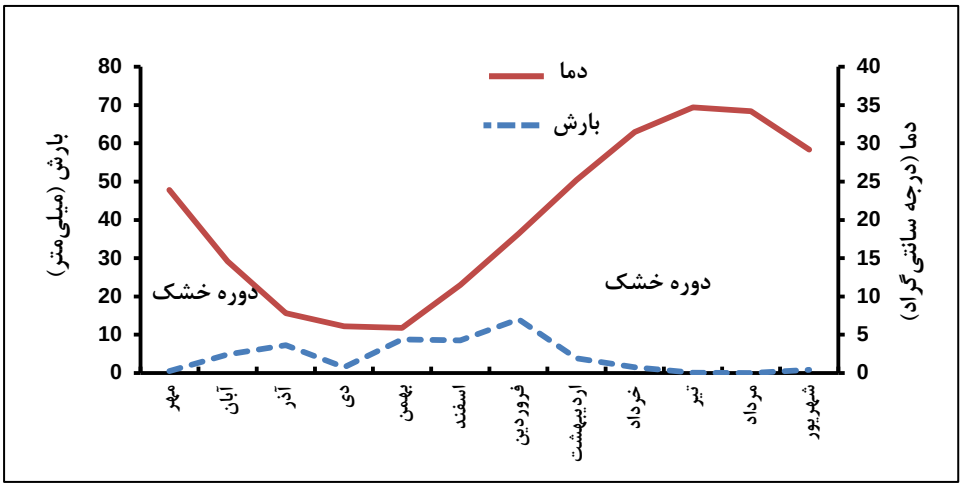
که در آن P میانگین بارندگی سالانه (میلیمتر) و T متوسط دمای سالانه (درجه سانتی گراد) می‌باشد. در جدول (۱-۲) بر اساس فرمول دمارتن شش نوع آب و هوا طبقه‌بندی شده است.

جدول ۱-۲) طبقه بندی اقلیمی دمارتن

نام اقلیم	محدوده ضریب خشکی دمارتن (I)
خشک	کوچکتر از ۱۰
نیمه‌خشک	۱۰ تا ۱۹/۹
مدیترانه‌ای	۲۰ تا ۲۳/۹
نیمه مرطوب	۲۴ تا ۲۷/۹
مرطوب	۲۸ تا ۳۴/۹
بسیار مرطوب	بزرگتر از ۳۵

با توجه به میزان متوسط بارندگی و درجه حرارت متوسط سالیانه، ضریب دمارتن منطقه مورد مطالعه برابر با ۱/۷ برآورد شده است. بر این اساس اقلیم منطقه از نوع خشک می‌باشد. به منظور بررسی

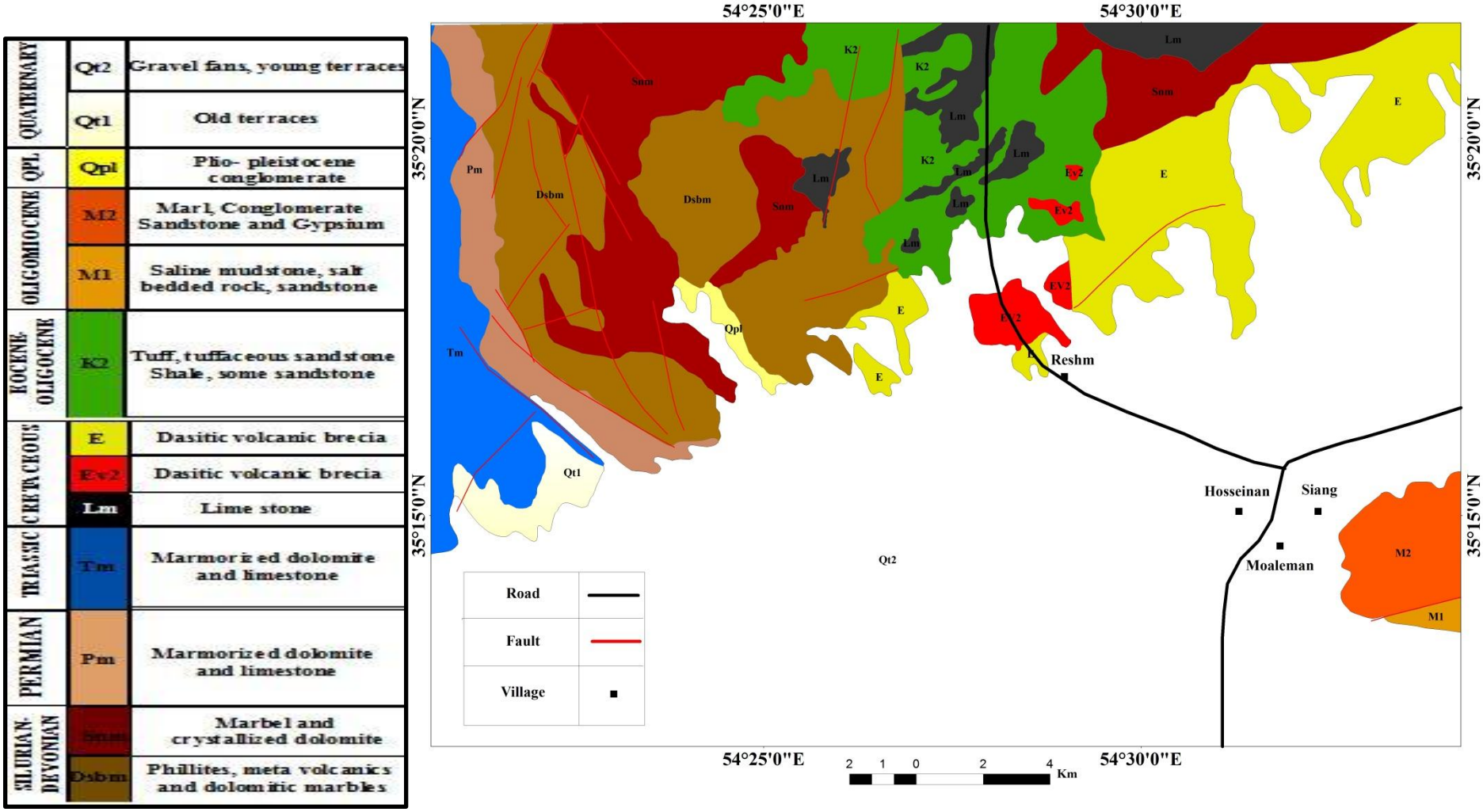
تغییرات دمای هوا نسبت به تغییرات ماهانه بارندگی در طول سال، از نمودار آمبروترمیک استفاده شده است. این نمودار بر اساس نظریه کوپن برای مناطقی که بارندگی آن‌ها بیشتر زمستانی است (مانند اکثر نقاط ایران) رسم می‌شود (علیزاده ۱۳۸۹). شکل (۱-۲) نمودار آمبروترمیک منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود در منطقه مورد مطالعه، دوره خشک در کل سال حاکم است و هیچ دوره تری وجود ندارد.



شکل ۱-۲) نمودار آمبروترمیک منطقه مورد مطالعه

۱-۴- زمین شناسی منطقه

در منطقه مورد مطالعه، به غیر از نهشته های آبرفتی حوضه‌ها، تمام تشکیلات که ۸۰ درصد رخنمون‌ها را تشکیل می‌دهند اعم از رسوبی و آذرین متحمل متامورفیسم شده‌اند. درجه این دگرگونی تقریباً یکسان بوده و به طور عمده در حد رخساره شیست سبز می‌باشد که این پدیده دگرگونی را پیامد حرکت‌های ژوراسیک پسین می‌دانند و از نظر مقطع زمانی مربوط به دوران پالئوزوئیک و دوره‌های اردویسین تا سیلورین می‌باشند. در این بخش مختصری درباره واحدهای سنگی و زمین شناسی منطقه ارائه خواهد شد. شکل (۱-۲) نقشه زمین‌شناسی منطقه را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۳) نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه

۱-۵- واحدهای سنگی منطقه

با توجه به نقشه زمین‌شناسی ارائه شده در شکل (۱-۳) و گزارش اداره کل منابع طبیعی استان سمنان (۱۳۹۲) عمده‌ترین واحدهای سنگی منطقه به شرح زیر می‌باشند:

الف- واحد سنگی میکاشیست، ماسه‌سنگ دگرگونه، دولومیت و آهک دگرگونی

این واحد دارای وسعتی حدود ۱۳۷۶ هکتار در حوضه می‌باشد که ۳۳٪ گسترش سطحی واحدهای سنگی را به خود اختصاص داده است و عمدتاً در حاشیه سمت راست حوضه‌های آبگیر مورد مطالعه به صورت کشیده، با امتدادی در جهت شمال غرب- جنوب شرق دیده می‌شود. از نظر سنگ‌شناسی از مجموعه سنگ‌های شیست، سنگ آهک، دولومیت، ماسه سنگ، توف و سنگ‌های ولکانیک که همگی دگرگون شده‌اند، تشکیل شده است. بخش شیستی آن که از حجم و اهمیت بیشتری برخوردار است به طور عمده از شیست میکادار به رنگ نقره‌ای تا خاکستری با میان لایه‌هایی از ماسه‌سنگ متامورف، آهک ماسه‌ای، آهک دولومیتی و دولومیت قهوه‌ای رنگ است.

ب- واحد سنگی سنگ‌آهک و دولومیت دگرگونه ضخیم لایه تا توده‌ای شکل

این واحد سنگی ارتفاعات شرقی حوضه با کشیدگی در جهت شمال غرب- جنوب شرق را شامل می‌شود و از نظر سنگ‌شناسی از آهک، آهک دولومیتی، دولومیت آهکی دگرگون شده، تشکیل شده است. واحدهای آهکی و دولومیتی عمدتاً به‌صورت ضخیم لایه تا توده‌ای قابل مشاهده هستند. ضخامت این تشکیلات حدود ۳۵۰ متر بوده و با گسترشی معادل ۱۰۵۰ هکتار، ۲۵٪ رخنمون‌های حوضه‌ها را به خود اختصاص داده است.

ج- واحد سنگی دولومیت دگرگونه ضخیم لایه تا توده‌ای شکل به رنگ قهوه‌ای

این واحد از نظر سنگ شناسی تقریباً معادل واحد سنگی سنگ‌آهک و دولومیت دگرگونه ضخیم لایه

تا توده‌ای شکل می‌باشد با این تفاوت که سنگ‌های کربناته در آن دولومیتی شده‌اند. بنابراین، از نظر سنگ‌شناسی شامل یک واحد سنگی دولومیتی دگرگونه ضخیم لایه تا توده‌ای با رنگ قهوه‌ای می‌باشد. گسترش این واحد در نیمه شمالی، قسمت میانی و حاشیه سمت چپ حوضه‌ها می‌باشد و با وسعتی معادل ۱۳۹ هکتار، ۳/۳٪ از رخنمون‌های سطحی حوضه‌ها را شامل می‌شود.

د- واحد سنگی دولومیت دگرگونه با رنگ خاکستری و قهوه‌ای

رخنمون آن در ارتفاعات سمت راست حوضه‌های آبگیر با لیتولوژی دولومیت و آهک دولومیتی خاکستری و قهوه‌ای رنگ بر روی واحد شیستی قابل مشاهده است. ضخامت این واحد سنگی حدود ۷۰ متر بوده و به واسطه رنگ و مورفولوژی ایجاد شده از این واحد سنگی ارتفاعات حاصل از آن به کوه تنوره معروف است و با وسعتی معادل ۳۳۸/۵ هکتار ۸/۱ درصد از رخنمون‌های حوضه‌ها را به خود اختصاص داده است.

ه- واحد سنگی سرسیت شیست و سنگهای ولکانیکی دگرگونه

لیتولوژی این واحد سنگی، در بخش زیرین به طور عمده شامل شیست نقره‌ای رنگ و ماسه‌سنگ دگرگونه می‌باشد و بخش بالایی آن از سنگ‌ها و ولکانیک‌های دگرگونه، ماسه‌سنگ دگرگونه و شیست تشکیل شده است. این واحد با گسترشی معادل ۳۵۲ هکتار، ۸/۵ درصد از رخنمون‌های حوضه‌ها را شامل می‌شود.

و- واحد کربناته

این واحد مناطق مرتفع و خط‌الرأس‌های مرز غربی و بخش کوچکی از حاشیه شرقی حوضه‌ها را تشکیل می‌دهد و از لحاظ لیتولوژیکی از طبقات متوسط لایه تا توده‌ای شکل آهک، آهک دولومیتی و

دولومیت دگرگونه تشکیل شده است. خطواره‌های گسلی و سیستم درز و شکاف فراوانی در این واحد سنگی قابل مشاهده می‌باشد. این واحد با گسترشی معادل ۹۵/۸ هکتار، ۲/۳ درصد از رخنمون‌های سنگی حوضه‌های مورد مطالعه را به خود اختصاص داده است.

ز- نهشته های آبرفتی قدیمی

این رخنمون‌ها به صورت زمین‌های نسبتاً مسطح و بلند درآمده‌اند و اغلب کوهپایه‌ها و مخروط افکنه‌های قدیمی را تشکیل می‌دهند. این تشکیلات تحت تاثیر عمل تکتونیک واقع شده و در آن شواهدی از این عوامل مانند تغییر شیب لایه‌ها و شکستگی دیده می‌شود و با وسعتی معادل ۳۵۹ هکتار، ۸/۶ درصد از کل مساحت حوضه‌ها را شامل می‌شود.

ح- نهشته های آبرفتی بستر رودخانه

رودخانه‌ها در بستر خود رسوباتی را تحت عنوان بار کف با خود حمل می‌کنند و در طول مسیر با توجه به انرژی سیلاب و شیب رودخانه یا آبراهه این رسوبات حمل شده را برجای می‌گذارند. شکل این رسوبات در اثر برخورد و حمل نسبتاً گرد بوده و عموماً از ذرات به اندازه قلوه‌سنگ، شن و ماسه و کمی سیلت تشکیل شده‌اند. این نهشته‌ها در هر دوره سیلابی در طول زمان با توجه به انرژی سیلاب و شیب رودخانه جا به جا شده و به نواحی پایین رودخانه حمل می‌شوند و با مساحتی معادل ۴۰۸/۵ هکتار برابر ۹/۸ درصد از رخنمون‌های سطحی حوضه‌ها را شامل می‌شود.

۱-۵-۱- زمین‌شناسی ساختمانی منطقه مورد مطالعه

حوضه‌های منطقه رشم از دیدگاه زمین‌شناسی ساختمانی در پهنه ایران مرکزی قرار دارند و در بخش شمالی این زون جای گرفته‌اند. این زون ساختمانی به دلیل گسترش بسیار زیاد به بخش‌هایی تقسیم

شده است که با یکدیگر تفاوتهایی را نشان می‌دهند. طبق تقسیم‌بندی هوشمندزاده و همکاران (۱۳۵۷) که در شرح نقشه زمین شناسی چهار گوش ترود آمده است، این حوضه‌ها بین دو گسل ترود (در جنوب) و گسل انجیلو (در شمال) قرار دارند. چنین به نظر می‌رسد که این زون به صورت یک هورست (Horst) می‌باشد که حاشیه شمالی فرورفتگی کویر را پدید می‌آورد. این منطقه بالا آمده در شمال به فروافتادگی کویر چاه جام و در جنوب به فرورفتگی کویر بزرگ محدود می‌شود، که مرز جنوبی آن‌را گسل ترود و مرز شمالی آن‌را گسل انجیلو محدود می‌نماید.

۱-۶- ژئومورفولوژی منطقه

بر اساس بررسی‌های به‌عمل آمده بر روی نقشه توپوگرافی و زمین‌شناسی، چهار واحد کوهستان، تپه‌ماهور، دشت و واحد رودخانه در حوضه‌های مورد مطالعه مشاهده می‌شود. واحد کوهستان و تپه‌ماهور از نظر نوع دامنه در تیپ دامنه نامنظم قرار دارند. هر کدام از واحدهای عنوان شده بر اساس درصد نهشته‌های منفصل و شیب غالب دامنه‌ها به رخساره‌های متعددی تفکیک شده‌اند که در زیر به طور مختصر معرفی می‌شوند.

کوهستان: این واحد با شیب عمومی بیشتر از ۲۵ درصد می‌باشد و اختلاف ارتفاع پایین‌ترین سطح تا بالاترین نقطه در این تیپ بیشتر از ۵۰۰ متر است و در ارتفاعات شرق و غرب حوضه به صورت کشیده با کشیدگی شمال غربی- جنوب شرقی قابل مشاهده است. با توجه به تراکم سیستم زهکشی و برونزدهای نامنظم، این واحد در تیپ دامنه نامنظم طبقه‌بندی شده است.

واحد تپه‌ماهور: واحد تپه‌ماهور به مناطقی اطلاق می‌شود که اختلاف ارتفاع پایین‌ترین سطح تا بالاترین نقطه بین ۵۰ تا ۵۰۰ متر است و شیب عمومی در آنها بالاتر از ۸ درصد می‌باشد گزارش اداره کل منابع طبیعی استان سمنان (۱۳۹۲). این واحد در حوضه‌های مورد مطالعه گسترش زیادی داشته

و از نظر نوع دامنه تنها با تیپ دامنه نامنظم در حوضه‌ها رخنمون دارد که در آن فرسایش آبی و آبراهه‌ای زیاد به چشم می‌خورد.

واحد دشت: در این واحد اختلاف سطح زمین‌ها بین صفر تا ۵۰ متر می‌باشد و شیب در آن کمتر از ۸ درصد است. سرعت جریان‌های آبی در این زمین‌ها کم بوده و نهشته‌های ریزدانه با اعماق مختلف در آن تشکیل شده است.

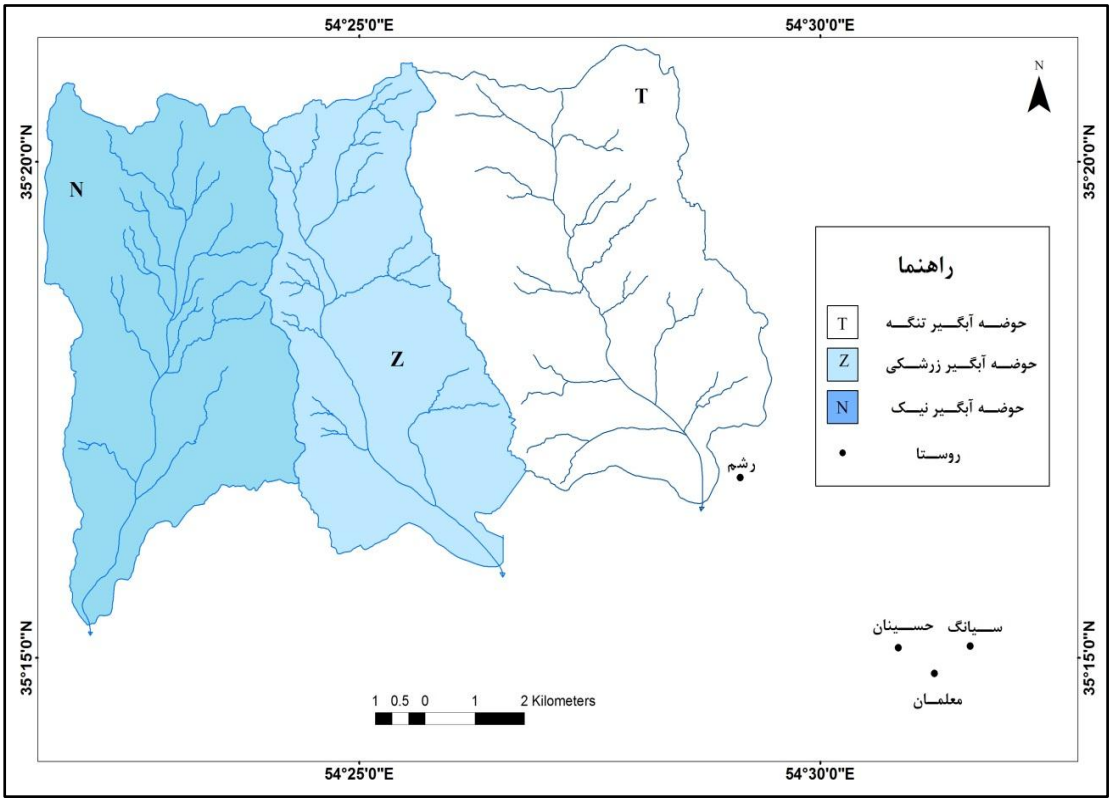
واحد رودخانه: این واحد در حوضه‌های مورد مطالعه، تنها با رخساره نهشته‌های آبرفتی بستر رودخانه قابل مشاهده است. این رخساره، رسوبات بستر رودخانه را شامل می‌شود که از قطعات ریز و درشت آواری تشکیل شده‌اند. فرسایش در این رخساره به صورت آبراهه‌ای می‌باشد و غالباً بدون پوشش گیاهی دیده می‌شود.

۱-۷- هیدرولوژی منطقه

حوضه‌های مورد مطالعه از شمال به جنوب کشیده شده‌اند و در شمال دارای ارتفاع بالاتری می‌باشند. شکل عمومی این حوضه‌ها به صورت کشیده بوده و دارای شیب نسبتاً کمی هستند . با توجه به این‌که جهت شیب در منطقه مورد مطالعه از شمال به سمت جنوب است جهت عمومی آبراهه‌ها نیز از شمال به جنوب بوده و آبراهه‌ها پس از خروج از ارتفاعات به صورت بریده بریده درمی‌آیند. شکل (۱-۴) جهت جریان رواناب را در حوضه‌های مورد بررسی نشان می‌دهد. زهکش‌ها و آبرهه‌های طبیعی شبکه هیدروگرافی حوضه‌های آبگیر را تشکیل می‌دهند. مهمترین آبراهه‌های منطقه در حوضه‌های تنگه، زرشکی و نیک واقع شده‌اند (شکل۱-۵). لازم به ذکر است که این آبراهه‌ها دارای رسوبات دانه درشت بوده و تقریباً در تمام طول سال به صورت خشک‌رود می‌باشند و تنها بارندگی‌های نسبتاً شدید در منطقه باعث جاری شدن آب در آن‌ها می‌شود.

شکل ۱-۴) تصاویری از حوضه‌های آبگیر مورد مطالعه

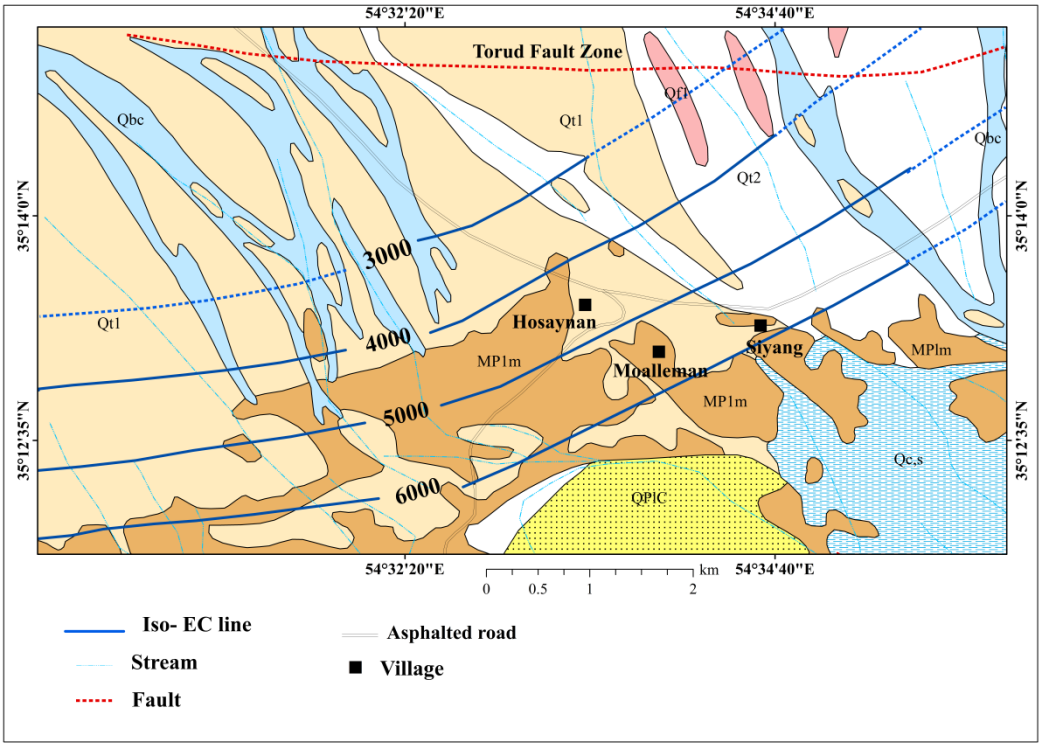
الف- حوضه آبگیر زرشکی (دید به سمت شمال)، ب- حوضه آبگیر نیک (دید به سمت جنوب)



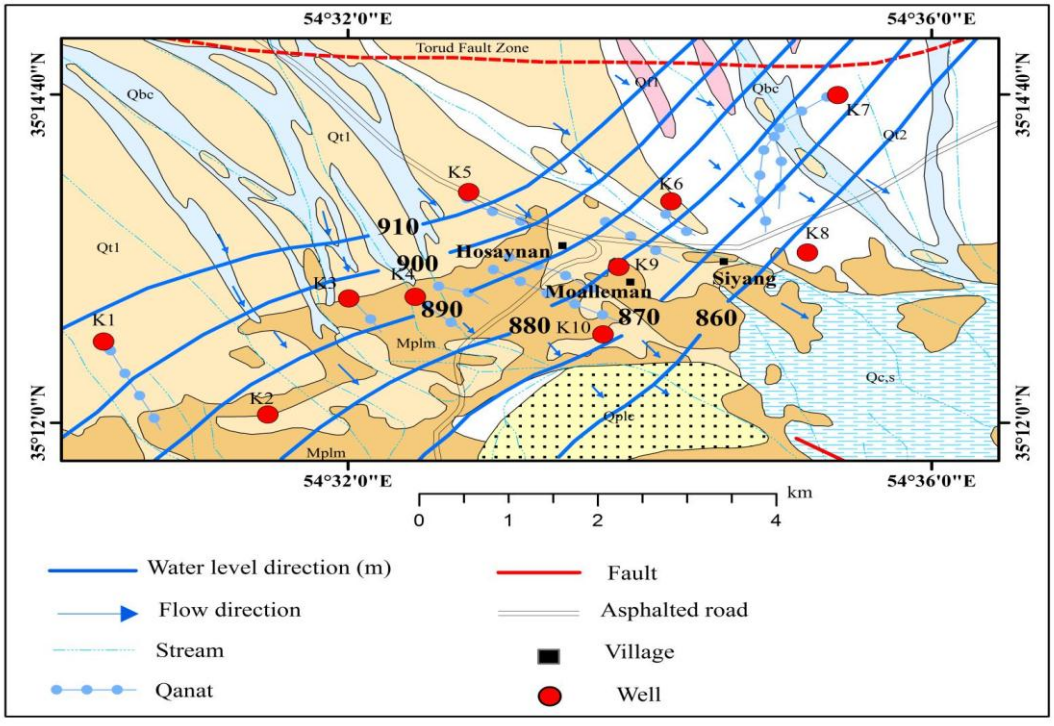
شکل ۱-۵) نقشه هیدروگرافی منطقه مورد مطالعه

۱-۸- هیدروژئولوژی منطقه

جهت عمومی آب‌های زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه از شمال به جنوب می‌باشد. کیفیت منابع آبی این منطقه نیز از شمال به سمت جنوب تغییر می‌کند. شکل‌های (۱-۶) و (۱-۷) به ترتیب نقشه‌های هدایت الکتریکی و هم‌پتانسیل منابع آب زیرزمینی منطقه را نشان می‌دهند. با توجه به این نقشه‌ها مشاهده می‌شود که جهت جریان آب زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه از شمال غرب (بالادست منطقه) به سمت جنوب و جنوب شرق (پایین‌دست منطقه) می‌باشد. در نواحی بالادست تغذیه صورت می‌گیرد و در نواحی پایین‌دست منطقه تخلیه آب زیرزمینی به سمت کویر می‌باشد هم‌چنین ملاحظه می‌شود که مقدار هدایت الکتریکی در بالادست منطقه کمتر از ۳۰۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر بوده و در پایین‌دست مقدار این پارامتر به میزان ۶۰۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر افزایش یافته است. که علت این امر را می‌توان ناشی از تغییرات لیتولوژیکی، افزایش زمان ماندگاری و کاهش نفوذپذیری در پایین‌دست منطقه دانست (توحیدی‌فر و کرمی ۱۳۹۳).



شکل ۱-۶) نقشه هدایت الکتریکی منابع آب زیرزمینی منطقه رشم (توحیدی‌فر و کرمی ۱۳۹۳)



شکل ۱-۷) نقشه هم‌پتانسیل منابع آب‌زیرزمینی منطقه مورد مطالعه (توحیدی‌فر و کرمی ۱۳۹۳)

طبق نمونه‌برداری از آب سیلاب این منطقه و آنالیز کیفی این نمونه‌ها آب سیلاب این منطقه نیز روند مشابهی را نشان می‌دهد. خلاصه‌ای از آمار چشمه‌های منطقه مورد مطالعه در جدول (۱-۳) ارائه شده است. لازم به ذکر است که در روستای رشم دو چاه نیز وجود دارد که از یکی از آنها جهت شرب استفاده می‌شود.

جدول۱-۳) خلاصه‌ای از آمار چشمه‌های منطقه مورد مطالعه

نام چشمه	مختصات (UTM)		نوع چشمه	نوع مصرف	دبی متوسط (L/s)	هدایت الکتریکی (µs/cm)	نوع مخزن
	X	y					
پشک	۲۶۴۷۱۲	۳۹۰۲۷۲۸	دائمی	کشاورزی	۲	۳۲۵۰	سازند سخت
پی مرعش	۲۷۱۹۱۵	۳۹۰۷۲۸۵	فصلی	کشاورزی	۹/۵	۱۳۱۰	سازند سخت
لروان	۲۷۲۱۲۲	۳۹۰۷۲۴۳	دایمی	کشاورزی	۵	۱۱۰۰	سازند سخت
چشمه دبند	۲۷۱۷۳۰	۳۹۰۷۲۰۳	فصلی		۰/۲۵	۱۲۵۰	سازند سخت
پی سرخس	۲۷۱۸۵۸	۳۹۰۷۱۷۸	دایمی	کشاورزی	۲	۱۰۸۰	سازند سخت
آب شورو	۲۷۲۸۴۹	۳۹۰۶۷۵۶	فصلی	کشاورزی	۰/۳	۴۵۳۰	آبرفت
سنجد	۲۷۶۲۲۰	۳۹۰۹۹۳۰	دایمی		۰/۲۵	۲۹۳۰	آبرفت
بیل بن	۲۶۳۰۰۰	۳۹۱۲۲۰۵	فصلی		۰/۳	۱۰۵۰	سازند سخت
سوینی	۲۶۴۶۳۰	۳۹۱۱۵۲۰	فصلی		۰/۲۵	۱۰۸۰	آبرفت
چشمه علی	۲۶۸۶۰۷	۳۹۱۱۲۹۶	دایمی	کشاورزی	۱/۵	۱۵۸۰	سازند سخت
خاندجار	۲۷۶۵۶۸	۳۹۱۱۸۲۷	دایمی	کشاورزی	۱	۷۸۰	آبرفت
چشمه سهیل	۲۵۲۹۲۰	۳۹۱۷۷۱۵	فصلی		۰/۳	۱۶۸۰	سازند سخت

فصل دوم: مروری بر تحقیقات پیشین
درباره سیل‌خیزی در مناطق خشک

۲-۱- مقدمه

محدودیت منابع آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک، باعث برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی جهت آبیاری و مصارف دیگر شده است. روند سریع تخلیه منابع آب زیرزمینی در اثر افزایش جمعیت و توسعه شهرنشینی، می‌تواند یک تهدید بزرگ زیست‌محیطی و بحران ناشی از کمبود منابع آبی را در آینده‌ای نزدیک به‌وجود آورد. عواملی چون فقدان پوشش‌گیاهی، از بین رفتن پوشش‌خاک در اثر برخورد قطرات باران، کاهش ظرفیت نفوذپذیری برای خاک‌های برهنه همراه با شدت بالا و مدت زمان کوتاه بارش باعث شکل‌گیری رواناب در این مناطق می‌شوند (Bastawesy and Ghamdi 2013). در مناطق خشک و نیمه‌خشک، الگوی بارش می‌تواند موثرترین نقش را در تولید رواناب ایفا کند. از آن‌جایی‌که رژیم بارندگی در این مناطق به صورت بارندگی‌های اندک، نامنظم و غیرقابل پیش‌بینی است، سیلاب‌های رخ داده به صورت نادر اما مخرب می‌باشند و اثرات سوء آن‌ها در اثر افزایش جمعیت افزایش می‌یابد. با این وجود، در صورت مدیریت مناسب، می‌توان سیلاب را به پدیده‌ای مفید برای مناطق خشک و نیمه‌خشک تبدیل کرد (Ghazavi et al. 2012).

۲-۲- عوامل موثر بر ایجاد سیلاب در مناطق خشک و نیمه‌خشک

جهت بررسی چگونگی بوجود آمدن سیلاب در مناطق خشک و نیمه‌خشک، درک شاخص‌های مختلف

از قبیل شرایط بارندگی، اقلیم، مورفولوژی و ژئومورفولوژی حوضه ضروری می‌باشد. بزرگی، شدت، مدت و توزیع بارندگی اصلی ترین عامل بروز سیلاب در مناطق خشک و نیمه‌خشک است. در این مناطق توزیع بارندگی به صورت غیریکنواخت است و بارش‌هایی با شدت بالا و مدت زمان کم می‌توانند منجر به ایجاد سیلاب شوند (Khaldoon et al. 2011). وقوع سیلاب همچنین به ارتباط بین مشخصات زمین‌شناسی و مورفولوژیکی حوضه از قبیل نوع سنگ، ارتفاع، شیب، میزان رسوبات حمل شده توسط سیلاب و وسعت دشت سیلابی بستگی دارد. به گونه‌ای که سایبانی (Sayibani 2011) عامل اصلی مقدار و الگوی بارندگی را در شهر مکه ارتفاع حجاز دانست و با بیان این‌که در این منطقه تغییرات مکانی بارندگی متاثر از توپوگرافی می‌باشد، نتیجه گرفت که بارش سالیانه با افزایش ارتفاع افزایش می‌یابد. در رابطه با تاثیر شیب در روند تولید سیلاب می‌توان چنین بیان کرد که شیب‌ها جریان‌های رو به پایین را کنترل می‌کنند و با افزایش سرعت جریان‌ها باعث کاهش احتمال اشباع‌شدگی خاک شده و به ایجاد جریان سطحی کمک می‌کنند. شرایط رطوبت خاک، کاربری اراضی و پوشش خاک نیز بر میزان رواناب تولیدی موثر می‌باشند. به گونه‌ای که کاربری ارضی و پوشش خاک را می‌توان یکی از مهمترین فاکتورهای موثر در فرسایش خاک، شدت رواناب و بار رسوب دانست و نوع پاسخ رواناب به انواع مختلف کاربری اراضی و پوشش خاک متفاوت می‌باشد (Lana-Renault. 2011).

۲-۲-۱- بررسی تاثیر بارندگی بر ایجاد رواناب

افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای باعث افزایش دما و تغییر در الگوهای بارندگی و سایر متغیرهای آب و هوایی شده است. تغییر در الگوهای بارندگی با افزایش در شدت بارش همراه بوده به طوری که با افزایش دما و تبخیر و تعرق، میزان بارندگی کاهش می‌یابد از طرف دیگر باران‌های سنگین با شدت بالاتر به مقدار زیادی افزایش می‌یابند که می‌تواند باعث بیشتر شدن حساسیت زمین نسبت به جاری شدن باران و افزایش خطر سیلاب شود (Wei et al. 2014). به گفته الهی (۱۳۸۵) افزایش دما باعث

بالا رفتن نقطه شبنم می‌گردد و زمان لازم را جهت ایجاد بارندگی افزایش می‌دهد که این امر موجب کاهش احتمال وقوع بارندگی می‌شود. افزایش شدید دما همچنین می‌تواند باعث تبدیل شدن نوع بارش از برف به باران شود که باعث سریع‌تر شدن روند تولید رواناب می‌گردد. بررسی‌ها نشان داده‌اند که بارش‌های شدت بالا نسبت به بارش‌های با شدت کم تحت شرایط سطحی مشابه (پوشش گیاهی، رطوبت پیشین خاک، پوشش سطحی و ...) پاسخ سریعتری را نسبت به تولید رواناب ایجاد می‌کنند. به عنوان مثال تنها ۱/۸ برابر افزایش در شدت بارندگی و ۱۶٪ کاهش در مدت زمان بارندگی می‌تواند باعث افزایش قابل توجهی در مقدار کل رواناب تولیدی شود (Wei et al. 2014). در مناطق مرطوب و معتدل با افزایش شدت بارندگی میزان رواناب تولید شده نیز به همان میزان افزایش می‌یابد این در حالی است که در مناطق خشک این افزایش می‌تواند تا ۵ برابر میزان رواناب تولید شده را افزایش دهد. محتوی رطوبت خاک نیز در مناطق خشک با افزایش در بارندگی افزایش می‌یابد که این نیز به نوبه خود میزان رواناب تولیدی این مناطق را افزایش می‌دهد (Chiew et al. 1995). طبق مطالعه انجام گرفته در مناطق تپه‌ای لوئس (Loes) چین، ۱۳۱ رخداد بارندگی را بر مبنای ۱۴ سال اندازه‌گیری میدانی به سه نوع رژیم بارندگی تقسیم کردند.

۱- رژیم بارش نوع دو: این نوع از بارش‌ها دارای شدت بالا، مدت زمان کم و رخداد زیاد می‌باشند.

۲-رژیم بارش نوع یک: این نوع از بارش‌ها دارای شدت متوسط، مدت متوسط و رخداد کمتر از بارش نوع دو می‌باشند.

۳- رژیم بارش نوع سه: این نوع از بارش‌ها دارای شدت کم، مدت زمان زیاد و رخداد نادر می‌باشند.

از بین انواع رژیم بارش ذکر شده، رژیم بارش نوع دو تاثیر مخربی بر روی سطح خاک داشته و از بالاترین نرخ فرسایش و رسوب برخوردار می‌باشد. رژیم بارش نوع سه به دلیل رخداد و شدت کم و همچنین مدت زمان طولانی بارندگی تاثیر کمی بر فرسایش داشته و نمی‌تواند باعث فرسایش شدید و هدررفت رواناب شود. به طور کلی می‌توان چنین اظهار کرد که تنها بارش‌هایی می‌توانند منجر به وقوع سیلاب شوند که ویژگی‌های رژیم بارش نوع دو را دارا باشند. در این تحقیق پاسخ رواناب نسبت

به رژیم بارش نوع دو دارای بیشترین مقدار می‌باشد و بعد از آن می‌توان به رژیم بارش نوع یک و سپس رژیم بارش نوع سه اشاره کرد. از بین مشخصات ذکر شده رژیم بارش نوع دو، شدت بالا در این رژیم بارندگی، علت اصلی ایجاد رواناب محسوب می‌شود. این در حالی است که مدت زمان و تعداد دفعات رخداد آن نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Wei et al. 2007). از دیگر عوامل موثر در تولید رواناب ارتفاع بارندگی است و رابطه آن و رواناب توسط شرایط سطحی از قبیل رطوبت پیشین خاک، پوشش گیاهی و پوشش سطحی خاک کنترل می‌شود (Khaldoon et al. 2011).

۲-۲-۲- بررسی تاثیر لیتولوژی بر ایجاد رواناب

در حوضه‌های کوچک مقیاس و دارای لیتولوژی، ژئومورفولوژی و خاک متنوع تغییرات زیادی در دبی اوج رخ می‌دهد که به گفته می‌جرینک (Mijering 1985) به دلیل یکسان بودن ارتفاع در بعضی از این مناطق این تغییرات را نمی‌توان مرتبط با توزیع جغرافیایی بارش دانست. وی با در نظر گرفتن تاثیر زمین‌شناسی بر دبی اوج چنین بیان کرد که کمترین دبی اوج در سنگ‌های آتشفشانی نفوذپذیر همراه با لایه نازک خاک سطحی و بیشترین دبی اوج رواناب بر روی ماسه‌سنگ‌ها و شیل‌ها با لایه نازک خاک سطحی واقع در دامنه‌های شیبدار روی می‌دهد. به‌گفته شکل‌آبادی و همکاران (۱۳۸۲)، در حوضه آبخیز گل‌آباد واقع در شمال شرق اصفهان، به منظور مقایسه توان تولید رواناب و رسوب در خاک‌های این منطقه، خاک‌های آندزیت سبز رنگ و آبرفتی با منشا مخلوط آذرین و رسوبی حداکثر رواناب و رسوب را تولید کرده و خاک‌های با مواد مادری سنگ‌آهک کرتاسه بالائی، گرانودیوریت و آبرفتی کمترین میزان رواناب و رسوب را داشتند. همچنین سردا (Serda 1999) در رابطه با تاثیر مواد مادری در ایجاد رواناب و رسوب در بخش نیمه‌خشک شرق اسپانیا، خاک‌هایی با چهار نوع مواد مادری با منشا رس، آهک‌رس، سنگ‌آهک و ماسه‌سنگ چنین بیان کرد که خاک حاصل از مواد مادری آهک‌رس بالاترین میزان رسوب و رواناب را تولید نموده در صورتی که ماسه‌سنگ رواناب کم و رسوب ناچیزی داشت. سنگ‌آهک و رس نیز بین این دو حد قرار داشتند. فیض‌نیا (۱۳۷۴)، فیض نیا و همکاران (۱۳۸۲)، شیخ ربیعی و همکاران (۱۳۸۹) و رستگاری و همکاران (۱۳۹۳) مقادیر حجم

رواناب و رسوب را در واحدهای سنگی سازندهای مختلف مورد بررسی قرار دادند. بر اساس مطالعات آنان کمترین حجم رسوب و رواناب مربوط به سنگ‌آهک دولومیتی سازند لار، ترکیبات توف سبز رنگ، شیل توفی و شیل خاکستری تیره تا سبز رنگ می‌باشد. سنگ‌های آتشفشانی سازند کرج حجم متوسطی از رواناب را تولید کرده و بالاترین مقدار را ترکیبات ماسه‌سنگ میکایی، ماسه‌سنگ رسی و شیل همراه با رگه‌های ذغال‌سنگ سازند شمشک به خود اختصاص دادند. عبدی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۰) در تحقیق دیگری، میزان رواناب تولیدی را در واحدهای مارنی مورد بررسی قرار دادند. با توجه به این‌که نهشته‌های مارنی به دلیل ماهیت ساختمانی نسبت به سایر نهشته‌ها از فرسایش‌پذیری بالاتری برخوردار می‌باشند و بافت، کانی‌شناسی و همچنین نوع و مقدار رس موجود در واحدهای مارنی بر میزان رواناب تولیدی توسط آن‌ها موثر می‌باشند. بررسی واحدهای مارنی در رابطه با دلیل تفاوت آنها در حجم و ضریب رواناب تولیدی نشان می‌دهد واحدهای مارنی که زمان کمتری را برای رسیدن به حالت اشباع نیاز دارند، هم زمان شروع رواناب در آنها بالاست و هم حجم رواناب تولید شده از آنها نسبت به سایر واحدها بیشتر است. از جمله عوامل موثر در رسیدن به حالت اشباع میزان ذرات سیلت و رس در این واحدهاست. به طوری‌که هر چه میزان سیلت موجود در آنها بالا باشد به دلیل عدم یا کم بودن قابلیت جذب آب در این واحدها زمان شروع رواناب سریع و حجم رواناب تولیدی بالا می‌باشد. طبق مطالعات واعظی و همکاران (۱۳۸۷) آهک موجب افزایش نفوذپذیری در پهنه‌های مارنی می‌گردد. به طور کلی می‌توان گفت با افزایش مقدار آهک خاک در نقاط مختلف، مقدار رواناب به طور مکانی کاهش می‌یابد. به گفته وی آهک از اجزای خاک در مناطق نیمه‌خشک است که نقش اساسی در جمع آوری خاکدانه‌ها دارد و باعث می‌شود هنگام جذب آب به آسانی متلاشی نشوند و به این دلیل اندازه منافذ خاک کاهش نمی‌یابند و از این رو می‌توان گفت آهک با افزایش سرعت نفوذ آب به داخل خاک در کاهش رواناب موثر است. براساس مطالعات پرهمت و همکاران (۱۳۹۱) در رابطه با آستانه رواناب در زمین‌های کارستی چنین بیان شد که سنگ‌های آهکی خرد شده که فاقد پوشش خاک می‌باشند از نفوذپذیری بالایی برخوردار بوده طوری‌که در بارش‌های مصنوعی ۴۳ میلیمتر و با شدت ۳۰۴ میلیمتر در ساعت که خارج از دامنه بارش‌های حدی و نقطه‌ای منطقه مورد مطالعه

می‌باشد، فاقد رواناب است. از سوی دیگر سنگ‌های آهکی یکپارچه که دارای درزه‌های پر شده از خاک باشند، دارای درصد نفوذ پایینی بوده، طوری که در آزمایش‌های انجام شده با ایجاد بارش‌های مصنوعی در حد ۴ تا ۱۰/۵ میلی متر رواناب شکل گرفته است. در نتیجه، هر چه میزان قطعات سنگی در مخلوط‌های خاک و سنگ بیشتر باشد، ظرفیت نفوذ و نیز میزان بارش تا آستانه رواناب بیشتر می‌شود. در توضیح دیگری سردا (Serda 2001) اثر شکاف خوردگی سطح بر رواناب را مورد بررسی قرار داد و این چنین بیان کرد که درز و شکاف سنگ‌ها در درجه اول باعث به تاخیر انداختن رواناب سطحی می‌شود و در درجه دوم یکنواختی بیشتری به نرخ نفوذ می‌دهد.

۲-۲-۳- بررسی رابطه پوشش گیاهی و مقدار رواناب

بسیاری از مناطق نیمه‌خشک جهان با پوشش گیاهی تنک مشخص می‌شوند که نشان‌دهنده محدودیت دسترسی به منابع آب و ناکافی بودن مواد مغذی خاک در این مناطق است. در دهه اخیر، در مناطق خشک و نیمه‌خشک الگوی پوشش گیاهی به عنوان شاخصی جهت شناسایی رواناب، بار رسوب و رابطه بین رواناب و فرسایش خاک مورد توجه قرار گرفته است. هم‌چنین پوشش گیاهی می‌تواند مسیر رواناب و منبع رسوبات همراه با آن را نیز مشخص کند (Imeson and Prinsen 2004). پوشش گیاهی را می‌توان یک فاکتور کلیدی در تولید رواناب دانست. مورفولوژی گیاهی و موقعیت مکانی پوشش گیاهی نیز می‌تواند در انتقال و ذخیره رواناب موثر باشند. انتخاب گونه گیاهی مناسب در شاخه مورفولوژی گیاهی و توزیع مکانی مناسب می‌تواند باعث کاهش رواناب شود. طبق مطالعه انجام شده در منطقه لوئس پلاتیو (Loess Plateau) چین، گونه‌های سی‌باکتورن (Seabucthorn) و گونه چمن طبیعی در مقایسه با سطوح پوشیده شده از خزه و خاک برهنه به عنوان ابزار قدرتمندی در مقابل هدر رفت آب در سطوح شیب‌دار عمل می‌کنند. ارتفاع بالا گونه درختچه‌ای سی‌باکتورن، توانایی تکثیر و رشد و انتشار سریع این گیاه و همچنین ساقه‌های چوبی و قوی و توسعه‌یافته و سایبان‌های متراکم این گیاه باعث کاهش انرژی قطرات باران و نفوذ حجم زیادی از آب باران شده و منجر به کاهش ارتفاع رواناب می‌شود. هم‌چنین این گیاه دارای ریشه قوی است که نه تنها می‌تواند

میزان بقای خود را تحت شرایط سخت آب و هوایی حفظ کند، بلکه می‌تواند به بهتر شدن خصوصیات خاک سطحی نیز کمک کند. چمن طبیعی نیز در مقایسه با پوشش گیاهی خزه‌ای خاک جهت کنترل رواناب و کاهش هدررفت آب بهتر عمل می‌کند، زیرا این گیاه چند ساله است و حتی در شرایط به شدت خشک نیز می‌تواند به خوبی رشد کند. تاثیر موقعیت مکانی پوشش گیاهی هم‌چنین می‌تواند میزان تولید رواناب را کنترل کند. مطالعات نشان می‌دهند که درختچه‌های موجود در قسمت پایینی مسیر رواناب موثرترین نقش را در کنترل رواناب به عهده دارند و بعد از آن می‌توان به ترتیب به درختچه‌ها در قسمت میانی و در قسمت بالایی اشاره کرد. هم‌چنین بررسی‌های به عمل آمده نشان دادند که درختچه‌های موجود در مسیر پایینی رواناب به عنوان قوی‌ترین مخزن آب باران- رواناب محسوب می‌شوند (Wei et al. 2014). به منظور بررسی بیشتر تاثیر پوشش گیاهی بر تولید رواناب مطالعه‌ای در اسپانیا برای دو حوضه کشاورزی و جنگلی مجاور هم صورت گرفت و ۲۶ رخداد بارش یکسان در هر دو حوضه ایجاد شد. با توجه به این‌که حوضه‌های مورد مطالعه، از لحاظ شرایط آب و هوایی، لیتولوژی و توپوگرافی مشابه بوده و از جنس و پوشش خاک متفاوت برخوردار می‌باشند، نتایج نشان داد که میزان دبی اوج در حوضه کشاورزی نسبت به حوضه جنگلی همیشه بیشتر بوده و مقدار آن بستگی به رطوبت حوضه دارد. افزایش اشباع‌شدگی خاک نیز تولید رواناب را تسهیل می‌کند و باعث ایجاد جریان بزرگتری می‌شود. در رابطه با حوضه جنگلی قطع درختان جنگلی باعث افزایش جریان‌ها و دبی اوج می‌شود و توسعه جنگل‌ها و درختچه‌ها ارتباط نزدیکی با کاهش جریان سطحی دارد. تفاوت در مشخصات خاک می‌تواند به طور عمده عامل اصلی تفاوت جریان را بین دو حوضه بیان کند (Lana-Renault. 2011).

۲-۳- روش‌های رایج برای برآورد رواناب در حوضه‌های فاقد آمار

الف- برآورد رواناب به روش SCS

بسیاری از حوضه‌ها در هند فاقد آمار هستند و هیچ اطلاعاتی از فرآیند بارش و رواناب در گذشته

ندارند. به منظور برآورد حجم رواناب در جنوب هند، سینق و همکاران (Singh et al. 2011) تاثیر تغییر کاربری اراضی و بارش را بر رواناب‌های تولید شده در این منطقه مورد بررسی قرار دادند و با تعیین مقدار CN که پتانسیل تولید رواناب را مشخص می‌کند با استفاده از گروه‌های هیدرولوژیکی خاک، نوع استفاده از زمین و پوشش گیاهی، رواناب تولیدی حوضه مربوطه را بدست آوردند. بو و همکاران (Bo et al. 2011) نیز با استفاده از روش SCS و سیستم اطلاعات جغرافیایی، ابتدا مقدار CN را از طریق نقشه خاک، کاربری‌اراضی و شیب بدست آورده و سپس ارتفاع رواناب را محاسبه نمودند. مطالعه دیگری جهت تخمین رواناب حوضه رودخانه جاکور واقع در شمال بنگلور مربوط به ایالت کارناتاکا هند صورت گرفت. با توجه به میسر نبودن اندازه‌گیری مستقیم رواناب در منطقه مورد نظر، اقدام به استفاده از روش SCS و سیستم اطلاعات جغرافیایی به عنوان یک روش هیدرولوژیکی جهت تخمین رواناب گردید و با تهیه نقشه‌های نوع خاک، کاربری‌اراضی درون حوضه‌ای و همچنین بررسی تاثیر آن‌ها بر شرایط رطوبت خاک، میزان رواناب تولید شده حوضه، مورد محاسبه قرار گرفت (Inaythulla et al. 2013). در تحقیق دیگری توسط صفاری و همکاران (۱۳۹۲) با استفاده از آمار بارش‌های ۲۴ ساعته با دوره بازگشت ۵، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله و همچنین تلفیق لایه‌های گروه‌های هیدرولوژیکی خاک، نوع کاربری‌اراضی و وضعیت هیدرولوژیکی، مقدار عددی شماره منحنی (CN) تعیین و با استفاده از روابط موجود، نگهداشت سطحی خاک و نفوذ برای حوضه مربوطه محاسبه شد و درآخر نیز میزان رواناب تولیدی حوضه برآورد گردید. روش (SCS) که توسط سازمان حفاظت خاک آمریکا در سال ۱۹۷۲ ارائه شد یک مدل تجربی ساده با مفروضات واضح و داده‌های مورد نیاز اندک است که جهت برآورد رواناب در حوضه‌های شهری و کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Bo et al. 2011). این روش رواناب حاصل از بارندگی را بر حسب ارتفاع توصیف کرده و برای حوضه‌هایی که در آن‌ها داده‌های اندازه‌گیری دبی رواناب وجود ندارد به‌کار می‌رود. در این روش ارتفاع رواناب حاصل از یک بارندگی به صورت زیر محاسبه می‌شود:

معادله (۲-۱)

$$R = \frac{(P - 0.2S)^2}{(P + 0.8S)}$$

که در آن:

R= ارتفاع رواناب بر حسب اینچ

P= ارتفاع بارندگی (اینچ)

S= عامل مربوط به نگهداشت رطوبت در خاک است که مقدار آن از معادله زیر به دست می‌آید:

معادله (۲-۲)

$$S = \frac{1000}{CN} - 10$$

در این معادله CN شماره منحنی مربوط به مقدار نفوذ آب در حوضه می‌باشد. با داشتن مقادیر بارندگی (P) و شماره منحنی حوضه (CN)، ارتفاع رواناب از طریق معادله‌های فوق به دست می‌آید (علیزاده، ۱۳۸۹). مقدار CN به فاکتورهای زیادی ازجمله شرایط رطوبت خاک، شدت و مدت بارندگی، کاربری اراضی و پوشش خاک بستگی دارد (EI-Hames 2012).

ب- برآورد رواناب به روش منطقی (استدلالی)

در روش استدلالی حداکثر دبی لحظه‌ای با این فرض محاسبه می‌شود که مدت بارندگی برابر زمان تمرکز حوضه باشد. یعنی حداکثر شدت بارانی که مدت آن برابر زمان تمرکز حوضه است در فرمول لحاظ می‌شود. اگر مدت بارندگی بیشتر از زمان تمرکز باشد بر اساس رابطه شدت- مدت چنین بارانی از شدت کمتری برخوردار است و لذا دبی به این دلیل کاهش می‌یابد و برعکس اگر مدت بارندگی از زمان تمرکز کمتر باشد قبل از آنکه تمام سطح حوضه در رواناب مشارکت نمایند، باران خاتمه پیدا کرده و لذا دبی کمتر می‌شود. بنابراین، حداکثر دبی وقتی است که مدت بارندگی

برابر زمان تمرکز باشد. روش استدلالی بسیار ساده بوده و در کارهای کوچک مانند محاسبه حداکثر دبی جریان‌هایی که در راه سازی باید از زیر پل‌ها عبور کند از این روش استفاده می‌شود (علیزاده ۱۳۸۹).

ج- برآورد رواناب به روش مدت- مساحت

روش مدت- مساحت در واقع حالت پیشرفته‌تر روش استدلالی است. با این روش در مواردی که شدت بارندگی در ساعت‌های مختلف تغییر کند، می‌توان با دقت بیشتر رواناب را تخمین زد. مزیت روش مدت- مساحت این است که در آن فرض یکنواخت بودن بارندگی در طول مدت بارش وجود ندارد. از طرف دیگر شدت بارندگی بستگی به مدت بارندگی داشته و برای ما پیش‌بینی مدت بارندگی از قبل مشخص نمی‌باشد (علیزاده ۱۳۸۹).

۲-۴- تاثیر سیلاب بر بهبود منابع آبی مناطق خشک و نیمه‌خشک

در مناطق خشک و نیمه‌خشک، از جمله ایران، جهت تامین آب مورد نیاز شرب، کشاورزی و صنعت، توجه زیادی به یافتن سفره‌های آب زیرزمینی مناسب اختصاص یافته است. این در حالی است که حفاظت کیفی این آبخوان‌ها کمتر مورد توجه قرار گرفته است. بر اساس مطالعات انجام گرفته توسط آدینه‌خراط (۱۳۹۰)، اروجی و همکاران (۱۳۸۹) و جعفری و رضایی (۱۳۸۹) در این مناطق، کمبود بارش در طولانی مدت، ایجاد خشکسالی‌های هیدرولوژیکی، افزایش تعداد چاه‌های بهره‌برداری، برداشت بیش از حد از آبخوان‌های آبرفتی و افت سطح آب‌های زیرزمینی باعث کاهش کیفیت این آب‌ها شده است. همچنین می‌توان گفت کیفیت شیمیایی آب زیرزمینی تابع عوامل مختلفی همچون شرایط زمین‌شناسی، هیدروژئولوژی و اقلیم یک منطقه است و تغییرات مکانی و زمانی شیمی آب زیرزمینی توسط نهشته‌های زمین‌شناسی و زمان ماندگاری در زیر سطح کنترل

می‌شود. در مناطق خشک و نیمه‌خشک به علت افزایش زمان ماندگاری میزان مواد محلول و برخی مواد معلق در آب افزایش یافته، به گونه‌ای که در برخی مناطق استفاده از آب زیرزمینی را با مشکل روبه رو ساخته است (ناصری و همکاران ۱۳۹۰). در این مناطق، میزان تبخیر و تعرق بالاست و بارندگی در فصول مشخصی از سال (زمستان و بهار) رخ می‌دهد. هم‌چنین قسمت عمده‌ای از بارندگی در مدت زمان کوتاهی نازل می‌گردد و منجر به وقوع سیلاب می‌شود. سیلاب‌های این مناطق از کیفیت خوبی برخوردار بوده به گونه‌ای که استفاده از آب این سیلاب‌ها می‌تواند باعث بالا رفتن کیفیت منابع آبی این مناطق گردد (Ghazavi et al. 2010). رحیمی و کرمی (۱۳۹۰) در مطالعه سیلاب‌های حوضه‌های کوهستانی غرب ترود چنین بیان داشتند که متوسط هدایت الکتریکی این سیلاب‌ها ۳۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر است این در حالی است که هدایت الکتریکی قنات اصلی روستا برابر ۵۶۹۰ میکروموس بر سانتی متر می‌باشد که این موضوع بیانگر کیفیت بسیار بالای رواناب‌های این منطقه است که در صورت بهره‌برداری می‌تواند به عنوان یک منبع آبی با ارزش در این منطقه محسوب شود. در منطقه باغ‌سرخ و امین‌آباد شهرضا در استان اصفهان، استفاده از آب سیلاب باعث بهبود کیفیت منابع آبی این منطقه شده است. در این منطقه، کاهش مقادیر قابلیت هدایت الکتریکی و مواد جامد محلول بیانگر این مطلب می‌باشد. (رهنما و خلجی ۱۳۸۲). بررسی عملکرد سیستم پخش سیلاب بر کیفیت قنات‌های هرات نیز حاکی از افزایش میزان آبدهی قنات‌ها پس از وقوع سیلاب و کاهش میزان هدایت الکتریکی آن‌ها بود که بیانگر کیفیت بالا سیلاب‌های رخ داده در این منطقه می‌باشد (دانائیان و همکاران ۱۳۸۴).

۲-۵- مدیریت سیلاب در مناطق خشک و نیمه‌خشک

سطح وسیعی از کشور ما در منطقه خشک و نیمه‌خشک قرار دارد. در این نواحی پراکنش بارندگی به صورت رگبارهای شدید توام با سیلاب‌های مخرب می‌باشد (کمالی و کیاحیرتی ۱۳۸۶). توجه به استفاده بهینه از منابع آب و جلوگیری از هدررفتن و پیشگیری خسارت‌های ناشی از سیل در

مناطق خشک و نیمه‌خشک از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. زیرا در این مناطق حتی بارش با شدت ۵ میلیمتر برساعت نیز می‌تواند در بخشی از حوضه آبگیر باعث ایجاد رواناب گردد (زنجانی‌جم ۱۳۸۲). وقوع خشکسالی در سال‌های اخیر، افت سطح آب زیرزمینی در اثر برداشت بی‌رویه و کاهش پوشش گیاهی در حوضه آبگیر انگیزه مهار کردن سیلاب را در این مناطق تقویت کرده است. در حال حاضر در بسیاری از نقاط ایران طرح‌های بهره‌برداری از سیلاب و تغذیه آبخوان‌ها به مرحله اجرا یا بهره‌برداری در آمده است. با توجه به اهمیت احداث شبکه‌های پخش سیلاب، به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک، تاکنون ۳۷ ایستگاه تحقیقاتی، آموزشی و ترویج پخش سیلاب بر آبخوان در نقاط مختلف کشور احداث گردیده است (کمالی و کیاحیرتی ۱۳۸۶). به گفته کرمی (۱۳۷۵) در منطقه بیابانی احمدآباد شاهرود، میزان بارش سالیانه اندک و در نتیجه تغذیه طبیعی سفره آب زیرزمینی به صورت ضعیف صورت می‌گیرد. شایان ذکر است که در همین منطقه سیلاب‌هایی رخ می‌دهند که کیفیت بسیار مناسبی را شامل می‌شوند به طوری که هدایت‌الکتریکی آنها حدود ۲۶۰ میکروموس بر سانتی‌متر است بنابراین، برای جلوگیری از کاهش کمیت و کیفیت آب‌زیرزمینی بایستی تمام سیلاب‌هایی که کیفیت مناسبی دارند به داخل زمین تزریق شوند و از هدر رفتن آنها جلوگیری شود. توسعه منابع آب به وسیله تغذیه مصنوعی صورت می‌گیرد و متداول‌ترین روش در تغذیه مصنوعی، احداث شبکه‌های پخش سیلاب است. این روش مخصوص مناطقی است که دارای رسوبات آبرفتی همراه با نفوذپذیری بالا، شیب اندک، و وسعت کافی می‌باشند. با توجه به این‌که منطقه ذکر شده دارای سرعت نفوذ بالا می‌باشد، بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که از لحاظ سرعت نفوذپذیری استعداد منطقه برای تغذیه مصنوعی لایه آبدار به روش پخش سیلاب بسیار بالا می‌باشد. مهار سیلاب‌ها و تغذیه سفره آب زیرزمینی باعث می‌شود که ضمن تجدید ذخیره آب زیرزمینی و بهبود کیفیت آب، با تثبیت شن و ماسه و تقویت پوشش گیاهی در این منطقه، از کویرزایی جلوگیری شود.

فصل سوم: روش انجام کار

در این فصل کلیه مراحل و کارهای صورت گرفته جهت بررسی کمی و کیفی سیلاب‌های منطقه رشم، به طور مختصر بیان می‌گردد. این مراحل عبارتند از:

- بازدیدهای صحرایی و جمع آوری آمار و اطلاعات منطقه

- تهیه نقشه‌های مورد نیاز (زمین شناسی، بارندگی، پوشش گیاهی و شیب)

- تهیه لایه‌های اطلاعاتی از نقشه‌های فوق در محیط نرم‌افزاری Arc GIS 10

- برآورد میزان رواناب سطحی با انتخاب روش مناسب

۳-۱- جمع‌آوری آمار و اطلاعات منطقه

در این تحقیق، جهت بررسی کمی سیلاب در منطقه رشم و برآورد حجم رواناب در حوضه‌های موجود، از اطلاعاتی چون نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ ترود، نقشه توپوگرافی، نقشه ارتفاعی (DEM) منطقه مورد مطالعه، تصاویر ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی مربوطه استفاده شد. هم‌چنین آمار بارندگی مربوط به ایستگاه‌های باران‌سنجی اطراف منطقه، جهت برآورد میزان بارندگی در نقاط مختلف حوضه‌ها نیز در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفت.

۳-۲- بازدیدهای صحرایی

بعد از انتخاب حوضه‌های مورد نظر به منظور شناخت صحیح منطقه، نمونه‌گیری از آب سیلاب و هم‌چنین جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات سنگ‌شناسی، ریخت‌شناسی و وضعیت پوشش گیاهی مطالعات صحرایی انجام گرفت. در طی این بازدیدها، مرز حوضه‌ها که با کمک عکس‌های ماهواره‌ای ترسیم شده بودند، تعیین شدند.

۳-۳- تهیه نقشه‌های مورد نیاز

الف- نقشه زمین‌شناسی

به منظور تهیه نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه از نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ ترود و هم‌چنین بازدیدهای صحرایی و عکس‌های ماهواره‌ای استفاده گردید. با توجه به نقشه زمین‌شناسی تهیه شده، مشاهده می‌شود که اغلب سازندهای موجود در منطقه از تراوایی کمی برخوردار هستند که این موضوع می‌تواند بیانگر تاثیرگذاری بالای لیتولوژی بر میزان رواناب تولیدی حوضه‌ها در منطقه رشم باشد.

ب- نقشه شیب

جهت تهیه نقشه شیب ار تصاویر DEM منطقه در نرم افزار Global Mapper 12 استفاده گردید. سپس نقشه خروجی گرفته از نرم افزار Global Mapper 12 جهت تهیه نقشه شیب و امتیازبندی وارد نرم افزار Arc GIS 10 شد و تغییرات مورد نظر در آن اعمال گردید. نقش شیب در تولید رواناب را می‌توان اینگونه بیان کرد که با افزایش شیب ضریب رواناب نیز افزایش پیدا کرده و برعکس با کاهش شیب ضریب رواناب کاهش پیدا می‌کند.

ج- نقشه پوشش گیاهی

در این تحقیق برای تهیه لایه پوشش گیاهی از تصاویر ماهواره‌ای Landsat 7 استفاده شده است. سپس این تصاویر به منظور اعمال تغییرات مورد نظر وارد نرم افزار ENVI 4 گردید. در نهایت فایل خروجی از این نرم‌افزار وارد نرم افزار Arc GIS 10 شد. به منظور امتیازدهی به لایه پوشش گیاهی این لایه اطلاعاتی در سه دسته مناطق فاقد پوشش گیاهی، مناطق با پوشش گیاهی کم و مناطق با پوشش گیاهی متوسط مورد تقسیم‌بندی قرار گرفت. درباره نقش پوشش گیاهی در ایجاد رواناب می‌توان چنین بیان کرد که با افزایش تراکم پوشش گیاهی در یک منطقه میزان رواناب تولید شده در آن منطقه کاهش می‌یابد.

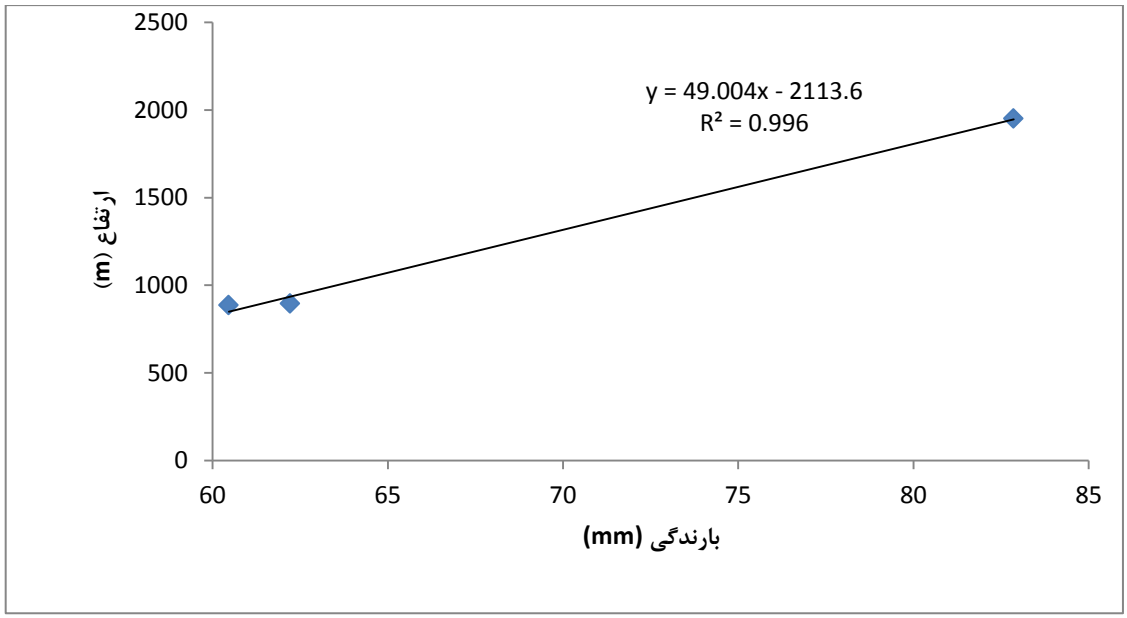
د- نقشه بارندگی

به منظور تهیه نقشه بارندگی با توجه به عدم وجود باران‌سنج در حوضه‌های مورد مطالعه، اقدام به ترسیم نمودار ارتفاع- بارندگی با استفاده از ایستگاه‌های باران‌سنجی نزدیک به منطقه شامل ایستگاه‌های حسینان، کوه‌زر و سیانگ- معلمان شد (شکل۳-۱). اطلاعات مربوط به ارتفاع و بارندگی این ایستگاه‌ها در جدول (۳-۱) ارائه شده است.

جدول ۳-۱) اطلاعات مربوط به ارتفاع و بارندگی ایستگاه‌های اطراف منطقه مورد مطالعه

نام ایستگاه	ارتفاع (بر حسب متر)	بارندگی (بر حسب میلی‌متر)
حسینان	۸۹۵	۶۲
کوه‌زر	۱۹۵۰	۸۲
سیانگ- معلمان	۸۸۶	۶۰

جهت تهیه لایه بارندگی منطقه مورد مطالعه، با توجه به معادله حاصل از نمودار ارتفاع- بارندگی و هم‌چنین با در دست داشتن ارتفاع نقاط مختلف حوضه‌ها توسط نرم افزار Google Earth، این داده‌ها در نرم‌افزار Arc GIS 10 درون‌یابی شده و نقشه بارندگی منطقه مورد مطالعه تهیه و سپس مورد امتیازدهی قرار گرفت.

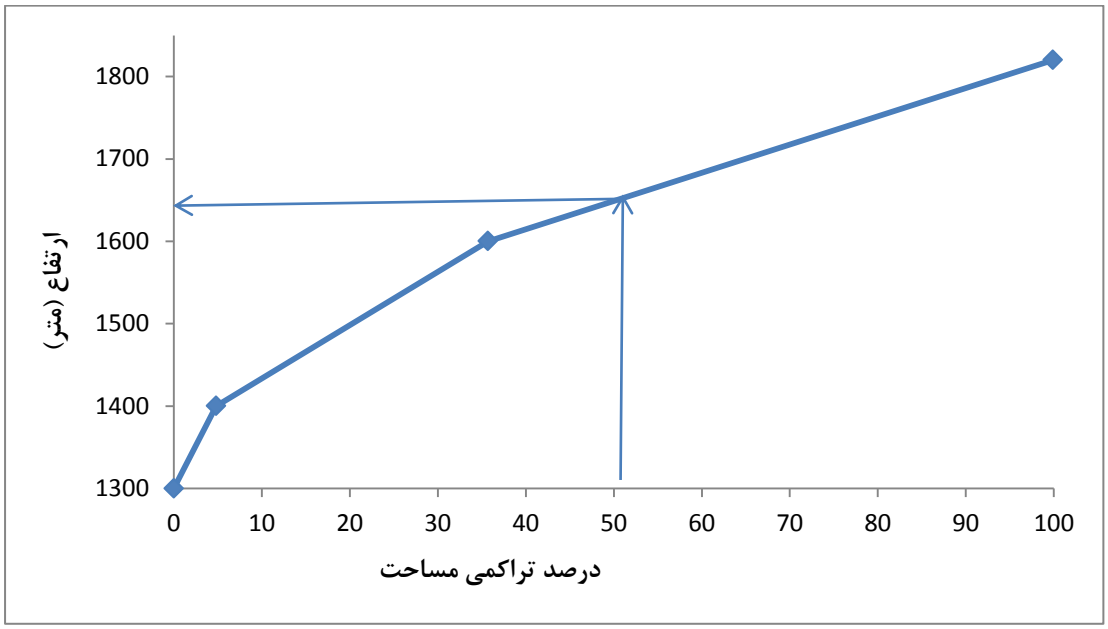


شکل۳-۱) نمودار ارتفاع- بارندگی منطقه مورد مطالعه

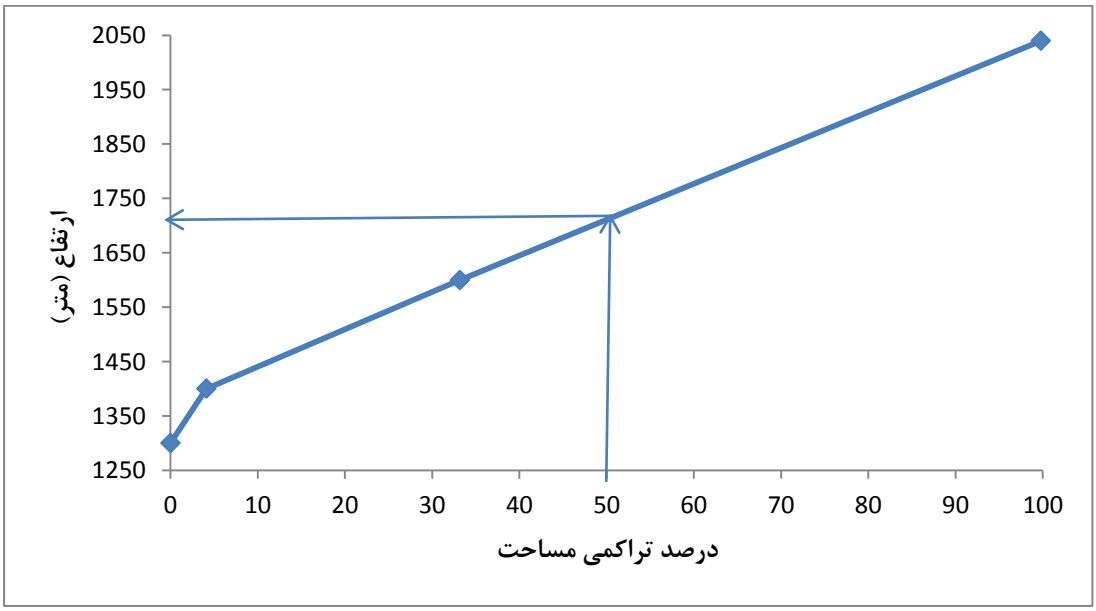
۳-۴- رسم نمودارهای هیپسومتری حوضه‌های مورد مطالعه

ارتفاع حوضه نسبت به سطح دریا موقعیت اقلیمی آن حوضه را نشان می‌دهد. در حوضه‌هایی که در مناطق مرتفع واقع شده‌اند، بارندگی بیش از حوضه‌های پست می‌باشد. بر حسب تعریف ارتفاع متوسط حوضه عددی است که ۵۰ درصد مساحت حوضه ارتفاعی بالاتر از آن و ۵۰ درصد مساحت حوضه ارتفاعی پایین‌تر از آن داشته باشد (علیزاده ۱۳۸۹). در تحقیق حاضر جهت تعیین نحوه توزیع ارتفاعات در حوضه‌ها از منحنی ارتفاعی هیپسومتری (Hypsometry) استفاده شده است. این نمودار

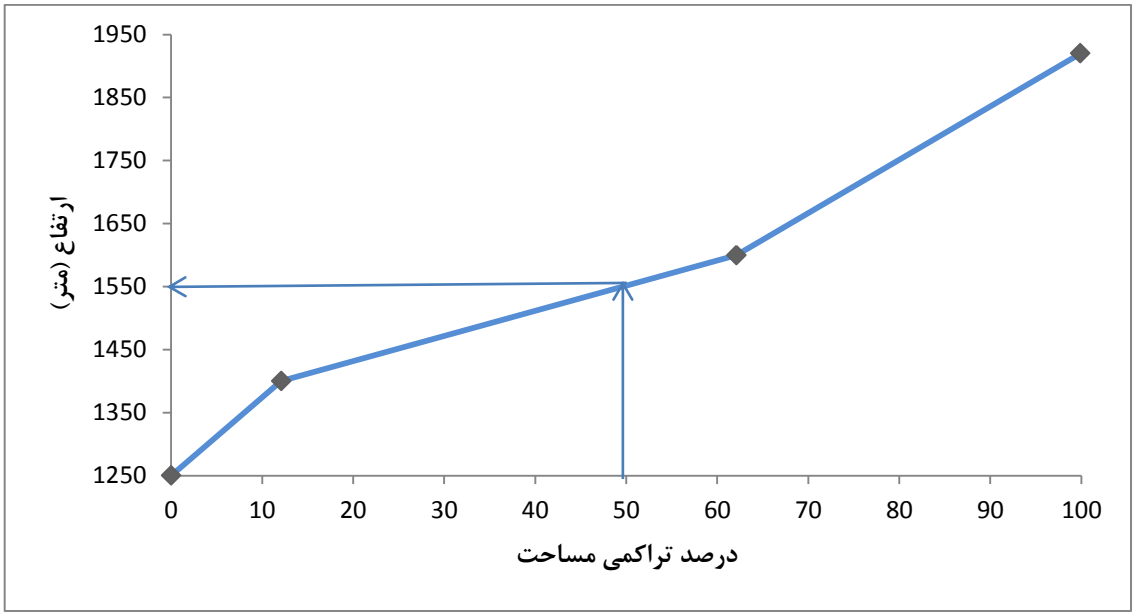
برای حوضه‌های تنگه، زرشکی و نیک ترسیم و به ترتیب در شـکل‌هـای (۳-۲)، (۳-۳) و (۳-۴) ارائـه شده است.



شکل ۳-۲) نمودار هیپسومتری حوضه تنگه



شکل ۳-۳) نمودار هیپسومتری حوضه زرشکی



شکل ۳-۴) نمودار هیپسومتری حوضه نیک

۳-۵- برآورد شاخص رواناب در حوضه‌های مورد مطالعه

کرمی (۱۳۸۶) برای ارزیابی پتانسیل تولید رواناب سطحی در استان گلستان، شاخص رواناب را به شکل معادله (۳-۱) معرفی کرده است. در تحقیق حاضر جهت تعیین شاخص رواناب حوضه‌های مورد بررسی، نقشه‌های لیتولوژی، بارندگی، پوشش گیاهی و شیب در نرم افزار Arc GIS 10 امتیازدهی و وزن‌دهی شدند و سپس با استفاده از معادله (۳-۱) شاخص رواناب برای حوضه‌های مورد مطالعه تعیین گردید.

معادله (۳-۱)

$$R = \frac{\sum_{i=1}^{n} P_i A_i W_i}{\sum_{i=1}^{n} A_i W_i}$$

که در آن:

P= امتیاز مربوط به مناطق مختلف لایه‌های اطلاعاتی

A= مساحت مناطق امتیازبندی شده

W= وزن هر لایه اطلاعاتی

۳-۶-برآورد حجم رواناب با روش SCS

روش سازمان حفاظت خاک (SCS) به منظور برآورد حجم رواناب در حوضه‌های فاقد آمار به‌کار می‌رود. در این روش با در دست داشتن مقادیر شماره منحنی (CN) و همچنین میانگین بارندگی حوضه‌های مورد مطالعه ارتفاع رواناب بدست می‌آید. جهت برآورد ارتفاع رواناب در روش SCS، ابتدا لازم است نمایه مربوط به خصوصیات نفوذ حوضه که همان مقدار شماره منحنی می‌باشد تعیین شود. به این ترتیب که گروه‌های هیدرولوژیکی خاک‌های حوضه با توجه به نفوذپذیری خاک‌های آن مشخص می‌گردد. در این رابطه حوضه‌ها به یکی از گروه‌های A، B، C و D تقسیم می‌شوند و سپس با توجه به نوع خاک و پوشش حوضه مقدار CN آن حوضه بدست می‌آید. در این تحقیق جهت بدست آوردن شماره منحنی از یک روش ساده تر به نام شاخص رواناب استفاده شده است که در قسمت قبل به توضیح آن پرداختیم.

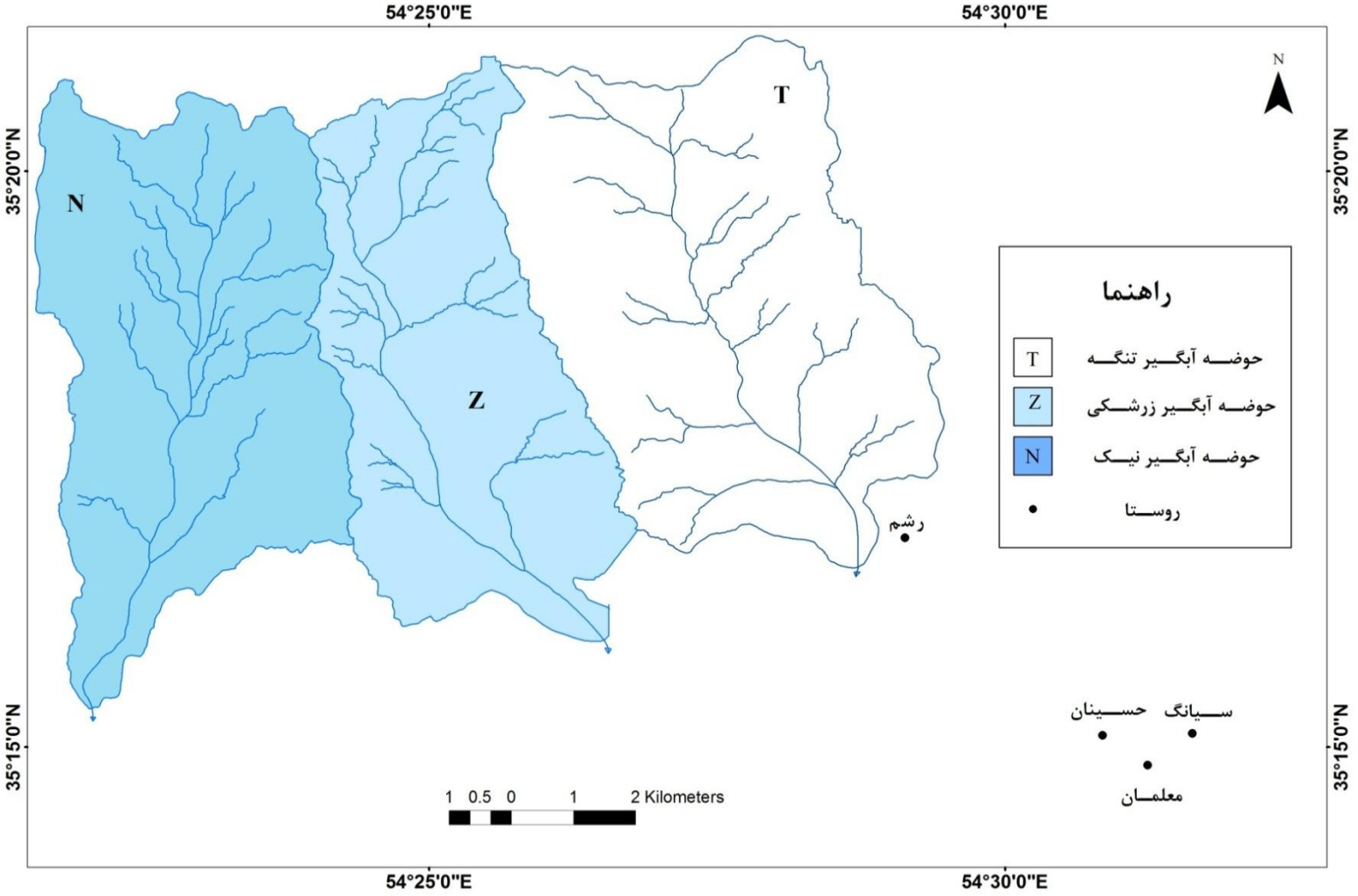
۳-۷- بررسی کیفیت سیلاب‌های منطقه

به منظور بررسی کیفیت سیلاب در منطقه مورد مطالعه، از سیلاب ایجاد شده در اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۳ در هفت محل نمونه‌برداری به عمل آمد. نمونه‌های برداشت شده جهت تعیین مقادیر کاتیون‌ها و آنیون‌های اصلی شامل کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم، بی‌کربنات، سولفات و کلر به آزمایشگاه فرستاده شدند. هم‌چنین علاوه بر غلظت کاتیون‌ها و آنیون‌های اصلی در نمونه‌های سیلاب، هدایت الکتریکی نمونه‌ها نیز اندازه‌گیری شده است.

فصل چهارم: بررسی کمی و کیفی سیلاب در منطقه رشم

۴-۱- مقدمه

به منظور ارزیابی کمیت سیلاب و برآورد حجم رواناب در منطقه رشم و جهت شناسایی حوضه‌های مورد نظر، ابتدا بازدیدهای صحرایی از منطقه مورد مطالعه در چند نوبت صورت گرفت. هم‌چنین جهت بررسی کیفیت آب سیلاب در این منطقه، از سیلاب ایجاد شده در اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۳ در نقاط مختلف نمونه‌گیری به عمل آمده و نمونه‌ها مورد آنالیز و تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. آبراهه‌ها و مرز حوضه‌های مورد نظر نیز با توجه به بازدیدهای صحرایی و هم‌چنین با استفاده از نرم افزار Google Earth ترسیم شدند. در تحقیق حاضر، به‌علت نبود ایستگاه هیدرومتری در حوضه‌های مورد مطالعه، جهت برآورد حجم رواناب از روش‌های تجربی استفاده شده است. برای این منظور لایه‌های اطلاعاتی تاثیرگذار بر ایجاد رواناب مانند لیتولوژی، پوشش گیاهی، شیب و بارندگی برای هر حوضه تهیه گردید. به منظور تهیه لایه لیتولوژی حوضه‌های مورد بررسی از نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ ترود استفاده شد. پوشش گیاهی منطقه با استفاده از عکس‌های ماهواره‌ای Landsat 7 و نرم افزار ENVI 4.7 تعیین گردید. جهت تهیه نقشه شیب از نرم افزار Global Mapper 12 و DEM سی‌متر منطقه استفاده شد و لایه مربوط به بارندگی، با استفاده از داده‌های مربوط به ایستگاه‌های هواشناسی اطراف منطقه مورد مطالعه، ترسیم و مورد استفاده قرار گرفت. پس از تهیه لایه‌های اطلاعاتی مربوطه در نرم افزار Arc GIS 10، میزان تاثیرگذاری هر کدام از عوامل در تولید رواناب مورد بررسی قرار گرفت و شاخص رواناب هر حوضه محاسبه شد. در نهایت با استفاده از روش SCS، حجم رواناب حوضه‌های مورد نظر برآورد گردید. شکل (۴-۱) موقعیت جغرافیایی حوضه‌های مورد بررسی را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۱) موقعیت جغرافیایی حوضه‌های آبگیر مورد مطالعه

۴-۲- ارزیابی خصوصیات فیزیوگرافی حوضه‌های مورد مطالعه

خصوصیات فیزیوگرافی یا خصوصیات فیزیکی حوضه، پارامترهای فیزیکی هستند که بر روی ضریب رواناب، دبی سیلاب و بیلان آبی یک حوضه آبگیر تاثیر دارند. این ویژگی‌ها برای هر حوضه نسبتاً ثابت هستند و از آن‌ها می‌توان در برآورد سیلاب در حوضه‌های فاقد آمار نیز استفاده کرد. به طوری‌که با در دست داشتن خصوصیات فیزیوگرافی یک حوضه به همراه شرایط آب و هوایی آن، می‌توان به ویژگی‌های کمی و کیفی سیستم هیدرولوژیکی آن حوضه پی‌برد. در این تحقیق جهت ارزیابی خصوصیات فیزیوگرافی حوضه‌های آبگیر تنگه، زرشکی و نیک فاکتورهای زیر مورد بررسی قرار گرفتند.

الف- مساحت و محیط

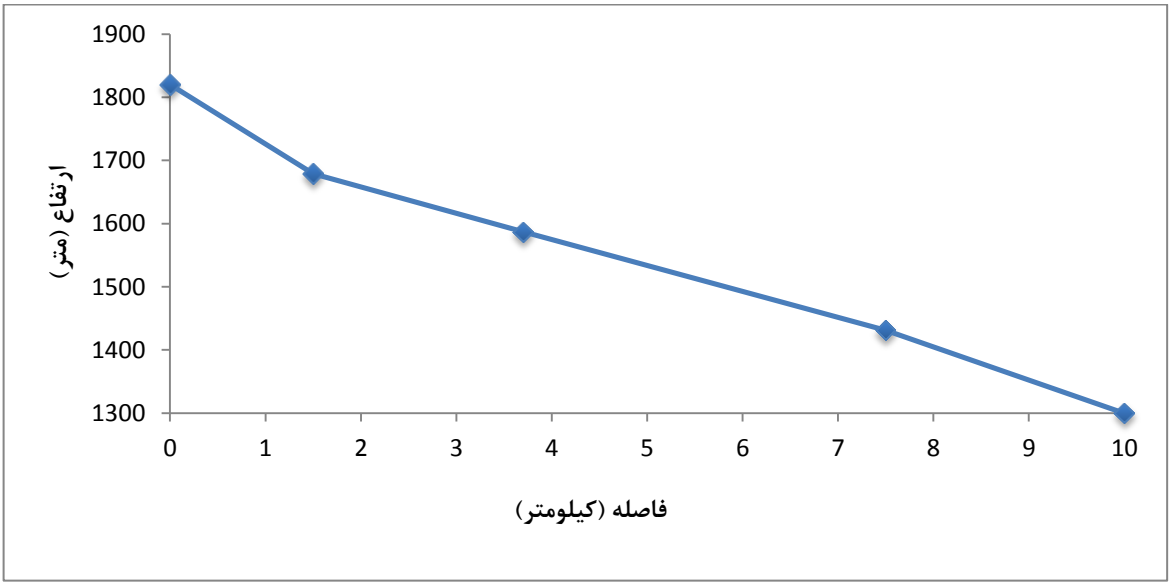
بارزترین ویژگی یک حوضه مساحت آن می‌باشد به طوری که دبی سیلاب‌ها و حجم رواناب حوضه به طور مستقیم به آن بستگی دارد. مساحت حوضه معمولاً با علامت A نشان داده می‌شود و بر حسب کیلومتر مربع (Km^2) یا مایل مربع ($mile^2$) توصیف می‌شود. ساده‌ترین وسیله برای سنجش مساحت در نقشه‌های هیدرولوژی استفاده از دستگاه مساحت سنج (Planimeter) می‌باشد. حوضه‌ها از نظر مساحت به سه دسته تقسیم می‌شوند: حوضه‌های کوچک با مساحتی کمتر از ۱۰۰ کیلومتر مربع، حوضه‌های متوسط که مساحت آن‌ها بین ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ کیلومتر مربع است و حوضه‌های بزرگ که مساحت آن‌ها بالغ بر ۱۰۰۰ کیلومتر مربع می‌باشد. مساحت حوضه غالباً برای تخمین حجم رواناب یا حداکثر دبی لحظه‌ای سیلاب‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. محیط حوضه (P) به طول خط تقسیم توپوگرافی آب گفته می‌شود که حوضه را از حوضه مجاور تفکیک می‌کند. محیط حوضه بر حسب کیلومتر یا مایل سنجیده می‌شود. برای اندازه‌گیری محیط حوضه از منحنی‌سنج (Curvemeter) استفاده می‌شود (علیزاده ۱۳۸۹). اطلاعات مربوط به مساحت و محیط حوضه‌های مورد مطالعه در جدول (۴-۱) آورده شده است.

جدول ۴-۱) مساحت و محیط حوضه‌های آبگیر مورد مطالعه

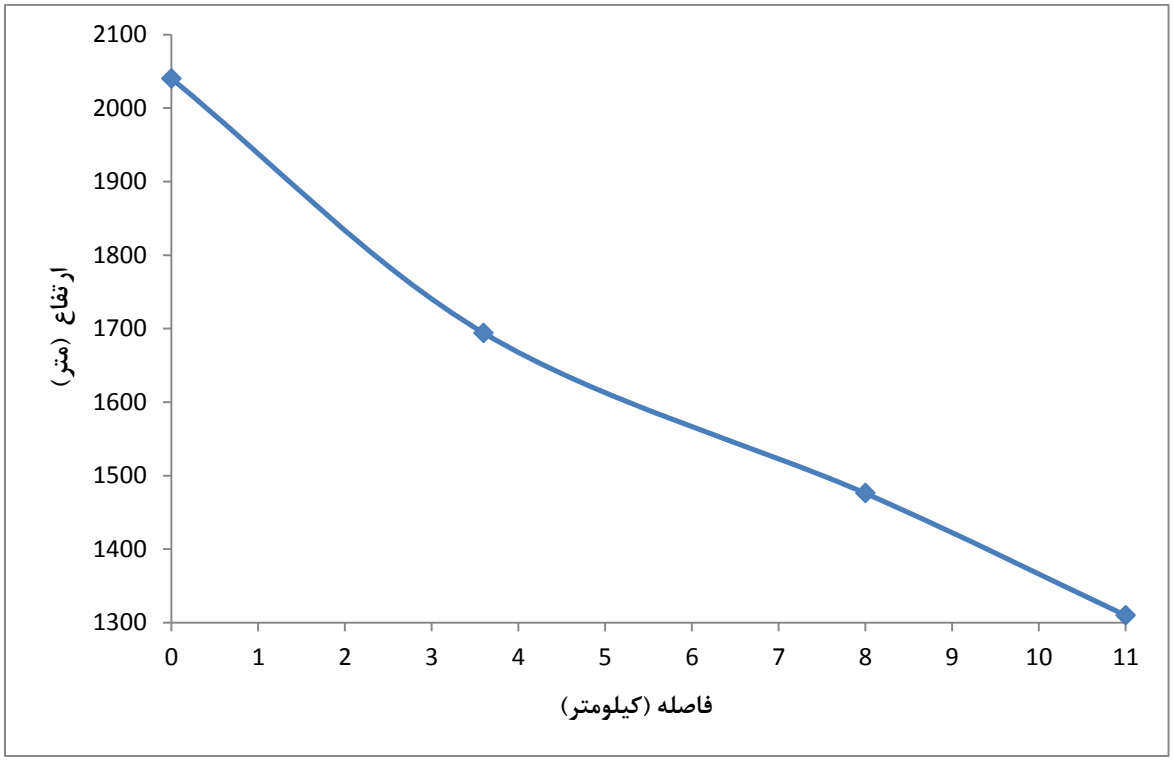
نام حوضه آبگیر	مساحت (کیلومتر مربع)	محیط (کیلومتر)
تنگه	۳۳/۱	۲۸
زرشکی	۲۴/۵	۲۷
نیک	۲۸/۴	۲۹

ب- تهیه نیم‌رخ طولی حوضه‌های مورد مطالعه

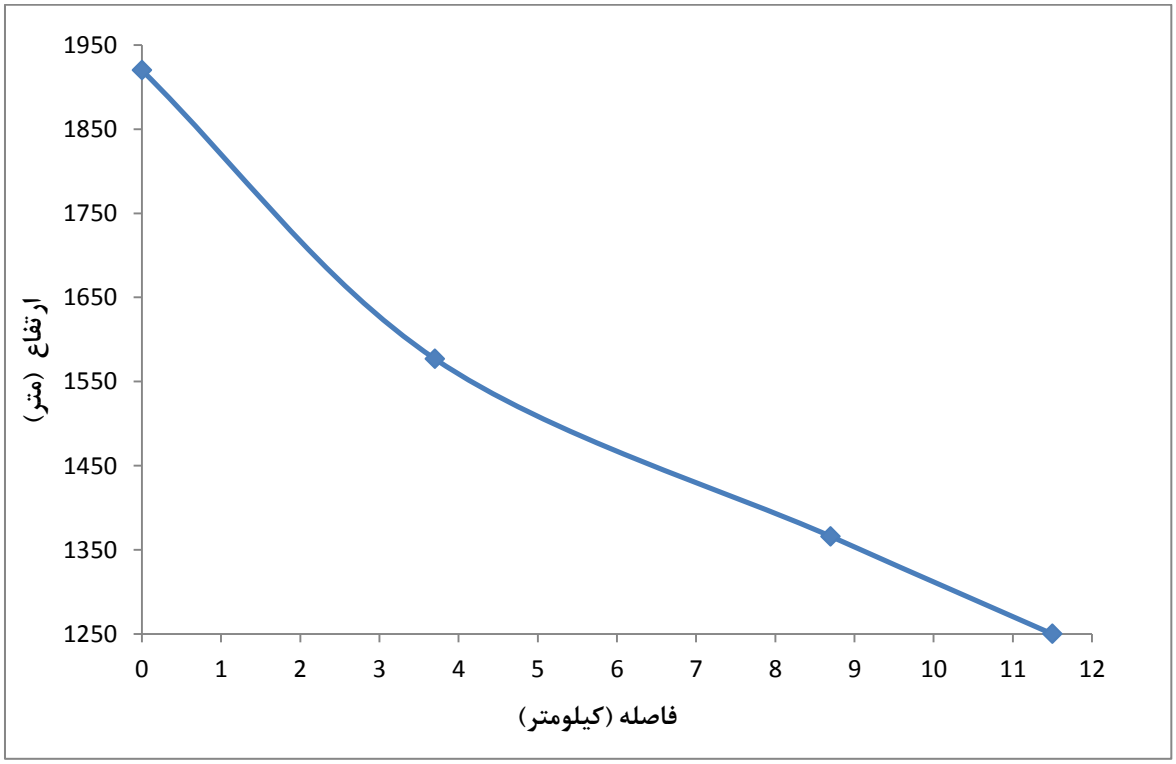
شکل‌های (۴-۲)، (۴-۳) و (۴-۴) به ترتیب نیم‌رخ طولی حوضه‌های تنگه، زرشکی و نیک را نشان می‌دهند. بررسی نیم‌رخ طولی این حوضه‌ها بیانگر روند شمالی- جنوبی آن‌ها بوده، به طوری که در شمال از ارتفاع بالاتری برخوردارمی‌باشند. هم‌چنین با توجه به شیب نسبتاً کم این حوضه‌ها می‌توان گفت شیب از بالادست به طرف پایین دست کاهش می یابد.



شکل ۴-۲) نیم‌رخ طولی حوضه تنگه



شکل ۴-۳) نیم‌رخ طولی حوضه زرشکی



شکل ۴-۴) نیم‌رخ طولی حوضه نیک

ب- شکل حوضه

شکل حوضه آبگیر بر رواناب سطحی، زمان تمرکز و هیدروگراف سیل خروجی از حوضه تاثیر می‌گذارد. به طوری‌که حوضه آبگیر قیفی‌شکل و یا نزدیک به دایره به علت این‌که تمام شاخه‌های فرعی آن تقریباً در یک زمان جریان‌ها را به رودخانه اصلی می‌ریزند، در مقایسه با حوضه آبگیر کشیده و طویل، دبی اوج بیشتری را تولید می‌کنند. جهت تعیین شکل‌حوضه آبگیر از ضرایب و شاخص‌های مختلفی از جمله ضریب شکل حوضه آبگیر، ضریب فشردگی، ضریب گردی، ضریب کشیدگی و مستطیل معادل استفاده می‌شود. در تحقیق حاضر جهت تعیین شکل حوضه از ضریب شکل استفاده شده است. ضریب شکل حوضه آبگیر در سال ۱۹۳۲ توسط هورتون ارائه شد و عبارت از نسبت عرض متوسط حوضه آبگیر به طول آن است (علیزاده ۱۳۸۹). مقدار این پارامتر از رابطه زیر بدست می‌آید.

معادله (۴-۱)

$$F.F = \frac{A}{L^2}$$

که در آن:

A مساحت حوضه بر حسب کیلومتر مربع

L طول حوضه آبگیر بر حسب کیلومتر

در این روش هر چه ضریب شکل به عدد یک نزدیک‌تر باشد، شکل حوضه آبگیر گردتر می‌باشد و هر چه کوچک‌تر باشد حوضه کشیده‌تر است. مقادیر ضریب شکل برای حوضه‌های تنگه، زرشکی و نیک در جدول (۴-۲) ارائه شده است. همانطور که در این جدول مشاهده می‌شود شکل حوضه تنگه از حوضه‌های زرشکی و نیک گردتر است و شکل (۴-۱) نیز بیانگر این مطلب می‌باشد.

جدول ۴-۲) مقادیر ضریب شکل حوضه‌های مورد مطالعه

نام حوضه آبگیر	طول حوضه (کیلومتر)	مساحت حوضه (کیلومتر مربع)	ضریب شکل حوضه
تنگه	۸	۳۳/۱	۰/۵۱
زرشکی	۹	۲۴/۵	۰/۲۹
نیک	۱۰	۲۸/۴	۰/۲۸

ب- ضریب انشعابات آبراهه‌ای

برای مشخص کردن تاثیر انشعابات شبکه رودخانه بر هیدروگراف سیل، از نمایه نسبت انشعاب (Bifurcation ratio) که در معادله (۴-۲) آورده شده است، استفاده می‌شود.

معادله (۴-۲)

$$BR = \left(\frac{n1}{n2} + \frac{n2}{n3} + \frac{n3}{n4} + \frac{ni-1}{ni}\right)\frac{1}{i-1}$$

که در آن:

n_1، n_2، n_3....n_i تعداد رودخانه‌های رده ۱، ۲، ۳ و i

i□ رده رودخانه اصلی حوضه

. مقادیر نسبت انشعاب حوضه‌های آبگیر تنگه، زرشکی و نیک محاسبه و نتایج آن در جدول (۴-۳) نشان داده شده است.

جدول ۴-۳) مقادیر ضریب انشعاب حوضه‌های مورد مطالعه

نام حوضه آبگیر	ضریب انشعاب حوضه
تنگه	۶
زرشکی	۵/۵
نیک	۵/۶

د- محاسبه زمان تمرکز حوضه‌های آبگیر رشم

زمان تمرکز یک حوضه آبگیر به عواملی چون طول آبراهه اصلی و شیب آن و هم‌چنین شرایط هیدرولیکی مسیر جریان مانند ضریب زبری و شعاع هیدرولیکی بستگی دارد. معادلات زیادی برای محاسبه زمان تمرکز ارائه شده که بیشتر آن‌ها بر اساس دو عامل طول آبراهه اصلی و شیب می‌باشند (مهدوی ۱۳۷۱). در تحقیق حاضر جهت محاسبه زمان تمرکز حوضه‌های مورد بررسی معادلاتی که بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرند ارائه گردیده است.

الف- معادله کرپیچ

در سال ۱۹۴۰ کرپیچ (Kirpich) براساس داده‌های حاصل از شش حوضه کوچک معادله زیر را برای تخمین زمان تمرکز حوضه ارائه کرد(مهدوی ۱۳۷۱).

معادله (۴-۳)

$$tc = 0.949 \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385}$$

که در آن:

tc= زمان تمرکز بر حسب ساعت

L= طولانی‌ترین مسیر حرکت آب در داخل حوضه یا طول مسیر آبراهه اصلی (بر حسب کیلومتر)

ب- معادله سازمان حفاظت خاک آمریکا (SCS)

روش پیشنهادی سازمان حفاظت خاک آمریکا (SCS) به روش زمان تاخیر (Lag time) معروف می‌باشد. زمان تاخیر برحسب تعریف فاصله زمانی بین مرکز بارش تا زمان اوج هیدروگراف است و مقدار آن از رابطه زیر بدست می‌آید (دانشبد و ناصری).

معادله (۴-۴)

$$tc = \frac{100L^{0.8}\left[\left(\frac{1000}{CN}\right)-9\right]^{0.7}}{1900S^{0.5}}$$

که در آن:

L طول هیدرولوژیکی حوضه (بر حسب فوت)

S شیب متوسط حوضه

CN شماره منحنی حوضه

ج- معادله کالیفرنیا (California)

روش ccp (California culvers practice) در سال ۱۹۴۲ به منظور محاسبه زمان تمرکز حوضه ارائه شده است و مقدار آن از معادله زیر بدست می‌آید (مهدوی ۱۳۷۱).

معادله (۴-۵)

$$tc = \left(0.885 \frac{L^3}{H}\right)^{0.385}$$

که در آن:

tc= زمان تمرکز بر حسب ساعت

L= طولانی‌ترین مسیر حرکت آب در داخل حوضه یا طول مسیر آبراهه اصلی (بر حسب کیلومتر)

H= اختلاف ارتفاع بین نقطه تمرکز و بلندترین قسمت حوضه (بر حسب متر)

جدول ۴-۴) مقادیر زمان تمرکز حوضه‌های مورد بررسی

نام حوضه آبگیر	زمان تمرکز (ساعت)		
	(معادله کرپیچ)	(معادله SCS)	(معادله CCP)
تنگه	۱/۲	۱/۲	۱/۲
زرشکی	۱/۲	۱/۲	۱/۲
نیک	۱/۳	۱/۳	۱/۳

۴-۳- بررسی کمی سیلاب در منطقه رشم

در این تحقیق به منظور برآورد حجم رواناب با استفاده از روش SCS و هم‌چنین تعیین شماره منحنی حوضه‌های مورد مطالعه، از پارامتر شاخص رواناب استفاده شده است. جهت محاسبه شاخص رواناب حوضه‌های آبگیر مورد مطالعه، پارامترهای موثر بر تولید رواناب شامل، لیتولوژی، شیب، بارش و پوشش گیاهی در نظر گرفته شد و نقشه‌های لیتولوژی، شیب، بارندگی و پوشش گیاهی این حوضه‌ها

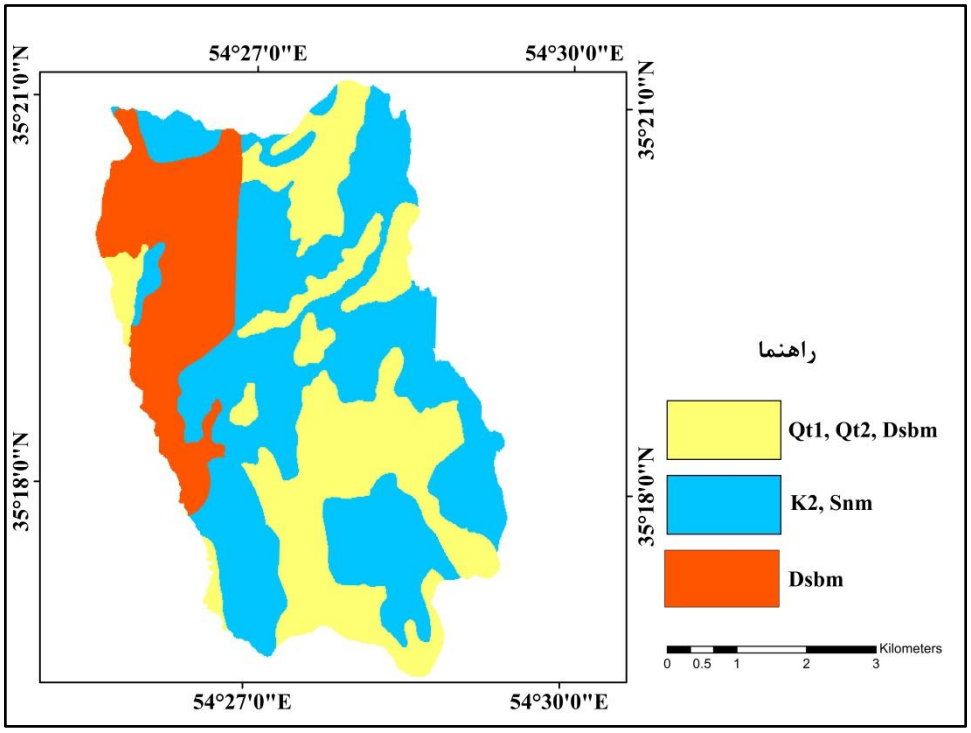
در نرم‌افزار Arc GIS 10 تهیه گردید. این نقشه‌ها به منظور امتیازبندی، تقسیم‌بندی شده و به هر طبقه یک امتیاز بین دو تا ده اختصاص داده شد. پس از امتیازبندی پارامترهای فوق، وزن‌دهی به این پارامترها، با توجه به اهمیت تاثیرگذاری هر یک از این عوامل بر تولید رواناب صورت گرفت و شاخص رواناب حوضه‌ها برآورد گردید.

۴-۳-۱- بررسی تاثیر لیتولوژی بر رواناب

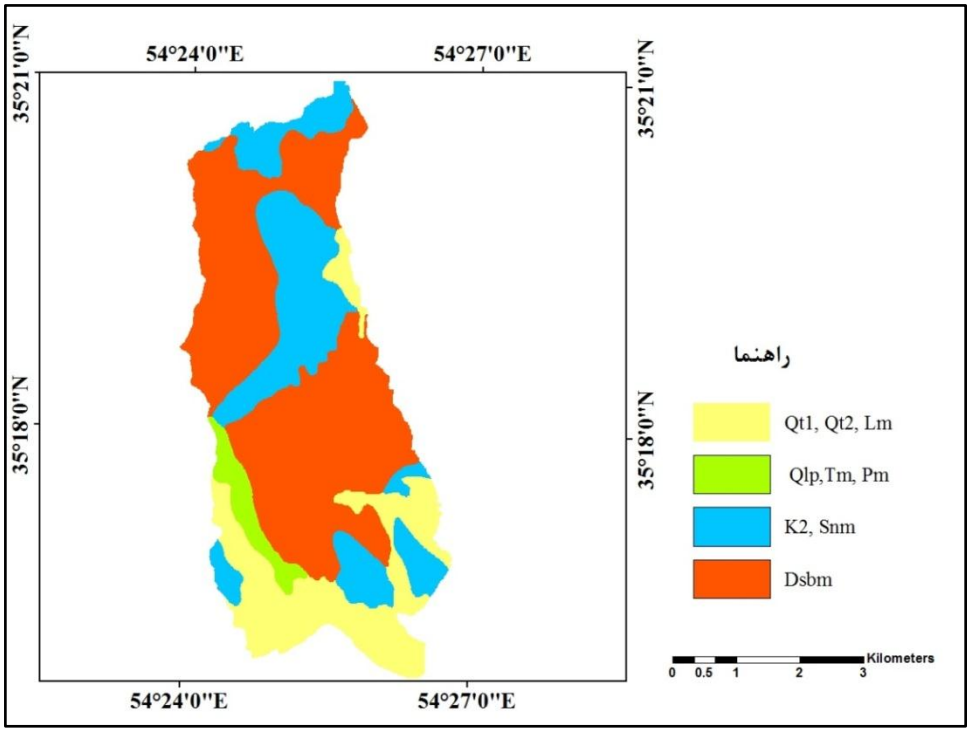
با توجه به تفاوت در میزان فرسایش‌پذیری، نفوذپذیری، بافت، ساخت و ترکیب کانی شناسی سازندهای مختلف زمین شناسی میزان رواناب تولیدی هر کدام از این سازندها با یکدیگر متفاوت است که باعث تفاوت در ضریب رواناب سازندهای مختلف زمین شناسی می‌شود. جدول (۴-۵) تقسیم‌بندی و نحوه امتیازدهی به واحدهای سنگی مختلف موجود را نشان می‌دهد. شکل‌های (۴-۲)، (۴-۶) و (۴-۱۰) به ترتیب نشان‌دهنده لایه لیتولوژی حوضه‌های آبگیر تنگه، زرشکی و نیک می‌باشند.

جدول ۴-۵) تقسیم بندی و نحوه امتیازدهی به سازندهای مختلف زمین شناسی بر مبنای تاثیرگذاری بر رواناب

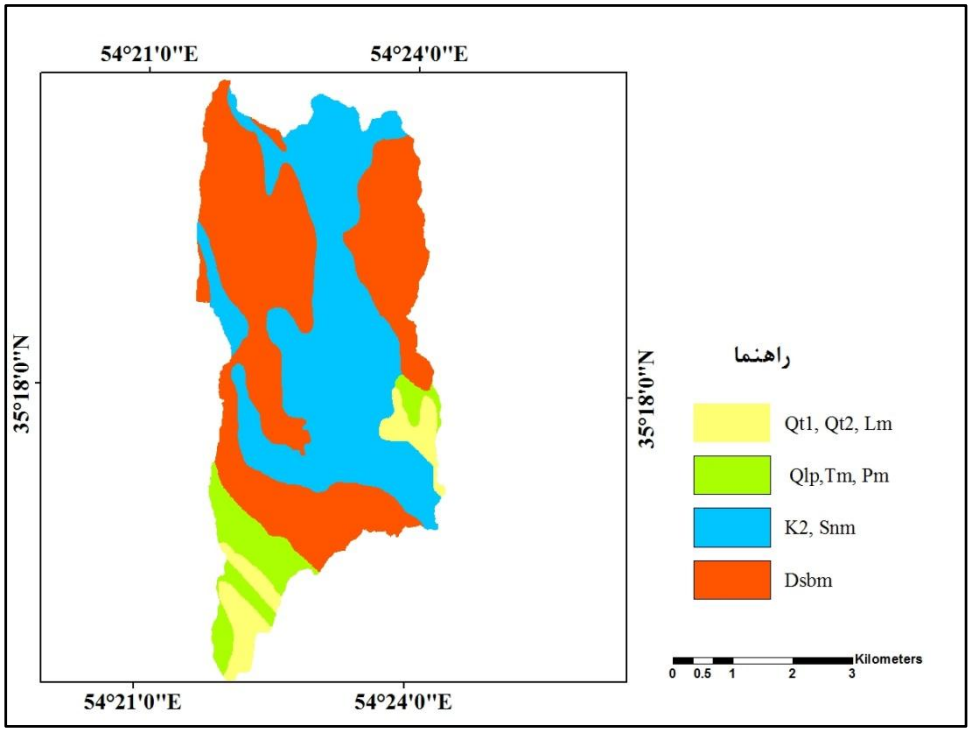
نوع سازند	تراوایی	امتیاز
Dsbm (فیلیت، متاولکانیک و مرمر دولومیتی شده)	خیلی کم	۱۰
K_2 (توف، ماسه‌سنگ توفی، شیل، ماسه‌سنگ) **Snm** (مرمر و دولومیت کریستاله شده)	کم	۸
Qpl (کنگلومرای پلیئوستوسن) **Tm**(دولومیت دگرگون شده و سنگ آهک) **Pm** (دولومیت دگرگون شده و سنگ آهک)	متوسط	۶
Qt_2,Qt_1 (رسوبات آبرفتی) **Lm** (سنگ آهک)	زیاد	۴



شکل ۴-۵) لایه لیتولوژی حوضه تنگه



شکل ۴-۶) لایه لیتولوژی حوضه زرشکی



شکل ۴-۷) لایه لیتولوژی حوضه نیک

۴-۳-۲- بررسی تاثیر پوشش گیاهی بر رواناب

پوشش گیاهی را می‌توان یکی از عوامل اصلی در تولید رواناب دانست به طوری که در مناطق دارای پوشش گیاهی انبوه، میزان تولید رواناب به طور قابل توجهی کم می‌باشد. مورفولوژی گیاهی و موقعیت مکانی پوشش گیاهی نیز می‌تواند در انتقال و ذخیره رواناب موثر باشد. جدول (۴-۶) تقسیم‌بندی و نحوه امتیازدهی به پوشش گیاهی را در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد. شکل‌های (۴-۵)، (۴-۶) و (۴-۷) به ترتیب نشان‌دهنده لایه پوشش گیاهی حوضه‌های آبگیر تنگه، زرشکی و نیک می‌باشند.

۴-۳-۳- بررسی تاثیر شیب بر رواناب

شیب از دیگر عوامل موثر در تولید رواناب می‌باشد. در زمین‌های با شیب زیاد نسبت به زمین‌هایی که از شیب کمتری برخوردار هستند رواناب در زمان کوتاه‌تری بوجود می‌آید جدول (۴-۷) تقسیم‌بندی و

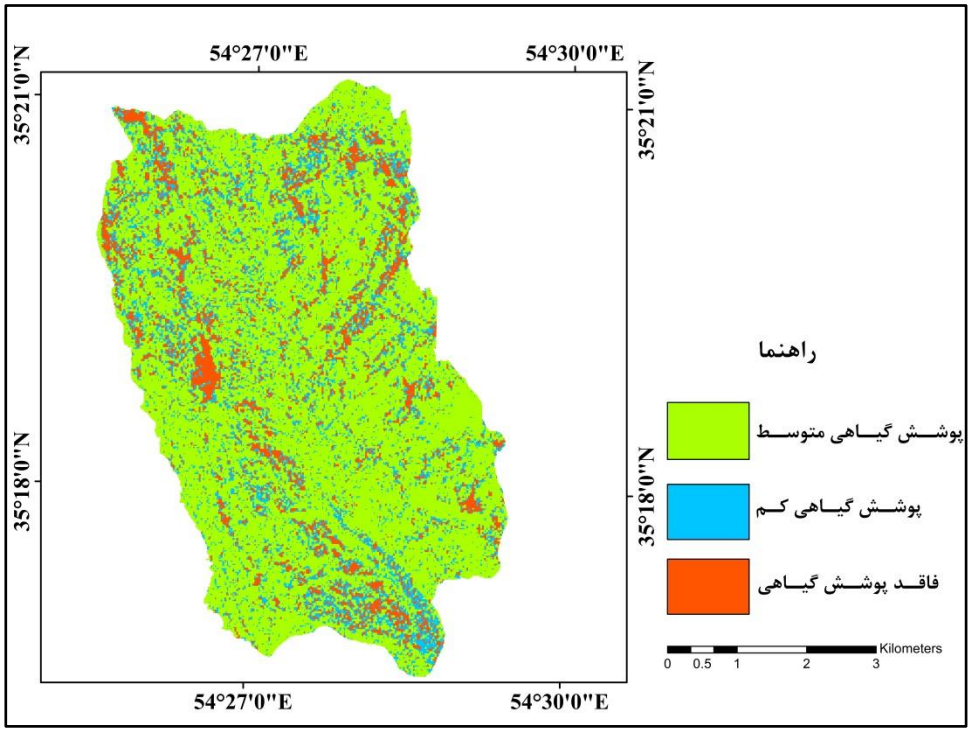
نحوه امتیازدهی به شیب را در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد. به علت بالا رفتن سرعت جریان رواناب در زمین‌های شیبدار، میزان آب نفوذی کاهش یافته که این امر باعث افزایش میزان رواناب تولیدی می‌شود. همچنین شیب‌ها می‌توانند در تعیین جهت حرکت رواناب موثر باشند. شکل‌های (۴-۸)، (۴-۹) و (۴-۱۰) به ترتیب نشان‌دهنده لایه شیب حوضه‌های آبگیر تنگه، زرشکی و نیک می‌باشند.

جدول ۴-۶) تقسیم‌بندی و نحوه امتیازدهی به پوشش گیاهی بر مبنای تاثیرگذاری بر رواناب

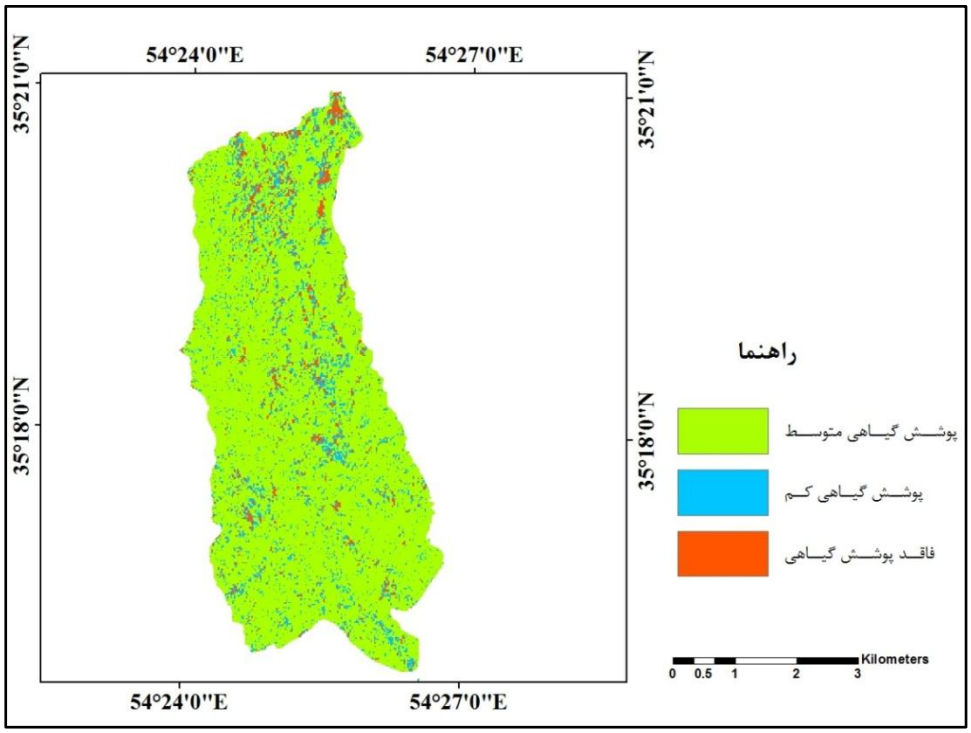
درجه تراکم پوشش گیاهی	ظرفیت ایجاد رواناب	امتیاز
مراتع طبیعی با پوشش متوسط	متوسط	۶
مراتع طبیعی با پوشش کم	زیاد	۸
مناطق فاقد پوشش گیاهی	خیلی زیاد	۱۰

جدول ۴-۷) تقسیم‌بندی و نحوه امتیازدهی به شیب بر مبنای تاثیرگذاری بر رواناب

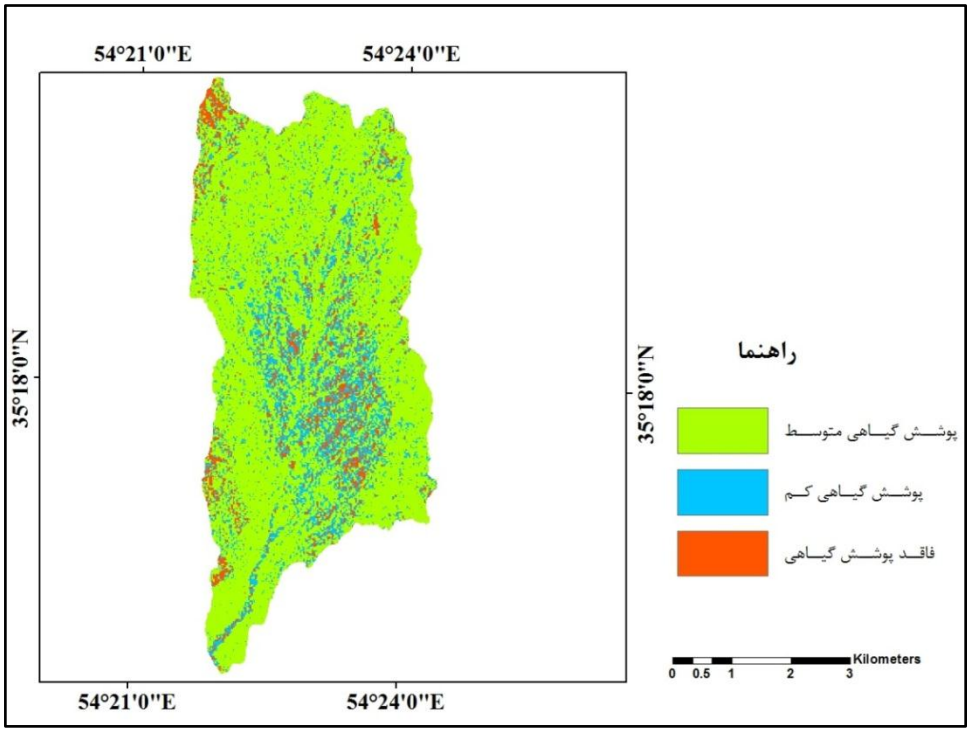
شیب (درجه)	ظرفیت ایجاد رواناب	امتیاز
۵ -۰	خیلی کم	۲
۱۰- ۵	کم	۴
۱۵- ۱۰	متوسط	۶
۲۰- ۱۵	زیاد	۸
بزرگتر از۲۰	خیلی زیاد	۱۰



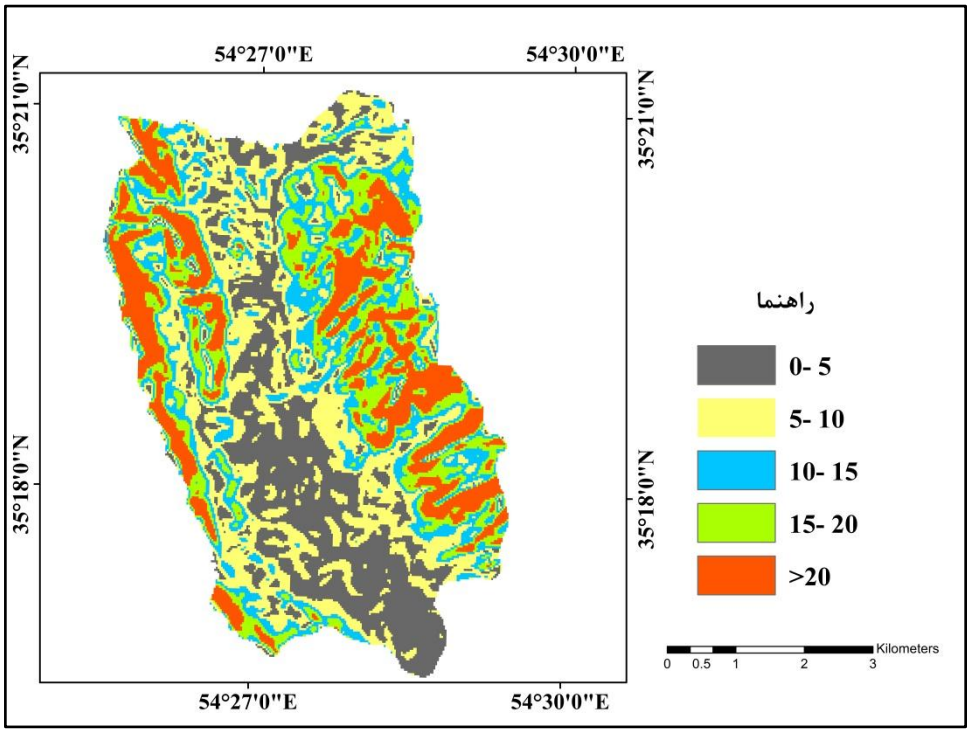
شکل ۴-۸) لایه پوشش‌گیاهی حوضه تنگه



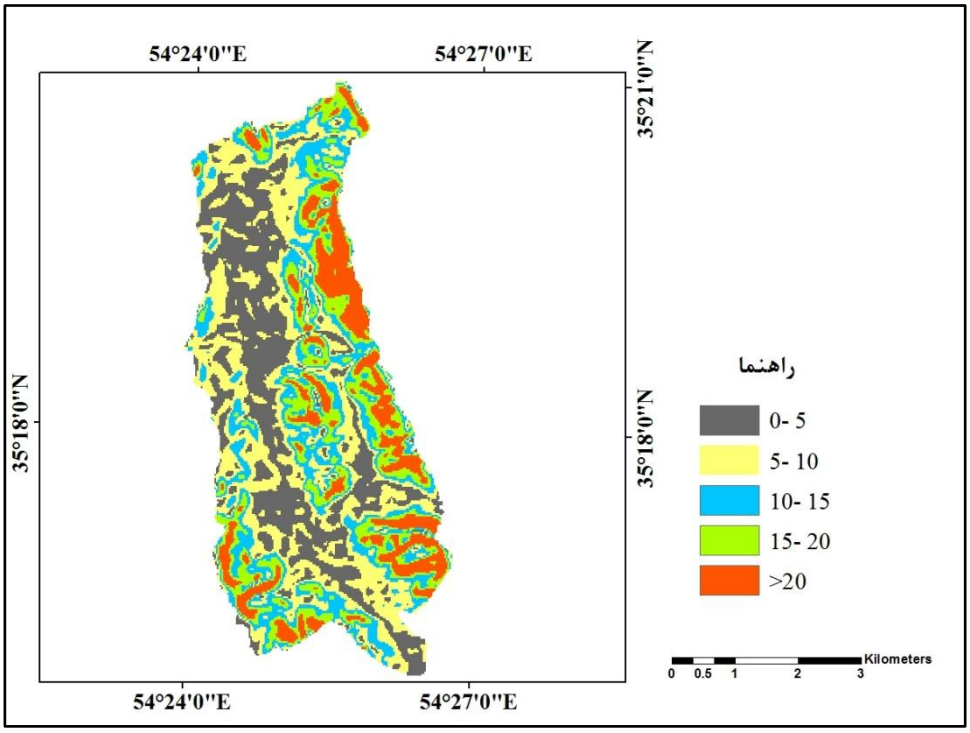
شکل ۴-۹) لایه پوشش‌گیاهی حوضه زرشکی



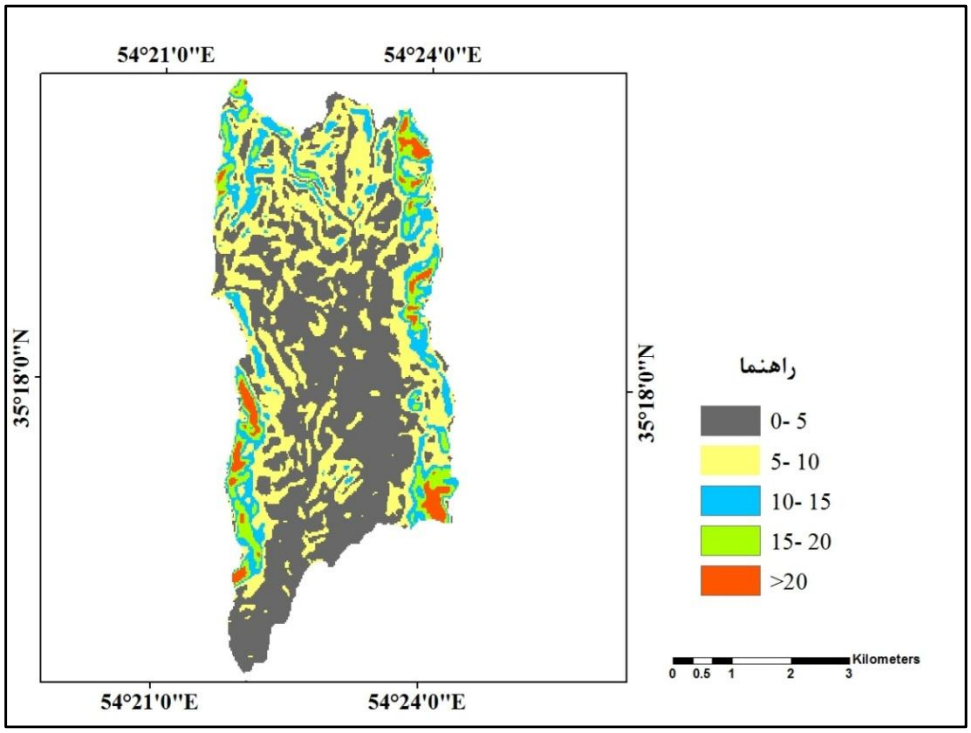
شکل ۴-۱۰) لایه پوشش‌گیاهی حوضه نیک



شکل ۴-۱۱) لایه شیب حوضه تنگه



شکل ۴-۱۲) لایه شیب حوضه زرشکی



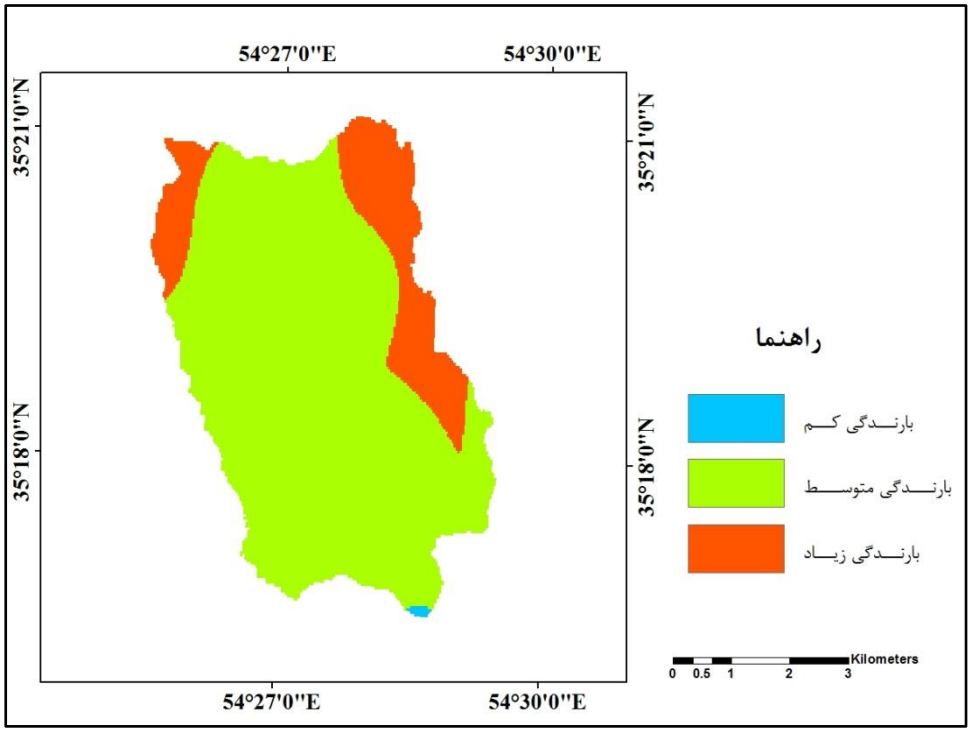
شکل ۴-۱۳) لایه شیب حوضه نیک

۴-۳-۴- بررسی تاثیر بارندگی بر رواناب

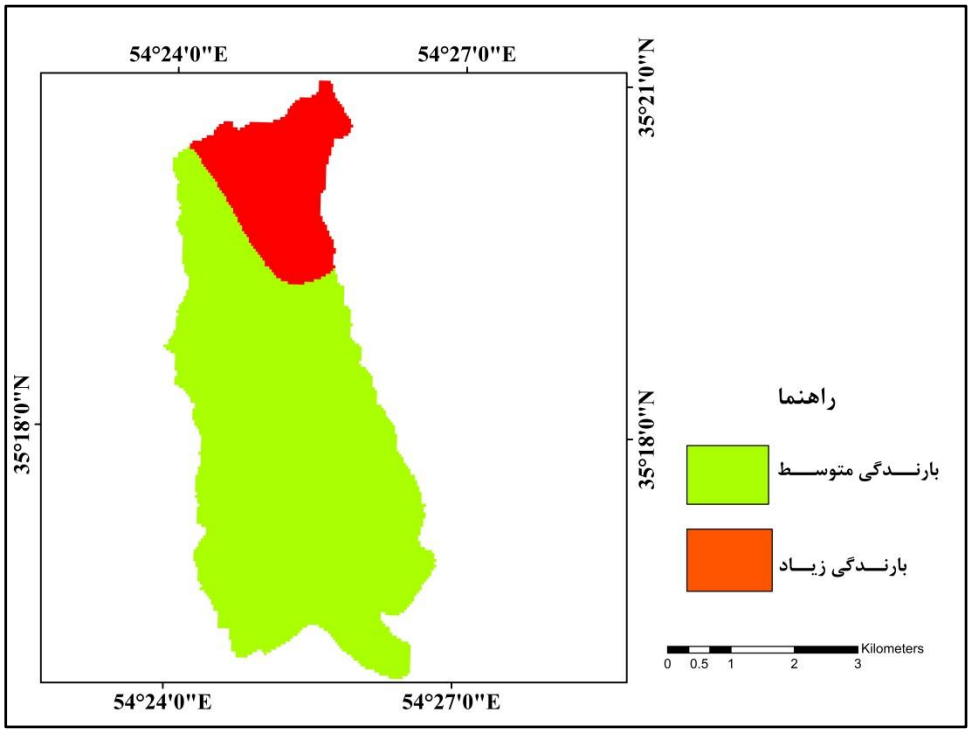
همانطور که در فصل سوم گفته شد، به علت عدم وجود ایستگاه‌های هیدرومتری در منطقه مورد مطالعه، برای تهیه لایه بارندگی، با استفاده از میانگین بارندگی ایستگاه‌های حسینان، کوه‌زر و سیانگ- معلمان، نمودار بارندگی- ارتفاع منطقه مورد مطالعه تهیه شد و سپس توسط این نمودار، میزان بارندگی در بخش‌های مختلف منطقه برآورد گردید. جدول (۴-۸) تقسیم‌بندی و نحوه امتیازدهی به بارندگی را در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد. شکل‌های (۴-۱۱)، (۴-۱۲) و (۴-۱۳) به ترتیب نشان‌دهنده لایه بارندگی حوضه‌های آبگیر تنگه، زرشکی و نیک می‌باشند.

جدول ۴-۸) تقسیم‌بندی و نحوه امتیازدهی به بارندگی بر اساس تاثیرگذاری بر رواناب

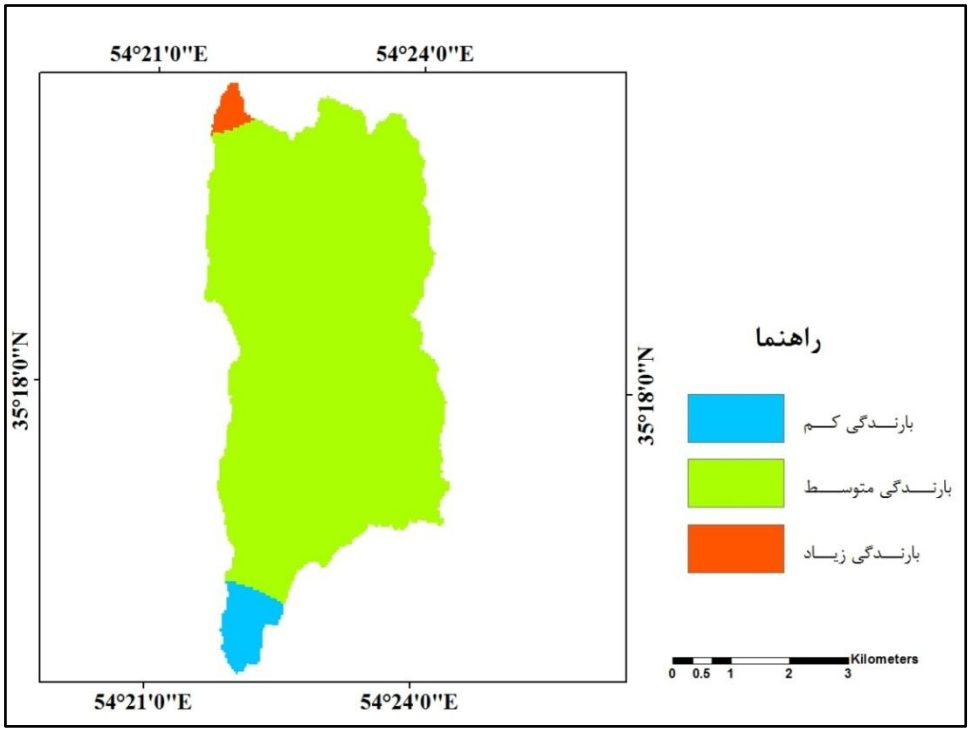
میزان بارش	ظرفیت ایجاد رواناب	امتیاز
۷۰- ۶۰ میلی‌متر	کم	۶
۷۰- ۸۰ میلی‌متر	متوسط	۷
بزرگتر از۸۰ میلی متر	زیاد	۸



شکل ۴-۱۴) لایه بارندگی حوضه تنگه



شکل ۴-۱۵) لایه بارندگی حوضه زرشکی



شکل ۴-۱۶) لایه بارنگی حوضه نیک

۴-۳-۵-وزن‌دهی لایه‌های اطلاعاتی حوضه‌های مورد بررسی

پس از امتیازبندی لایه‌های اطلاعاتی تهیه شده به منظور محاسبه شاخص رواناب و هم‌چنین برآورد حجم رواناب حوضه‌ها، این لایه‌ها وزن‌دهی شدند. به دلیل یکنواختی تقریبی پوشش‌گیاهی و تغییرات ناچیز بارندگی و نیز شیب نسبتاً کم در بخش اعظم حوضه‌های آبگیر در منطقه مورد مطالعه، وزن این سه عامل در تحقیق حاضر، یکسان در نظر گرفته شده است و با توجه به سهم عمده لیتولوژی در تولید رواناب، این لایه بیشترین وزن را به خود اختصاص داده است. اطلاعات مربوط به نحوه وزن‌دهی به این لایه‌ها در جدول (۴-۹) ارائه شده است.

۴-۴-برآورد حجم رواناب تولیدی حوضه‌های مورد بررسی

با توجه به این که منطقه مورد مطالعه فاقد اطلاعات بارندگی و دبی می‌باشد، به منظور برآورد حجم رواناب در حوضه‌های آبگیر تنگه، زرشکی و نیک در این تحقیق، از روش سازمان حفاظت خاک

آمریکا (SCS) استفاده شد. همانطور که در فصل دوم بیان شد این روش رواناب حاصل از بارندگی را بر حسب ارتفاع توصیف کرده و برای حوضه‌هایی که در آن‌ها داده‌های اندازه‌گیری دبی رواناب وجود ندارد به‌کار می‌رود. در این روش، با داشتن مقادیر بارندگی (p) و شماره منحنی حوضه (CN) ارتفاع رواناب را می‌توان محاسبه کرد. پس از تهیه نقشه‌های لیتولوژی، شیب، بارش و پوشش‌گیاهی حوضه‌های تنگه، زرشکی و نیک در نرم‌افزار Arc GIS 10 و امتیازبندی و وزن‌دهی به آنها، جهت محاسبه شاخص رواناب حوضه‌های مورد بررسی از معادله (۳-۱) استفاده شد و شاخص رواناب حوضه‌ها از حاصلضرب امتیاز، مساحت و وزن هر حوضه بر حاصلضرب مساحت و وزن همان حوضه بدست آمد. جدول (۴-۱۰) خصوصیات و شاخص رواناب حوضه‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد. همانطور که این جدول ملاحظه می‌شود، حوضه نیک بیشترین شاخص رواناب را به خود اختصاص داده است.

جدول ۴-۹) وزن‌دهی به لایه‌های اطلاعاتی مختلف تاثیرگذار بر تشکیل رواناب در منطقه

نام لایه اطلاعاتی	وزن‌دهی
لیتولوژی	۴۰
پوشش گیاهی	۲۰
شیب	۲۰
بارندگی	۲۰

۴-۵- برآورد حجم رواناب تولیدی حوضه‌های مورد بررسی

با توجه به این که منطقه مورد مطالعه فاقد اطلاعات بارندگی و دبی می‌باشد، به منظور برآورد حجم رواناب در حوضه‌های آبگیر تنگه، زرشکی و نیک در این تحقیق، از روش سازمان حفاظت خاک آمریکا (SCS) استفاده شد.

جدول ۴-۱۰) شاخص رواناب تعیین شده برای حوضه‌های مورد بررسی

نام حوضه آبگیر	مساحت (km^2)	ارتفاع متوسط (m)	بارش‌سالانه (mm)	شاخص رواناب
تنگه	۳۳/۱	۱۴۷۴	۷۵	۷/۰
زرشکی	۲۴/۵	۱۵۱۶	۷۶	۶/۸
نیک	۲۸/۴	۱۶۴۸	۷۷	۷/۵

در این تحقیق جهت محاسبه شماره منحنی از معادله زیر استفاده شده است.

معادله (۴-۶) $CN=10\times R$

لازم به ذکر است که پارامتر R در معادله فوق، بیانگر شاخص رواناب حوضه‌ها می‌باشد که در بخش محاسبه شاخص رواناب تعیین گردیده است. جدول (۴-۱۱) مقادیر شماره منحنی (CN) حوضه‌های تنگه، زرشکی و نیک را نشان می‌دهد. با توجه به رابطه مستقیم پارامتر شماره منحنی و شاخص رواناب، ملاحظه می‌شود این پارامتر نیز در حوضه نیک از بالاترین مقدار برخوردار می‌باشد.

جدول ۴-۱۱) مقدار CN حوضه‌های آبگیر رشم

نام حوضه آبگیر	شاخص رواناب	شماره منحنی
تنگه	۷/۰	۷۰
زرشکی	۶/۸	۶۸
نیک	۷/۵	۷۵

با تعیین مقدار شماره منحنی میزان آب نفوذ کرده در حوضه به دست می‌آید و سپس با در دست داشتن مقدار بارندگی می‌توان ارتفاع رواناب را به دست آورد. حجم رواناب نیز با استفاده از مساحت هر حوضه و میزان بارش بدست می‌آید. لازم به ذکر است که هر چه شماره منحنی بزرگتر باشد پتانسیل تولید رواناب بیشتر می‌باشد. جدول(۴-۱۲) ارتفاع رواناب و حجم رواناب تعیین شده از روش (SCS) را نشان می‌دهد.

جدول ۴-۱۲) برآورد ارتفاع و حجم رواناب حوضه‌های مورد مطالعه

نام حوضه آبگیر	CN	ارتفاع رواناب (m)	حجم رواناب (m^3)
تنگه	۷۰	۰/۰۱۸	۵۹۵۸۰۰
زرشکی	۶۸	۰/۰۱۶	۳۹۲۰۰۰
نیک	۷۵	۰/۰۲۶	۵۶۸۰۰۰

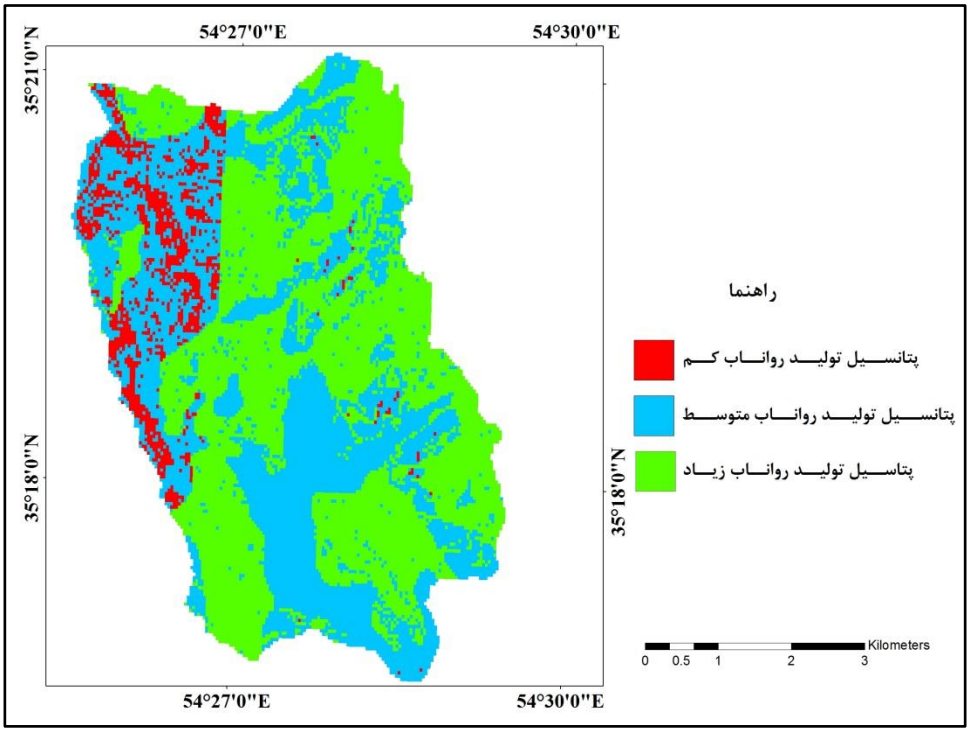
۴-۶- پهنه‌بندی پتانسیل تولید رواناب

به منظور برآورد پتانسیل تولید رواناب در بخش‌های مختلف حوضه‌های مورد بررسی لایه‌های اطلاعاتی تهیه شده در محیط نرم افزاری Arc GIS 10، پس از همپوشانی به صورت پهنه‌هایی با

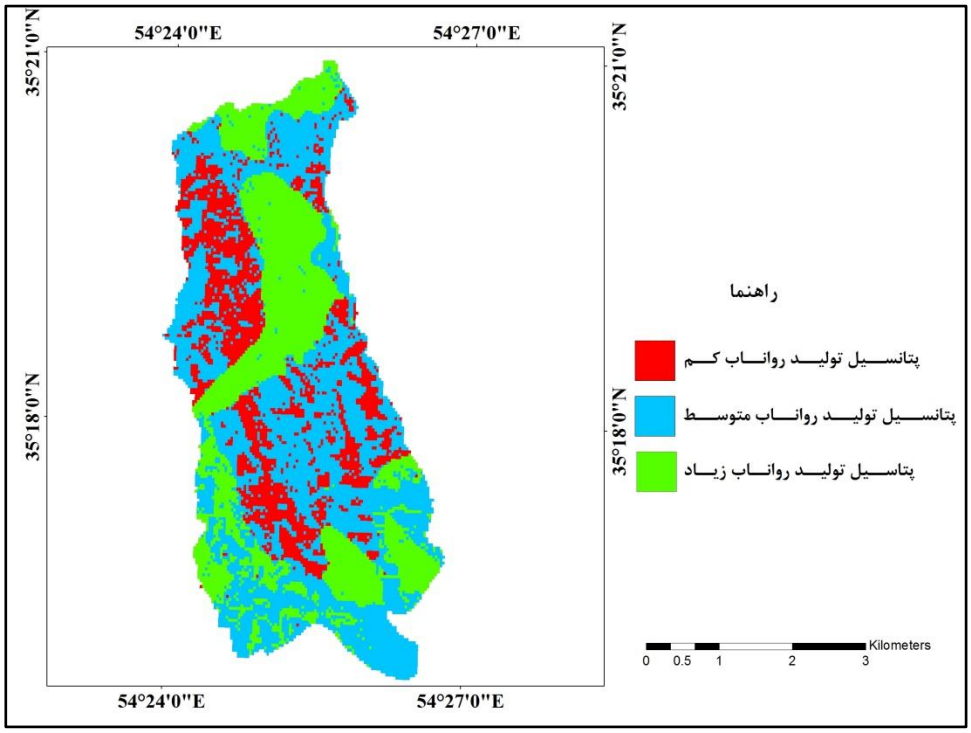
پتانسیل تولید رواناب مختلف، در سه رده کم، متوسط و زیاد قرار گرفتند (جدول۴-۱۳). به طوری که می‌توان گفت کمترین پتانسیل تولید رواناب بر میزان بارش کم، شیب خیلی کم، پوشش گیاهی متوسط و تراوایی زیاد سنگ‌ها دلالت دارد. در مقابل، مناطق فاقد پوشش گیاهی، شیب خیلی زیاد، میزان بارش زیاد و تراوایی خیلی کم، بیشترین پتانسیل تولید رواناب را به خود اختصاص داده‌اند. نقشه پهنه‌بندی پتانسیل تولید رواناب در حوضه‌های آبگیر تنگه، زرشکی و نیک به ترتیب درشکل‌های (۴-۱۴)، (۴-۱۵)، (۴-۱۶) ارائه شده است.

جدول ۴-۱۳) درصد مساحت حوضه برای پتانسیل تولید رواناب در رده‌های مختلف

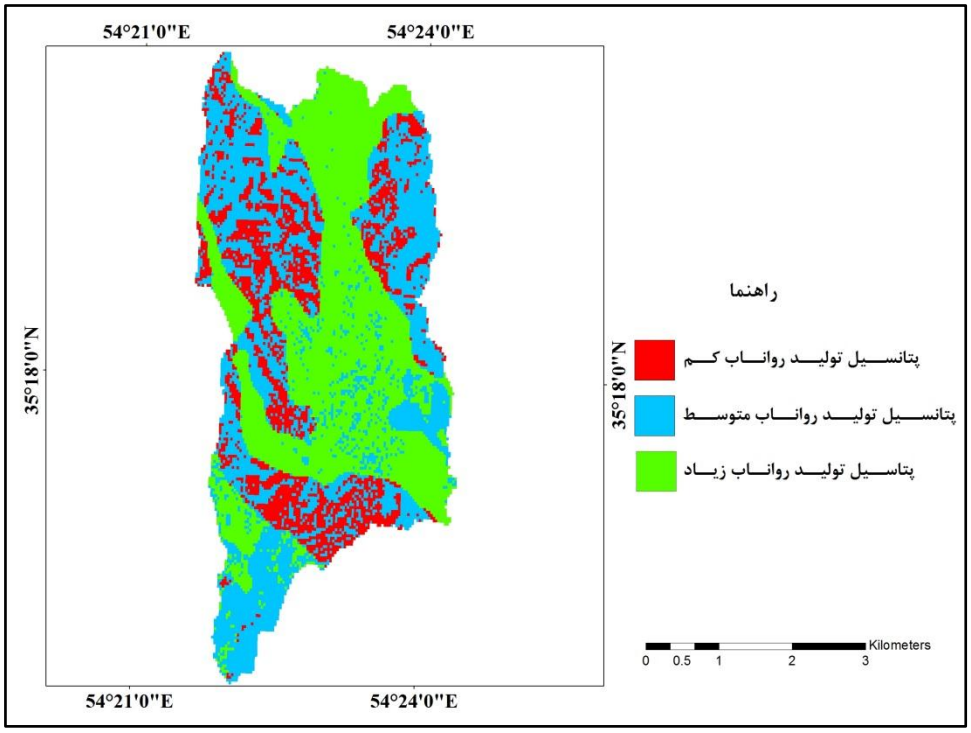
پتانسیل تولید رواناب (بر حسب درصد)	حوضه آبگیر		
	تنگه	زرشکی	نیک
کم	۱	۲۰	۱۸
متوسط	۴۴	۴۹	۴۱
زیاد	۵۵	۳۱	۴۱



شکل ۴-۱۷) پهنه‌بندی پتانسیل تولید رواناب در حوضه آبگیر تنگه



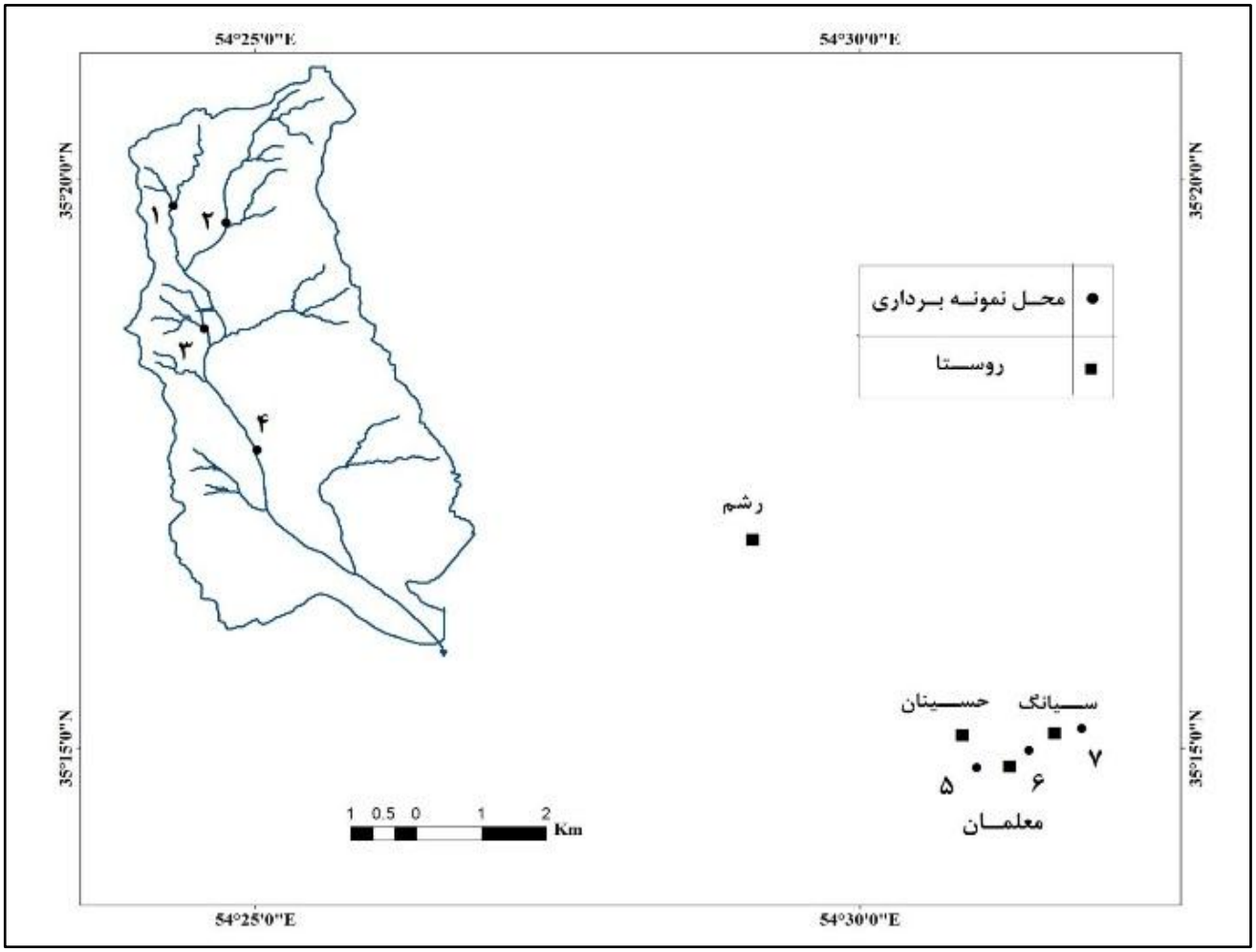
شکل ۴-۱۸) پهنه‌بندی شدت تولید رواناب در حوضه آبگیرزرشکی



شکل ۴-۱۹) پهنه‌بندی شدت تولید رواناب در حوضه آبگیر نیک

۴-۷- بررسی کیفی سیلاب در منطقه رشم

به منظور شناخت ویژگی‌های هیدروژئوشیمیایی سیلاب در حوضه‌های رشم از هفت نقطه منطقه مورد مطالعه در اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۳ نمونه‌برداری صورت گرفت (شکل ۴-۱۷). لازم به ذکر است که منظور از شماره نمونه‌های ۱، ۲، ۳و ۴ در جدول‌های (۴-۱۴)، و (۴-۱۵) به ترتیب نمونه‌های رودخانه‌های سنگوسیاه، میان‌کوه، سنگونگین و زرشکی می‌باشد که از قسمت بالادست منطقه گرفته شده‌اند و شماره نمونه‌های ۵، ۶ و ۷ نمونه‌های گرفته شده از غرب معلمان، معلمان-سیانگ و شرق سیانگ می‌باشد که در پایین‌دست منطقه واقع شده‌اند. مقدار هدایت الکتریکی و هم‌چنین مقادیر آنیون‌ها و کاتیون‌های اصلی آب شامل سولفات، کلر، بی‌کربنات، سدیم، منیزیم، کلسیم و پتاسیم در آزمایشگاه اندازه‌گیری شده‌اند و در جدول‌های (۴-۱۴) و (۴-۱۵) ارائه شده است.



شکل ۴-۲۰) مناطق نمونه‌گیری از سیلاب منطقه رشم

جدول ۴-۱۴) اطلاعات کیفی مربوط به حوضه‌های مورد بررسی

شماره نمونه	غلظت یون‌ها (بر حسب میلی‌گرم بر لیتر)						
	Ca	Mg	Na	K	HCO_3	SO_4	Cl
۱	۳۶	۱۲/۰	۱۰۳/۵	۱۴	۲۴۱	۴۶	۹۲
۲	۳۸	۱۱/۸	۱۰۳/۵	۱۴	۲۳۸	۵۳	۹۶
۳	۳۶	۱۱/۴	۹۸/۹	۱۵	۲۴۴	۴۸	۸۵
۴	۵۰	۱۲/۰	۱۱۰/۴	۱۵	۲۴۴	۵۳	۱۳۵
۵	۳۴	۷/۲	۶۳۲/۵	۱۷	۲۰۱	۳۵۵	۶۳۲
۶	۳۴	۱۰/۲	۴۹۲/۲	۱۶	۲۱۴	۲۵۴	۴۸۳
۷	۳۲	۱۰/۲	۳۴۹/۶	۱۴	۲۰۷	۲۱۱	۳۲۷

جدول ۴-۱۵) اطلاعات کیفی مربوط به حوضه‌های مورد بررسی

شماره نمونه	غلظت یون‌ها (بر حسب میلی‌اکی‌والان بر لیتر)							مقدار خطا (درصد)
	Ca	Mg	Na	K	HCO_3	SO_4	Cl	
۱	۱/۸	۱	۴/۵	۰/۳۶	۳/۹۵	۰/۹۵	۲/۶	۰/۵
۲	۱/۹	۰/۹۸	۴/۵	۰/۳۷	۳/۹	۱/۱	۲/۷	۰/۱
۳	۱/۸	۰/۹۵	۴/۳	۰/۳۸	۴	۱	۲/۴	۰/۱
۴	۲/۵	۱	۴/۸	۰/۳۹	۴	۱/۱	۳/۸	۰/۵
۵	۱/۷	۰/۶	۲۷/۵	۰/۴۳	۳/۳	۷/۴	۱۷/۸	۱/۴
۶	۱/۷	۰/۸۵	۲۱/۴	۰/۴۱	۳/۵	۵/۳	۱۳/۶	۲
۷	۱/۶	۰/۸۵	۱۵/۲	۰/۴۱	۳/۴	۴/۴	۹/۲	۱/۵

۴-۸- بررسی روند تغییرات هدایت الکتریکی

هدایت الکتریکی (EC) نشان‌دهنده توانایی یک سیال در عبور دادن انرژی الکتریکی از خود است. این پارامتر مهم نسبت مستقیم با مجموع غلظت تمام یون‌های موجود در آب (TDS) دارد. مقادیر هدایت الکتریکی و کل جامدات محلول نمونه‌های سیلاب، در جدول (۴-۱۶) ارائه شده است.

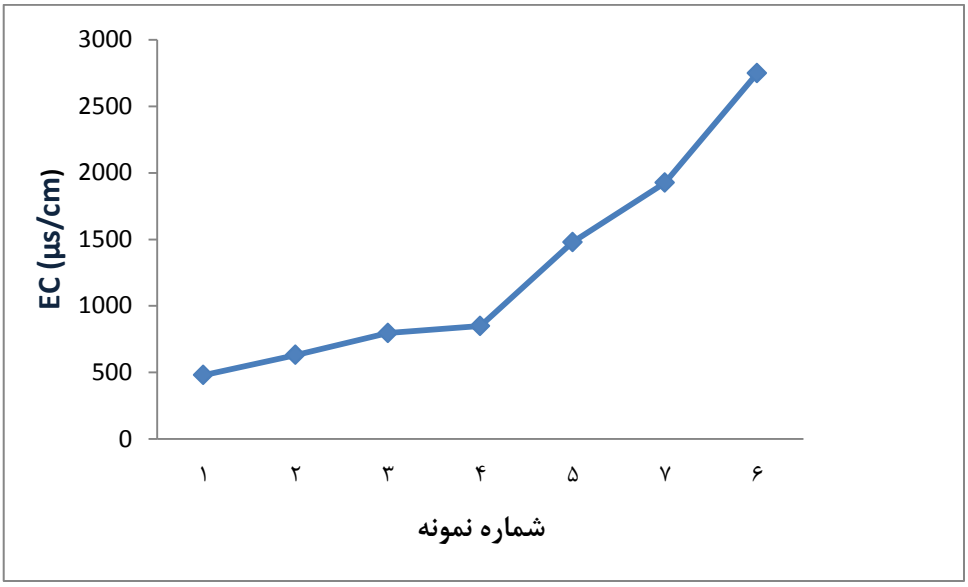
جدول ۴-۱۶) مقادیر EC و TDS نمونه‌های مورد مطالعه

نام نمونه	EC (µs/cm)	TDS (mg/l)	TDS/EC
رودخانه سنگوسیاه	۶۲۱	۵۴۴	۰/۸
رودخانه میانکوه	۷۹۶	۵۵۴	۰/۶
رودخانه سنگونگین	۶۳۱	۵۳۸	۰/۸
رودخانه زرشکی	۸۴۹	۶۱۹	۰/۷
غرب معلمان	۲۷۵۰	۱۸۷۸	۰/۶
معلمان-سیانگ	۱۹۲۵	۱۰۹۵	۰/۷
شرق سیانگ	۱۴۷۹	۱۱۵۲	۰/۷

برای محاسبه مقادیر TDS نمونه‌ها از معادله (۴-۷) استفاده شده است.

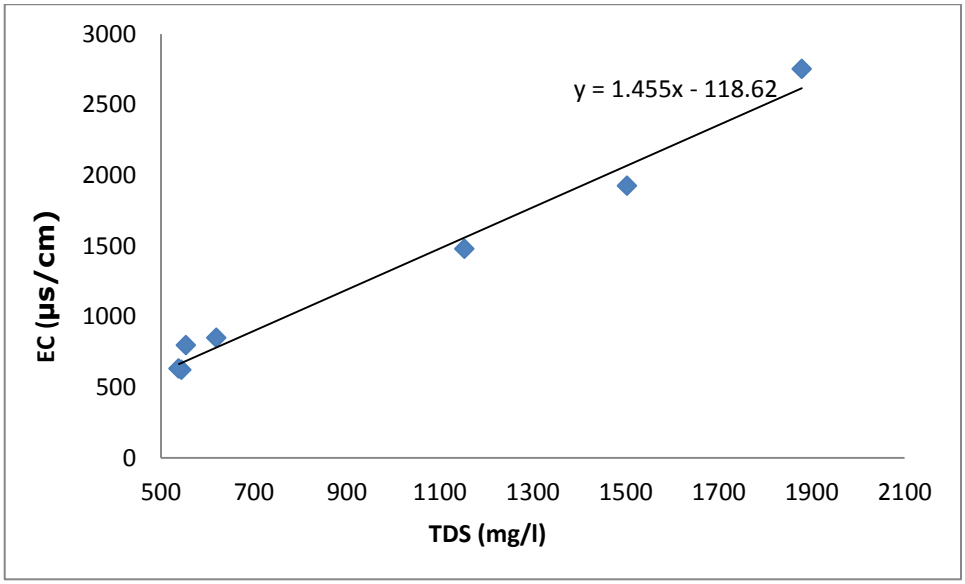
معادله (۴-۷) $TDS = Na+Ca+Mg+K+Cl+So4+NO3+HCO_3-0.51HCO3$

همانطور که در شکل (۴-۱۸) مشاهده می‌شود، میزان هدایت الکتریکی در نمونه‌های مورد مطالعه از بالادست به سمت پایین‌دست افزایش یافته است.



شکل ۴-۲۱) نمودار تغییرات هدایت الکتریکی نمونه‌های مورد مطالعه

با توجه به این‌که رابطه بین هدایت الکتریکی و کل جامدات محلول در نمونه‌های مختلف متفاوت می‌باشد، پس از بدست آوردن مقادیر TDS و EC نمونه‌ها، به‌منظور بررسی ارتباط این دو پارامتر با یکدیگر در نمونه‌های سیلاب منطقه رشم، نمودار ارتباط بین این دو پارامتر ترسیم و در شکل (۴-۱۹) ارائه گردید.



شکل ۴-۲۲) رابطه بین هدایت الکتریکی و کل جامدات محلول نمونه‌های مورد مطالعه

۴-۹- بررسی پارامترهای کیفی محاسبه شده

به منظور بررسی بیشتر کیفیت نمونه‌های سیلاب، برخی از پارامترهای مهم کیفی شامل شاخص‌های اشباع ژیپس و هالیت، سختی و ... محاسبه شده و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند.

الف- تعیین شاخص‌های اشباع ژیپس و هالیت در نمونه‌های سیل

جهت بررسی میزان اشباع بودن نمونه‌های سیلاب منطقه رشم نسبت به کانی‌های ژیپس و هالیت، از پارامتر شاخص اشباع استفاده شد. مقادیر شاخص‌های اشباع کانی‌های ژیپس و هالیت توسط نرم‌افزار PHREEQC تهیه و در جدول (۴-۱۷) ارائه شده است. همانطور که در این جدول مشاهده می‌شود، نمونه‌های مورد مطالعه نسبت به کانی‌های ذکر شده تحت اشباع می‌باشند. هم‌چنین ملاحظه می‌شود نمونه‌های سیلاب برداشته شده از سرشاخه‌ها (رودخانه سنگوسیاه، رودخانه سنگونگین، رودخانه میان‌کوه و رودخانه زرشکی) در مقایسه با نمونه‌های سیلاب در پایین‌دست حوضه (شرق سیانگ، غرب معلمان، معلمان- سیانگ) از نظر شاخص‌های اشباع ژیپس و هالیت منفی‌تر می‌باشند.

جدول ۴-۱۷) مقادیر شاخص اشباع ژیپس و هالیت در نمونه‌های مورد مطالعه

نام نمونه	شاخص اشباع ژیپس	شاخص اشباع هالیت
رودخانه سنگوسیاه	-۲/۲	-۶/۶
رودخانه سنگونگین	-۲/۱	-۶/۶
رودخانه میانکوه	-۲/۱	-۶/۶
رودخانه زرشکی	-۲/۰	-۶/۴
شرق سیانگ	-۱/۷	-۵/۵
غرب معلمان	-۱/۶	-۵/۰
معلمان-سیانگ	-۱/۷	-۵/۲

ب- بررسی میزان سختی نمونه‌های سیلاب

جهت مطالعه سختی نمونه‌های مورد مطالعه از معادله (۴-۸) سختی کل، که شامل سختی کربناته وسختی غیرکربناته می‌شود، استفاده شده است که در این معادله، مقادیر سختی کل و غلظت کاتیون‌های کلسیم و منیزیم بر حسب میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد.

معادله (۴-۸) $TH=2.5Ca+4.1Mg$

.مقدار سختی کل برای نمونه‌های سیلاب منطقه رشم محاسبه و در جدول (۴-۱۸) ارائه گردید.

جدول ۴-۱۸) مقادیر سختی نمونه‌های مورد مطالعه

نام نمونه	سختی کل (میلی گرم بر لیتر کربنات کلسیم)
رودخانه سنگوسیاه	۱۳۹/۲۷
رودخانه سنگونگین	۱۳۶/۸۰
رودخانه میان کوه	۱۴۳/۲۷
رودخانه زرشکی	۱۷۴/۲۳
شرق سینگ	۱۲۱/۸۷
غرب معلمان	۱۱۴/۵۲
معلمان- سیانگ	۱۲۶/۸۷

با توجه به جدول (۴-۱۸) ملاحظه می‌شود که سختی نمونه‌های سیلاب از حدود ۱۱۴ تا حدود ۱۳۹ میلی‌گرم بر لیتر کربنات کلسیم متغیر می‌باشند. به طور کلی با توجه به نتایج بدست آمده دو مطلب

قابل بیان است. اول این‌که در تمام نمونه‌ها سختی آب در گروه آب‌های نسبتاً سخت قرار می‌گیرد. دوم این‌که، مقدار سختی کل در نمونه‌های سیلاب مربوط به سرشاخه‌ها در مقایسه با نمونه‌های مربوط به پایین‌دست حوضه‌ها، به صورت نسبی بالاتر است که دلیل آن وجود لیتولوژی آهکی در بخش‌هایی از حوضه آبگیر سرشاخه‌ها می‌باشد.

ج- بررسی قلیائیت نمونه‌های سیلاب

توانایی آب برای خنثی کردن اسید را قلیائیت می‌گویند. قلیائیت آب‌های طبیعی ناشی از یون‌های کربنات و بی‌کربنات می‌باشد. در این تحقیق، به علت عدم وجود کربنات در نمونه‌های سیلاب، مقدار قلیائیت نمونه‌ها ناشی از یون بی‌کربنات می‌باشد. جدول (۴-۱۹) مقادیر قلیائیت نمونه‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

جدول ۴-۱۹) مقادیر قلیائیت نمونه‌های سیلاب

نام نمونه	قلیائیت (میلی‌گرم بر لیتر)
رودخانه سنگوسیاه	۲۴۰/۹
رودخانه میان کوه	۲۷۳/۹
رودخانه سنگونگین	۲۴۴
رودخانه زرشکی	۲۴۴
غرب معلمان	۲۰۱/۳
معلمان- سیانگ	۲۱۳/۵
شرق سیانگ	۲۰۷/۴

بررسی قلیائیت در نمونه‌های سیلاب بیانگر بالا بودن مقدار این پارامتر در نمونه‌های مربوط به سرشاخه‌ها (حدود ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر) نسبت به نمونه‌های پایین دست منطقه (حدود ۲۰۷ میلی‌گرم بر لیتر) می‌باشد که با توجه به ارتباط نزدیک این پارامتر با مقدار سختی نمونه‌ها، می‌توان دلیل آن‌را وجود لیتولوژی آهکی در بخش‌هایی از حوضه آبگیر سرشاخه‌ها دانست.

د- بررسی نسبت جذبی سدیم نمونه‌های سیلاب

نسبت جذبی سدیم (SAR) به عنوان یکی از معیارهای بررسی میزان سدیم آب می‌باشد و مقدار آن از معادله زیر بدست می‌آید.

معادله (۴- ۹)

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{Ca + Mg/2}}$$

در معادله فوق مقادیر تمام کاتیون‌ها بر حسب میلی‌اکی‌والان در لیتر می‌باشد. همانطور که در جدول (۴-۲۰) مشاهده می‌شود مقدار SAR در نمونه‌های پایین‌دست در مقایسه با نمونه‌های سیلاب مربوط به سرشاخه‌ها به شدت افزایش یافته است. به گونه‌ای که مقدار این پارامتر از حدود ۳ میلی‌اکی‌والان بر لیتر در نمونه‌های بالادست به حدود ۱۹ میلی‌اکی‌والان بر لیتر در نمونه‌های پایین‌دست تغییر کرده است. علت آن‌را می‌توان مجاورت با کویر در این ناحیه و تغییر جنس سنگ بستر منطقه دانست. طوری‌که منجر به شور شدن آب زیرزمینی این منطقه و تاثیرگذاری آن بر روی کیفیت آب سیلاب می‌شود. شور شدن خاک در اثر تبخیر بالا به همراه بافت دانه‌ریز آبرفتی در منطقه پایین‌دست، عامل دیگر بالا بودن میزان سدیم و شوری نمونه‌های در این منطقه می‌باشد.

جدول ۴-۲۰) مقادیر نسبت جذبی سدیم نمونه‌های مورد مطالعه

نام نمونه	نسبت جذبی سدیم (میلی اکی والان بر لیتر)
رودخانه سنگوسیاه	۳/۸
رودخانه میان کوه	۳/۷
رودخانه سنگونگین	۳/۶
رودخانه زرشکی	۳/۶
غرب معلمان	۲۴/۶
معلمان- سیانگ	۱۸/۹
شرق سیانگ	۱۳/۷

ه- بررسی درصد سدیم نمونه‌های سیلاب

یکی از مهمترین معیارهای کیفی در طبقه‌بندی آب از نظر کشاورزی میزان سدیم موجود در آب می‌باشد. این پارامتر با استفاده از معادله زیر به دست می‌آید:

$$\%Na = \frac{\mathrm{Na+K}}{\mathrm{Ca+Mg+Na+K}} \times 100$$ معادله (۴- ۱۰)

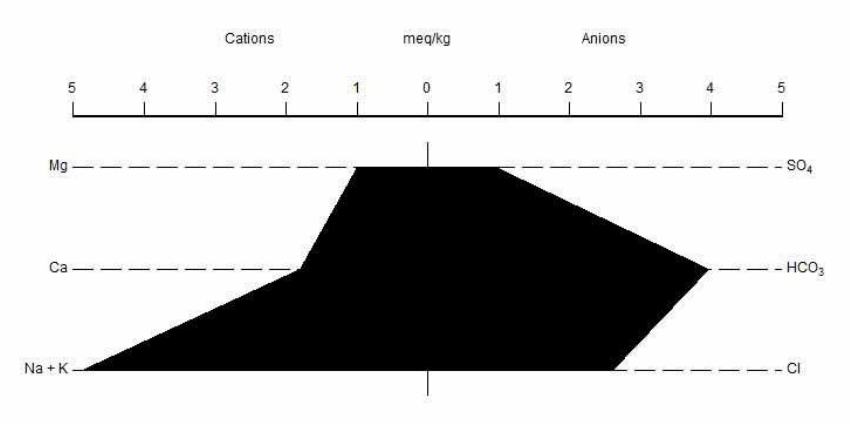
مقادیر کاتیون‌ها در معادله فوق بر حسب میلی‌اکی‌والانت بر لیتر می‌باشد. با توجه به مقادیر موجود در جدول (۴-۲۱) میانگین درصد سدیم محلول در نمونه‌های بالادست حدود ۶۲ میلی‌اکی‌والان بر لیتر و در نمونه‌های پایین‌دست حدود ۸۹ میلی‌اکی‌والان بر لیتر می‌باشد. افزایش میزان درصد سدیم محلول در نمونه‌های پایین‌دست، موجب نامناسب شدن آب در این ناحیه جهت مصارف کشاورزی شده است.

جدول ۴-۲۱) مقادیر درصد سدیم نمونه‌های مورد مطالعه

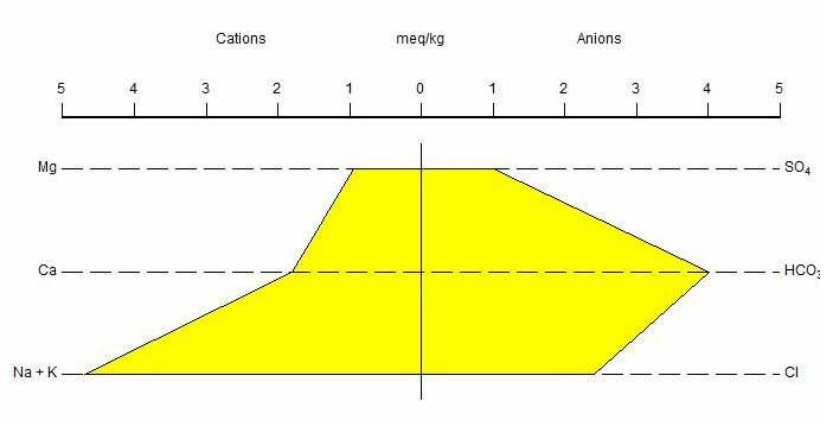
نام نمونه	درصد سدیم (میلی اکی والان بر لیتر)
رودخانه سنگوسیاه	۶۳/۴
رودخانه میان‌کوه	۶۲/۸
رودخانه سنگونگین	۶۲/۹
رودخانه زرشکی	۵۹/۷
غرب معلمان	۹۲/۳
معلمان- سیانگ	۸۹/۵
شرق سیانگ	۸۶/۴

۴-۱۰- بررسی تیپ نمونه‌های سیلاب

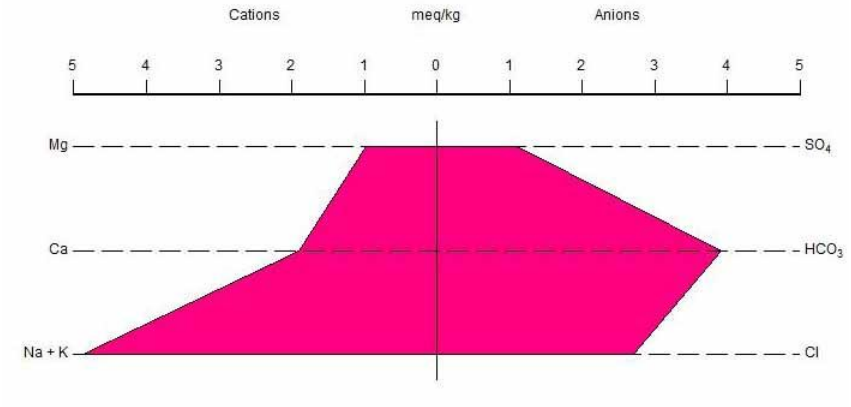
جهت بررسی تیپ آب نمونه‌های سیلاب از نمودار استیف استفاده شده است. در این نمودار، غلظت یون‌های اصلی بر حسب میلی اکی‌والان بر لیتر می‌باشد. الگوی این نمودار می‌تواند علاوه بر مشخص نمودن تیپ آب، در گروه‌بندی آب‌ها و مقایسه آن‌ها مورد استفاده قرار بگیرد. با توجه به نمودار استیف نمونه‌های سیلاب منطقه، ملاحظه می‌شود که تیپ آب در چهار نمونه مربوط به سرشاخه‌ها بی‌کربناته و در سه نمونه مربوط به پایین‌دست کلروره می‌باشد. هم‌چنین الگوی نمودار برای نمونه‌های مربوط به سرشاخه‌ها کم و بیش با هم یکسان می‌باشند که بیانگر شباهت غلظت‌ها و نسبت‌های یونی در این نمونه‌ها می‌باشد. در نمونه‌های پایین‌دست اگرچه الگوی نمودارها با نمونه‌های بالادست کاملاً متفاوت است ولی با یکدیگر نسبتاً مشابه هستند. شکل‌های (۴-۲۰) تا (۴-۲۶) نمودار استیف مربوط به نمونه‌های سیلاب حوضه‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهند.



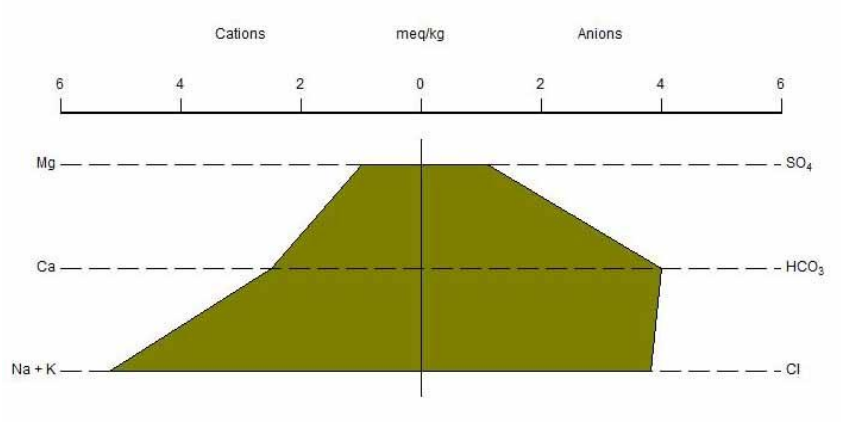
شکل ۴-۲۳) نمودار استیف مربوط به سیلاب سنگوسیاه



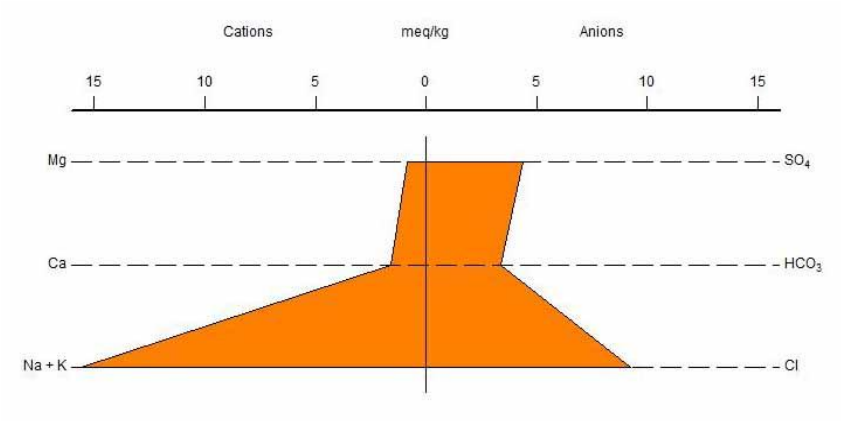
شکل ۴-۲۴) نمودار استیف مربوط به سیلاب رودخانه سنگونگین



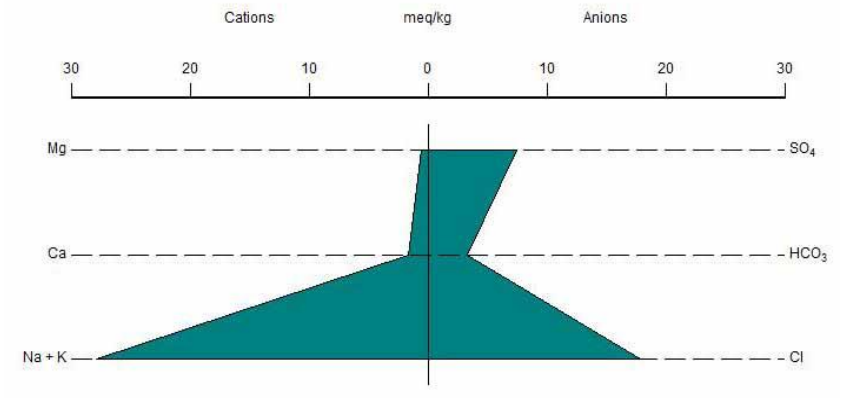
شکل ۴-۲۵) نمودار استیف مربوط به سیلاب رودخانه میان‌کوه



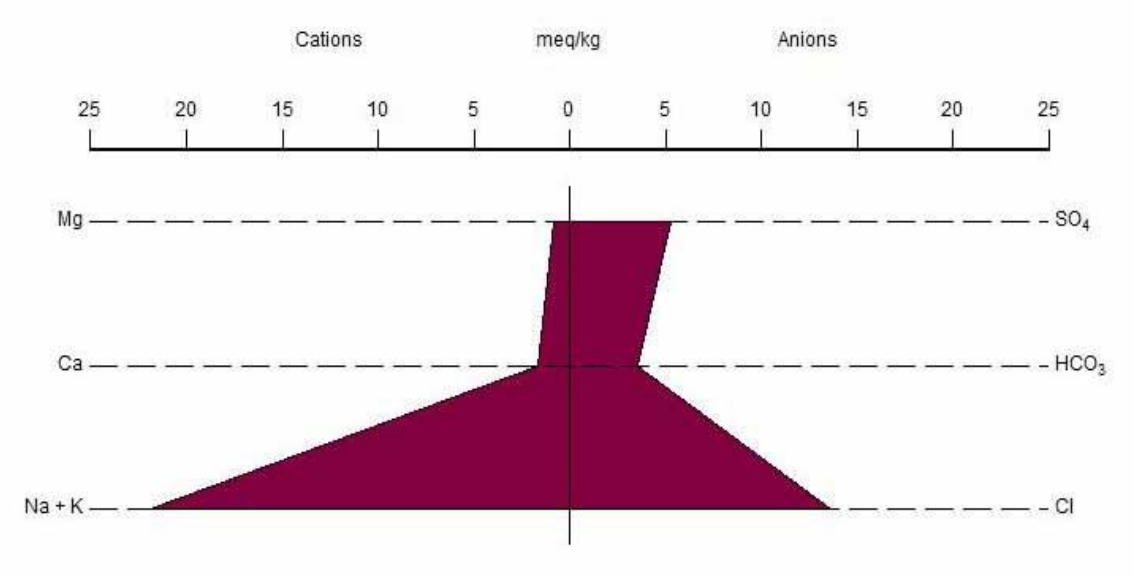
شکل ۴-۲۶) نمودار استیف مربوط به سیلاب رودخانه زرشکی



شکل ۴-۲۷) نمودار استیف مربوط به سیلاب شرق سیانگ



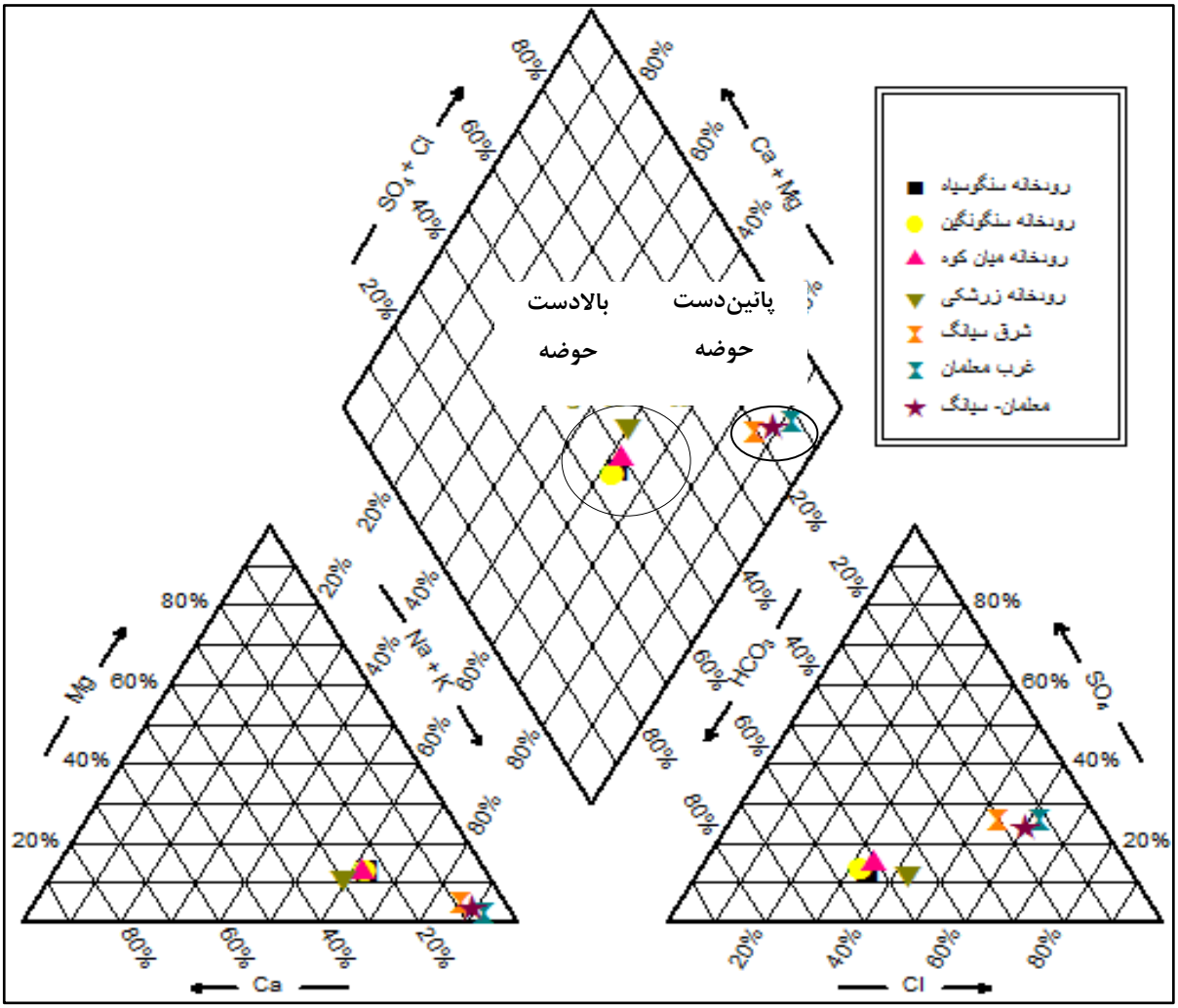
شکل ۴-۲۸) نمودار استیف مربوط به سیلاب غرب معلمان



شکل۴-۲۹) نمودار استیف مربوط به سیلاب معلمان- سیانگ

۴-۱۱- رسم نمودار پایپر نمونه‌های مورد مطالعه

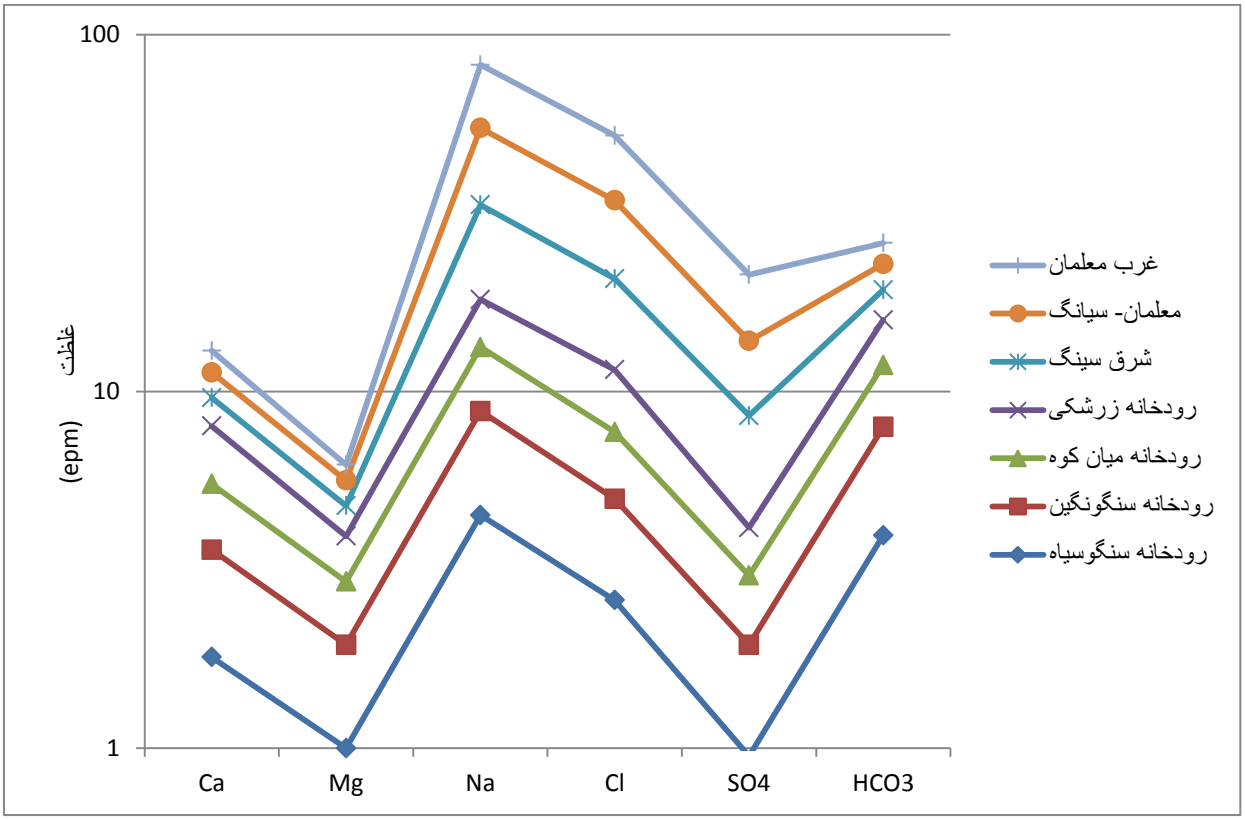
به منظور تعیین زون‌های غالب کاتیونی و آنیونی نمونه‌های سیلاب، نمودار پایپر نمونه‌ها ترسیم و در شکل (۴-۲۷) ارائه گردیده است. بر اساس این نمودار می‌توان نمونه‌ها را به دو تیپ کربناته (نمونه‌های گرفته شده از بالادست منطقه) و کلروره (نمونه‌های گرفته شده از پایین دست منطقه) تقسیم کرد. رخساره آب نیز در تمام منطقه از نوع سدیک می‌باشد. همانطور که شکل (۴-۲۷) نشان می‌دهد، نمونه‌های سیلاب مربوط به سرشاخه‌ها کاملاً از نمونه‌های سیلاب مربوط به پائین‌دست در نمودار پایپر جدا شده‌اند. به این ترتیب که در نمونه‌های سیلاب مربوط به سرشاخه‌ها تقریباً هیچ زون غالب کاتیونی و آنیونی وجود ندارد ولی در نمونه‌های مربوط به سیلاب در پایین‌دست حوضه‌ها، غلبه با اسیدهای قوی و عناصر قلیایی می‌باشد. هم‌چنین با توجه به نمودار پایپر نمونه‌های مورد مطالعه، ملاحظه می‌شود که از نمونه‌های بالادست به سمت نمونه‌های پایین‌دست یک تکامل هیدروژئوشیمیایی صورت گرفته است.



شکل ۴-۳۰) نمودار پایپر نمونه‌های سیلاب حوضه‌های رشم

۴-۱۲- روند تغییرات یونی در نمونه‌های مختلف

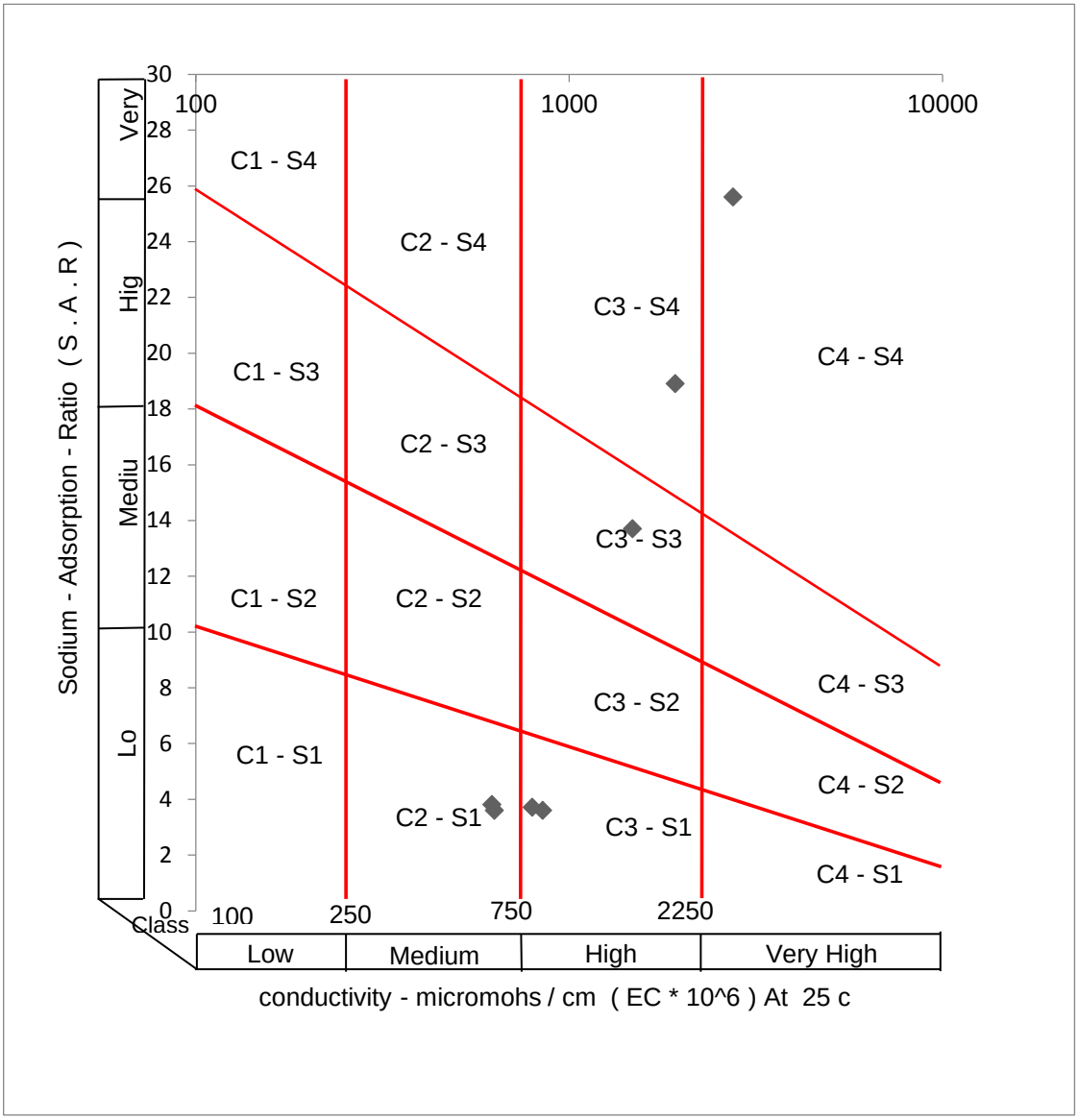
به منظور بررسی روند تغییرات غلظت یون‌های اصلی برای نمونه‌های مختلف از نمودار نیمه‌لگاریتمی شولر استفاده شده است. لگاریتمی بودن محور عمودی این نمودار این امکان را فراهم می‌کند که غلظت‌های بسیار متفاوت یون‌های مختلف را در کنار هم بتوان مقایسه نمود. شکل (۴-۲۸) موقعیت نمونه‌های آب مورد مطالعه را در نمودار نیمه‌لگاریتمی شولر نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود روند منحنی غلظت یون‌ها برای تمام نمونه‌ها تقریباً یکسان بوده که بیانگر یکسان بودن منشاء آن‌ها می‌باشد.



شکل ۴-۳۱) نمودار نیمه لگاریتمی شولر مربوط به نمونه‌های سیلاب

۴-۱۳- بررسی کیفیت آب برای مصارف کشاورزی

آب آبیاری بر اساس دو معیار SAR (خطر سدیم) و هدایت الکتریکی (خطر شوری) به ۱۶ رده تقسیم‌بندی می‌شود. بر اساس این تقسیم‌بندی، آب‌های رده C1S1 بهترین و آب‌های رده C4S4 بدترین آب‌ها هستند. به منظور بررسی کیفیت نمونه‌های سیلاب منطقه رشم برای مصارف کشاورزی، نمودار ویلکوکس این نمونه‌ها ترسیم و در شکل (۴-۲۹) ارائه گردیده است. بر اساس این نمودار، نیمی از نمونه‌های بالادست در رده C2-S1 و نیمی از آن‌ها در رده C3-S1 قرار گرفتند که این مطلب بیانگر مناسب بودن آب سیلاب در ناحیه بالادست برای کشاورزی می‌باشد.



شکل ۴-۳۲) نمودار ویلکوکس نمونه‌های سیلاب حوضه‌های آبگیر رشم

فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این بخش ابتدا مهم‌ترین نتایج بدست آمده از این تحقیق ارائه می‌شود و در ادامه پیشنهادهایی جهت انجام مطالعات بیشتر در منطقه مورد نظر ارائه خواهد شد.

۴-۱۴- نتایج بدست آمده از مطالعات کمی و کیفی سیلاب در منطقه رشم

مهم‌ترین نتایجی که از انجام بررسی‌های کمی و کیفی سیلاب در منطقه رشم بدست آمده است به شرح زیر می‌باشند:

الف- برآورد شماره منحنی برای حوضه‌های مورد مطالعه

جهت برآورد شماره منحنی حوضه‌های مورد مطالعه، با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS 10 برای هر حوضه به طور جداگانه نقشه‌های شیب، لیتولوژی، پوشش‌گیاهی و بارندگی تهیه گردید و مناطق مختلف در هر کدام از این نقشه‌ها امتیازدهی شدند. پس از تعیین مساحت مناطق ذکر شده لایه‌های اطلاعاتی وزن‌دهی شده و شاخص رواناب حوضه‌ها با توجه به امتیاز، مساحت و وزن هر لایه محاسبه گردید. در نهایت، با استفاده از مقادیر شاخص رواناب بدست آمده مقادیر شماره منحنی برای هر حوضه محاسبه شد. به این ترتیب که شماره منحنی برای حوضه‌های تنگه، زرشکی و نیک به ترتیب ۷۰، ۶۸ و ۷۵ برآورد شده است.

با توجه به اعداد بدست آمده برای حوضه‌های مورد مطالعه، ملاحظه می‌شود که مقدار شماره منحنی در حوضه نیک بالاترین و در حوضه زرشکی کمترین است.

ب- برآورد حجم رواناب در حوضه‌های مورد نظر

با توجه به برآورد مقادیر شماره منحنی،حجم رواناب با استفاده از روش SCS و مساحت هر حوضه محاسبه شد. مقادیر حجم رواناب برای حوضه‌های تنگه، زرشکی و نیک به ترتیب برابر ۵۹۵۸۰۰، ۳۹۲۰۰۰، ۵۶۸۰۰۰ متر مکعب برآورد گردیده است. از میان حوضه‌های نامبرده حوضه تنگه بالاترین میزان رواناب تولیدی را به خود اختصاص داده است. علت آن‌را می‌توان مساحت بیشتر این حوضه نسبت به حوضه‌های دیگر دانست. هم‌چنین لیتولوژی در بخش اعظم این حوضه از تروایی کم تا خیلی‌کم برخوردار بوده که می‌تواند بر میزان حجم رواناب تولیدی حوضه تاثیر مثبت داشته باشد.

ج- تهیه نقشه پهنه‌بندی شدت ایجاد رواناب

با توجه به این‌که مناطق مختلف حوضه‌های مورد مطالعه از لحاظ پتانسیل تولید رواناب یکسان نمی‌باشند و به منظور ارزیابی نقش مناطق مختلف در تولید رواناب، در این تحقیق اقدام به تهیه نقشه پهنه‌بندی رواناب گردید. همانطور که در فصل چهارم بیان شد حوضه‌های مورد مطالعه از لحاظ پتانسیل تولید کنندگی رواناب بین اعدد ۲ تا ۸ قرار گرفتند. مناطق دارای امتیاز ۲ کمترین پتانسیل تولید رواناب و مناطق با امتیاز ۸ دارای بیش‌ترین پتانسیل تولید رواناب می‌باشند. براساس محاسبات انجام گرفته حدود ۱ درصد از مناطق حوضه تنگه از لحاظ پتانیسیل تولید رواناب در محدوده کم، ۴۴ درصد در محدوده متوسط و ۵۵ درصد در محدوه زیاد قرار گرفته است. این مقادیر در حوضه زرشکی به حدود ۲۰ درصد مناطق در محدوه کم، ۴۹ درصد در محدوده متوسط و ۳۱ درصد در محدوده زیاد تغییر کرده است. بررسی پهنه‌بندی شدت ایجاد رواناب در حوضه نیک نیز حدود ۱۸ درصد ازمناطق

را درمحدوده کم، ۴۱ درصد را در محدوده متوسط و ۴۱ درصد را در محدوده زیاد جای داد. با توجه با اعداد ذکر شده، درصد مناطق با تولیدکنندگی رواناب زیاد در حوضه تنگه از سایر حوضه‌ها بیشتر می‌باشد که می‌تواند بر حجم رواناب تولید شده از این حوضه تاثیرگذار باشد.

د- ارزیابی کیفی سیلاب در منطقه

براساس بررسی‌های بعمل آمده آب سیلاب حوضه‌های رشم، از لحاظ کیفی در قسمت بالادست و پایین‌دست منطقه متفاوت می‌باشد. نمودار پایپر و استیف، تیپ آب را در نمونه‌های بالادست بی‌کربناته و در قسمت پایین‌دست کلروره نشان داده‌اند که با توجه به روند یکسان منحنی غلظت یون‌ها برای تمام نمونه‌ها در نمودار شولر، می‌توان منشأ یکسانی را برای تمام نمونه‌ها در نظر گرفت و این تفاوت را ناشی از تغییرات لیتولوژیکی دانست. بررسی مقادیر هدایت الکتریکی، نسبت جذبی سدیم، درصد سدیم، سختی و قلیائیت نمونه‌ها، تفاوت مقادیر مذکور را در نمونه‌های بالادست و پایین‌دست به خوبی نشان می‌دهد. متوسط هدایت الکتریکی در نمونه‌های بالادست حدود ۶۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر می‌باشد و این مقدار در نمونه‌های پایین‌دست به حدود ۲۰۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر افزایش یافته است. میزان سدیم نمونه‌ها نیز از بالادست به سمت پایین‌دست از روند افزایشی برخوردار بوده طوری‌که میانگین نسبت جذبی سدیم و درصد سدیم در نمونه‌های بالادست به ترتیب برابر ۳ و ۶۲ میلی‌اکی‌والان بر لیتر و در نمونه‌های پایین‌دست این مقادیر به ترتیب به ۱۸ و ۸۹ میلی‌اکی‌والان بر لیتر افزایش یافته است. این در حالی است که سختی و قلیائیت در نمونه‌های بالادست منطقه به ترتیب برابر با ۱۴۸ و ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد و این مقادیر در نمونه‌های پایین‌دست به ترتیب به مقادیر ۱۲۰ و ۲۰۷ میلی‌گرم بر لیتر کاهش یافته است.

۴-۱۵- پیشنهادهایی برای دقیق‌تر شدن مطالعات کمی و کیفی سیلاب در منطقه

به علت قرار گرفتن منطقه رشم در اقلیم کویری، سیلاب در این منطقه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و می‌تواند بعنوان یک منبع آبی باارزش محسوب شود. با توجه به عدم وجود ایستگاه هیدرومتری در منطقه مورد مطالعه و اهمیت داده‌های بارندگی و دبی جهت برآورد کمیت و کیفیت سیلاب و به منظور جلوگیری از هدررفت سیلاب و کاهش اثرات سوء آن، پیشنهادهایی جهت افزایش دقت و سهولت مطالعات انجام شده ارائه می‌گردد:

- نصب اشل در خروجی حوضه‌های مورد مطالعه و اندازه‌گیری ساعتی دبی سیلاب در مواقع سیلابی

- اندازه‌گیری کیفیت سیلاب در بارش‌های مختلف (سیلاب‌های مختلف)

- نصب چند باران‌سنج در نواحی مختلف منطقه مورد مطالعه جهت در دسترس بودن اطلاعات بارندگی حوضه‌ها

منابع مورد استفاده

الهی‌گل ع. (**۱۳۸۵**). " بررسی اثر تغییرات دما و بارش بر روی رواناب حوضه آبریز امامه (استان تهران)".

اروجی ب.، مقدس‌صدقیانی ت.، دهقان‌تنها م.، قلیچ‌پور ح. (**۱۳۸۹**) "بررسی اثرات فعالیتهای کشاورزی بر کمیت و کیفیت آب زیرزمینی دشت نجف آباد اصفهان"، همایش ملی آب با رویکرد آب پاک.

آدینه‌خراط ن. (**۱۳۹۰**). " ارزیابی تلفیقی کمیت و کیفیت منابع آب‌های زیرزمینی دشت‌های مرکزی استان فارس با استفاده از زمین آمار" ، پنجمین کنفرانس ملی انجمن مهندسی محیط زیست ایران.

اداره کل منابع طبیعی استان سمنان، (**۱۳۹۲**). "مطالعات تفضیلی- اجرایی حوضه آبگیر رشم معلمان دامغان، **۸۰ صفحه**.

پرهمت ر.، پرهمت ج.، ناصری ح.، (**۱۳۹۱**). " بررسی آستانه رواناب در زمین‌های کارستی (مطالعه موردی: حوضه کارستی دلی بجک سپیدار)" ، **مجله علوم و مهندسی آبخیزداری ایران**.

توحیدی‌فر ف. و کرمی غ. (**۱۳۹۳**). "ارزیابی منابع آب‌زیرزمینی منطقه معلمان، دامغان"، همایش کاربرد کامپیوتر در علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی کشور

جعفری ف. و رضایی م. (**۱۳۸۹**). " ارزیابی هیدروژئوشیمیایی آبخوان آبرفتی دشت قوچان شیروان. نخستین همایش ملی پژوهش‌های کاربردی منابع آب ایران.

دانائیان م.، رحیمی‌زارچی ع.، دانائی ر. (**۱۳۸۴**). " تحلیلی بر عملکرد سیستم پخش سیلاب در کمیت و کیفیت آب قنوات هرات" . کنفرانس بین المللی قنات، کرمان.

دانشبد ی. و ناصری م. (**۱۳۸۹**). "بررسی روابط موجود زمان تمرکز و عوامل موثر بر آن در حوضه‌های

شهری".

رحیمی ز. و کرمی غ. (**۱۳۹۰**). " ارزیابی سیل‌خیزی حوضه‌های کوهستانی غرب ترود". چهارمین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران، دانشگاه صنعتی امیر کبیر، تهران.

رستگاری ش.، بارانی ح.، دریجانی ع.، قربانی ج.، قربانی م. (**۱۳۹۳**). " مقایسهٔ میزان هدررفت خاک و رسوب برخی سازندهای زمین شناسی در گرادیان های پوشش گیاهی با استفاده از شبیه ساز باران (مطالعهٔ موردی: مراتع ییلاقی بلده نور استان مازندران)" **مجله منابع طبیعی ایران**، دوره ۶۷، شماره **۱، ص ۳۱- ۴۴.**

رهنما ف. و خلجی م. (**۱۳۸۲**). " تاثیر طرح‌های پخش سیلاب و تغذیه مصنوعی باغسرخ و امین‌آباد شهرضا بر روی کمیت و کیفیت آب‌های زیرزمینی دشت شهرضای جنوبی". سومین همایش آبخواندار‌ی، ارومیه.

شرکت آب منطقه‌ای سمنان، (**۱۳۸۹**). " مطالعات شناسایی منابع آب زیرزمینی محدوده مطالعاتی کویر مرکزی"، وزارت نیرو، **۵۸۱** صفحه.

شکل‌آبادی م.، خادمی ح.، چرخابی ا. (**۱۳۸۲**). " تولید رواناب و رسوب در خاک‌های با مواد مادری متفاوت در حوضه آبخیز گل‌آباد اردستان". **مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی**، سال هفتم، شماره دوم.

شیخ‌ربیعی م.، فیض‌نیا س.، پیروان ح. (**۱۳۸۹**). " بررسی رواناب و تلفات خاک در واحدهای کاری حوضه آبخیز هیو، مقایسه در مقیاس شبیه ساز باران". سال بیستم، شماره ۸۰ ، **صفحه ۵۷ تا ۶۲**.

صفاری ا.، قنواتی ع.، بهشتی‌جاوید ا.، حسینی ه. (**۱۳۹۲**). " برآورد و پهنه‌بندی رواناب ناشی از بارش‌های حداکثر ۲۴ ساعته با استفاده از روش SCS- CN (حوضه سد یامچی اردبیل)". **فصلنامه بین‌المللی انجمن جغرافیای ایران**، سال یازدهم، شماره ۳۸.

عبدی‌نژاد پ.، فیض‌نیا س.، پیروان ح.، فیاضی ف.، طباخ‌شعبانی ا. (**۱۳۹۰**). " ارزیابی میزان تولید رواناب در واحدهای مارنی سازندهای زمین شناسی استان زنجان با استفاده از دستگاه بارا ن‌ساز". **مجله علوم و مهندسی آبخیزداری ایران**، سال پنجم، شماره ۱۷.

علیزاده ا. (**۱۳۸۹**)، " **اصول هیدرولوژی کاربردی**". چاپ هفدهم، انتشارات آستان قدس رضوی، **۳۵۷ صفحه.**

فیض‌نیا س. (**۱۳۷۴**)، " مقاومت سنگ‌ها در مقابل فرسایش در اقالیم مختلف ایران". **مجله منابع طبیعی**، شماره۴۷، **صفحات ۹۵-۱۱۶.**

فیض‌نیا س.، شریفی ف.، زارع م. (**۱۳۸۲**)، حساسیت سازندها به فرسایش در حوزه آبحیز چنداب ورامین، **فصلنامه پژوهش و سازندگی**، سال شانزدهم، شماره ۶۱.

کرمی غ. (**۱۳۷۵**)، " بررسی سیلاب‌ها و منابع آب زیرزمینی در منطقه بیابانی احمدآباد خارتوارن (شاهرود).

کرمی غ. (**۱۳۸۶**)، گزارش طرح تحقیقاتی مکانیابی محل مناسب دفن پسماندهای ویژه در استان گلستان، سازمان حفاظت محیط‌زیست کشور.

کمالی ک. و کیاحیرتی ج. (**۱۳۸۶**)، " بررسی تغییرات خصوصیات خاک در ایستگاه‌های پخش سیلاب با نگاهی بر تحقیقات انجام شده پیشین".

مهدوی م. (**۱۳۷۱**)، " هیدرولوژی کاربردی"انتشارات دانشگاه تهران، **۳۹۸ صفحه.**

ناصری ح.، کی‌همایون ز.، نخعی م. (**۱۳۹۰**)، " تأثیر عوامل طبیعی و انسانی بر کیفیت منابع آب دشت لنجانات اصفهان". سال بیست و دوم، شماره ۸۵ ، صفحه **۱۷۳** تا **۱۸۶**.

نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ ترود، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

واعظی ع.، بهرامی ح.، صادقی س.، مهدیان م. (**۱۳۸۷**). " تغییرات مکانی رواناب در بخشی از خاک‌های آهکی ناحیه نیمه‌خشک در شمال غربی ایران". **مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی** جلد پانزدهم، شماره پنجم.

هوشمندزاده ع.، علوی نائینی م.، حقی‌پور ع. (**۱۳۵۷**)، "تحول پدیده‌های زمین‌شناسی ناحیه ترود". سازمان تحقیقات زمین‌شناسی و معدنی کشور.

Bastawesy M. and Ghamdi K. (**2013**) " Assessment and Management of the Flash Floods in Al Qaseem Area, Kingdom of Saudi Arabia" .**International Journal of Water Resources and Arid Environments** vol 2(3):pp **146-157**.

Bo X., Qing-Hai W., Jun F., Feng-Peng H., Quan-Hou D., (**2011**) " Application of the SCS-CN Model to Runoff Estimation in a Small Watershed with High Spatial Heterogeneity" **Published by Elsevier B.V. and Science Press** vol 32 pp**1315.**

Cerda A. (**1999**) " Parent material and vegetation effection soil erosion in eastern spain, **soil Sci. Soc. Am. J.** vol 63, pp **362-368.**

Cerda A. (**2001**) "Effect of rock fragment cover on soil infiltration , interrill run off and erosion" , **Eropean journal of soil science**,vol 51 pp **54-68.**

Chiew F.H.S., Whetton P.H., McMahon T.A., Pittock A.B., (**1995**) " Simulation of the impacts of climate change on runoff and soil moisture in Australian catchments**" Journal o f Hydrology** vol 167, pp **121 – 147.**

El-Hames A.S. (**2012**) "An empirical method for peak discharge prediction in ungauged arid and semi-arid region catchments based on morphological parameters and SCS curve number**" Journal of Hydrology** pp.456–457 pp.**94–100**.

Ghazavi R., Vali A. B.. Eslamian S., (**2012**) " Impact of Flood Spreading on Groundwater Level Variation and Groundwater Quality in an Arid Environment" Water Resour Manage, vol **26**:pp.**1651–1663**

Imeson A.C., Prinsen H.A.M., (**2004**) " Vegetation patterns as biological indicators for identifying runoff and sediment source and sink areas for semi-arid landscapes in Spain" **Agriculture, Ecosystems and Environment** , vol, 104 . pp. **333–342**.

Inayathulla M., Paul J., Vjjay kumar H., (**2013**) " SCS and GIS based Run off estimation for jakkur lake catchment of Bangalore , Karnataka" International **Journal of Civil Engineering** (IJCE) , Vol. 2, pp, **13-20**.

Khaldoon A. (**2011**) " Floods As Water Resource and As a Hazard in Arid Regions:a Case Study in Southern Jordan" **Jordan Journal of Civil Engineering**, Vol 5, pp.**10-16.**

K Singh A., B Sharma S., O Jain A., (**2011**) " Mapping and Prediction of Surface Run-off using SCS-CN Method" Geomatics National Conference on “Impact of Climate

Chang with Special Emphasis on Desertification", **Ajmer, India**, vol, 3-5. pp.**12-19.**

Lana-Renault N., Latron J., Karssenberg D., Serrano-Muela P., Regüés D., Bierkens M.F.P., (**2011**) " Differences in stream flow in relation to changes in land cover: A comparative study in two sub-Mediterranean mountain catchments" **Journal of Hydrology** vol 411, pp, **366–378**.

Meijerink A.M.J. (**1985**) " Estimates of peak Run off from hilly terrain with varied lithology" **Journal of Hydrology**, vol, 77 ,pp.**227—236.**

Subyani A. (**2009**) "Hydrologic behavior and flood probability for selected arid basins in Makkah area, western Saudi Arabia" **Arab J Geosci**, DOI 10.1007/s12517-009-0098.

Wei W., Chen L., Fu B., Huang Z., Wu D., (**2007**) " The effect of land uses and rainfall regimes on runoff and soil erosion in the semi-arid loess hilly area, China" **Journal of Hydrology** , vol. 335, pp. **247– 258**.

Wei W., Jia F., Yang L., Chen L., Zhang H., Yu Y. (**2014**), "Effects of surficial condition and rainfall intensity on runoff in a loess hilly area, China" **Journal of Hydrology** vol 513. pp.. **115–126.**

Abstract:

The study area, is a desert with arid climate. It is located in Semnan province at 110 km to the south of Damghan. Due to limited water resources and also flood occurring each year in the region, this research is aimed to flood quantitative and qualitative investigations. Also, according to field studies and satellite imagery, the study area devided to three catchment basins, namely Tange, Zereshki and Niak basins. In present study in order to evaluate and estimate the quantity of flood in the basin slope, lithology, vegetation and rainfall data layers , were produced in Arc Gis 10 software, and Runoff coefficients in each basin were determined. Thus, the amount of Runoff coefficients for the of the Tange, Zereshki and Niak basins were calculated as 7, 6.8, 7.5 respectively. Also by using SCS method and knowing basin area, the volume of runoff for the Tange, Zereshki and Niak sub basins were estimated at 595,800, 392,000 and 568,000 cubic, respectively. Also, in order to determine the potential of runoff producing in different parts of the study basins, flood maps were prepared and assessed. for the catchment area of Tange, in about 1% of basin area, the runoff potential is low, 44% moderate and 55% of the area is high. for the Zereshki basin, area with low level potential runoff in is approximately 20%, 49% moderate and 31% of the catchment basin is categorized as high level. the Niak basin,area with low level potential runoff in the basin is approximately 20% of the basin area, 49% moderate and 31% of the catchment basin is classified as high level. In order to assess the quality of the flood, in May 2014 seven stations were sampled. Anions and cations amounts of water including sulfate, chloride, bicarbonate, sodium, magnesium, calcium and potassium were measured in the laboratory and quality diagrams were drawn. Stiff and Piper diagrams show that the type of water is bicarbonate in the basins upstream and chloride in downstream. According to Schuler diagram, the source of main cations and anions is the same to the extent that can be considered almost identical.

Keyword: Runoff, catchment basins, arid and semi-arid region, quantitative and qualitative of flood, Reshm

Shahrood University
Faculty of Earth Sciences

Quantitative and qualitative analysis of the flood in the reshm region, Damghan

Homa Safipour

Supervisor
Dr. Gh. Karami

February 2015