امکان سنجی وقوع سیل در حوضه آبخیز لیلان چای (مراغه) به روش CN

محمد رضا ثروتی

دانشیار گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه شهید بهشتی

اکبر رستمی

دانش آموخته کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی دانشگاه شهید بهشتی (مسئول مکاتبات) E-mail: akbar.rostami65@gmail.com

فاطمه خدادادی

دانش آموخته کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی دانشگاه شهید بهشتی

تاریخ دریافت: ۹۰/٤/۱۵ تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۱/۱

چکیده:

سیل یکی از پدیده‌های موجود در طبیعت بوده که از دیر باز، بشر شاهد وقوع آن می‌باشد. در ایران به دلیل وسعت زیاد، اقالیم متعدد، تراکم زمانی و مکانی بارشها در اکثر حوضه‌های آبخیز، همه ساله شاهد سیلابهای عظیمی می‌باشیم. در این پژوهش به برآورد ضریب رواناب و حداکثر دبی سیل، شناخت عوامل و عناصر موثر در سیل‌خیزی، پهنه‌بندی مناطق براساس شدت پتانسیل سیل‌خیزی در حوضه آبخیز لیلان چای با استفاده از روش شماره منحنی CN پرداخته شد. برای این منظور ابتدا داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز شامل آمار وضعیت اقلیم منطقه، تصاویر ماهواره‌ای جمع‌آوری و GIS گردید. با تلفیق این داده‌ها و اطلاعات، براساس روش SCS، نقشه CN حوضه، میزان نفوذ و مقدار رواناب تهیه شد. در نهایت با استفاده از مدل وزنی و با تلفیق نقشه‌های میزان بارندگی منطقه، گروههای هیدرولوژیک خاک، شیب، کاربری زمین و... نقشه پهنه‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی سالانه حوضه تهیه گردید.

واژه های کلیدی: حوضه آبخیز لیلان چای، GIS، شماره منحنی (CN)، رواناب، پهنه بندی سیلاب.

مقدمه

همه روزه در سراسر جهان وقایع طبیعی زیادی رخ می دهد که تعدای از آنها تبدیل به بلایای طبیعی می شوند. بلایای طبیعی در واقع یک فاجعه یا مصیبت ناشی از وقوع یک پدیده طبیعی پرخطر مانند سیلاب، خشکسالی، زلزله، رانش زمین، طوفان و یا آتشفشان است که باعث وارد آمدن خسارت مالی و جانی فراوان به جوامع انسانی می‌گردد، اما در مناطقی که ارتباط مستقیم با انسان ندارد و منافع انسانی در میان نیست، این وقایع تبدیل به بلایای طبیعی نمی شوند. سیل جزء آن دسته از حوداث طبیعی است که همیشه به عنوان بلای طبیعی قلمداد شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

پدیده سیل به صورت کنونی خود در کشور ما بیش از آنکه ناشی از وقوع بارش‌های با حدود پایین باشد، از عوارض به هم خوردن تعادل طبیعی و شرایط جغرافیایی منطقه می باشد. به طوری که بروز بارش های معمولی نیز موجب جاری شدن سیلاب می گردد. از بین رفتن پوشش گیاهی در اثر عدم درک صحیح از مدیریت منابع تجدید شونده، نبود جایگاهی برای آن در سیاست گذاریهای کلان شرایطی را فراهم نموده است که هر از چند گاهی شاهد بروز سیلاب و اثرات تخریبی آن و از دست رفتن میلیون ها تن از خاک های با ارزش باشیم.

سیلاب پدیده‌ای است که دلیل اصلی آن عوامل طبیعی بوده و دخالت بشری باعث برهم خوردن تعادل طبیعی حوضه‌های آبخیز و وقوع این پدیده و خسارات و زیان‌های ناشی از آن را تشدید می‌کند. مهمترین عوامل در افزایش سیلاب تبدیل اراضی، تخریب پوشش گیاهی و خاک، تجاوز بشر به حریم رودخانه‌ها و شدت بارندگی می‌باشد که بایستی چاره‌های اندیشیده شود. یکی از روشهای مهم در کنترل و کاهش رواناب سطحی جهت به تعویق انداختن سیل، عملیات آبخیزداری می‌باشد. یکی دیگر از روشهای کاهش خطرات سیل پهنه بندی سیل می‌باشد که اطلاعات ارزشمندی را در رابطه با طبیعت، سیلاب ها و اثرات آن بر اراضی دشت سیلابی و تعیین حریم رودخانه ها ارائه می دهد، در نتیجه امکان ارسال هشدارهای مناسب درمواقع خطر سیل و تسهیل عملیات امداد و نجات را فراهم می سازد (نیک نژاد، علیزاده، ۱۳۸۵). با تمام اهمیتی که آب در اقتصاد ایران دارد و خرابی‌هایی که هر سال از سیلاب ها به بار می آید و آب هایی که بدون استفاده از کشور خارج یا به کویر سرازیر می شود، هنوز آنچنانکه باید برنامه ریزی اصولی در این زمینه صورت نگرفته است. یکی از راههای سازگاری برای مقابله با شرایط خشکی و کمبود آب استفاده بهنیه از منابع آب است. باید سعی کرد که تا حد ممکن از ریزش های جوی، جریان آب های سطحی و منابع زیرزمینی به نحو مطلوب استفاده شود و این کار فقط با شناخت پدیده های هیدرولوژیکی عملی خواهد بود. منابع آب های سطحی یکی از سرمایه های قابل تجدید کشور است که باید از آن حداکثر استفاده را به عمل آورد.

هر گاه شدت بارندگی از ظرفیت نفوذ آب به داخل خاک بیشتر باشد بخشی از آب حاصله از بارندگی در سطح حوضه باقی می ماند. این آب پس از پر کردن گودیهای سطح زمین در امتداد شیب جریان پیدا کرد و از طریق شبکه آبراهه ها و سپس رودخانه اصلی از حوضه خارج می گردد. به این بخش از بارندگی که می توان مقدار آن را در رودخانه اندازه‌گیری کرد، رواناب سطحی (surface run-off) می‌گویند (علیزاده،۱۳۸٦، ص،۵۰۱). پهنه بندی پتانسیل سیل خیزی عبارت از تعیین و توصیف مناطق دارای پتانسیل از نظر رواناب های سطحی است. این عمل بر اساس مشابهت خصوصیات هیدرولوژیکی و هیدروژئولوژیکی مناطق مورد بررسی صورت گرفته و از این طریق امکانات استفاده از پتانسیل هر زون مشخص و ارزیابی می شود (عبدی، پرویز، ۱۳۸۵). در واقع با تعیین محل های دارای پتانسیل بالا به نوعی می توان یک ارزیابی کلی از وضعیت سیل خیزی منطقه نیز بدست آورد چرا که وجود پتانسیل بالای سیل خیزی در یک منطقه مقدمه ای بر افزایش احتمال وقوع سیل در آن منطقه می باشد. همه ساله میلیون‌ها تن از خاک ارزشمند بوسیله سیلاب وارد دریا ها و دریاچه می شود، در صورتی که برای تشکیل هر سانتیمتر آن در شرایط کشور ما چند دهه و گاه چندین صد سال لازم است. بارانی که بعد از روزها و گاه ماهها انتظار می بارد، این چنین از دسترس خارج شده و ضمن آن آسیب های جدی و ماندگاری بر جای می گذارد. از

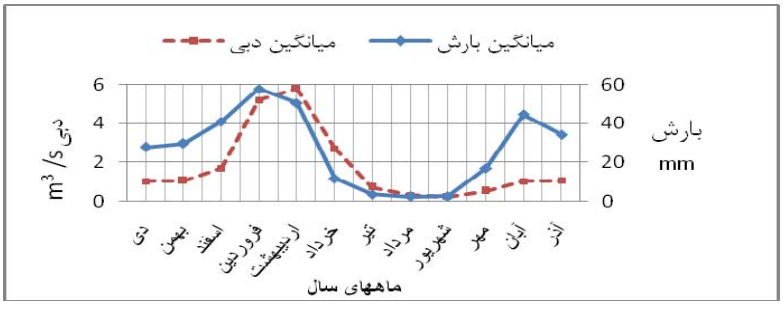
Archive of SID

www.SID.ir

آنجا که مبارزه با سیل از طریق مدیریت غیر سازه ای حوضه های آبخیز امروزه مورد توجه فراوان قرار گرفته و این مبارزه بدون شناخت عوامل موثر در ایجاد سیل یا تشدید کننده آن مسیر نیست، بدین سبب شناسایی عوامل موثر بر پتانسیل حوضه ها و پهنه بندی حوضه ها از نظر قابلیت تولید رواناب امری ضروری و اجتناب ناپذیر می باشد. برای این منظور داده های سنجش از دور (RS) و سیستم های اطلاعات جغرافیایی (GIS) ابزاری مفید و توانمند برای شناسایی عوامل موثر بر پتانسیل سیل خیزی و پهنه بندی حوضه ها می باشد. حوضه مورد مطالعه در قسمت شمال غرب کشور در مسیر بادهای غربی قرار گرفته است، اواخر زمستان و اوایل بهار پر بارش ترین زمان حوضه می‌باشد (علیجانی، ۱۳۷۹). بنابراین هدف این پژوهش برآورد پتانسیل سیل خیزی در حوضه آبخیز لیلان چای با استفاده از روش پیشنهادی سازمان حفاظت خاک آمریکا (SCS) و سیستم های اطلاعات جغرافیایی(GIS) است. با توجه اینکه حوضه آبخیز لیلان چای یکی از حوضه های سیل خیز می‌باشد و از طرفی در منطقه مورد مطالعه همه ساله این رودخانه با نوسانات شدید آبدهی و یا طغیانهای نسبتاً بزرگ و یا کوچکی همراه است. لذا، علاوه برحوادث مذکور و قرار گرفتن برخی از روستاها و اراضی کشاورزی در معرض سیل به ویژه در امتداد مسیر سر شاخه اصلی رودخانه، با در نظر گرفتن اهمیت این مسئله لزوم بررسی سیلابها و برآورد رواناب را در این مناطق شدیداً ایجاد می‌کند که برای مقابله با پیامدهای ناگوار آن می‌بایستی چاره اندیشی کرد. از اینرو، برای چاره‌جویی باید سیلابهای منطقه مورد مطالعه، و به طور دقیق تحلیل و ارزیابی شوند، از این نظر نیاز به داده‌های آماری مورد اطمینان از مؤلفه‌های ایستگاههای موجود (هیدرومتری) می‌باشد. در منطقه مورد مطالعه به دلیل تنگناها و دشواریهای آبسنجی از قبیل کوهستانی بودن منطقه، افزایش سریع حجم آب رودخانه، سرعت زیاد جریان آب، حمل مواد رسوبی با غلظت بسیار زیاد، موقعیت مقاطع اندازه‌گیری جریان آب و تخریب ایستگاههای اندازگیری به وسیله سیل و عوامل آن باعث می‌شوند که تخمین و حجم سیلابهای ناشی از بارش‌های جوی و رگبارههای کوتاه مدت با مشکلات عدیده‌ای مواجه گردد. تصویر شماره ۱ عکسی از حوضه را در فصل تابستان نشان می دهد که رسوبات ناشی از سیلابهای گذشته در قطعات خیلی درشت برجای مانده است که نشان دهنده قدرت سیلاب و میزان دبی آن است. نمودار شماره ۱ نیز نشان دهنده وضعیت بارش و دبی رودخانه در طول سال است.

با توجه به نمودار ۱مشاهده می شود بیشترین بارش در ماه فروردین اتفاق می‌افتد در حالی که اوج دبی در اردیبهشت می باشد. علت این امر در واقع به نوع بارش مربوط است. در اردیبهشت ماه علاوه بر دبی حاصل از بارندگی همان ماه، دبی حاصل از ذوب برف نواحی مرتفع نیز به این میزان اضافه شده و در نتیجه دبی را نسبت به بارش افزایش می‌دهد. در این زمان هرساله شاهد وقوع سیلابهای کوچک و بزرگ در منطقه هستیم.

نمودار ۱: نوسانات بارش و دبی در حوضه



Archive of SID

www.SID.ir

عکس۱: نمایی از بستر رودخانه در فصل تابستان با رسوبات ریز و درشت برجامانده از سیلابهای گذشته

مروری بر سابقه تحقیق

تا کنون روشهایی که برای تعیین مناطق سیل خیز استفاده شده بیشتر بر پایه روشهای نموداری، فرمولهای تجربی، تحلیل آماری داده های سیلاب، تفیکیک حوضه به تعدادی زیر حوضه، داده های دورسنجی، GIS و مدلهای ریاضی رایانه ای بارش و رواناب بوده و بیشتر از دیدگاه تولید سیل در سطح حوضه های مطرح شده است. به دنبال این مطالعات سرویس حفاظت خاک آمریکا در سال ۱۹۵٤، روشی را برای محاسبه بارش مازاد ارائه نمود که به روش شماره منحنی CN، موسوم گشت.

از آنجایی که مسأله پیش بینی و برآورد رواناب حاصل از بارشهای جوی و درک کمی از فرایندهای مختلف تولید آن به عنوان یکی از مباحث مهم اساسی و بنیادی در دانش هیدرولوژی به شمار می رود، لذا دستیابی به میزان کمی و کیفی آن با نگرش سیستمی از این نظر حائز اهمیت است که پایه و مبنای مطالعاتی طرحهای عمرانی را در زمینه های مختلف توسعه و بهره برداری در منابع آب و سازههای آبی و یا سایر عرصه های محیطی در حوضه های آبخیز تشکیل می دهد (سینگ،۱۹۹۸).

جهت برآورد رواناب سطحی روشهای مختلفی وجود دارد از جمله این روشها، برآورد رواناب سطحی با استفاده از نفوذ پذیری خاک، برآورد رواناب به روش استدلالی، برآورد رواناب سطحی به وسیله روشهای تجربی همچون روش مبتنی بر سطح حوضه، روش کریگر، رابطه دیکن، منحنی بوش، رابطه تجربی فولر و روش کوک و همچنین برآورد رواناب به وسیله شماره منحنی (CN) می‌باشد .با توجه به اینکه در بین این روشها روش شماره منحنی به صورت دقیق تر و مطمئن تر کاربرد فراوانی در اقالیم مختلف دنیا دارد ما نیز در این مطالعه از این روش استفاده کردیم.

تاکنون تحقیقات زیادی در مورد روش شماره منحنی صورت گرفته است اما در این مورد، شرمن (۱۹٤۹) اولین شخصی بود که رابطه بارندگی و رواناب را بطور تجربی و در قالب هیدروگراف واحد پیشنهاد نمود. به دنبال این مطالعات سرویس حفاظت خاک آمریکا درسال ۱۹۵٤ روشی را برای محاسبه بارش مازادارائه نمودکه به روش شماره

Archive of SID

www.SID.ir

منحنی موسوم گشت(CN). برمبنای این روش در یک رگبار همیشه بارش اضافی یا رواناب مستقیم کوچکتر یا مساوی بارش کل می‌باشد (چاو، ۱۹۸۸).

درایتون و همکاران (۱۹۹۲) کاربرد سیستم های اطلاعات جغرافیایی و تصاویر ماهواره ای را در برآورد رواناب از طریق روش شماره منحنی بطور گسترده در یک حوضه آبخیز منطقه ولز ، بریتانیا مورد مطالعه قرار دادند (درایتون، ۱۹۹۲).

فودی و همکاران (۲۰۰٤) جهت تعیین نقاط سیل خیز حوضه ای در صحرای شرقی کشور مصر از دادههای ماهوارهای لندست جهت تعیین کاربری اراضی حوضه استفاده کردند. جهت تعیین نوع و نفوذپذیری خاک اندازه‌گیریهای صحرایی انجام دادند .آنها سپس دبی خروجی از حوضه و زیر حوضه های آن را برای یک رگبار فرضی شدید شبیه‌سازی نمودند.

توماس و بنسون (۱۹٦۸) با استفاده از ۷۰ پارامتر جریان رودخانه‌ای و ۳۱ مشخصه حوضه آبخیز به بررسی مهمترین عامل فیزیکی و اقلیمی موثر در مدلهای منطقه ای سیلاب پرداختند، آنها نتیجه گرفتند سطح حوضه، شاخص های ذخیره، مقدار نزولات جوی و شدت تواتر آنها، تبخیر و تعرق و درجه حرارت، مهمترین مشخصه‌های یک حوضه آبخیز می‌باشند که می‌توانند در تدوین معادلات تناوب سیل حوضه نقش داشته باشند. Sinnakaundan و همکاران (۲۰۰۳) اقدام به تهیه نقشه خطر سیل برای رودخانه پاری در مالزی نمودند.

در ایران برای مطالعه پهنه بندی سیل خیزی حوضه ها، برای اولین بار دکتر قائمی و همکاران (۱۳۷۵) زیر حوضه‌های کارون را با توجه به شیب، بارندگی سه ماهه، ذوب برف و پوشش گیاهی پهنه بندی نمودند. برای پهنه بندی مناطق سیل خیز در حوضه زنجان رود که احتمالا بخشی از طرح جامع پهنه بندی سیل خیزی کشور با مسؤلیت آبخیزداری وزرات جهاد کشاورزی است، با تهیه لایه های مختلف از قبیل زمین شناسی، کاربری اراضی، گروههای هیدرولوژیک خاک، شماره منحنی های همباران حوضه با دوره بازگشتهای ۲۵ تا۵۰ ساله و همپوشانی لایه های مورد نظر و نهایتا پتانسیل رواناب را با استفاده از مدل SCS محاسبه نمودند. در سالهای اخیر در بسیاری از نواحی مختلف ایران مطالعاتی در راستای مدلهای تجربی برای برآورد رواناب حداکثر و جریانهای سیلابی در حوضه های کوچک توسط محققین ایرانی انجام گرفته است که به برخی از آنها در ادامه اشاره می شود.

آخوندی (۱۳۸۰) روش شماره منحنی را در برآورد سیل با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در حوضه کارون شمالی بکار برد .پس از تلفیق نقشه ها و اطلاعات نقشه، شماره منحنی حوضه محاسبه شد و با داشتن اطلاعات مربوط به رگبارها (دبی و ارتفاع بارش)و با در نظر گرفتن شماره منحنی هر رگبار، ارتفاع رواناب و دبی حداکثر سیلاب محاسبه شد. نتایج حاصله نشان داد که با افزایش محاسبه حوضه، ضریب همبستگی بین دبی‌های مشاهده‌ای و برآوردی کاهش می‌یابد. طاهری و لندی(۱۳۸٤) با استفاده از تکنیکهای سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، نقشه شماره منحنی را در حوضه آبریز رود زرد (خوزستان) به منظور حجم رواناب تهیه نمودند.

که در این زمینه مقالات و پایانامه‌های نیز در قالب رساله کارشناسی ارشد صورت گر فته است که از آن جمله می‌توان، به برآورد رواناب سطحی به روش شماره منحنی در حوضه آبخیز بشار با استفاده از GIS (رهنما، الف، ۱۳۷۸) و برآورد رواناب حوضه آبخیز قلعه‌چای به روش شماره منحنی CN با استفاده از سیستم اطلاعات

Archive of SID

www.SID.ir

جغرافیایی GIS (پناهی، ن، ۱۳۸٤)، تخمین رواناب سد امیرکبیر (قهرودی، ۱۳۸۵) و مطالعات حیدری ژاله (۱۳۸۷) و غیور (۱۳۷۱) را اشاره کرد

مواد و روش ها

موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

حوضه آبخیز لیلان چای[1] به عنوان یکی از زیر شاخه‌های رودخانه زرینه رود، یکی از رودهای عمده قسمت شرقی دریاچه ارومیه می‌باشد. (موحد دانش،۱۳۸۷،ص،۱٦۸). این حوضه در موقعیت جغرافیایی ′۱۵،°۳۷ الی ′٤۵،°۳۷ عرض شمالی و ′۱٦،°٤٦ الی ′۳۱،°٤٦ طول شرقی، قرار دارد (شکل۱). طول کلی رودخانه لیلان چای در حدود ۹۵ کیلومتر، بوده و ارتفاع آن در مبداء برابر ۳۳۵۰ متر از سطح دریاست، و به همراه رودخانه‌های قوری چای، مردق چای و مغانجیق چایاز دامنه‌های جنوبی سهند سرچشمه گرفته و در امتداد شمال به جنوب جریان می‌یابد. شاخه دیگری به نام مغانجیق چای نیز در همین امتداد از ارتفاعات سهند سرازیر شده است. این رودخانه پس از عبور از روستای قشلاق امیر در جهت جنوب غربی جریان یافته، از شمال دشت ملکان عبور نموده و پس از آن به شاخه های متعددی تقسیم می‌شود. سیلابهای این رودخانه در جنوب شرق دریاچه ارومیه، وارد زرینه رود می‌شود و در نهایت از طریق این رودخانه وارد دریاچه ارومیه می شود. این حوضه در غرب خود با حوضه آبخیز مردق چای، خط تقسیم مشترکی ایجاد کرده است. در شمال آن قله های بلند سهند واقع شده است و در جنوب نیز تا دریاچه ارومیه ادامه می یابد. از نظر سیاسی، حوضه آبخیز لیلان چای در شمال غرب کشور و در محدوده سیاسی استان آذربایجان شرقی قرار دارد و قسمتهایی از شهرستانهای مراغه و ملکان را تحت پوشش قرار داده و منبع آبی مهمی برای ساکنان منطقه محسوب می‌شود. مساحت حوضه مورد مطالعه در حدود ۳٦۸ کیلومترمربع بوده و طولی در حدود ۷۰ کیلومتر را در بر می‌گیرد. مرتفع ترین نقطه حوضه ۳٦۹٦ متر و کم ارتفاع ترین نقطه حوضه، ۱٤۸۰ متر است.

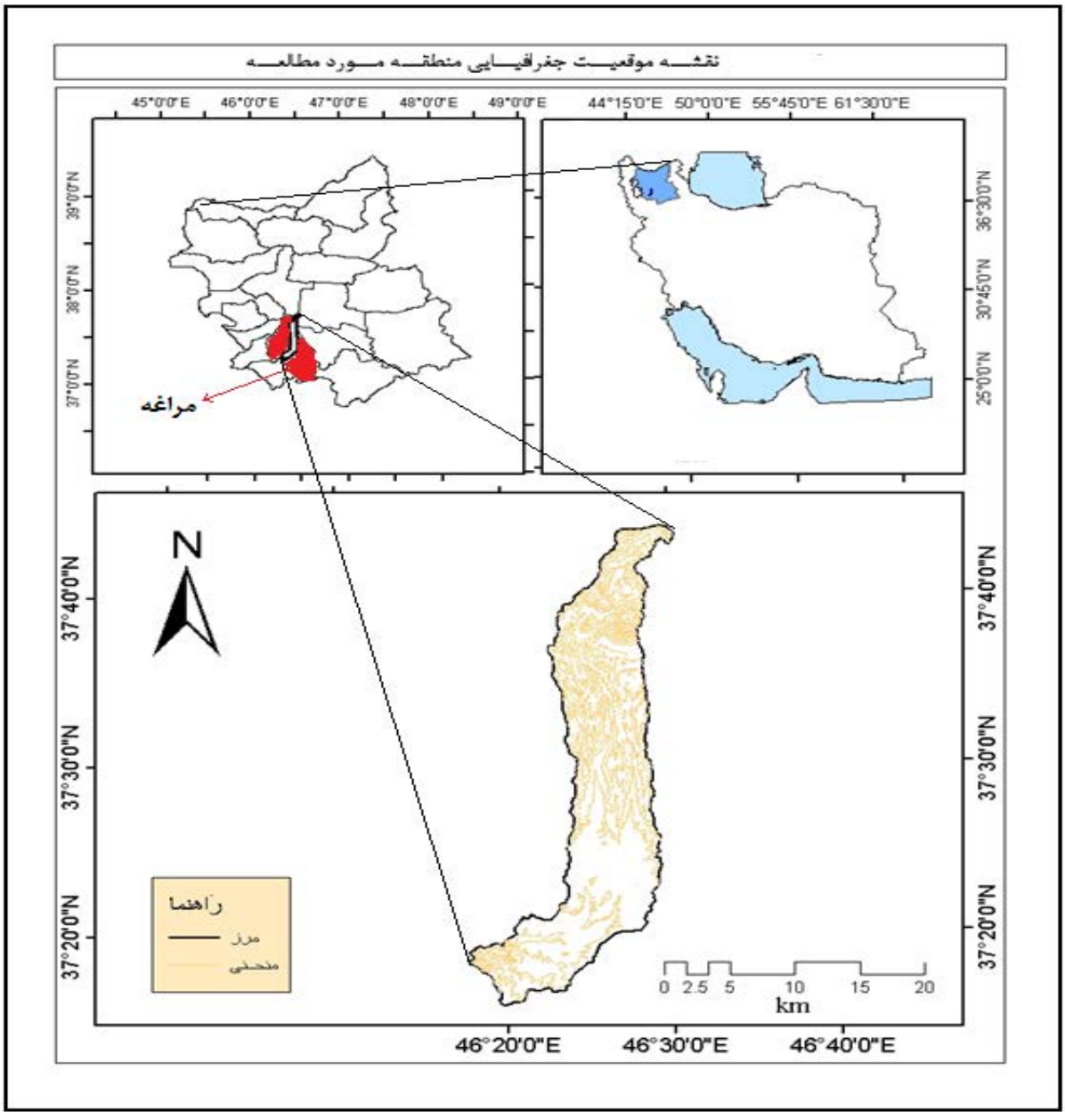
روشها و تکنیکهای به کار رفته در این تحقیق، در مرحله اول به مطالعه در مورد ویژگیهای طبیعی حوضه آبخیز لیلان چای که با در نظر گرفتن مبانی نظری، به بررسی فرایندها و ویژگیهای ژئومرفولوژیکی، زمین‌شناختی، هیدرولوژیکی و... پرداخته شد. نقشه‌های اولیه و پایه مانند نقشه های توپوگرافی، زمین شناسی، خاک و همچنین تهیه عکسهای هوایی و تصاویر ماهواره‌ای منطقه مورد مطالعه تهیه گردید، و نیز برای تحلیل وضعیت اقلیمی و هیدرولوژیکی حوضه از آمار اطلاعات سازمان هواشناسی و وزرات نیرو مهاب استفاده شده است. ژئورفرنس و رقومی کردن نقشه‌ها و عکسهای هوایی با استفاده از نرم افزار Arc GIS، در این مرحله از مطالعه, پس از تهیه نقشه‌های پایه، این نقشه‌ها را به طور جداگانه وارد محیط نرم افزار Arc GIS کرده و آنها را زمین مرجع نموده و برای هر یک از آنها پایگاه داده ایجاد می نمایم تا بر اساس این جداول اطلاعاتی، تجزیه و تحلیل ها انجام بگیرند. در مورد ویژگیهای کلی حوضه ها از لحاظ وضعیت توپوگرافی، فیزیوگرافی، پوشش گیاهی و خاکشناسی مطالعه مناسب انجام گرفت و سپس دادههای بارندگی، هیدروگراف سیل و دبی نیز پردازش گردید و نهایتا از این اطلاعات برای محاسبه شماره منحنی و دبی استفاده گردید. برای محاسبه شماره منحنی در این مقاله با استفاده از روش جدول

[3]- Leilan chai

Archive of SID

www.SID.ir

SCS و اطلاعات پوشش گیاهی، کاربری اراضی و گروههای هیدرولوژیک خاک نقشه شماره منحنی تهیه و سپس شماره منحنی وزنی حوزه محاسبه میگردد. سپس با استفاده از دادههای مشاهداتی بارندگی و رواناب و از طریق معادله۱ ابتدا حداکثر پتانسیل نگهداشت آب و با استفاده از معادله۲ مقدار شماره منحنی بدست می‌آید.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی حوضه آبخیز لیلان چای

تهیه نقشه های ثانوی مربوط به حوضه از قبیل نقشه های شیب، جهت، کاربری، پوشش گیاهی، ژئومورفولوژی و... با استفاده از نرم افزار Arc GIS، تهیه نقشه همبارش منطقه با استفاده از آمار بارندگی ایستگاههای شاخص حوضه آبخیز لیلان چای، و سپس با توجه به مدل SCS و روش شماره منحنی CN، و تجزیه و تحلیل مسائل مربوط به سیل، و نیز تلفیق دو نقشه گروههای هیدرولوژیک خاک و کاربری اراضی، نقشه (CN) حوضه تهیه گردید

www.SID.ir

(شکل۳). و سپس با استفاده از نقشه شماره منحنی CN ، میزان نفوذ پذیری(S) برای قسمتهای مختلف حوضه تعیین گردید (شکل٤)، که مقدار S بصورت زیر محاسبه می شود.

رابطه شماره ۱: (مهدوی،۱۳۸٤) برحسب میلی متر $S = \frac{25400}{CN} - 254$

و مقدار رواناب Q با استفاده از نرم افزار Arc GIS در قسمتهای مختلف حوضه مشخص شد. که در روش SCS ارتفاع رواناب حاصله از یک بارندگی بصورت زیر محاسبه می‌شود. شکل ۵ میزان رواناب حاصله حوضه آبخیز لیللان چای را نشان می دهد.

رابطه شماره ۲ : (مهدوی،۱۳۸٤) $Q = \frac{(p-0.2s)^2}{p+0.28s}$

که در آن:

Q = ارتفاع رواناب به میلیمتر p = ارتفاع بارندگی به میلیمتر S = ضریب نگهداشت آب

در نهایت بعد از برآورد میزان تولید روانابهای هر محدوده با تکمیل کردن پایگاه داده های نقشه‌ها، نقشه‌های مختلف از متغیرهای موثر بر سیل را با استفاده از نرم افزار Arc GIS جمع کرده و تا بر این اساس نقشه های نهایی یعنی نقشه پهنه بندی سیل به عنوان یکی از مهمترین متغیرها در حوضه، با دوره بازگشت های مختلف تهیه گردید (شکل ٦).

پهنه بندی پتانسیل سیل‌خیزی عبارت است از تعیین و توصیف مناطق دارای پتانسیل از نظر تولید رواناب سطحی است. این عمل بر اساس مشابهت خوصیات هیدرولوژیکی و هیدروژئولوژیکی مناطق صورت گرفته و از این طریق امکانات استفاده از پتانسیل هر زون مشخص و ارزیابی می شود. طبق تقسیم بندی سازمان خاک آمریکا، گروههای هیدرولوژیکی خاکها شامل چهار گروه D،C،B،A می‌باشد که هر کدام از گروهها به ترتیب دارای پتانسیل تولید رواناب کم، متوسط، نسبتا زیاد و زیاد می‌باشند. و بطور کلی شدت نفوذ پذیری از گروه A به سمت گروه D کاهش می‌یابد. یکی از عوامل پدید آمدن سیلاب در نقاط حساس ویژگی های ساختاری خاک می باشد بنابراین با توجه به نقشی که گروههای هیدرولوژیک خاک در میزان نفوذ آب و تعیین ضریب هرزآب دارند جز عوامل تعیین کننده در پتانسیل سیل خیزی یک محدود می باشند.

نتایج تحقیق

برای آن که خصوصیات حوضه آبخیز مورد مطالعه را در توانایی ایجاد رواناب و سیلاب های سطحی با توجه به میزان بارندگی بدست آوریم از گروه‌های هیدرولوژیکی خاک استفاده می‌کنیم. لذا، برای برآورد پتانسیل تولید رواناب منطقه مورد مطالعه طبق روش SCS ابتدا از نقشه کاربری اراضی و نقشه گروههای هیدرولوژیک خاک، که برای تهیه نقشه گروههای هیدرولوژیک خاکهای حوضه به دلیل عدم دسترسی به وسایل و امکانات مورد نیاز برای نمونه برداری از قابلیت نفوذ پذیری خاک‌های حوضه از مطالعات خاک شناسی و طبقه بندی اراضی نیمه تفضیلی منطقه مراغه و بناب، و مطالعات جامع کشاورزی منطقه و نقشه ارزیابی منابع و قابلیت اراضی منطقه مراغه که توسط موسسه تحقیقات آب و خاک تهیه شده استفاده گردید (شکل۲). که براساس نقشه گروههای هیدرولوژیک خاک، حوضه آبخیز لیلان چای به ترتیب از نظر وسعت دارای گروههای A،D،C،B بوده، به عبارت دیگر از نظر گروههای

Archive of SID

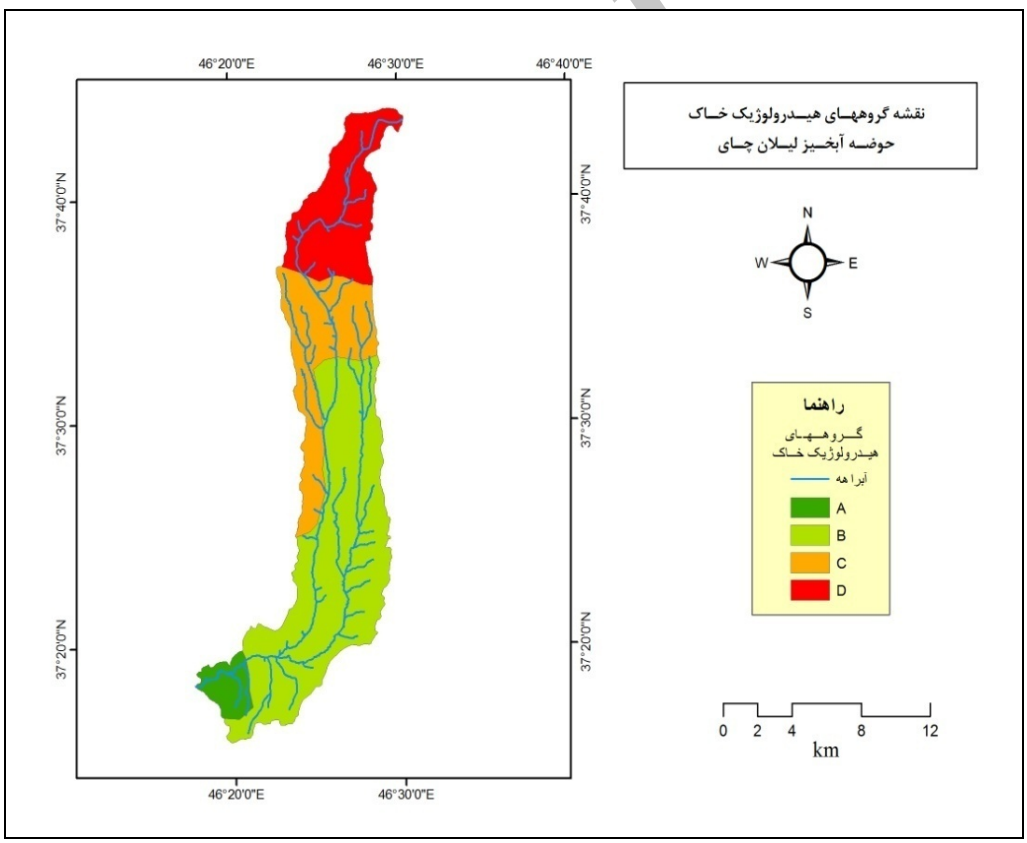
www.SID.ir

هیدرولوزیک خاک، بیشترین مساحت منطقه از نوع B، خاک هایی با شدت نفوذ پذیری متوسط، خاکهایی که عمیق بوده و زهکشی متوسط تا خوب داشته و دارای بافت ریز تا متوسط می باشند. آبگذری آنها متوسط بوده و توانایی متوسطی از نظر تولید رواناب دارند. در این خاکها ظرفیت نهایی نفوذ آب به داخل خاک بین ۳/۸ تا ۷/۵ میلی متر در ساعت است (جدول ۱).

جدول۱- حداقل شدت نفوذ در گروههای هیدرولوژیکی خاک

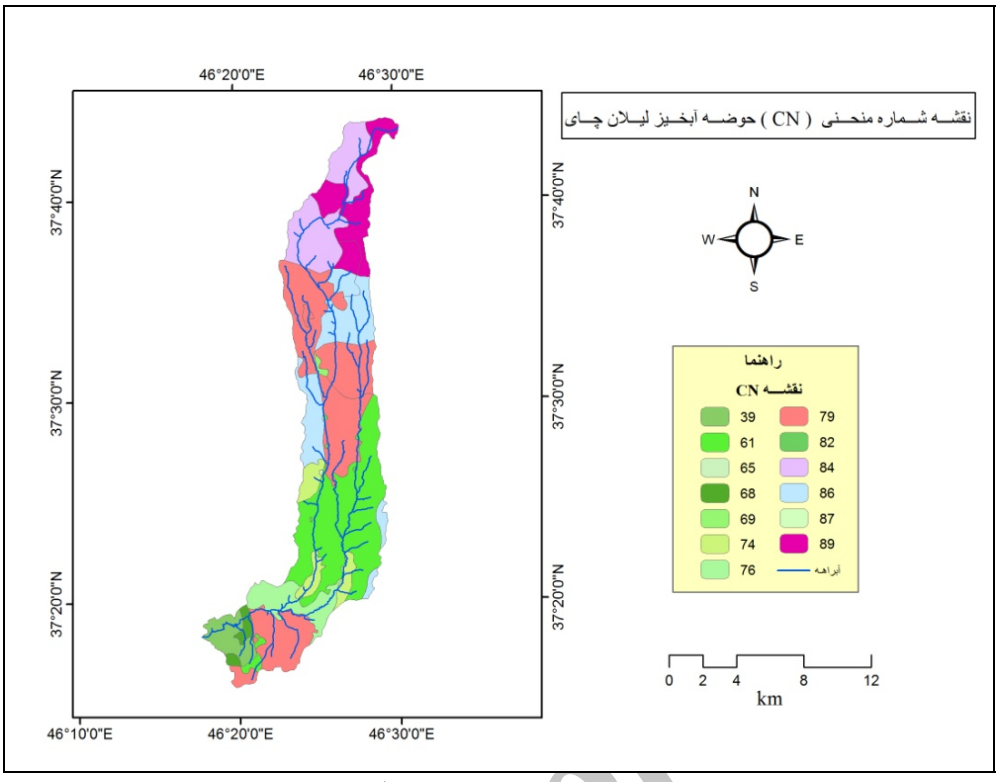
گروههای هیدرولوژیکی خاک	شدت نفوذ به اینچ بر ساعت	نوع خاک	توانائی تولید رواناب
A	بیش از ۳	شنی و قلوه سنگی	کم
B	۳-۱/۵	شنی لومی – شنی رسی	متوسط
C	۱/۵-۰/۵	لومی، لومی رسی دارای لایه سخت در عمق خاک	نسبتاً زیاد
D	کمتر از ۰/۵	رسی، خاک های شور، سنگ، جاده آسفالت، بتون، خاک های کم عمق	خیلی زیاد

منبع: مهدوی،۱۳۸٤

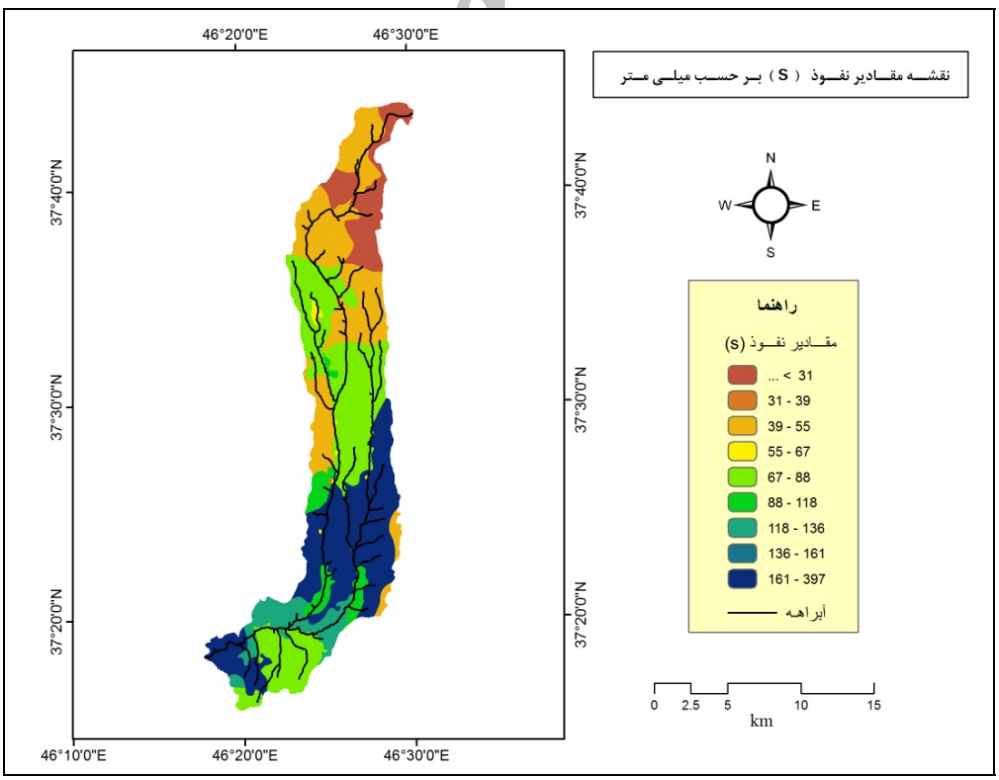


شکل ۲: نقشه گروههای هیدرولوژیک خاک در حوضه آبخیز لیلان چای

www.SID.ir

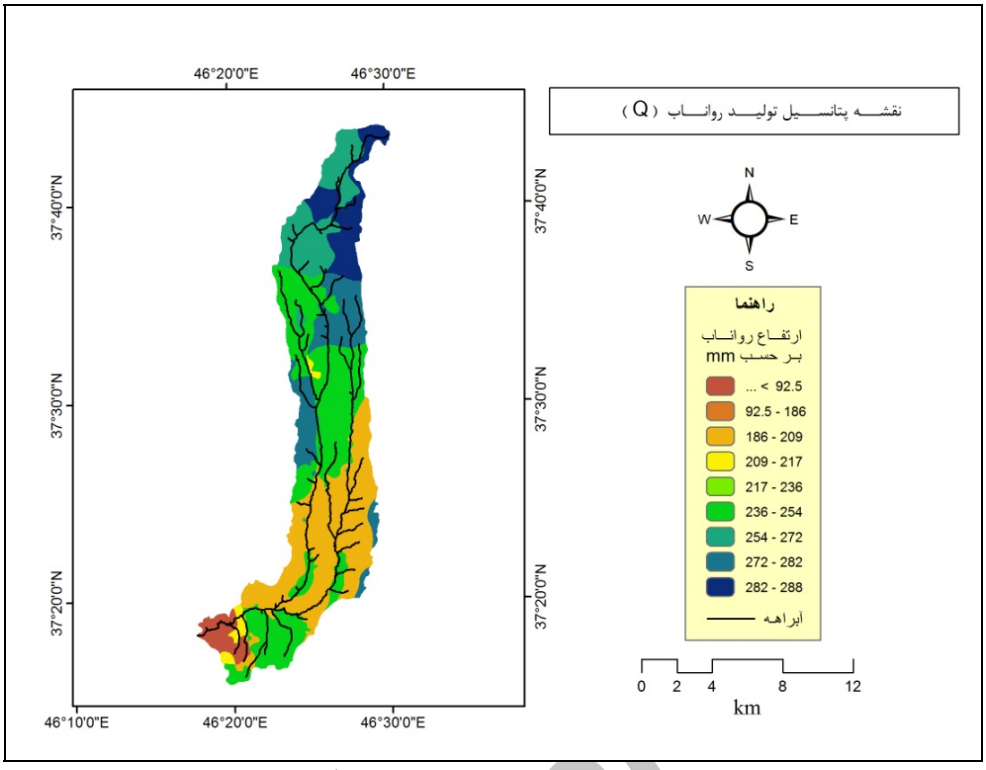


شکل ۳: نقشه شماره منحنی CN حوضه آبخیز لیلان چای

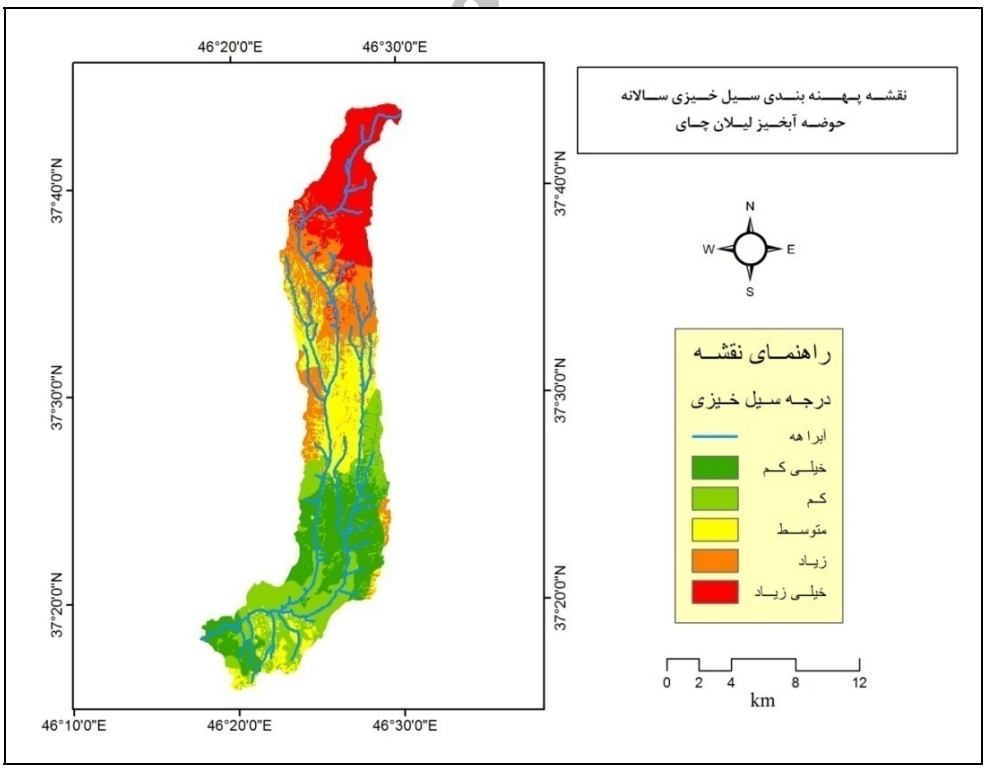


شکل ٤: نقشه مقادیر نفوذ S برحسب میلمتر منطقه مورد مطالعه

www.SID.ir



شکل ۵: نقشه پتانسیل تولید رواناب Q در حوضه آبخیز لیلان چای



شکل ٦: نقشه پهنه بندی سیل خیزی سالانه در حوضه آبخیز لیلان چای

www.SID.ir

نتیجه گیری

با تلفیق نقشه رواناب، کاربری اراضی، پوشش گیاهی، نقشه شیب و... نقشه‌های پهنه‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی سالانه تهیه گردید که در این نقشه‌ها میزان سیل‌خیزی حوضه را با درجه سیل‌خیزی خیلی‌زیاد، زیاد، متوسط، کم، خیلی‌کم مشخص گردیده است. نتایج به دست آمده در این تحقیق را می توان به صورت زیر خلاصه کرد: نقشه‌های پهنه‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی منطقه با درجه سیل‌خیزی خیلی‌زیاد، زیاد، متوسط، کم و خیلی‌کم به راحتی از هم دیگر قابل تفکیک هستند. از روی این نقشه‌ها چنین برداشت می‌شود که پتانسیل تولید رواناب در قسمتهایی که دارای سازنده‌های آنذریت داسیتی، آنذریت کوارتزی، خاکستر آتشفشانی و... هستند و نقاطی که تقریبا شیب زیادی دارند درجه سیل‌خیزی بیشتر می‌باشد.

شیب به عنوان یکی از پارامترهای موثر در پتانسیل سیل خیزی، در حوضه آبخیز لیلان‌چای با توجه به تجزیه و تحلیل نقشه شیب، CN، رواناب، پهنه‌بندی سیل، چنین استنباط می‌شود که نقاطی که دارای شیب زیاد هستند دارای درجه سیل‌خیزی خیلی‌زیاد می‌باشند، بنابراین در حوضه مورد مطالعه نیز قسمت بالا دست حوضه به دلیل دارا بودن شیب زیاد دارای بیشترین مقدار پتانسیل سیل بوده و با کاهش شیب از مقدار سیل کاسته شده است ولی این حالت کاهش سیل با کاهش شیب در قسمت پایین دست حوضه ثابت نبوده، و این عامل بیشتر به دلیل وجود آبرفتهای جدید در قسمتهای پایین دست حوضه می‌باشد که باعث افزایش نفوذپذیری رواناب شده و میزان سیل‌خیزی کاهش می‌یابد. لذا می‌توان چنین بیان کرد علیرغم اهمیت شیب در بین پارامترهای موجود، شبکه سازندهای زمین شناسی و رخساره‌ها نیز در کنار عامل شیب می‌توانند در پتانسیل سیل‌خیزی حوضه آبریز دارای اهمیت باشند، به این علت که عدم نفوذناپذیر بودن سازندهای آنذریت داسیتی، آنذریت کوارتزی، خاکستر آتشفشانی و... باعث افزایش پتانسیل سیل در بالا دست حوضه شده است. همانطوری که نقشه پهنه‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی نشان می‌دهد بیشترین پتانسیل سیل‌خیزی در نقاطی از حوضه صورت می‌گیرد که علاوه بر عامل شیب، سازندهای نفوذناپذیر زمین‌شناسی نیز وجود دارند.

با توجه به این که حوضه مورد مطالعه در قسمت شمال غرب کشور در مسیر بادهای غربی قرار گرفته است. ورود این بادها از اوایل پاییز شروع شده و تا بهار ادامه می‌یابد. اواخر زمستان و اوایل بهار پر بارش‌ترین زمان حوضه می‌باشد. و علت این امر را می‌توان به دلیل عرض جغرافیایی بالای حوضه، که هنوز بادهای غربی به طور کامل عقب نشینی نکرده اند، دانست. در مجموع مقادیر زیاد نزولات جوی در این فصل از سال در حوضه، بر اثر فراهم شدن شرایط همرفت دامنه‌ای در دامنه‌های آفتابگیر می‌باشد که در منطقه به بارشهای نیسان موسوم است. البته باید یادآور شد که در اقلیم هر منطقه‌ای علاوه بر عوامل خارجی، عوامل محلی مانند ارتفاع، عرض جغرافیایی، دوری و نزدیکی به دریا و... نیز دخالت داشته و در نوع اقلیم موثر واقع می‌شوند. در واقع ترکیب عوامل محلی و بیرونی است که آب و هوای منطقه را مشخص می‌کند. و با تجزیه تحلیل نقشه‌های همبارش، نقشه‌های رواناب و نقشه سیل خیزی مشخص گردید که بیشترین میزان سیل در فصل بهار به دلیل ذوب برفها و بارشهای موسوم به نیسان رخ می‌دهد. با در نظر گرفتن نقشه پهنه بندی سیل خیزی حوضه مشاهده می شود که میزان سیل خیزی حوضه در نواحی مرتفع و پرشیب که میزان پوشش گیاهی و ضخامت خاک کم، و نفوذ پذیری خاک حداقل می

Archive of SID

www.SID.ir

باشد، حداکثر سیل خیزی را در حوضه مورد مطالعه داریم. نواحی مرتفع منطقه که در شمال و شمال غربی آن واقع شده و این نواحی پوشیده شده از سازند های آتشفشانی دامنه های سهند است و در تشدید سیل خیزی به دلیل نفوذ پذیری کم موثر است. هرچه به مناطق پست و جنوبی حوضه نزدیک میشویم به دلیل کاهش شیب اراضی و بهبود وضعیت پوشش گیاهی، نفوذپذیری بالای خاک را شاهد هستیم که این نیز به نوبه خود پتانسیل سیل خیزی منطقه را کاهش می دهد.

میزان سیل‌خیزی در قسمت شرقی حوضه نسبت به قسمتهای دیگر حوضه بیشتر می‌باشد. و با توجه به نقشه‌های پوشش گیاهی، کاربری اراضی، زمین شناسی و... میزان نفوذ S در قسمت غرب حوضه بیشتر بوده و در نتیجه مقدار تولید رواناب Q کمتر شده و لذا در نقشه‌های نهایی پهنه‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی حوضه مقدار سیل‌خیزی در قسمت غرب حوضه کمتر می‌باشد.

نقشه پهنه بندی پتانسیل سیل خیزی در واقع نشان دهنده پخش منطقه ای رواناب در درون حوزه آبخیز می باشد . در این نقشه مناطق با پتانسیل سیل خیزی زیاد و کم به سهولت قابل تشخیص است. از روی این نقشه چنین بر داشت می شود که پتانسیل تولید رواناب، در حاشیه ارتفاعات این حوزه که دارای شیب زیاد و تشکیلات زمین شناسی از نوع سخت(سنگهای آذرین) هستند، مقادیر زیادی داشته و دارای بالاترین رده پتانسیل سیل خیزی می‌باشد.

مقایسه دو عامل CN و شیب آبراهه در هر یک از زیرحوضه ها و اثر آن دو، در دبی خروجی محل مورد نظر نشان می‌دهد که اثر عامل CN در مقدار کاهش دبی خروجی نسبت به عامل شیب آبراهه آشکار تر است. این اثر کاهشی در واحدهای هیدرولوژیک حساس تر نیز با تفاوت نسبتا آشکارتری نسبت به شیب آبراهه دیده می شود. نکته قابل توجه اثر معکوس شیب آبراهه مخصوصا در واحدهای هیدرولوژیک D و C می باشد که باید مورد توجه قرار گیرد. در مجموع در بین عوامل مؤثر بر سیل خروجی حوضه در واحدهای هیدرولوژیک، مهمترین و در عین حال ساده‌ترین عامل از لحاظ کنترل و تأثیر آن بر سیل خروجی حوضه، عامل CN می‌باشد که بیشتر به پوشش گیاهی ارتباط دارد. در هرحال جزئیات بیشتر این موارد نیاز به مطالعات تفصیلی دارد . در پایان باید یادآوری شود که با توجه به نمودارهای حساسیت زیرحوضه‌ها نسبت به عامل شیب آبراهه‌ها، توجه به این نکته مهم ضروری است که در برخی موارد این امکان وجود دارد که عملیات کاهش شیب در واقع اثر معکوس بر دبی اوج خروجی حوضه بگذارد.

بررسی اثر تغییرات عامل CN در سیلخیزی حوضه **نشان می دهد که این** عامل در دامنه + و – ۱۰ درصد که تقریبا دامنه معقولی برای مدیریت سیل در این حوضه می باشد صورت گرفت. برای این کار ابتدا مقادیر CN جدید تعیین و با استفاده از آن، مقدار تلفات اولیه برای هر واحد هیدرولوژیک در دامنه تعیین شده محاسبه شد و سپس با در نظر گرفتن شیب هر واحد هیدرولوژیک نسبت به محاسبه زمان تاخیر مربوطه اقدام شد.

نتایج حاصل نشان داد به جز زیرحوضه C که بطور بسیار جزئی در جهت عکس زیرحوضه های دیگر عمل می کند، در سایر زیرحوضه ها کاهش عدد CN با دامنه متفاوتی در سیلاب خروجی حوضه اثر می‌گذارند در این حوضه واحدهای هیدرولوژیک B و C و بویژه واحد هیدرولوژیک D نسبت به تغییرات عامل CN و تاثیر آن در

www.SID.ir

سیل خروجی حوضه حساسیت بیشتری دارند. لازم بیادآوری است در محاسبات مربوط به سیل و سیل‌خیزی، نقش کاربری حوضه در عدد منحنی (CN) نهفته است. دو لایه مهمی که منجر به تعیین عدد منحنی می‌شوند وضعیت خاک و پوشش گیاهی است بنا بر این از طریق تحلیل CN می توان رهنمودهای مورد نیاز برای مدیریت عملیات بیولوژیک جهت کنترل سیل ارایه کرد.

در یک جمع‌بندی کلی، نتایج بدست آمده از این تحقیق را به شرح زیر می‌توان خلاصه نمود و در برنامه ریزی‌های آینده از آن برای حل مشکلاتی چون کم آبی‌ها، کنترل و مهار سیلاب ها و کنترل فرسایش‌های خاک مرتبط با آن بکار برد. در نقشه پهنه بندی پتانسیل سیل خیزی منطقه، با درجه سیل خیزی خیلی زیاد، زیاد، متوسط، کم و خیلی کم به راحتی از هم دیگر قابل تفکیک هستند و لذا رعایت اصول و ضوابط مهندسی رودخانه در احداث پل‌ها مطابق استاندارد و مطالعه و اجرای طرح‌های سیستم هشدار دهنده سیل در مسیرهای پرجمعیت رودخانه الزامی است. و ارایه خدمات آموزش عمومی از طریق جمعیت هلال‌احمر، آموزش و پرورش و... با هماهنگی کمیته‌های فرعی پیشگیری از سیل در منطقه، همچنین ایجاد و ساخت سد و آب بندها بهترین چاره است که می‌توان در تولید برق و آبیاری از آن در منطقه استفاده کرد. و در نهایت، در مناطق با پوشش گیاهی اندک و تنک حفاظت از مراتع و کشت گیاهان مرتعی و جلوگیری از تبدیل مراتع به دیم زار های کم محصول و رعایت کردن زمان چرای دام در مراتع و جلوگیری از کندن درختان و بوته ها در منطقه ضروری است.

منابع

۱. آخوندی، الف، (۱۳۸۰): بررسی مدل شماره منحنی در برآورد سیل با استفاده از سیستمهای اطلاعات جغرافیایی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، استاد راهنما دکتر فرج‌زاده.

۲. پناهی، ن، (۱۳۸٤): برآورد رواناب به روش شماره منحنی (CN) با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، استاد راهنما حسین محمدی.

۳. حیدری ژاله، علی و همکاران، (۱۳۸۷): بررسی قابلیت بهینه سازی پهنه سیلاب بوسیله GIS و HEC-RAS، تبریز، سومین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران.

٤. رهنما، اردشیر، (۱۳۸۷): برآورد رواناب سطحی در حوضه آبریز بشار به روش CN، پایانامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس، استاد راهنما منوچهر فرج زاده.

۵. سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح ؛ نقشه توپوگرافی در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰، آشان و مغانجیق، ۱۳۷۵.

٦. سازمان زمین شناسی کشور؛ نقشه زمین شناسی در مقیاس ۱۰۰۰۰۰: ۱ ، اسکو و مراغه.

۷. عبدی، پرویز و رسولی، مسعود، (۱۳۸۰): گزارش پهنه بندی خطر سیل در حوضه آبخیز زنجان رود، انتشارات مرکزی تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری کشور.

۸. علیجانی، بهلول، (۱۳۷۹): آب و هوای ایران، انتشارات پیام نور .

۹. علیزاده، امین، (۱۳۸٦): اصول هیدرولوژی کاربردی، انتشارات آستان قدس رضوی.

Archive of SID

www.SID.ir

۱۰.غیور، حسنعلی، (۱۳۷۱): پیش بینی سیلاب در مناطق مرطوب، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۲۵، ص ۴۹-۲۵.

۱۱.قهرودی تالی، منیژه، (۱۳۸۵): ارزیابی مدل CN در تخمین رواناب، مطالعه موردی حوضه آبریز سد امیرکبیر (کرج)، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۳ ، ص ۱۸۵-۱۹۸.

۱۲.طاهری، م و لندی، ا، (۱۳۸٤): کاربرد تکنیک های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در تهیه نقشه شماره منحنی جهت برآورد حجم رواناب، همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز.

۱۳.مهدوی، محمد، (۱۳۸٤): هیدرولوژی کاربردی(جلد اول، دوم)، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ پنجم.

۱٤.۱٤- موحد دانش، علی اصغر، (۱۳۸۷): هیدرولوژی آبهای سطحی ایران، انتشارات سمت، چاپ پنجم.

۱۵.۱۵- نیک نژاد، داود و علیزاده، عزت ا...، (۱۳۸۵): مطالعه سیلاب و کنترل آن در دو زیر حوزه منتهی به دریاچه ارومیه، کارگاه فنی همزیستی با سیلاب.

16. Chow Vent e, Maidment Davidr, Mays Larry W, (1988): Applied Hydrology, McGraw-Hill international editions civil Engineering series, pp:572.
17. Drayton, R. S., Wild, B. M., Haris, J. H., (1992): Geographical Information System approach to distributed modeling, In: Terrian Analysis and Distributed Modeling in Hydrology, Ed. K.J. Beven, I. D. Moore, John wiley & Sons, UK.
18. Thomas W. O. and M. A. Benson (1968): uniform flood fregency estimating methods for federal agences water resources geology. P. 891-908.
19. Pramod kumar K N. Tiwar and D K pal (1991): Establishhng SCS Runoff curve Number from IRS Digital Data Base، Journal of the Indian Society of Remote Sensing.
20. N. T. Kottegoda L. Natale E. Raiteri (2000): Statistical modeling of daily streamflows using rainfall input and curve number technique، Journal of Hydrology.
21. Singh, V. P., (1998): Hydrologic System, Rainfall Runoff Modeling, Vol. 1, John Wiley & sons, UK.
22. Sinnakaudan S. K. Ghani A. A. Ahmad S. S. and Zakria N. A. (2003): Flood risk mapping for pari River.
23. Soil Conservation Service, (2005): A Guide to Hydrologic Analysis using SCS Method, Washington D. C.
24. Xiaoyong Zhan, Min-Lang Huang (2004): ArcCN-Runoff: anArcGIS tool for generating curve number and runoff maps, Environmental Modelling & Software.
25. Sangjun Im, Seungwoo park، and Taeil Jang (2007): Application of SCS Curve umber Method for Irrigated Paddy Field, KSCE Journal of Civil Engineering.

Archive of SID

www.SID.ir