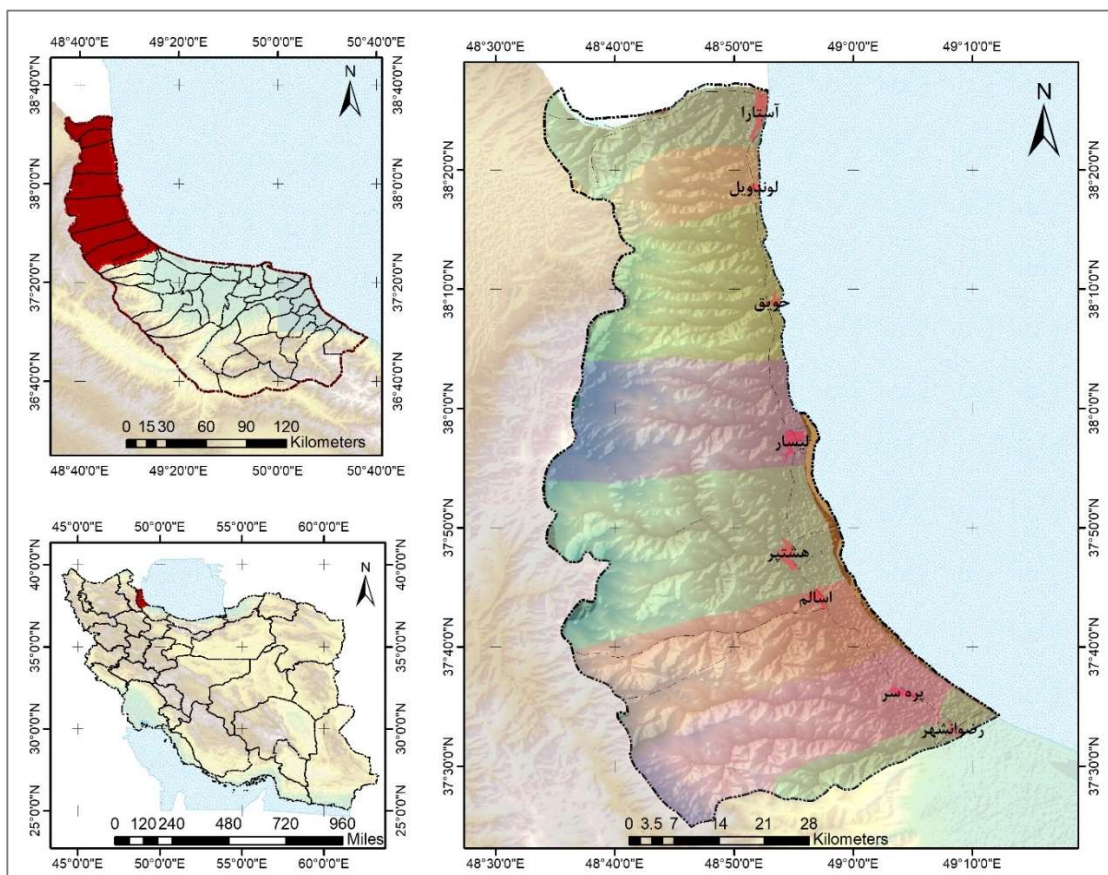


آستارا و بخش عمده‌ای از شهرستان هشتپر از استان گیلان را می‌پوشاند. وسعت بسیار کوچکی از این زیر حوضه در محدوده شهرستان‌های اردبیل و خلخال از استان آذربایجان شرقی واقع است و دو مرکز شهرستان (آستارا و هشتپر، از استان گیلان) و در مجموع چهار کانون شهری در این زیر حوضه وجود دارد.

حوزه تالش بین مختصات جغرافیائی ۴۸،۳۰ و ۴۹،۱۰ درجه طول شرقی و ۳۷،۳۰ تا ۳۸،۳۰ عرض شمالی واقع شده است. مساحت آن ۳۲۳۲ کیلومتر مربع است که ۲۷۳۲ کیلومتر مربع آن را مناطق کوهستانی و ۵۰۰ کیلومتر مربع آن را کوهپایه و دشت تشکیل می‌دهد. بخشی از این حوزه در امتداد ساحل دریای خزر قرار گرفته، از سمت شمال با آستاراچای (مرز شوروی)، از غرب به حوزه‌های ارس و سفیدرود، از جنوب به حوزه مرداب انزلی و از شرق به دریاچه خزر محدود است. شکل ۱-۳ موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه را نمایش می‌دهد.



شکل (۱-۳) نقشه موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه

در این پژوهش با استفاده از پژوهش‌هایی که پیش از این در زمینه سیل‌خیزی یک ناحیه انجام شده، پارامترهای ارتفاع، مقدار شیب، انباشت جریان، رطوبت خاک، پوشش سطح زمین، شدت بارش و کاربری اراضی به عنوان عوامل تاثیرگذار بر درجه سیل‌خیزی و پهنه‌بندی ناحیه مطالعاتی در نظر گرفته شده است.

۳-۳- داده‌ها

در این مطالعه، برای تحقق اهداف و پاسخ به سؤال‌های تحقیق مراحل مختلفی طی شده که هر کدام از این مراحل در ادامه توضیح داده می‌شود:

داده‌ها در این پژوهش به انواع داده‌های رقومی و غیررقومی، آماری دسته‌بندی می‌شوند:

داده‌های رقومی و غیررقومی: داده‌های غیررقومی شامل داده‌های هستند که به شکل سنتی تهیه شده‌اند، به صورت فیزیکی (کاغذی) یا الکترونیکی موجودند و اطلاعات مکانی ندارند. از جمله این داده‌ها می‌توان به نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ محدوده مطالعاتی اشاره کرد. داده‌های رقومی شامل انواع لایه‌های اطلاعاتی سازگار با رایانه است که دارای اطلاعات مکانی هستند و با استفاده از تکنیک‌های مختلف تولید می‌شوند. انواع این داده‌های مکانی شامل لایه‌های دریافت شده از DEM، تصاویر ماهواره‌ای و سایر لایه‌های اطلاعاتی همانند کاربری اراضی می‌باشند.

داده‌های آماری شامل انواع داده‌هایی هستند که به فرمت اکسل از منابع مختلف اطلاعاتی همانند سازمان هواشناسی، سالنامه‌های آماری و یا مرکز آمار ایران دریافت شده است. این داده‌ها می‌توانند اطلاعاتی نظیر مقادیر بارش یا آمار دبی سیلاب از ایستگاه‌های هیدرومتری را در اختیارمان بگذارد.

• روش‌های جمع‌آوری داده‌ها

در پژوهش پیش‌رو، داده‌ها حاصل جستجوهای کتابخانه‌ای، روش‌های آماری، منابع اطلاعات تصویری و کار میدانی است که هر کدام از آنها در ادامه به تفصیل مورد بررسی قرار می‌گیرد.

جستجوهای کتابخانه‌ای: پیش‌نیاز شروع هر کار تحقیقاتی، بررسی مطالعاتی و پژوهش‌هایی است که پیش از این در زمینه پژوهشی مورد نظر توسط سازمان‌های مختلف نظیر سازمان هواشناسی کشور، سازمان جنگل‌ها و مراتع، شرکت‌های آب منطقه‌ای، سازمان زمین‌شناسی کشور، مرکز آمار ایران جمع‌آوری شده و در آرشیو نگهداری می‌شوند. لذا، این داده‌ها شامل داده‌هایی هستند که در قالب کتاب و مقاله یا تحت عنوان¹ نشریه‌های رسمی دولتی، آمارنامه‌ها و نیز اسناد تصویر همانند نقشه و تصاویر ماهواره‌ای، در اختیار محققین و پژوهشگران قرار می‌گیرد. برای دریافت این اطلاعات با مراجعه به پایگاه‌های رسمی اینترنتی سازمان مربوطه اطلاعات مورد نظر دریافت شد. برای دسترسی به برخی از منابع اطلاعات تصویری (به عنوان مثال تهیه DEM) پایگاه‌های داده‌ای خارجی همانند NASA نیز مورد بهره‌برداری قرار گرفته است.

برای بررسی مبانی نظری و شناسایی محدوده مطالعاتی مقالات، پایان‌نامه‌ها و رساله‌هایی که کار پژوهشی شبیه به موضوع مطالعاتی مورد پژوهش انجام دادند گردآوری و نکات کاربردی آنها استخراج شد.

روش آماری: از ارگان‌هایی همانند مرکز آمار ایران، وزارت نیرو، سازمان هواشناسی کشور و شرکت آب منطقهای گیلان آمار و اطلاعات مورد نظر جمع‌آوری پارامترهای مورد نیاز محاسبه شد.

تصویری: این دسته از اطلاعات اکثراً شامل تصاویر ماهواره‌های لندست و گوگل ارث به منظور شناسایی، و بررسی موقعیت ویژگی‌های طبیعی گستره مورد بررسی استفاده شده است.

• ابزار

برای انجام یک پژوهش، بر اساس نوع پژوهش، از ابزارهای و وسایل مختلفی استفاده می‌شود. به عنوان مثال وسایل آزمایشگاهی، ابزارهای اندازه‌گیری، وسایل نقلیه، رایانه، کتاب و مجله و شبکه‌اطلاع‌رسانی ابزارهای مورد استفاده در پژوهش‌های مختلف می‌توانند باشند. در این پژوهش، ابزارهای به دو دسته ابزارهای فیزیکی و مفهومی دسته‌بندی می‌شوند. ابزارهای فیزیکی شامل نقشه‌ها برای شناسایی محدوده مطالعاتی هستند. ابزارهای مفهومی شامل نرم‌افزارهای مورد استفاده در پژوهش می‌باشد. در این پژوهش از قابلیت نرم‌افزارها برای

¹ OPEN SOURCE DATABASE

ذخیره‌سازی، پردازش، تجزیه و تحلیل، ارزش‌گذاری، کدبندی و تلفیق داده‌ها بکار گرفته شده است. نرم‌افزارهای مهم مورد استفاده در این پژوهش شامل Google Earth، ArcGIS برای تجزیه و تحلیل و استخراج اطلاعات رقومی و Microsoft Office برای تجزیه و تحلیل آماری و ارائه اطلاعات استفاده شده است.

۳-۴- روش کار

پهنه‌بندی مناطق در مواجهه با مخاطرات طبیعی یکی از راه‌های آمادگی در مقابل رخداد احتمالی خطر و کمینه نمودن آسیب‌های جانی و مالی ناشی از واقعه طبیعی خسارت‌زا می‌باشد. سیل‌خیزی نیز یکی از مخاطرات طبیعی است که با استفاده از پهنه‌بندی می‌توان درجات مختلف خطر ناشی از آن را در گستره مورد مطالعه طبقه‌بندی کرد (Kourgialas, et. al., ۲۰۱۴). فرایند پهنه‌بندی با شناسایی و تعیین میزان تاثیرگذاری فاکتورهای موثر در وقوع سیل انجام می‌شود. میزان تاثیرگذاری هر کدام از پارامترهای موثر با وزن‌دهی به آن پارامتر مشخص می‌شود. در این پژوهش، پهنه‌بندی درجه سیل‌خیزی با استفاده از دیدگاه توزیعی و با توجه به قابلیت‌های GIS در محیط نرم‌افزار ArcMap انجام شده است. در ادامه نحوه تعیین وزن هر کدام از فاکتورهای تاثیرگذار و نیز پهنه‌بندی به روش توزیعی مورد بررسی قرار گرفته است.

در این پژوهش به در این پژوهش برای تعیین پتانسیل سیل‌خیزی حوضه مطالعاتی، از روش تحلیلی که در سال ۲۰۰۱ توسط شعبان و همکارانش ابداع شد استفاده شده است. این روش یک روش سلسله‌مراتبی مبتنی بر سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) است که نحوه وزن‌دهی به هر معیار با روشی منحصر به فرد انجام می‌شود.

در غلب موارد برای وزن‌دهی به فاکتورهای تاثیرگذار ایجاد یک فرایند یا حادته روش‌های تحلیلی چند معیاره^۲ همانند AHP یا ANP مورد استفاده قرار می‌گیرند. این روش‌ها به کرات در پژوهش‌ها و برای حل مسائل مختلف مورد استفاده قرار گرفته است. اما در این پژوهش، پس از تهیه لایه‌های اطلاعاتی، لازم است در ارتباط با اثر تعاملی لایه‌های مورد بحث با یکدیگر تصمیم‌گیری و سپس لایه‌ها با یکدیگر تلفیق شوند. وزن هر عامل بر مبنای میزان تاثیرگذاری آن عامل در شکل‌گیری سیل یا به اصطلاح سیل‌خیزی در یک ناحیه مشخص می‌شود. تعامل عوامل مختلف که در فرآیندهای بی‌ثباتی نقش دارند باید به دقت ارزیابی شوند. در این رابطه،

² Multi-Criteria analysis

توجه به دو نکته مهم ضروری است. اول اینکه، یک عامل به تنهایی می‌تواند برای ایجاد رخداد سیل کافی باشد و نکته دومی که باید مورد تاکید قرار گیرد نقش دوگانه‌ای که ممکن است برخی عوامل در افزایش یا کاهش خطر سیل خیزی در جاده داشته باشد. به عبارتی، هر یک از فاکتورها، سطوح مختلفی از تأثیرگذاری مثبت یا منفی و یا نقشی دوگانه در ایجاد سیل به عهده دارند. بر مبنای این تعاملات و میزان تأثیرگذاری، هر فاکتور وزنی بین ۱۰ برای بیشترین تأثیر و ۱ برای کمترین تأثیر را در رخداد سیل دارد، اعمال می‌شود. بهترین روش برای مشخص نمودن تعامل بین فاکتورها و وزن‌دهی به آنها، ایجاد دیاگرام از معیارها و ترسیم گرافیکی آنها است. بدین طریق با کمترین خطا، وزن فاکتورها و نیز نسبت تأثیرگذاری آنها که بین ۱ تا ۱۰ متغیر خواهد بود را تعیین کرد.

هرکدام از معیارهای (فاکتورهای) منتخب در سیل‌خیزی خود دارای زیرمعیارهایی هستند که درجات مختلفی از حساسیت به سیل‌خیزی را ایجاد می‌کنند. بر مبنای ارزش هرکدام از زیرمعیارها، وزن هر معیار در بازه ۱ تا ۱۰ تعیین می‌شود. بنابراین اولین مرحله در تعیین وزن معیارها، مشخص کردن زیرمعیارها و نحوه اثرگذاری آنها بر سیل‌خیزی به صورت سلسله‌مراتبی می‌باشد. پس از آن برای وزن‌دهی به معیارها به روش زیر عمل می‌شود.

به عنوان مثال معیار A اگر خود بر مبنای حساسیت به سیل‌خیزی به ۳ زیر معیار دسته‌بندی شود که درجه اهمیت این زیرمعیار در بین سایر فاکتورهای تأثیرگذار حداکثر (یعنی ۱۰) باشد، ارزش زیر معیاری که بیشترین حساسیت را در سیل‌خیزی دارد، برابر:

$$VALUE = \frac{10}{3}$$

ارزش زیرمعیاری که در درجه دوم اهمیت از نظر حساسیت قرار دارد برابر:

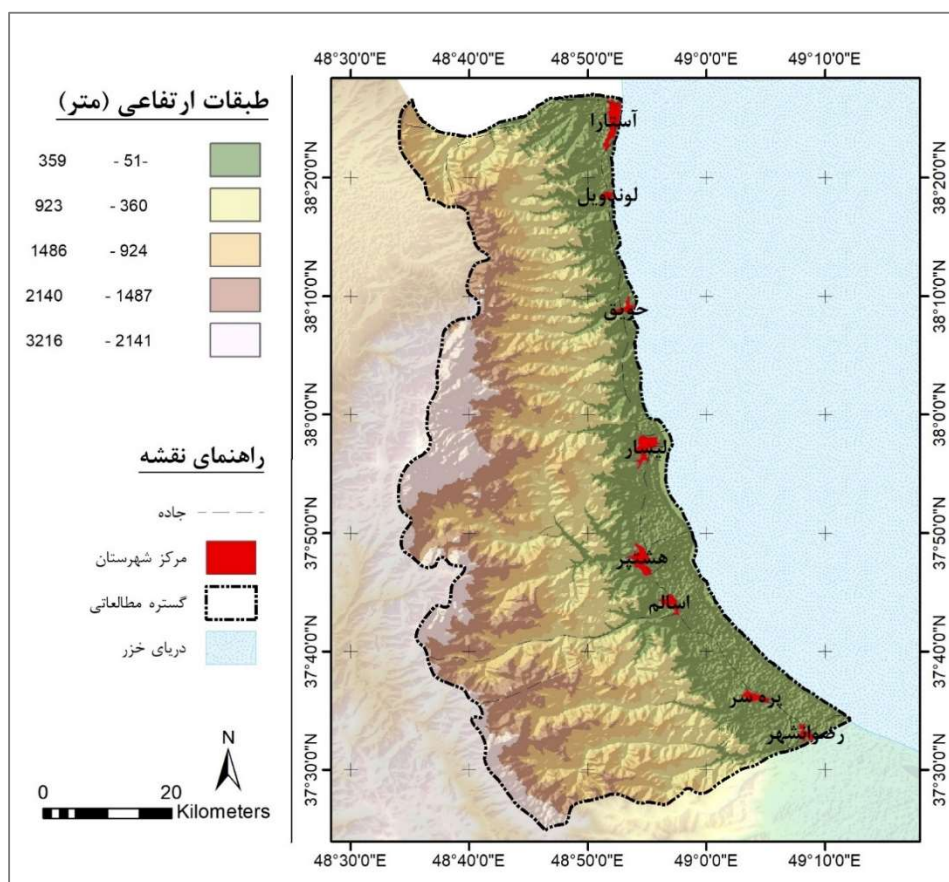
$$VALUE = \frac{10}{3} \times \frac{1}{2}$$

و ارزش اهمیت کم اهمیت‌ترین زیرمعیار برابر ۱ خواهد بود. در نهایت با ضرب وزن هر معیار در ارزش زیرمعیارهای مربوطه، وزن نهایی برای ورود به GIS محاسبه خواهد شد. این وزن‌ها به صورت درصد محاسبه و برای تهیه نقشه پهنه‌بندی در GIS مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۳-۵- پارامترهای مورد استفاده در تعیین سیل خیزی

۳-۵-۱- ارتفاع

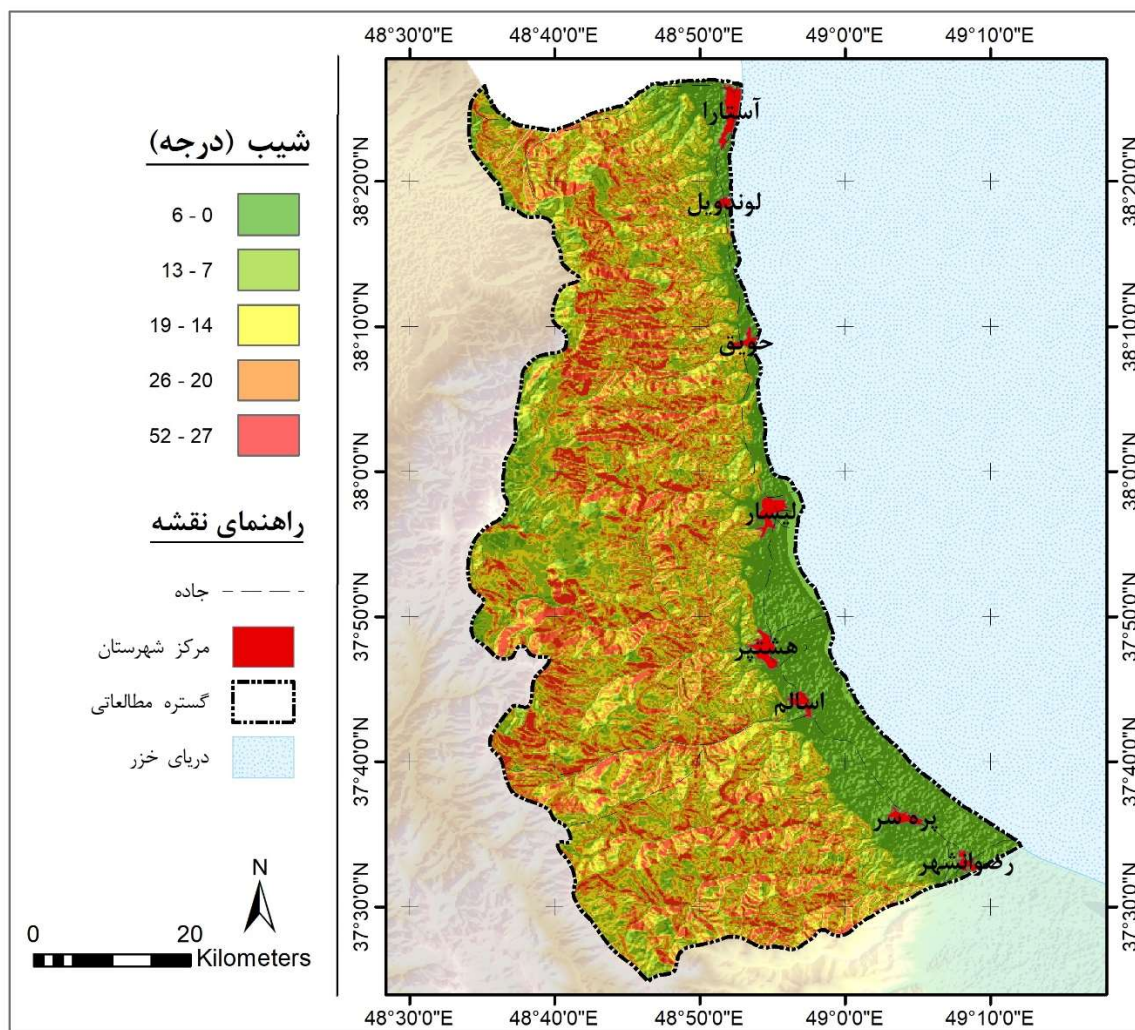
حوضه آبریز تالش در دامنه‌های شرقی رشته کوه‌هایی به همین نام واقع شده که جزء بخش شمال غربی البرز محسوب می‌گردند. قسمت عمده مساحت حوضه را مناطق کوهستانی تشکیل می‌دهد. حداکثر ارتفاع حوضه در کوه حصار بلاغی ۳۲۰۰ متر و در حد فاصل آن با حوضه ارس قرار دارد. کوه‌های تالش که در بخش غربی حوضه قرار گرفته با شیب تندی به دشت کم عرض منتهی شده و در طول حوضه گسترش یافته است. وسعت دشت‌ها متفاوت متغییر است و به نیم تا ۶ کیلومتر می‌رسد. کمینه ارتفاع در این حوضه ۵۱ متر کمتر از سطح آزاد آب قرار دارد. وضع توپوگرافی حوضه آبریز تالش در نقشه ۲-۳ نشان داده شده است.



شکل (۲-۳) وضع توپوگرافی حوضه آبریز تالش

۲-۵-۳- نقشه شیب

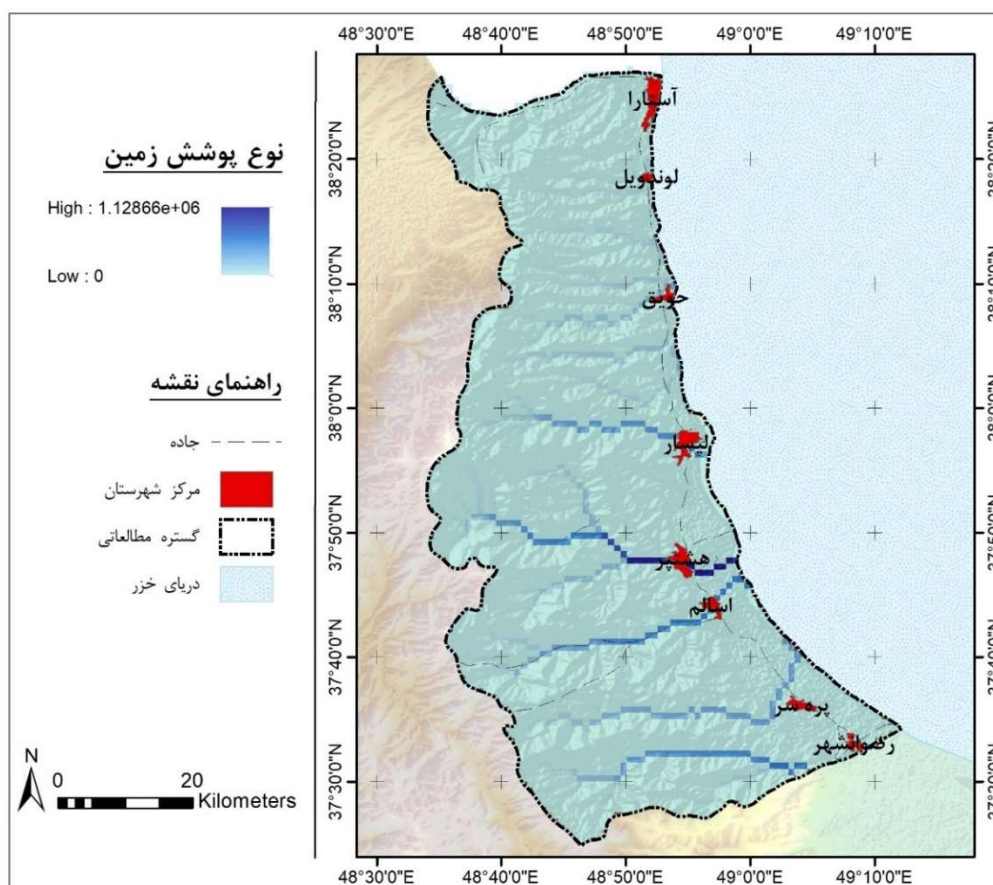
نقشه شیب ناحیه مطالعاتی با استفاده از DEM پنج متری حوضه آبریز تالش تهیه شده است (شکل ۳-۳) با توجه به آنچه در شکل مشاهده می‌شود، در این ناحیه شیب زمین بین صفر (عمدتاً در سواحل) تا ۵۲ درجه (در نواحی کوهستانی) متغیر است. نزدیکی ساحل شیب نسبتاً مسطح است اما با فاصله گرفتن از ساحل، در فاصله ای حدوداً ۲۵ کیلومتری از خط ساحلی، اختلاف ارتفاعی حدوداً ۲۰۰۰ متری وجود دارد که این موضوع منجر به شیب زیاد دره‌ها و رودخانه‌ها، بخصوص در بخش‌های میانی و جنوبی زیاد حوضه شده است.



شکل (۳-۳) نقشه شیب ناحیه مطالعاتی با استفاده از DEM پنج متری حوضه آبریز تالش

۳-۵-۳- شبکه انباشت جریان

انباشت جریان در ناحیه مطالعاتی از DEM پنج متری حوضه آبریز تالش استخراج شده است. پس از تصحیح DEM در محیط GIS و تعیین جهت جریان، نقشه انباشت جریان در حوضه آبریز تالش تعیین شده است. نتیجه این فرایند ایجاد نقشه‌ای است که در هر پیکسل آن، جریان انباشته شده مشخص شده است. این نقشه، مناطقی با جریان متمرکز را نشان می‌دهد و از آن برای شناسایی کانال‌های جریان یا آبراهه‌ها استفاده شده است (شکل ۴-۳). همانطور که مشاهده می‌شود، به دلیل شیب زیاد حوضه آبریز تالش، شاخه‌بندی رودخانه‌های منطقه عموماً حالت ساده داشته و از یک بستر اصلی در امتداد شرقی و غربی تشکیل یافته که به صورت موازی هم قرار داشته و از شمال به جنوب حوزه به طول آنها افزوده می‌شود.



شکل (۴-۳) نقشه شبکه انباشت در محدوده مورد مطالعه

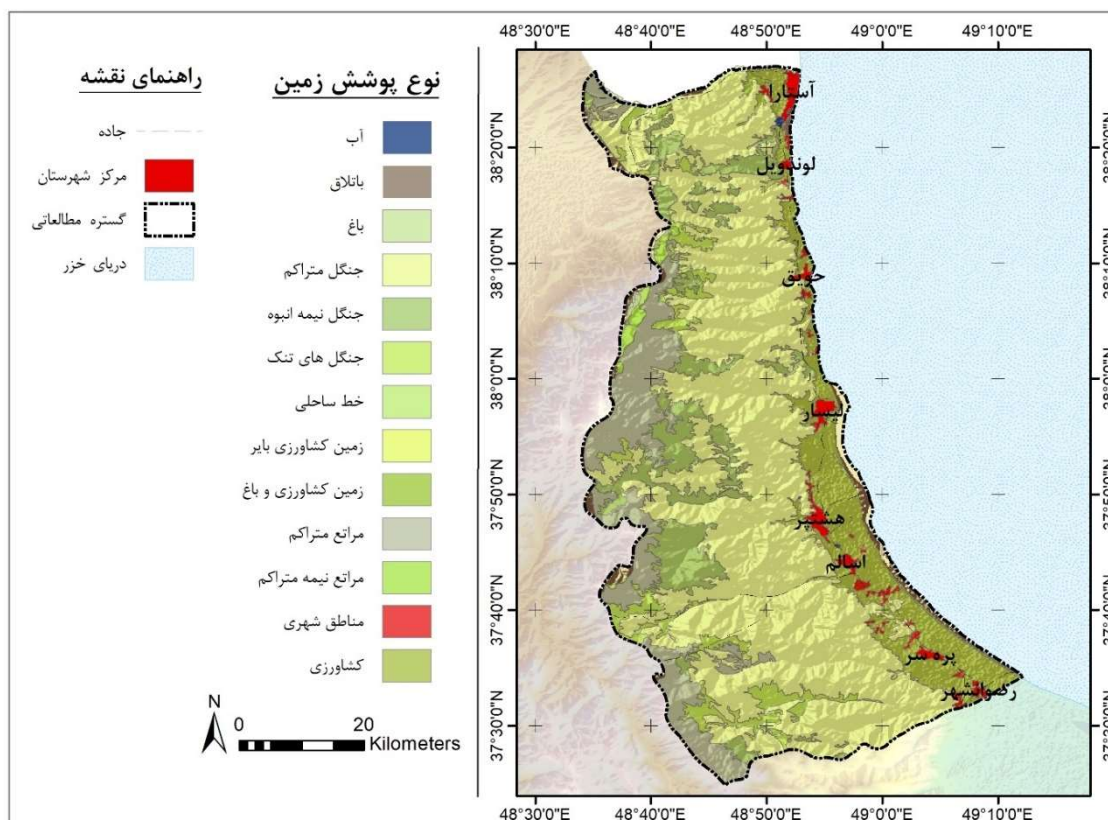
۴-۵-۳- پوشش زمین

نقشه پوشش زمین حوضه آبریز تالش بر اساس نقشه کاربری اراضی وزارت جهاد کشاورزی و تصحیح آن در محیط Google Earth تهیه شده است (شکل ۵-۳). با توجه به نقشه تهیه مشاهده می‌شود که در محدوده حوضه آبریز تالش، قسمت عمده مساحت آن از جنگل، مرتع و اراضی کشاورزی پوشیده شده است. جنگل‌های متراکم که بیشترین وسعت پوشش زمین در محدوده مطالعاتی را شامل می‌شود. قسمت عمده ناحیه کوهستانی حوضه تا ارتفاع حدود ۲۰۰۰ متر از جنگل متراکم پوشیده شده است. در ارتفاعات بالاتر در بخش‌هایی که ضخامت قشر خاک کافی بوده، تا ارتفاع کمتر از ۲۵۰۰ متر چمنزار و مرتع گسترش دارد. جنگل‌های متراکم، مساحتی بیش از ۵۷ درصد کاربری زمین (مساحتی حدوداً معادل ۱۸۰،۰۰۰ هکتار) در محدوده مطالعاتی را به خود اختصاص داده است. در مقابل، کمترین مساحت کاربری در محدوده مورد بحث مربوط به باغ‌ها معادل ۱۱۸ هکتار (کمتر از ۱ درصد کاربری‌ها) می‌باشد.

جنگل‌های تنک و نیمه انبوه مجموعاً حدود ۱۶ درصد، زمین‌های کشاورزی مساحتی بیش از ۴۰۰ هکتار معادل حدودی ۱۳ درصد از زمین‌های محدوده مطالعاتی، مراتع متراکم حدود ۱۲ درصد و مناطق شهری ۱/۶ درصد محدوده مطالعاتی را پوشش می‌دهند. سایر کاربری‌های مشخص شد در نقشه کمتر از ۱ درصد از پهنه مورد مطالعه را به خود اختصاص داده‌اند (جدول ۱-۳).

جدول (۱-۳) مساحت کاربری‌های مختلف زمین در حوضه آبریز تالش

نوع کاربری	مساحت (هکتار)	مساحت (%)
جنگل متراکم	۱۷۹,۷۸۹	۵۷.۱۰۸
کشاورزی	۳۹,۰۱۰	۱۲.۳۹۱
مراتع متراکم	۳۶,۸۳۷	۱۱.۷۰۱
جنگل نیمه انبوه	۳۲,۸۱۹	۱۰.۴۲۵
جنگل های تنک	۱۶,۵۲۷	۵.۲۵۰
مناطق شهری	۵,۱۳۹	۱.۶۳۲
مراتع نیمه متراکم	۲,۳۲۲	۰.۷۳۷
زمین کشاورزی و باغ	۹۲۲	۰.۲۹۳
خط ساحلی	۵۷۷	۰.۱۸۳
باتلاق	۳۸۷	۰.۱۲۳
آب	۲۰۸	۰.۰۶۶
زمین کشاورزی بایر	۱۶۹	۰.۰۵۴
باغ	۱۱۸	۰.۰۳۸



شکل (۵-۳) نقشه کاربری اراضی حوضه آبریز تالش (سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری، با ترسیم مجدد)

۵-۵-۳- نقشه شدت بارش

در این مطالعه برای محاسبه شدت بارش در حوضه آبریز تالش، اطلاعات هواشناسی ایستگاه‌های سینوپتیک و نیز اطلاعات میانگین بارش سالیانه و ماهیانه ایستگاه‌های باران‌سنجی این حوضه آبریز و حوضه‌های مجاور در بازه زمانی بلندمدت (۳۰ ساله) مورد استفاده قرار گرفتند. در شکل ۶-۳ ایستگاه‌های باران‌سنجی و سینوپتیک مورد استفاده نمایش داده شده است. با استفاده از داده‌های مذکور و شاخص فورنیر اصلاح شده (رابطه ۳-۱)، (Morgan, ۲۰۰۵)، نقشه شدت بارش حوضه آبریز تالش تهیه شد (شکل ۷-۳).

$$MFI = \sum_{n=1}^{12} \frac{p^2}{P} \quad (3-1)$$

در این رابطه:

MFI: شاخص فورنیر اصلاح شده

Pi: میانگین بارش ماهانه

P: میانگین بارش سالانه هر ایستگاه هواشناسی

۶-۵-۳- نقشه زمین‌شناسی.

گستره مورد بررسی بخشی از زون ساختاری البرز کپه داغ است که در حاشیه جنوب شرقی دریای خزر قرار دارد. این ناحیه بخشی از نقشه‌های ۲۵۰,۰۰۰ هزار بندرانزلی و اردبیل را پوشش می‌دهد. ورقه‌های ۱:۱۰۰,۰۰۰ نقشه‌های زمین‌شناسی آستارا، خلخال، رضوان‌شهر و ماسوله تهیه شده توسط سازمان زمین‌شناسی کشور، نیز در ناحیه مورد مطالعه قرار دارند. در ادامه به بررسی چینه‌شناسی حوضه آبریز تالش بر اساس گزارش نقشه‌های ذکر شده پرداخته می‌شود.

• چینه‌شناسی

رخساره‌های آمفیولیتی و گرانیت دوران با سن پرکامبرین قدیمی‌ترین مجموعه‌های زمین‌شناسی در حوضه آبریز تالش هستند. مجموعه افیولیتی تقریباً در نواحی جنوب غرب ناحیه مطالعاتی رخنمون دارد. این مجموعه سنگ‌های درجه متوسط دگرگونی (رخساره آمفیولیت) را شامل می‌شود. رخساره‌های آمفیولیتی در نقشه با علامت hmet و گرانیت دوران با علامت pCgr نشان داده شده است. گرانیت دوران تقریباً در بخش مرکزی محدوده مطالعاتی در مرز برونزدهای کرتاسه و ائوسن قرار گرفته است. این گرانیت از نوع گرانیت ساب‌آکالن است و از لحاظ تکتونیکی از نوع گرانیت‌های غیرکوهزایی می‌باشد.

سنگ‌های پالئوزوئیک با علامت Pz1a.bv در بخش جنوب غربی حوضه آبریز تالش برونزد دارند. جنس این سنگ‌ها از سنگ‌های بازلتی آندزیتی است.

رخنمون‌های سازند شمشک کهن‌ترین رخنمون‌های زمین‌شناسی دوران دوم به سن تریاس-ژوراسیک در ناحیه مورد مطالعه هستند. برونزدهای یاد شده نهشته‌های تخریبی از جنس شیل سیاه و ماسه‌سنگ هستند که در بخش‌های جنوب غربی ناحیه مطالعاتی مشاهده می‌شوند و با علامت JS بر روی نقشه نشان داده شده است. توده سرپانتینی (Sr) به سن تریاس-کرتاسه در مجاورت برونزدهای سازند شمشک قرار گرفته است.

سازند شمشک با گذر تدریجی به سنگ‌های رسوب آواری از جنس ماسه‌سنگ آرنایتی، سیلت‌سنگ و شیل تبدیل می‌شود. در بخش‌های بالایی این طبقات ضخیم لایه و به ماسه‌سنگ‌های آرکوزی تبدیل می‌شوند. در برخی مناطق، این بخش‌ها حاوی آثار گیاهی و میکروکنگولومرا می‌باشد. رنگ کرم خاکستری، کرم روشن و

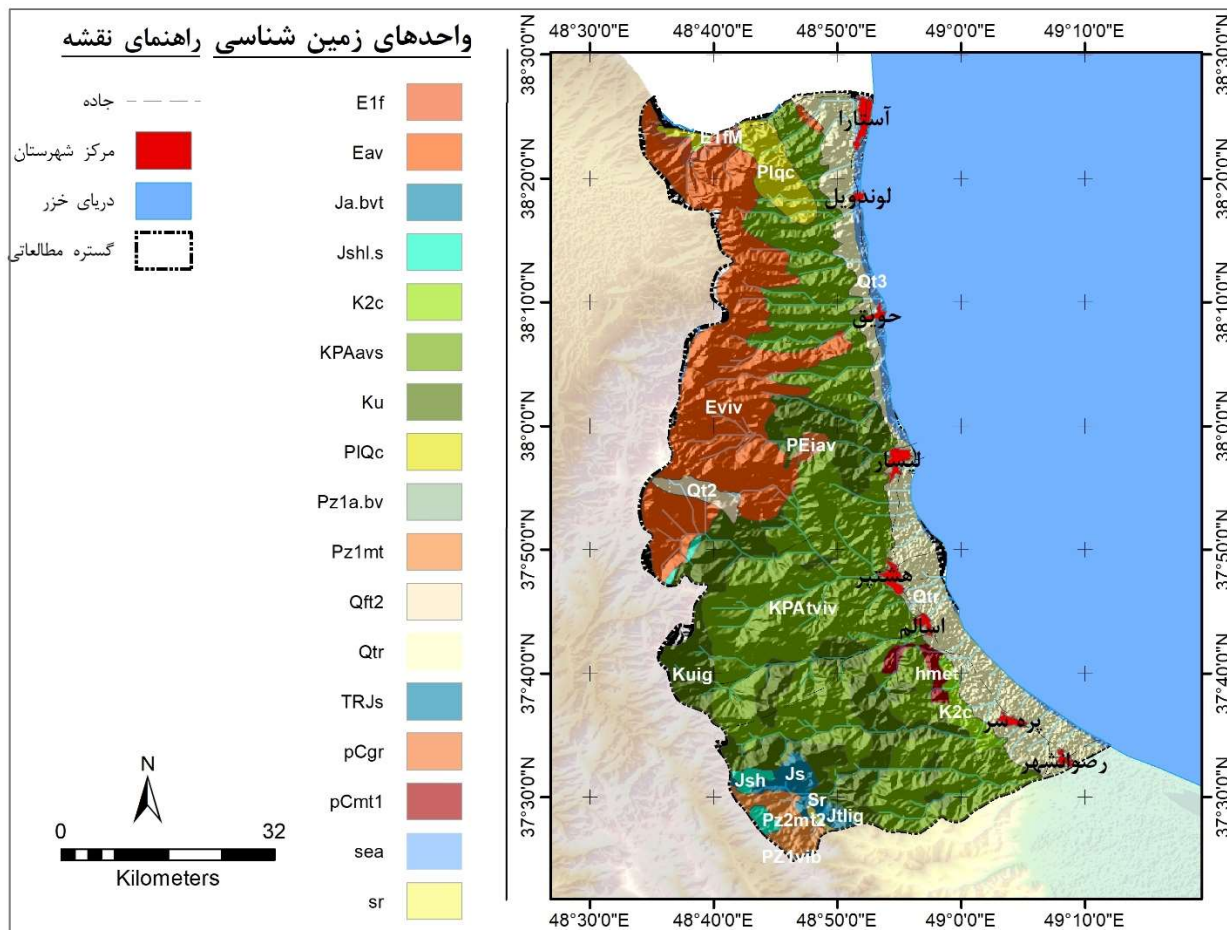
خاکستری سبز با گراول‌های کوچکتر از ۱ سانتیمتر از ویژگی‌های این افق میکروکنگلومرایی است. رخساره یاد شده هم ارز سازند شمال می‌باشد. این سازند با علامت Jsh بر روی نقشه نشان داده شده و در بخش‌های غربی ناحیه مطالعاتی در جوار سازندهای کرتاسه رخنمون دارد.

بخش‌های گسترده‌ای از مرکز ناحیه مورد مطالعه توسط نهشته‌های کرتاسه پوشیده شده است. فعالیت‌های آتشفشانی و گاه آلکالن کرتاسه بالایی سبب رخنمون مجموعه سنگ‌های آذر آواری با ساخت فرسایش پوست پیازی شده است. گدازه‌های پیروکسن آندزیت بازالتی کرتاسه با شیب کم بر روی نهشته‌های پالئوسن به طور دگرشیب جای گرفته اند. نهشته‌های ولکانیکی کرتاسه با علامت ku و KPAavs بر روی نقشه نمایش داده شده است. بخش کوچکی از رخنمون‌های کرتاسه به صورت تخریبی با ترکیب کنگلومرا و ماسه‌سنگ در میان سنگ‌های ولکانیکی کرتاسه مشاهده می‌شود که گسترش چندانی ندارد و با علامت k2c بر روی نقشه نمایش داده می‌شده است. در زیر این ولکانیک‌های برشی و روی سنگ آهک‌های کرتاسه بالا یک نوار نازک سنگ‌های آواری پالئوسن تقریباً در مرکز محدوده مطالعاتی دیده می‌شود که گسترش چندانی ندارد.

ماسه‌سنگ‌های پالئوسن (Qplc) و سنگ‌های آتشفشانی (Eav) و آواری ائوسن (Ef1) با گسترش نسبتاً زیادی در در غرب حوضه آبریز مشاهده می‌شوند.

واحدهای آبرفتی کواترنر شامل نهشته‌های تراورتن است که در نتیجه عملکرد چشمه‌های آهکی نهشته شده‌اند. این واحدهای با ضخامت ۱۰ متر و به رنگ اخراپی دارای ترکیب کربنات کلسیم ناخالص می‌باشد. این واحد با علامت Qtr در حاشیه شمال غربی نقشه مشاهده می‌شود.

علاوه بر واحدهای مذکور کوارتر توسط پادگانه‌های آبرفتی و نهشته‌های جوان که حاصل فرسایش سنگ‌های قدیمی‌تر ایجاد شده در ناحیه مطالعاتی مشاهده می‌شود. این رسوبات در حوضه آبریز محدوده مطالعاتی در حاشیه دریای خزر با وسعت نسبتاً زیادی می‌شود و بر روی نقشه با علامت Qtr مشاهده می‌شود. این رسوبات بیشتر از سیلتی، رسی و ماسه‌ای است. در کناره‌های دریای خزر در قسمت‌های زیرین این واحد آثار صدف و دو کفه‌ایهای عهد حاضر دیده می‌شود که نشانه پسروری دریا به سمت خاور می‌باشد. در نزدیکی‌های دریا به مقدار ماسه همراه با قلوه سنگها افزوده می‌شود.



شکل (۳-۶) نقشه زمین‌شناسی محدوده مطالعاتی (ترسیم بر اساس نقشه‌های ۱:۱۰۰,۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات کشوری

۶-۳- صحت‌سنجی

پس از اینکه با استفاده از دیدگاه توزیعی محدوده مورد مطالعه از نظر سیل‌خیزی به گروه‌های با درجات سیل‌خیزی مختلف دسته‌بندی شد، لازم است برای اطمینان از درستی پهنه‌بندی انجام شده و اینکه نتایج تا چه حد پهنه‌بندی انجام شده واقعیت موجود را منعکس می‌کند، مدل صحت‌سنجی شود.

در این پژوهش، صحت‌سنجی پژوهش انجام شده با تعیین میزان اختلاف بین خروجی پیش‌بینی شده و مقادیر واقعی سیلاب‌های رخ داده در محدوده مطالعاتی انجام می‌شود. برای این منظور با استفاده از اطلاعات ثبت شده در ارتباط با رخداد‌های سیل در ناحیه مطالعاتی و جمع‌آوری آمار تعداد سیلاب‌های خسارت‌زا و مقدار دبی متناسب با آنها اعتبار مدل مورد ارزیابی قرار گرفت.