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

محمد رضا ثروتی*
استاد گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه شهید بهشتی
اکبر رستمی
کارشناسی ارشد، ژئومورفولوژی دانشگاه شهید بهشتی
فاطمه خدادادی
کارشناسی ارشد، ژئومورفولوژی دانشگاه شهید بهشتی

دریافت مقاله : ۱۳۹۰/۰۹/۱۵ تاییدیه نهایی : ۱۳۹۱/۴/۳۱

چکیده
سیل یکی از پدیده‌های موجود در طبیعت بوده که از دیر باز، بشر شاهد وقوع آن می‌باشد. در ایران به دلیل وسعت زیاد، اقلیم‌های 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 شد. با تلفیق این داده‌ها و اطلاعات، براساس روش SCS، نقشه CN حوضه، میزان نفوذ و مقدار رواناب تهیه گردید. 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 شد.

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

مقدمه

همه روزه در سراسر جهان وقایع طبیعی زیادی رخ می‌دهد که تعدای از آن‌ها تبدیل به بلایای طبیعی می‌شوند. 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 نمی‌شوند. سیل جزء آن دسته از حوداث طبیعی است که همیشه به عنوان بلای طبیعی قلمداد شده است. پدیده سیل به صورت

* نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۳۳۵۳۹۶۲ E-mail: rezasarvati@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

کنونی خود در کشور ما بیش از آن که ناشی از وقوع بارش‌های با حدود پایین باشد، از عوارض به هم خوردن تعادل طبیعی و شرایط جغرافیایی منطقه می‌باشد. به طوری که بروز بارش‌های معمولی نیز موجب جاری شدن سیلاب می‌گردد. 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 کرده است که هر از چند گاهی شاهد بروز سیلاب و آثار تخریبی آن و از دست رفتن میلیون‌ها تن از خاک‌های با ارزش باشیم.

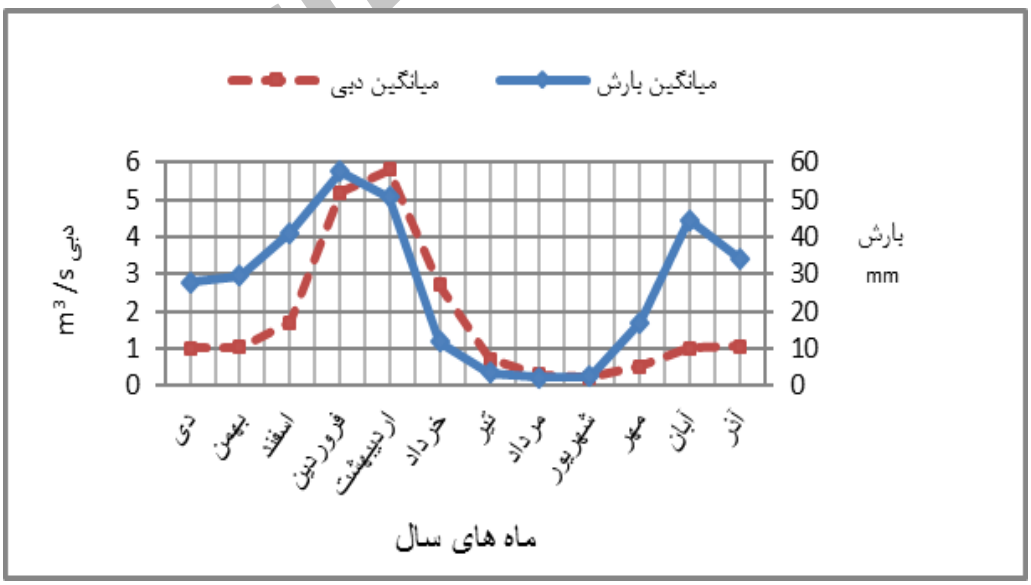
سیلاب پدیده‌ای است که دلیل اصلی آن عوامل طبیعی بوده و دخالت بشری باعث برهم خوردن تعادل طبیعی حوضه‌های آبخیز و وقوع این پدیده و خسارت‌ها و زیان‌های ناشی از آن را تشدید می‌کند. مهمترین عوامل در افزایش سیلاب تبدیل اراضی، تخریب پوشش گیاهی و خاک، تجاوز بشر به حریم رودخانه‌ها و شدت بارندگی می‌باشد که بایستی 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، سیلاب‌ها و آثار آن بر اراضی دشت سیلابی و تعیین حریم رودخانه‌ها ارایه می‌دهد، در نتیجه امکان ارسال هشدارهای مناسب در مواقع خطر سیل و تسهیل عملیات امداد و نجات را فراهم می‌سازد (نیک نژاد، علیزاده، ۱۳۸۵). با تمام اهمیتی که آب در اقتصاد ایران دارد و خرابی‌هایی که هر سال از سیلاب‌ها به بار می‌آید و آب‌هایی که بدون استفاده از کشور خارج یا به کویر سرازیر می‌شود، هنوز آن چنان که 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 ریزش‌های جوی، جریان آب‌های سطحی و منابع زیرزمینی به نحو مطلوب استفاده شود و این کار فقط با شناخت پدیده‌های هیدرولوژیکی عملی خواهد بود. منابع آب‌های سطحی یکی از سرمایه‌های 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 می‌ماند. این آب پس از پر کردن گودی‌های سطح زمین در امتداد شیب جریان پیدا کرد و از طریق شبکه آبراهه‌ها و سپس رودخانه اصلی از حوضه خارج می‌گردد. به این بخش از بارندگی که می‌توان مقدار آن را در رودخانه اندازگیری کرد، رواناب سطحی (Surface run-off) می‌گویند(علیزاده، ۱۳۸۶، ۵۰۱). پهنه بندی پتانسیل سیل‌خیزی عبارت از تعیین و توصیف مناطق دارای پتانسیل از نظر رواناب‌های سطحی است. این عمل بر اساس مشابهت ویژگی‌های هیدرولوژیکی و هیدروژئولوژیکی مناطق مورد بررسی صورت گرفته و از این طریق امکانات استفاده از پتانسیل هر زون مشخص و ارزیابی می‌شود(عبدی، پرویز، ۱۳۸۵). در واقع با تعیین محل‌های دارای پتانسیل بالا به نوعی می‌توان یک ارزیابی کلی از وضعیت سیل‌خیزی منطقه نیز بدست آورد چرا که وجود پتانسیل بالای سیل‌خیزی در یک منطقه مقدمه‌ای بر افزایش احتمال وقوع سیل در آن منطقه می‌باشد. همه ساله میلیون‌ها تن از خاک ارزشمند به وسیله سیلاب وارد دریاها و دریاچه می‌شود.، 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 می‌بارد، این چنین از دسترس خارج شده و ضمن آن آسیب‌های جدی و ماندگاری بر جای می‌گذارد. از آن‌جا که مبارزه با سیل از طریق مدیریت غیر سازه‌ای حوضه‌های آبخیز امروزه مورد توجه فراوان قرار گرفته و این مبارزه بدون شناخت عوامل موثر در ایجاد سیل یا تشدید کننده آن مسیر

Archive of SID

www.SID.ir

نیست، به این سبب شناسایی عوامل موثر بر پتانسیل حوضه‌ها و پهنه بندی حوضه‌ها از نظر قابلیت تولید رواناب امری ضروری و اجتناب ناپذیر می‌باشد. برای این منظور داده‌های سنجش از دور(RS) و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) ابزاری مفید و توانمند برای شناسایی عوامل موثر بر پتانسیل سیل‌خیزی و پهنه بندی حوضه‌ها می‌باشد. حوضه مورد مطالعه در قسمت شمال‌غرب کشور در مسیر بادهای غربی قرار گرفته است، اواخر زمستان و اوایل بهار پر بارش‌ترین زمان حوضه می‌باشد(علیجانی، ۱۳۷۹). بنابراین هدف این پژوهش برآورد پتانسیل سیل‌خیزی در حوضه آبخیز لیلان چای با استفاده از روش پیشنهادی سازمان حفاظت خاک آمریکا (SCS) و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی(GIS) است. با توجه این که حوضه آبخیز لیلان چای یکی از حوضه‌های سیل‌خیز 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 رگبارهای کوتاه مدت با مشکلات عدیده‌ای مواجه شد. شکل ۱ عکسی از حوضه را در فصل تابستان نشان می‌دهد که رسوبات ناشی از سیلاب‌های گذشته در قطعات خیلی درشت بر جای مانده است که نشان دهنده قدرت سیلاب و میزان دبی آن است. شکل ۱ نیز نشان دهنده وضعیت بارش و دبی رودخانه در طول سال است.



شکل ۱: نوسان‌های بارش و دبی در حوضه

www.SID.ir

با توجه به شکل ۱: مشاهده می‌شود بیشترین بارش در ماه فروردین اتفاق می‌افتد در حالی که اوج دبی در اردیبهشت می‌باشد. 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.

شکل ۲: نمایی از بستر رودخانه در فصل تابستان با رسوبات ریز و درشت برجامانده از سیلاب‌های گذشته

پیشینه پژوهش

تا کنون روش‌هایی که برای تعیین مناطق سیل‌خیز استفاده شده بیشتر بر پایه روش‌های نموداری، فرمول‌های تجربی، تحلیل آماری داده‌های سیلاب، تفیکیک حوضه به تعدادی زیر حوضه، داده‌های دورسنجی، GIS و مدل‌های ریاضی رایانه‌ای بارش و رواناب بوده و بیشتر از دیدگاه تولید سیل در سطح حوضه‌های مطرح شده است. به دنبال این مطالعات سرویس حفاظت خاک آمریکا در سال ۱۹۵۴، روشی را برای محاسبه بارش مازاد ارایه کرد 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 می‌رود، 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 زمینه‌های مختلف توسعه و بهره برداری در منابع آب و سازه‌های آبی و یا سایر عرصه‌های محیطی در حوضه‌های آبخیز تشکیل می‌دهد (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 این که در بین این روش‌ها روش شماره منحنی به صورت دقیق‌تر و مطمئن تر کاربرد فراوانی در اقلیم‌های مختلف دنیا دارد ما نیز در این مطالعه از این روش استفاده کردیم.

تاکنون پژوهش‌های زیادی در مورد روش شماره منحنی صورت گرفته است اما در این مورد، شرمن (۱۹۴۹) اولین شخصی بود که رابطه بارندگی و رواناب را بطور تجربی و در قالب هیدروگراف واحد پیشنهاد کرد. به دنبال این مطالعات

Archive of SID

www.SID.ir

سرویس حفاظت خاک آمریکا درسال ۱۹۵۴ روشی را برای محاسبه بارش مازاد ارایه نمود که به روش شماره منحنی موسوم گشت (CN) . بر مبنای این روش در یک رگبار همیشه بارش اضافی یا رواناب مستقیم کوچک‌تر یا مساوی بارش کل می‌باشد (چاو، ۱۹۸۸).

درایتون و همکاران (۱۹۹۲) کاربرد سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و تصاویر ماهواره‌ای را در برآورد رواناب از طریق روش شماره منحنی به طور گسترده در یک حوضه آبخیز منطقه ولز، بریتانیا مورد مطالعه قرار دادند (درایتون، ۱۹۹۲).

فودی و همکاران (۲۰۰۴) جهت تعیین نقاط سیل‌خیز حوضه‌ای در صحرای شرقی کشور مصر از داده‌های ماهواره‌های لندست جهت تعیین کاربری اراضی حوضه استفاده کردند. جهت تعیین نوع و نفوذ پذیری خاک اندازه گیری‌های صحرایی انجام دادند، آن‌ها سپس دبی خروجی از حوضه و زیر حوضه‌های آن را برای یک رگبار فرضی شدید شبیه سازی نمودند.

توماس و بنسون (۱۹۶۸) با استفاده از ۷۰ پارامتر جریان رودخانه‌ای و ۳۱ مشخصه حوضه آبخیز به بررسی مهمترین عامل فیزیکی و اقلیمی موثر در مدل‌های منطقه‌ای سیلاب پرداختند، آن‌ها نتیجه گرفتند سطح حوضه، شاخص‌های 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 کردند.

در ایران برای مطالعه پهنه بندی سیل‌خیزی حوضه‌ها، 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 سیل‌خیز در حوضه زنجان رود که احتمالا بخشی از طرح جامع پهنه بندی سیل‌خیزی کشور با مسؤلیت آبخیزداری وزرات جهاد کشاورزی است، با تهیه لایه‌های مختلف از قبیل زمین شناسی، کاربری اراضی، گروه‌های هیدرولوژیک خاک، شماره منحنی‌های همباران حوضه با دوره بازگشت‌های ۲۵ تا۵۰ ساله و همپوشانی لایه‌های مورد نظر و نهایتا پتانسیل رواناب را با استفاده از مدل SCS محاسبه کردند. در سال‌های اخیر در بسیاری از نواحی مختلف ایران مطالعاتی در راستای مدل‌های تجربی برای برآورد رواناب حداکثر و جریان‌های سیلابی در حوضه‌های کوچک توسط پژوهش‌گران ایرانی انجام گرفته است که به برخی از آن‌ها در ادامه اشاره می‌شود.

آخوندی (۱۳۸۰) روش شماره منحنی را در برآورد سیل با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در حوضه کارون شمالی بکار برد. پس از تلفیق نقشه‌ها 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(۱۳۸۴) 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 کردند.

که در این زمینه مقاله‌ها و پایان نامه‌ها 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 قلعه چای به روش شماره منحنی CN با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS (پناهی، ن، ۱۳۸۴)، تخمین رواناب سد امیرکبیر (قهرودی، ۱۳۸۵) و مطالعات حیدری ژاله (۱۳۸۷) و غیور (۱۳۷۱) را اشاره کرد.

Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

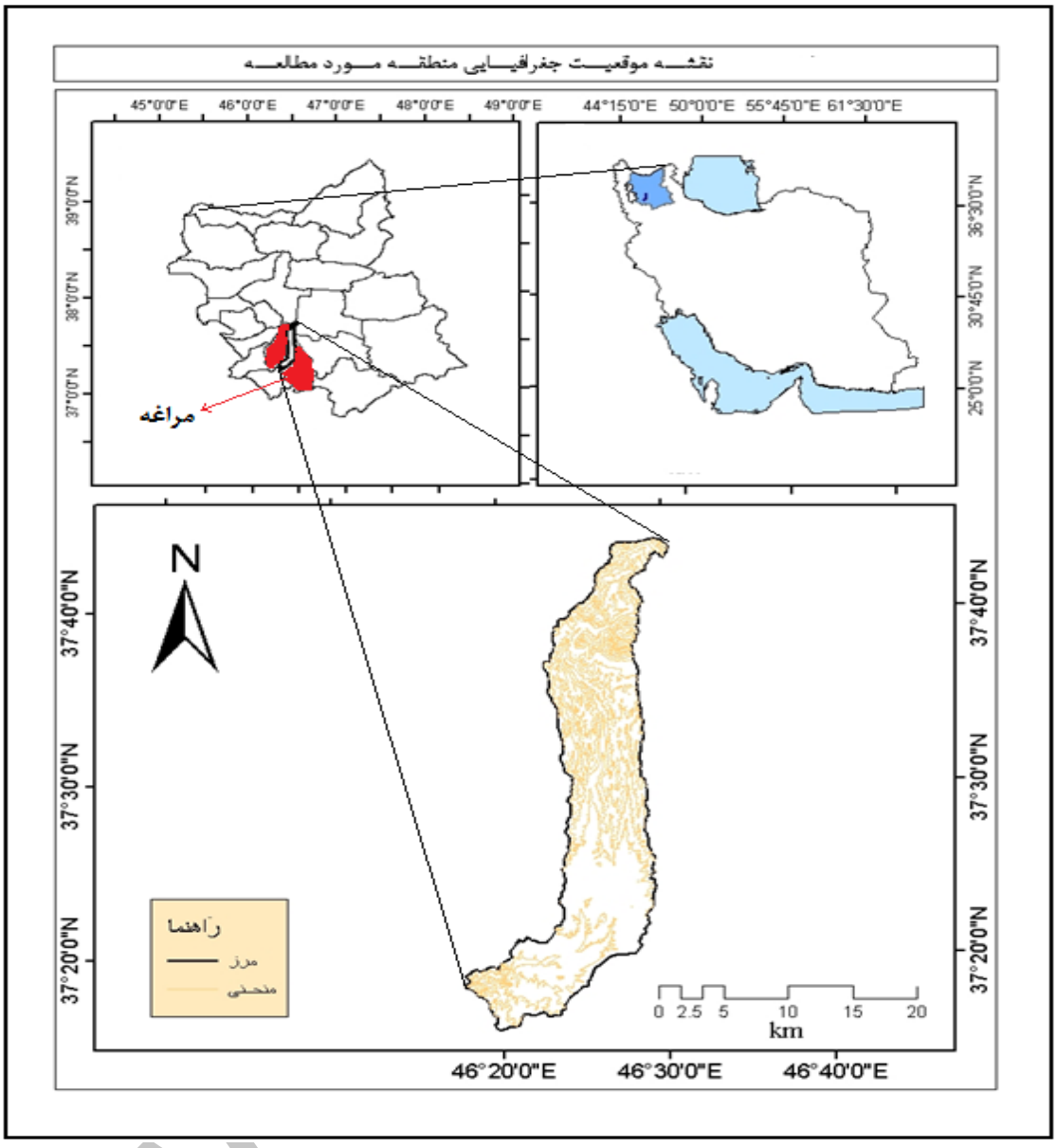
حوضه آبخیز لیلان چای[1] به عنوان یکی از زیر شاخه‌های رودخانه زرینه رود، یکی از رودهای عمده قسمت شرقی دریاچه ارومیه می‌باشد (موحد دانش، ۱۳۸۷، ۱۶۸). این حوضه در موقعیت جغرافیایی ˝۱۵ ˚۳۷ الی ˝۴۵ ˚۳۷ عرض شمالی و ˝۱۶ ˚۴۶ الی ˝۳۱ ˚۴۶ طول شرقی، قرار دارد (شکل ۳). طول کلی رودخانه لیلان چای در حدود ۹۵ کیلومتر، بوده و ارتفاع آن در مبداء برابر ۳۳۵۰ متر از سطح دریا است، 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 جنوب‌غربی جریان یافته، از شمال دشت ملکان عبور کرده و پس از آن به شاخه‌های متعددی تقسیم می‌شود. سیلاب‌های این رودخانه در جنوب‌شرق دریاچه ارومیه، وارد زرینه رود می‌شود و در نهایت از طریق این رودخانه وارد دریاچه ارومیه می‌شود. این حوضه در غرب خود با حوضه آبخیز مردق چای، خط تقسیم مشترکی ایجاد کرده است. در شمال آن قله‌های بلند سهند واقع شده است و در جنوب نیز تا دریاچه ارومیه ادامه می‌یابد. از نظر سیاسی، حوضه آبخیز لیلان چای در شمال‌غرب کشور و در محدوده سیاسی استان آذربایجان‌شرقی 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 ۳۶۸ کیلومترمربع بوده و طولی در حدود ۷۰ کیلومتر را در بر می‌گیرد. مرتفع ترین نقطه حوضه ۳۶۹۶ متر و کم ارتفاع ترین نقطه حوضه، ۱۴۸۰ 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، زمین شناختی، هیدرولوژیکی و ... پرداخته شد. نقشه‌های اولیه و پایه مانند نقشه‌های 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 می‌نمایم تا بر اساس این جداول اطلاعاتی، تجزیه و تحلیل‌ها انجام بگیرند. در مورد ویژگی‌های کلی حوضه‌ها از لحاظ وضعیت توپوگرافی، فیزیوگرافی، پوشش گیاهی و خاک‌شناسی مطالعه مناسب انجام گرفت و سپس داده‌های بارندگی، هیدروگراف سیل و دبی نیز پردازشa د 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 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 معادله ۱ ابتدا حداکثر پتانسیل نگه داشت آب و با استفاده از معادله ۲ مقدار شماره منحنی بدست می‌آید.

3- Leilan chai

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۳: موقعیت جغرافیایی حوضه آبخیز لیلان چای

تهیه نقشه‌های ثانوی مربوط به حوضه از قبیل نقشه‌های 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 (شکل ۴). و سپس با استفاده از نقشه شماره منحنی CN، میزان نفوذ پذیری(S) برای قسمت‌های مختلف حوضه تعیین گردید (شکل ۵)، که مقدار S به صورت زیر محاسبه می‌شود.

رابطه شماره ۱: (مهدوی،۱۳۸۴) $S = \frac{25400}{CN} - 254$ برحسب میلی متر

www.SID.ir

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 به صورت زیر محاسبه می‌شود. شکل ۶ میزان رواناب حاصله حوضه آبخیز لیلان چای را نشان می‌دهد.

رابطه شماره ۲ : (مهدوی، ۱۳۸۴)

$$Q = \frac{(p-0.2s)^2}{p+0.2Bs}$$

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 داده‌های نقشه‌ها، نقشه‌های مختلف از متغیرهای موثر بر سیل را با استفاده از نرم افزار Arc GIS جمع کرده و تا بر این اساس نقشه‌های نهایی یعنی نقشه پهنه بندی سیل به عنوان یکی از مهمترین متغیرها در حوضه، با دوره بازگشت‌های مختلف تهیه شد (شکل ۷).

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

نتایج پژوهش

برای آن که ویژگی‌های حوضه آبخیز مورد مطالعه را در توانایی ایجاد رواناب و سیلاب‌های 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 شد (شکل ۳). که براساس نقشه گروه‌های هیدرولوژیک خاک، حوضه آبخیز لیلان چای به ترتیب از نظر وسعت دارای گروه‌های B، C، D، A بوده، به عبارت دیگر از نظر گروه‌های هیدرولوزیک خاک، بیشترین مساحت منطقه از نوع B، خاک‌هایی با شدت نفوذ پذیری متوسط، خاک‌هایی که عمیق بوده و زهکشی متوسط تا خوب داشته و دارای بافت ریز تا متوسط می‌باشند. 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 میلی‌متر در ساعت است (جدول ۱).

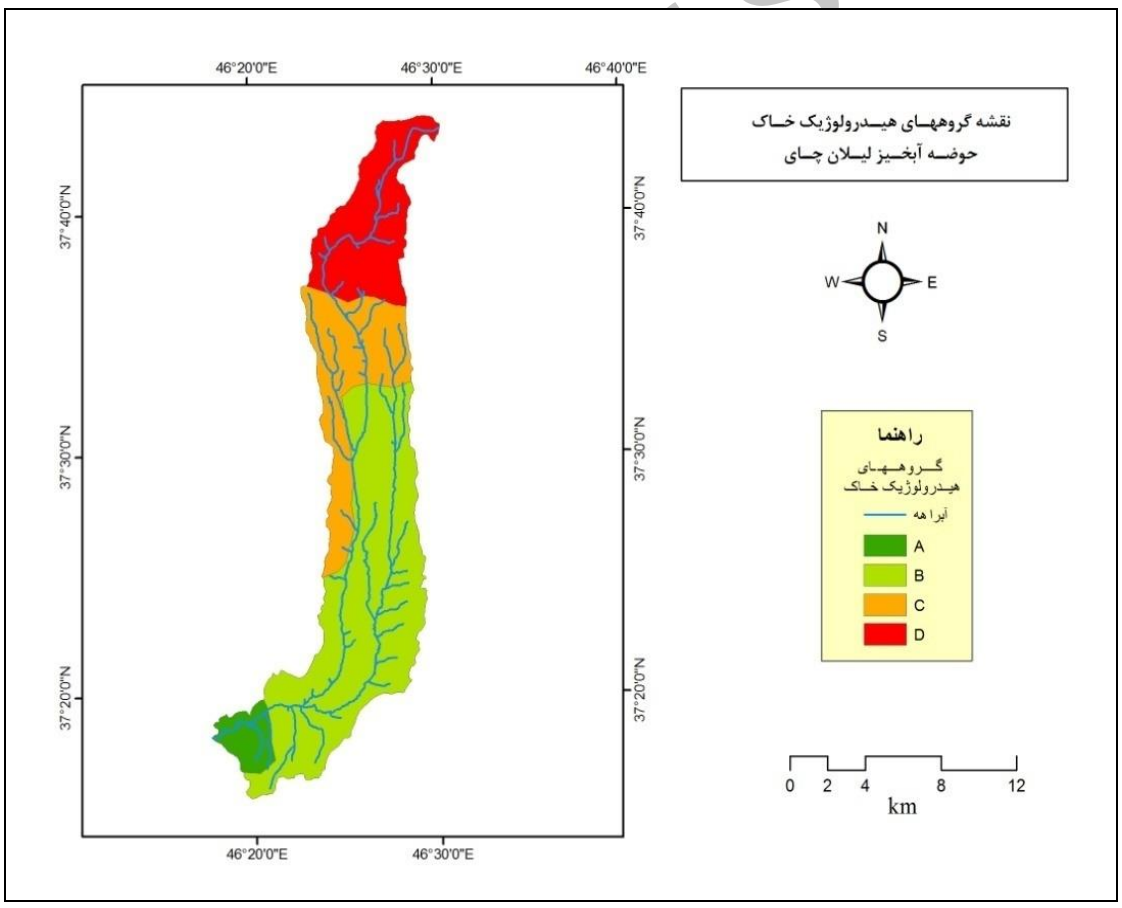
Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱: حداقل شدت نفوذ در گروه‌های هیدرولوژیکی خاک

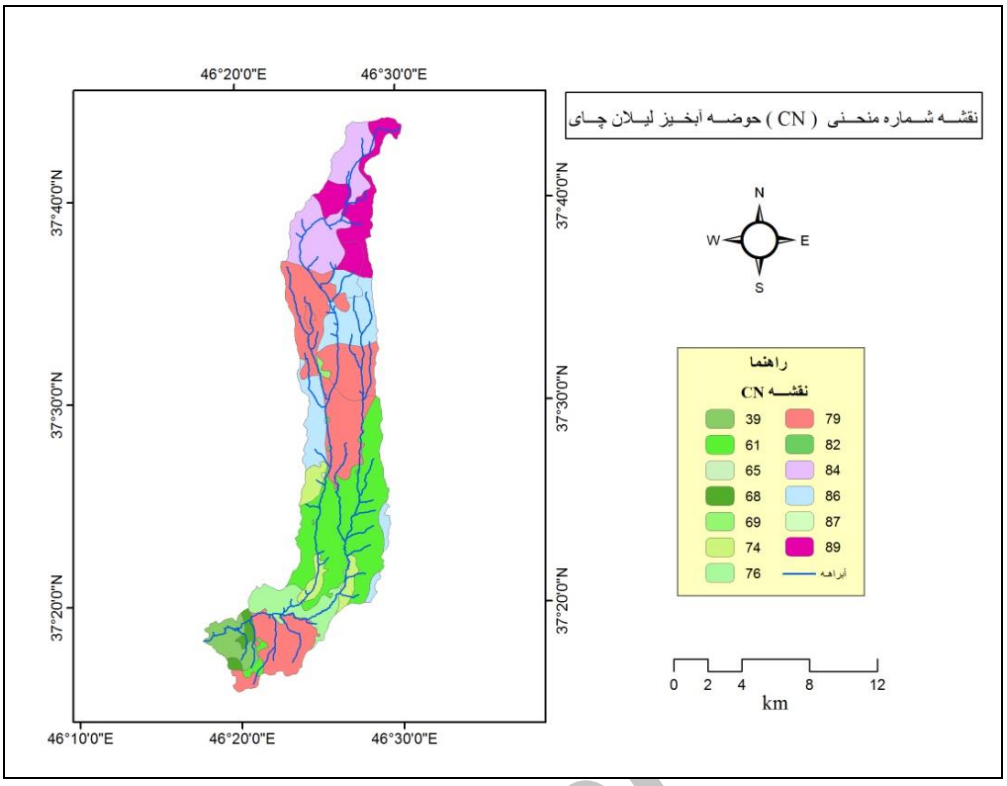
گروه‌های هیدرولوژیکی خاک	شدت نفوذ به اینچ بر ساعت	نو ع خاک	توانائی تولید رواناب
A	بیش از ۳	شنی و قلوه سنگی	کم
B	۳-۱/۵	شنی لومی – شنی رسی	متوسط
C	۱/۵-۰/۵	لومی، لومی رسی دارای لایه سخت در عمق خاک	نسبتاً زیاد
D	کمتر از ۰/۵	رسی، خاک‌های شور، سنگ، جاده آسفالت، بتون، خاک‌های کم عمق	خیلی زیاد

منبع: مهدوی، ۱۳۸۴

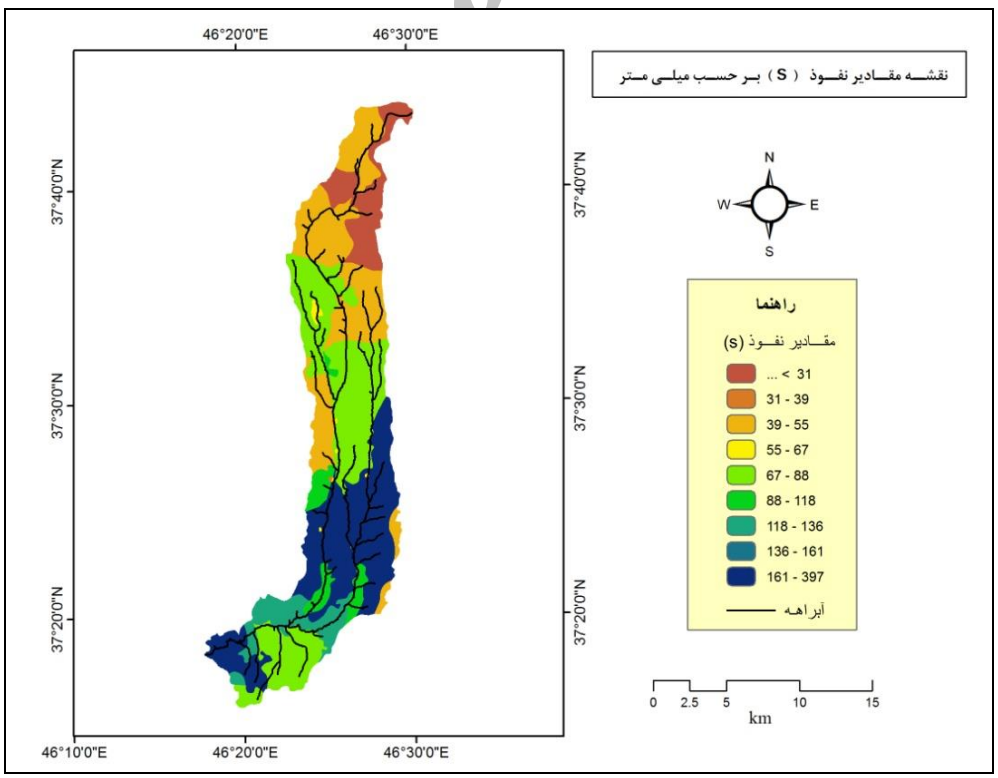


شکل ۳: نقشه گروه‌های هیدرولوژیک خاک در حوضه آبخیز لیلان چای

www.SID.ir

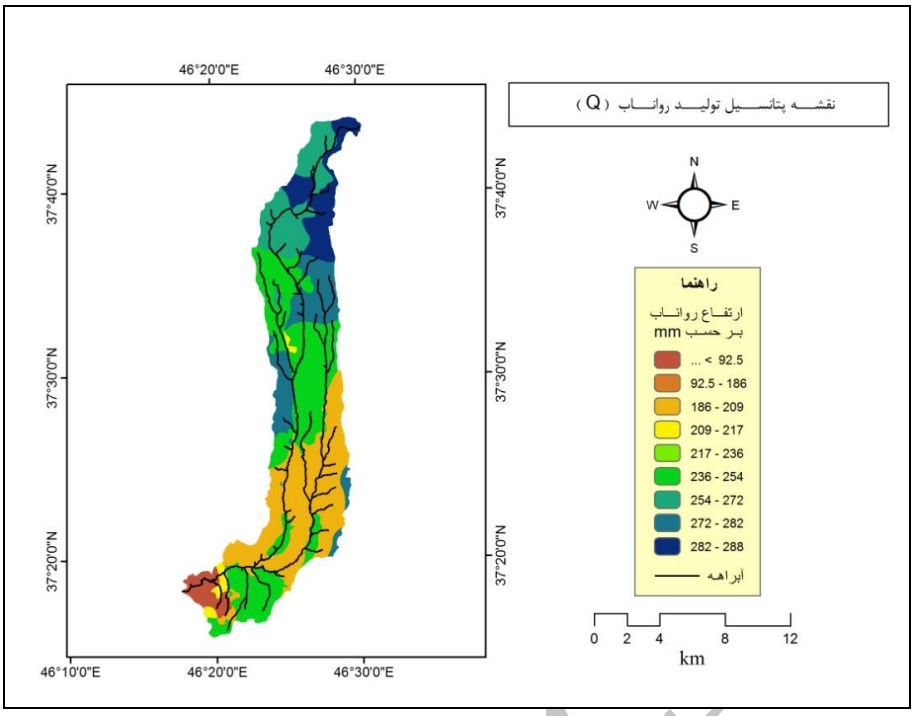


شکل ۴: نقشه شماره منحنی CN حوضه آبخیز لیلان چای

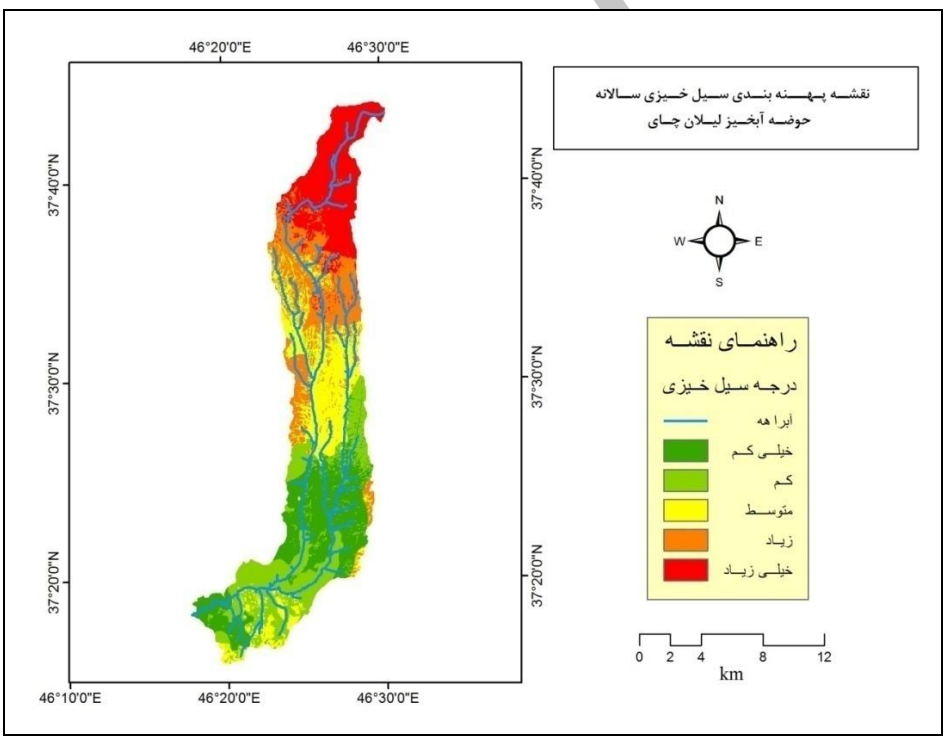


شکل ۵: نقشه مقادیر نفوذ S برحسب میلی‌متر منطقه مورد مطالعه

www.SID.ir



شکل ۶: نقشه پتانسیل تولید رواناب Q در حوضه آبخیز لیلان چای



شکل ۷: نقشه پهنه بندی سیل‌خیزی سالانه در حوضه آبخیز لیلان چای

نتیجه گیری

با تلفیق نقشه رواناب، کاربری اراضی، پوشش گیاهی، نقشه شیب و ... نقشه‌های پهنه‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی سالانه تهیه شد 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 پژوهش را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد: نقشه‌های پهنه‌بندی

www.SID.ir

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 سیل‌خیزی، 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 نفوذ ناپذیر بودن سازندهای آنذریت داسیتی، آنذریت کوارتزی، خاکستر آتشفشانی و ... باعث افزایش پتانسیل سیل در بالا دست حوضه شده است. همان طوری 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 شمال‌غرب 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 دامنه ای 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 سیل‌خیزی 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 سیل‌خیزی حوضه مشاهده می‌شود که میزان سیل‌خیزی حوضه در نواحی مرتفع و پرشیب که میزان پوشش گیاهی و ضخامت خاک کم، و نفوذ پذیری خاک حداقل می‌باشد، حداکثر سیل‌خیزی را در حوضه مورد مطالعه داریم. نواحی مرتفع منطقه که در شمال و شمال‌غربی آن واقع شده و این نواحی پوشیده شده از سازندهای آتشفشانی دامنه‌های سهند است و در تشدید سیل‌خیزی 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، نفوذ پذیری بالای خاک را شاهد هستیم که این نیز به نوبه خود پتانسیل سیل‌خیزی منطقه را کاهش می‌دهد. 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 سیل خیزی حوضه مقدار سیل‌خیزی در قسمت غرب حوضه کمتر می‌باشد.

نقشه پهنه بندی پتانسیل سیل‌خیزی در واقع نشان دهنده پخش منطقه‌ای رواناب در درون حوزه آبخیز می‌باشد. در این نقشه مناطق با پتانسیل سیل‌خیزی زیاد و کم به سهولت قابل تشخیص است. از روی این نقشه چنین بر داشت

Archive of SID

www.SID.ir

می‌شود 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 سیل‌خیزی می‌باشد.

مقایسه دو عامل CN و شیب آبراهه در هر یک از زیرحوضه‌ها 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 آشکارتر است. این اثر کاهشی در واحدهای هیدرولوژیک حساس تر نیز با تفاوت نسبتا آشکارتری نسبت به شیب آبراهه دیده می‌شود. نکته قابل توجه اثر معکوس شیب آبراهه مخصوصا در واحدهای هیدرولوژیک D و C می‌باشد 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 می‌دهد که این عامل در دامنه + و – ۱۰ درصد که تقریبا دامنه معقولی برای مدیریت سیل در این حوضه می‌باشد 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 نطر گرفتن شیب هر واحد هیدرولوژیک نسبت به محاسبه زمان تاخیر مربوطه اقدام شد. نتایج حاصل نشان داد به جز زیر حوضه C که بطور بسیار جزئی در جهت عکس زیرحوضه‌های دیگر عمل می کند، در سایر زیرحوضه‌ها 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 تغییرهای عامل CN و تاثیر آن در سیل خروجی حوضه حساسیت بیشتری دارند. لازم به یاد آوری است که در محاسبات مربوط به سیل و سیل خیزی، 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 بنابراین از طریق تحلیل CN می‌توان رهنمودهای مورد نیاز برای مدیریت عملیات بیولوژیک جهت کنترل سیل ارایه کرد.

در یک جمع بندی کلی، نتایج بدست آمده از این پژوهش را به شرح زیر می‌توان خلاصه کرد و در برنامه ریزی‌های آینده از آن برای حل مشکلاتی چون کم آبی‌ها، کنترل و مهار سیلاب‌ها و کنترل فرسایش‌های خاک مرتبط با آن بکار برد. در نقشه پهنه بندی پتانسیل سیل‌خیزی منطقه، با درجه سیل‌خیزی 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 بوته‌ها 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، استاد راهنما دکتر فرج زاد، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس.

Archive of SID

www.SID.ir

۲- پناهی، ن، (۱۳۸۴): برآورد رواناب به روش شماره منحنی (CN) با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، پایان نامه کارشناسی ارشد، استاد راهنما حسین محمدی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران.
۳- حیدری ژاله، علی و همکاران، ۱۳۸۷، بررسی قابلیت بهینه سازی پهنه سیلاب به وسیله GIS و HEC-RAS، تبریز، سومین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران.
۴- رهنما، اردشیر، (۱۳۸۷): برآورد رواناب سطحی در حوضه آبریز بشار به روش CN، پایانامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس، استاد راهنما منوچهر فرج زاده اصل.
۵- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح؛ نقشه توپوگرافی در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰، آشان و مغانجیق، (۱۳۷۵).
۶- 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، (۱۳۸۶): اصول هیدرولوژی کاربردی، انتشارات آستان قدس رضوی
۱۰- غیور، حسنعلی، (۱۳۷۱): پیش بینی سیلاب در مناطق مرطوب، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۲۵، ص ۲۵-۴۹
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، (۱۳۸۴): کاربرد تکنیک‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در تهیه نقشه شماره منحنی جهت برآورد حجم رواناب، همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز.
۱۳- مهدوی، محمد، (۱۳۸۴): هیدرولوژی کاربردی(جلد اول، دوم)، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ پنجم.
۱۴- موحد دانش، علی اصغر، (۱۳۸۷): هیدرولوژی آب‌های سطحی ایران، انتشارات سمت، چاپ پنجم.
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, Madmen Divide, 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: Terrain 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): Inform Flood Frequency Estimating Methods for Federal Agencies Water Resources Geology. PP. 891-908.
19- Pramod kumar, K. N. Tiwar and D K Pal (1991): Establishing 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 Stream Flows Using Rainfall Input and Curve Number Technique, Journal of Hydrology.
21- Singh, V.P., (1998): Hydrologic System, Rainfall Run off 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): Arc CN-Runoff: an ArcGIS Tool for Generating Curve Number and Run off Maps، Environmental Modeling & Software.
25- Sangjun Im، Seungwoo Par, 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