

ارزیابی مدل شماره منحنی (CN) در تخمین رواناب در حوضه آبریز مادر سو استان گلستان با استفاده از GIS

علی پناهی^۱، بهلول علیجانی^۲، حسین محمدی^۳

۱- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تبریز

۲- استاد دانشگاه تربیت معلم تهران

۳- استاد گروه جغرافیا، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۹/۴/۱۷ تاریخ تصویب: ۱۳۸۹/۱۱/۱۶

چکیده

همه ساله در اثر نفوذ توده هواهای مختلف و همچنین شرایط محلی پدیده سیل خسارات هنگفتی به منابع طبیعی و اقتصادی وارد می‌کند. گاهی در اثر موج سیلاب و یا غلظت زیاد مواد رسوبی برخی از ایستگاه‌های آبسنجی تخریب می‌گردد و داده‌های ثبت شده با مقادیر واقعی آن مطابقت ندارد، همچنین با توجه به اینکه اکثر حوضه‌های آبخیز کوچک در کشور فاقد ایستگاه هیدرومتری می‌باشند لذا برای برآورد رواناب نیاز به روش مناسبی است تا با استفاده از آن در این حوضه‌ها، رواناب را محاسبه نموده و در برنامه ریزی های مدیریتی و حفاظتی برای کنترل سیلاب و فرسایش از آنها استفاده کرد. برای برآورد رواناب و حجم سیلاب‌ها در این مقاله از روش تجربی CN استفاده شده است. در این مطالعه اصول روش کار استفاده از داده‌های آماری (سال‌های آماری ۸۶-۵۶ ایستگاه‌های هواشناسی، رباط قره بیل، چشمه خان، حق الخواجه، دشت، دشت شاد، تنگراه، قوجمز، تیل آباد، پیشکمر، گالیکش و ایستگاه هیدرومتری تنگراه)، تحلیل داده‌های مکانی و همچنین استفاده از تصاویر ماهواره‌ای جهت تهیه نقشه شماره منحنی در مدل SCS با تکنیک GIS می‌باشد که در مرحله بعد با بکارگیری معادلات روش SCS و نقشه CN و لایه بارش، پهنه‌هایی که پتانسیل ایجاد رواناب مشابهی دارند تعیین گردید. همچنین جهت ارزیابی روش CN چند سیلاب مخرب انتخاب گردید که نشان از همبستگی زیاد نتایج محاسبه از روش شماره منحنی با رواناب مشاهده شده می‌باشد و همچنین این نتیجه فراهم شد که استفاده از مدل وزنی در محاسبه شماره منحنی این امکان را فراهم می‌سازد که تمام عوامل موثر در تولید رواناب در نظر گرفته شود و در نتیجه تخمین درست تری از رواناب ناشی از بارندگی بدست آید.

واژگان کلیدی: بارندگی، رواناب، شماره منحنی (CN)، سیستم اطلاعات جغرافیایی، حوضه مادر سو

مقدمه

دانش هیدرولوژی به شمار می‌رود، لذا دستیابی به میزان کمی و کیفی آن با نگرش سیستمی از این نظر حائز اهمیت است.

از آنجایی که مسأله پیش‌بینی 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

پانزدهم و از نظر تلفات جانی مقام اول را در ایران به خود اختصاص داده بود. مهم ترین علت بروز این سیلاب تغییر کاربری اراضی در بالادست حوضه آبخیز اعلام شد. بررسی های انجام شده نشان می دهد تعداد وقوع سیل در دهه ۷۰ نسبت به دهه ۳۰ ۱۰ برابر شده است. مجموعه عوامل زیست محیطی زمینه ساز این حوادث حاکی از دخالت انسان در چرخه طبیعی آب از طریق تخریب پوشش گیاهی در عرصه های آبخیز، کاربری غیر اصولی اراضی و توسعه سطوح غیر قابل نفوذ و امثال آن ذکر شده است [8,9].

اهداف کلی این تحقیق بررسی و ارزیابی اصولی و علمی برای مطالعه و پیش بینی تحلیل کمی رواناب حاصل از بارندگی و همچنین ارائه مدلی جهت برآورد رواناب و تعیین نقاط پتانسیل تولید رواناب حوضه رودخانه مادر سو با استفاده از روشهای تجربی می باشد. تاکنون تحقیقات زیادی در مورد روش شماره منحنی صورت گرفته است اما در این مورد، شرمین (۱۹۴۹) 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 در سال ۱۹۵۴ روشی را برای محاسبه بارش مازاد ارائه نمود که به روش شماره منحنی (CN) موسوم گشت. بر مبنای این روش در یک رگبار همیشه بارش اضافی یا رواناب مستقیم کوچکتر یا مساوی بارش کل می باشد [5].

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. رواناب از روی تصاویر ماهواره ای در مورد هر

که پایه و مبنای مطالعاتی طرح های عمرانی را در زمینه های مختلف توسعه و بهره برداری در منابع آب و سازه های آبی و یا سایر عرصه های محیطی در حوضه های آبخیز تشکیل می دهد. [10].

جهت برآورد رواناب سطحی روش های مختلفی وجود دارد از جمله این روش ها، برآورد رواناب سطحی با استفاده از نفوذ پذیری خاک، برآورد رواناب به روش استدلالی، برآورد رواناب سطحی به وسیله روش های تجربی همچون روش مبتنی بر سطح حوضه، روش کریگر، رابطه دیکن، منحنی بوش، رابطه تجربی فولر و روش کوک و همچنین جهت برآورد رواناب سطحی روشهای مختلفی وجود دارد از جمله این روش ها، برآورد رواناب سطحی با استفاده از نفوذ پذیری خاک، برآورد رواناب به روش استدلالی، برآورد رواناب سطحی به وسیله روش های 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) می باشد. 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 در این مطالعه نیز از این روش استفاده شده است. با توجه به اینکه حوضه مدارسو یکی حوضه های آسیب پذیر بوده و سیلاب های مخرب زیادی در چند سال اخیر در آن اتفاق افتاده لزوم تحقیق، توجه و اهمیت هر چه بیشتر به محدوده را می طلبد. برای نمونه در بیستم مرداد ماه سال ۱۳۸۰ در حوضه آبخیز مدارسو سیلی رخ داد که موجب تلفات سنگین انسانی و خسارت های جدی اقتصادی گردید که بر اساس اعلام ستاد حوادث غیرمترقبه کشور این سیل از نظر تخریب اقتصادی مقام

آبخیز برآورد می‌کند اصولاً این روش وقتی رواناب ناشی از بارندگی باشد معتبر خواهد بود و موقعی که برفاب باشد کارایی ندارد که در این قسمت این روش مورد بررسی قرار می‌گیرد [۲].

ارتباط بین بارش و رواناب در روش SCS

سازمان حفاظت خاک آمریکا در سال ۱۹۷۵ بر اساس مشاهدات متعدد در حوضه‌های معرف و در اقالیم مختلف برای برآورد ارتفاع رواناب حاصل از بارش روشهایی را ارائه کرده است.

مقدار حجم رواناب (Q) به مقدار نزولات (P) و ننگه داشت واقعی (F) وابسته است. ننگه داشت واقعی (F) اختلاف بین حجم نزولات و رواناب می‌باشد. علاوه بر آن حجم معینی از نزولات در شروع رگبار در جریان رواناب شرکت نمی‌کند که صرف جذب سطحی، چلاب و ظرفیت نفوذ قبل از شروع رواناب می‌گردد که به آن ربایش اولیه (I_a) گویند.

$$\frac{F}{S} = \frac{Q}{P - I_a} \quad (1)$$

که S حداکثر عامل مربوط به ننگه داشت آب در سطح زمین می‌باشد.

$$F = (P - I_a) - Q \quad (2)$$

اگر معادله (۲) در داخل معادله (۱) قرار گیرد حاصلش به صورت زیر خواهد بود.

$$\frac{(P - I_a)}{S} = \frac{Q}{(P - I_a)} \quad (3)$$

سلول محاسبه گردید، سپس ویژگی‌های توپوگرافی حوضه با استفاده از سیستم GIS محاسبه و با رواناب هر سلول ترکیب گردید. در نهایت مدلی جهت ترکیب ویژگی‌های توپوگرافی، GIS، RS و فرایندهای هیدرولوژیکی ارائه شد [6].

فودی و همکاران (۲۰۰۴) جهت تعیین نقاط سیل‌خیز حوضه‌ای در صحرای شرقی کشور مصر از داده‌های ماهواره‌ای لندست جهت تعیین کاربری اراضی حوضه استفاده کردند. جهت تعیین نوع و نفوذپذیری خاک اندازه‌گیریهای صحرائی انجام دادند. آنها سپس دبی خروجی از حوضه و زیر حوضه‌های آن را برای یک رگبار فرضی شدید شبیه‌سازی نمودند.

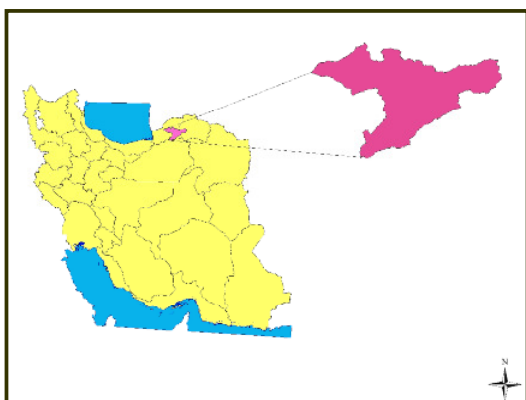
آخوندی (۱۳۸۰) روش شماره منحنی را در برآورد سیل با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در حوضه کارون شمالی بکار برد [۱]. پس از تلفیق نقشه‌ها و اطلاعات نقشه، شماره منحنی حوضه محاسبه شد و با داشتن اطلاعات مربوط به رگبارها (دبی و ارتفاع بارش) و با در نظر گرفتن شماره منحنی هر رگبار، ارتفاع رواناب و دبی حداکثر 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 نمودند.

بررسی شماره منحنی (CN) سازمان حفاظت خاک آمریکا (SCS)

روش SCS رواناب را در حوضه‌های آبخیز اندازه‌گیری نشده با توجه به بارندگی و مشخصات حوضه‌های

ویژگی های حوضه آبریز مادرسو

منطقه مورد مطالعه حوضه آبریز رودخانه مادرسو با مساحتی در حدود ۲۳۶۴ کیلومتر مربع می باشد. این حوضه از حوضه های اصلی سد گلستان بوده و در نهایت به دریای خزر می پیوندد. محدوده ای حوضه در سه استان گلستان، سمنان و خراسان شمالی را در بر می گیرد. گستره جغرافیایی آن بین مختصات جغرافیایی ۵۵° ۲۱' تا ۵۶° ۲۸' طول شرقی و ۳۶° ۵۸'



تا ۳۷° ۳۰' عرض شمالی قرار دارد. محدوده مورد مطالعه به شکل شماتیک در شکل شماره ۱ ارائه شده است.

شکل ۱- موقعیت حوضه آبریز مادرسو در ایران

مواد و روش ها

مواد مورد استفاده در این تحقیق شامل تصاویر ماهواره ای (۲۰۰۲) عکس های هوایی و نقشه های کاربری اراضی موجود و اطلاعات صحرائی که با استفاده از موقعیت یاب (GPS) از منطقه جمع آوری شده است و اطلاعات سیل و بارندگی حوضه می باشد. روش اجرای تحقیق شامل دو مرحله بررسی و تهیه نقشه کاربری اراضی و رژیم هیدرولوژیک حوضه در طول دوره مطالعاتی می باشد.

معادله (۳) برای حل کردن متغیر Q به صورت زیر اصلاح گردیده است.

$$Q = \frac{(p - I_a)^2}{(p - I_a) + s} \quad (4)$$

معادله (۲-۶) نیاز به دو پارامتر Ia و S دارد. مقدار (Ia) به صورت معادله زیر بیان شده است.

$$I_a = 0.2S \quad (5)$$

معادله (۵) وقتی در معادله (۴) قرار می گیرد به صورت معادله اصلی برآورد اصلاح می گردد.

$$Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{(P + 0.8S)} \quad (6)$$

مقدار S در این رابطه با نوع پوشش و نحوه بهره برداری از اراضی و وضعیت سطح خاک از نظر نفوذپذیری و داخل خاک از نظر انتقال می باشد. بارندگی های متوالی، مقدار S را کاهش داده و فرصتی به خاک برای هوا خوردن و زهکشی و تبخیر و تعرق نمی دهند و در نتیجه برای S یک مقدار حداقل و حداکثر وجود داشته که بستگی به رطوبت قبلی خاک نیز دارد.

مقدار S توسط رابطه ای با یک عامل بدون بعد بنام CN ارتباط می یابد به نحوی که مقدار CN بین صفر تا ۱۰۰ متغیر است و در CN برابر صفر هیچگونه روانایی از بارندگی حاصل نیامده و در CN برابر ۱۰۰ تمامی بارش در سطح زمین جریان یافته و ارتفاع رواناب برابر ارتفاع بارندگی است [7].

$$S = \frac{2540}{CN} - 25.4 \quad (7)$$

بدست آوردن میانگین بارندگی با توجه به روش شماره منحنی و نیز با توجه به وضعیت رطوبت پیشین خاک و در نظر گرفتن بارندگی ۵ روز قبل از سیلاب مقدار رواناب برای هر یک از رگبارها برآورد گردیده و ضریب همبستگی بین رواناب مشاهده شده و رواناب محاسبه شده بدست آمد.

برآورد مقادیر شماره منحنی (CN)

مقدار و حجم رواناب ها به ویژگی های حوضه و وضعیت هواشناسی وابسته است و تخمین رواناب ها نیازمند یک شاخص برای نشان دادن این دو عامل می باشد. علاوه بر حجم نزولات جوی که از مهم ترین ویژگی هیدرولوژیکی تخمین حجم رواناب ها می باشد، نوع خاک، کاربری اراضی و پوشش گیاهی، وضعیت هیدرولوژیکی محدوده و همچنین رطوبت پیشین خاک عوامل مهمی هستند که در تعیین میزان رواناب اثر بسیار مهمی دارند. محاسبه CN حوضه براساس خصوصیات فیزیوگرافی حوضه، گروه های هیدرولوژیکی خاک، کاربری اراضی، وضعیت هیدرولوژیکی و وضعیت رطوبت پیشین خاک می باشد. در این پژوهش با توجه به عوامل فوق از مدل وزنی و همچنین از داده های مشاهداتی برای محاسبه CN استفاده شده است بدین ترتیب لایه های مورد نظر با توجه به تصاویر ماهواره ای وارد محیط نرم افزاری Arc GIS گردیده و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. خصوصیات خاک روی تحول و پیدایش رواناب اثر داشته و در محاسبات شماره منحنی یکی از عوامل مهم می باشد. برای تهیه نقشه گروه های هیدرولوژیکی خاک در حوضه مورد مطالعه از نقشه خاک منطقه استفاده گردید که جهت دقت کار و بازنگری مطالعات میدانی نیز صورت گرفته است. در مرحله بعدی نقشه موجود وارد محیط Geomatical

با توجه به اهداف تحقیق به منظور تهیه نقشه کاربری اراضی از تصاویر ETM ماهواره لندست (۲۰۰۲) استفاده شده است. برای بالا بردن دقت کار از نقشه های کاربری اراضی و توپوگرافی موجود و عکس های هوایی نیز استفاده شده است.

به منظور بررسی تغییر کاربری، با استفاده از عکس های هوایی، نقشه های موضوعی، بازدید زمینی صورت گرفت. در مرحله بعد، از نقشه خاک شناسی منطقه که توسط جهاد کشاورزی استان گلستان با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ تهیه گردیده بود استفاده شد و بر اساس بافت، نفوذپذیری، عمق خاک، وجود لایه نفوذ پذیر، نقشه گروه های هیدرولوژیک خاک با استفاده از روش سازمان حفاظت خاک آمریکا تهیه گردید. پس از تقاطع دادن نقشه های کاربری اراضی با نقشه گروه های هیدرولوژیک خاک، نقشه CN تهیه شد. بر مبنای این نقشه و وضعیت هیدرولوژیک انواع زراعت و پوشش گیاهی مقدار CN برای هر واحد همگن تعیین شد. سپس مقدار CN برای حوضه به صورت وزنی بر اساس مساحت بدست آمد که پس از تعیین نوع و مساحت هر کاربری مقادیر شماره منحنی نفوذ در شرایط رطوبتی متوسط برای حوضه برابر با ۷۴ بدست آمد.

همچنین در این تحقیق با استفاده از ایستگاه های هواشناسی و هیدرومتری موجود در منطقه آمار مربوط به اطلاعات هواشناسی بارش متوسط، دبی لحظه ای سیلاب و دبی نظیر روزانه جمع آوری شد و با انتخاب یک دوره آماری ۳۰ ساله (۱۳۸۶-۱۳۵۶) جهت برآورد رواناب رگبارهای ۲۴ ساعته، از بین ماه های بارانی ۵ رگبار که خسارت بار بوده اند انتخاب شد و پس از استخراج آمار بارندگی روزانه ایستگاه های حوضه و

مشخصات این سه گروه هیدرولوژیکی در جدول (۲) آورده شده است. همان طور که در جدول (۲) ملاحظه می شود ۳۵/۶ درصد کل منطقه دارای خاک هایی از گروه B و ۵۶/۵ درصد آن مربوط به گروه C و ۷/۸۶ درصد مربوط به گروه D می باشد.

گشته و با توجه به مختصات نقشه پایه مختصات دار گشته و مختصات آن به UTM تبدیل گشت. سپس لایه مورد نظر وارد محیط Arc GIS گردیده و رقومی شد. و با توجه به اطلاعات خاکشناسی، نقشه گروه های هیدرولوژیکی خاک منطقه تهیه شد (نقشه شماره ۴) که خاک های منطقه در دو گروه B، C و D قرار گرفتند که

جدول ۲- گروه های هیدرولوژیکی خاک حوضه مادرسو

گروه های هیدرولوژیکی خاک	مساحت (به کیلومتر مربع)	درصد مساحت
B	۸۴۱۹۱۵۸۲۳۲/۲	۳۵/۶
C	۱۳۳۷۰۷۰۰۹۷	۵۶/۵۴
D	۱۸۵۹۱۷۷۸۵/۹	۷/۸۶

شماره منحنی (CN) برای مناطقی که دارای گروه های هیدرولوژیکی خاک، پوشش گیاهی و کاربری اراضی یکسانی بودند مشخص شد. همانطور که در جدول شماره (۴) ملاحظه می شود از ترکیب لایه های کاربری و گروه های هیدرولوژیکی خاک و ادغام CN های مشترک ۲۱ ناحیه تشکیل شد که در نقشه شماره (۶) به تصویر کشیده شده است.

میانگین CN منطقه از روش وزنی که مساحت هر منطقه در CN مربوطه ضرب شده و از حاصلضرب مساحت مناطق در CN مربوط به هر پلی گون که بر مساحت کل منطقه تقسیم شده CN وزنی منطقه ۷۴ بدست آمده است

پس از روش های فوق الذکر اقدام به تهیه نقشه کاربری اراضی حوضه در محیط Arc GIS گردید (نقشه شماره ۵) که با توجه به نقشه مورد نظر و جدول (۳) و با توجه به خاک منطقه، میزان ریزش برف و باران بیشترین کاربری متعلق به مرتع متوسط می باشد.

محاسبه شماره منحنی (CN) با استفاده از روش SCS

پس از مشخص کردن گروه های هیدرولوژیکی خاک و کاربری اراضی که نقشه های مربوطه با استفاده از توانایی های نرم افزار Arc GIS با عمل همپوشانی با یکدیگر تلفیق شدند و با توجه به جدول (SCS) مقادیر

ارزیابی مدل شماره منحنی (CN) در تخمین رواناب درحوضه آبریز مادرسو

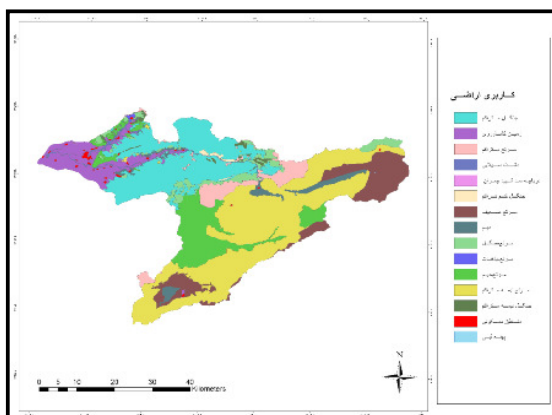
جدول ۳- کاربری اراضی حوضه مادرسو

نوع کاربری	مساحت (km ²)	درصد مساحت
جنگل متراکم	۵۰۶۰۴۳۰۹۲.۹	۲۱/۳۹۸
زمین کشاورزی	۱۷۴۵۱۹۷۴۴.۲	۷/۳۷۹
مرتع متراکم	۱۲۲۸۲۴۲۹۸.۹	۵/۱۹۳
دشت سیلابی	۲۱۳۹۶۷۰۳	۰/۹۰۵
دریاچه سد	۲۹۲۷۵۱.۸۱	۰/۰۱۲
جنگل کم متراکم	۸۱۳۶۵۴۱.۶۹	۰/۳۴۴
مرتع ضعیف	۲۴۲۸۹۰۲۵۱.۹	۱۰/۲۷۰
دیم	۶۵۱۲۴۹۷۴.۱۵	۲/۷۵۴
مرتع - جنگل	۱۰۵۵۷۹۴۷۰	۴/۴۶۴
مرتع - باغات	۲۴۲۷۵۸۸.۵	۰/۱۰۳
مرتع - دیم	۲۷۸۴۶۹۷۶۲	۱۱/۷۷۵
مرتع نیمه متراکم	۸۰۶۹۹۳۷۴۶.۱	۳۴/۱۲۳
جنگل نیمه تراکم	۱۶۹۲۵۹۷۲.۳۸	۰/۷۱۶
مناطق مسکونی	۱۳۲۴۰۶۰۹.۵۲	۰/۵۶۰
پهنه آبی	۹۷۳۰۷.۱۶	۰/۰۰۴
کل	۲۳۶۴۹۶۲۸۱۴	۱۰۰

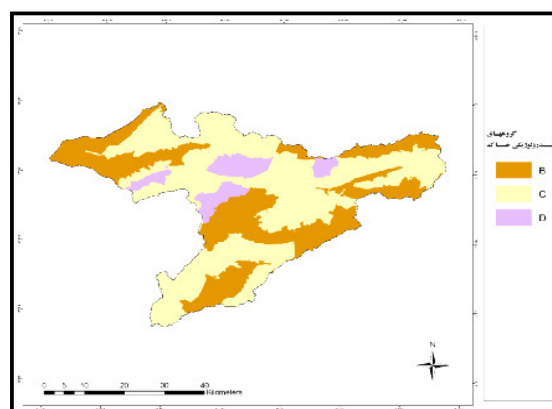
جدول ۴- شماره منحنی در حال رطوبت پیشین

متوسط (AMCII) برای حوضه مادرسو

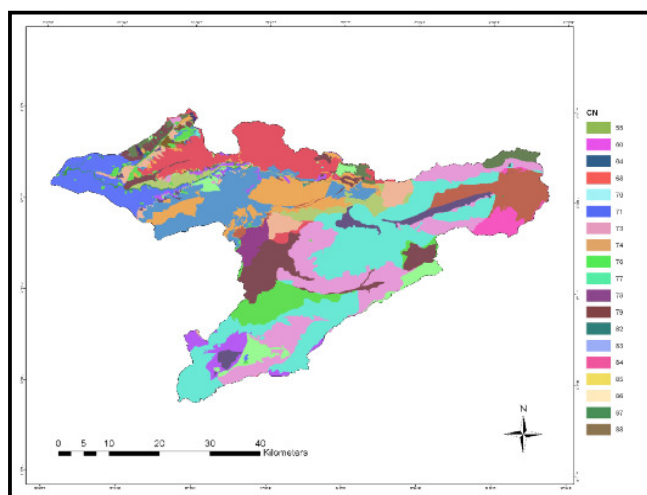
شماره منحنی (CN)	سطح (km ²)	شماره منحنی × سطح	درصد سطح
۸۷	۰/۷۰	۶۰/۶۳	۰/۰۳
۸۶	۵۷/۸۲	۴۹۷۲/۴۴	۲/۴۴
۸۵	۳۱/۰۷	۲۴۶۰/۸۱	۱/۳۱
۸۳	۶۹/۳۰	۵۷۵۱/۴۹	۲/۹۳
۸۲	۵/۴۷	۴۴۸/۸۹	۰/۲۳
۸۱	۱۱۵/۶۶	۹۳۶۸/۸۱	۴/۸۹
۸۰	۴۸۷/۰۶	۳۸۹۶۴/۹۴	۲۰/۶۰
۷۸	۶۱/۷۲	۴۸۱۴/۵۰	۲/۶۱
۷۷	۷۴/۲۶	۵۷۱۸/۳۷	۳/۱۴
۷۶	۱۲۰/۱۷	۹۱۳۲/۷۶	۵/۰۸
۷۵	۱۵۴/۸۴	۱۱۶۱۳/۱۲	۶/۵۵
۷۴	۱۲۵/۱۷	۹۲۶۲/۹۲	۵/۲۹
۷۳	۱۲/۸۹	۹۴۰/۶۳	۰/۵۴
۷۲	۱۵۴/۴۸	۱۱۱۲۲/۶۹	۶/۵۳
۷۱	۳۲۲/۶۲	۲۲۹۰۶/۲۱	۱۳/۶۴
۶۹	۱۹۸/۰۱	۱۳۶۶۲/۹۴	۸/۳۷
۶۷	۲۱۴/۵۵	۱۴۳۷۴/۷۲	۹/۰۷
۶۵	۴۱/۰۴	۲۶۶۷/۳۴	۱/۷۴
۶۳	۴۲/۲۳	۲۶۶۰/۳۳	۱/۷۹
۵۹	۲/۳۴	۱۳۸/۲۵	۰/۱۰
۵۴	۷۳/۴۹	۳۹۶۸/۵۹	۳/۱۱



شکل ۳- نقشه کاربری اراضی حوضه



شکل ۲- نقشه گروه های هیدرولوژیکی خاک حوضه



شکل ۴- نقشه شماره منحنی حوضه

برآورد رواناب برای رگبارهای انتخابی

بررسی قرار گرفت. پس از آن برای رسم هیدروگراف سیل مشاهده‌ای از روش های متداول دبی پایه از دبی مشاهده‌ای استفاده و در نهایت مقادیر رواناب حوضه برای دوره‌های مورد نظر در ستون جداگانه محاسبه شد. با توجه به مقدار رواناب ایجاد شده در تناوب زمانی مشخص دو ساعته مقدار حجم رواناب به دست آمد. با استفاده از از داده‌های حجم کل رواناب، مساحت حوضه

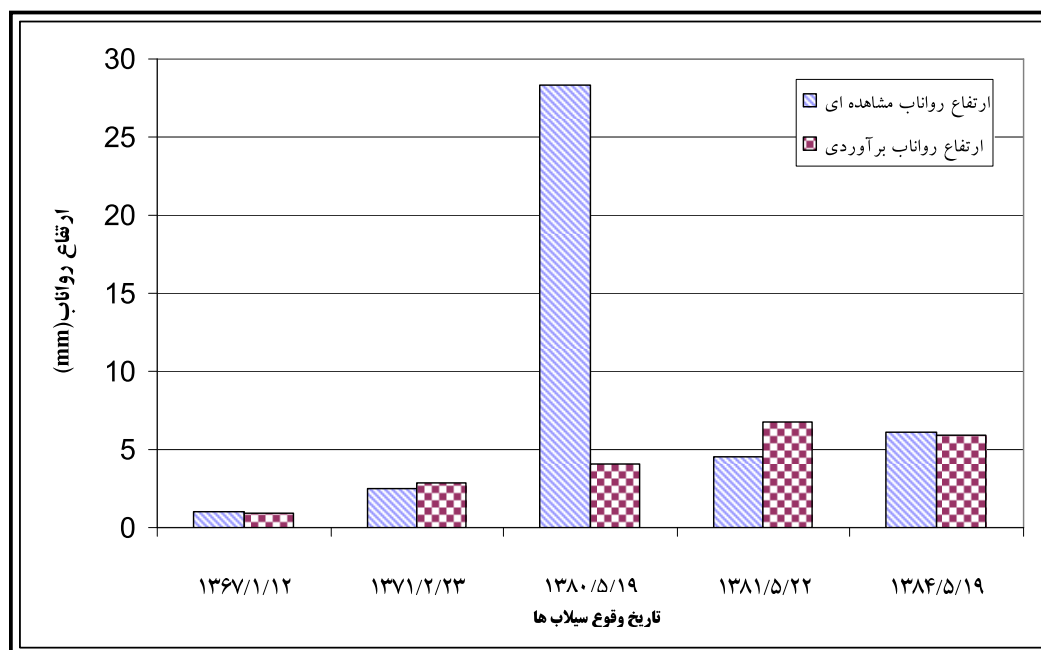
برای آزمون برآورد رواناب به روش شماره منحنی ابتدا چند واقعه که در آن داده‌های دبی متناظر آنها ثبت گردیده بود انتخاب شد. در مرحله بعد برای محاسبه هیتوگراف بارندگی، با تناوب زمانی یک ساعته از روی کاغذ باران نگار استخراج و در جدولی درج گردید و برای همان تاریخ مقادیر دبی‌های متناظر ثبت شده در ایستگاه آب سنجی نیز با تناوب زمانی دو ساعته مورد

رطوبت پیشین خاک و در نظر گرفتن بارندگی ۵ روز قبل از سیلاب مقدار رواناب برای هر یک از رگبارها برآورد گردیده و ضریب همبستگی بین رواناب مشاهده شده و رواناب محاسبه شده بدون در نظر گرفتن سیلاب سال ۱۳۸۰ برابر با ۰/۹ بدست آمد که در جدول شماره ۵ و نمودار (۱) نشان داده شده است.

مورد نظر، ارتفاع بارندگی و ارتفاع رواناب مشاهده‌ای بدست آمد. اما جهت برآورد رواناب رگبارهای ۲۴ ساعته، از بین ماههای بارانی به طور تصادفی ۵ رگبار انتخاب شد و پس از استخراج آمار بارندگی روزانه ایستگاههای حوضه و بدست آوردن میانگین بارندگی با توجه به روش شماره منحنی و نیز با توجه به وضعیت

جدول ۵- ارتفاع رواناب مربوط به هر سیلاب در حوضه مادر سو

ارتفاع رواناب برآوردی (mm)	ارتفاع رواناب مشاهده ای (mm)	حجم رواناب برآوردی	حجم رواناب مشاهده ای	وضعیت رطوبت پیشین AMC	متوسط بارندگی mm	تاریخ وقوع سیلاب
۰/۹۱	۱/۰۲	۲۱۵۱۲۴۰	۲۴۲۷۸۴۰	I	۵۲	۱۳۶۷/۱/۱۲
۲/۸۴	۲/۴۸	۶۷۱۳۷۶۰	۵۸۸۳۸۴۰	I	۶۳	۱۳۷۱/۲/۲۳
۴/۱	۲۸/۳	۹۶۹۲۴۰۰	۶۷۰۴۶۴۰۰	I	۱۵۰	۱۳۸۰/۵/۱۹
۶/۸	۴/۵	۱۶۰۷۵۲۰۰	۱۰۷۲۲۲۴۰	III	۲۶	۱۳۸۱/۵/۲۲
۵/۹	۶/۰۸	۱۳۹۴۷۶۰۰	۱۴۳۸۵۶۰۰	I	۷۵	۱۳۸۴/۵/۱۹



شکل ۵- نمودار مقایسه ارتفاع رواناب برآوردی و مشاهده ای برای سیلاب های انتخابی

نتیجه گیری

از طرفی بهره‌گیری از پردازش و طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای در تهیه نقشه‌های منابع زمینی، کل عرصه‌های تحقیق تحت پوشش لایه‌های اطلاعاتی قرار می‌گیرند، در صورتیکه در تهیه این قبیل نقشه‌ها با روش‌های سنتی به ویژه در مناطق کوهستانی به علت عدم وجود عکس‌های هوایی جدید و هزینه و زمان برای تهیه آن، به ناچار به همان اطلاعات موجود در عکس‌ها استناد می‌شود. لذا سهولت تهیه تصاویر ماهواره‌ای مورد تحقیق علاوه بر این امکان بررسی دقیق وضعیت موجود عرصه تحقیق را فراهم می‌آورد و به عنوان ابزاری موثر برای بررسی روند تغییرات پدیده‌ها نیز محسوب می‌شود. در این تحقیق با توجه و دقت کارایی روش تجربی SCS-CN از این روش استفاده شده است که با تهیه CN پتانسیل تولید رواناب منطقه مشخص گردید که این مقادیر به صورت پهنه‌هایی یکسان و هم‌ارزش ارائه و ترسیم شده که در واقع هر پلیگون نشانگر مقدار CN مشخصی می‌باشد که با توجه به بانک اطلاعاتی با داشتن مقدار بارندگی، مقدار تولید رواناب و دبی سیلابی حوضه تعیین و مشخص می‌گردد تا در برنامه‌ریزی‌های مدیریتی و حفاظتی برای کنترل سیلاب و فرسایش و همچنین طراحی سازه‌های مهندسی از قبیل سد خاکی، بند انحرافی و استفاده از روانابها در مناطق مستعد مورد استفاده قرار گیرد. از طرفی بارندگی مازاد با استفاده از هر دو روش مدل وزنی SCS و مشاهده‌ای مورد مقایسه قرار گرفت و با اینکه اختلافاتی در چگونگی روند محاسباتی و مشاهده‌ای رواناب ملاحظه گردید و نشان داد که تشکیل رواناب واقعی ممکن است تا حدودی با روند محاسباتی حاصل از روش SCS تفاوت داشته باشد. نکته قابل توجه این است که مقدار ارتفاع رواناب بجز سیلاب

در انجام پروژه‌های تحقیقاتی در زمینه مسائل مربوط به سیل عموماً به لحاظ نبود آمار و اطلاعات کافی و دقیق در حوضه‌های آبخیز، محققان مجبور به تهیه مدل‌های تجربی و یا کالیبراسیون مدل‌های تجربی موجود با شرایط منطقه‌ای خود می‌باشند. با توجه به تأثیر خصوصیات فیزیکی، زمین‌شناسی، خاک‌شناسی، پوشش گیاهی، رژیم بارندگی و شرایط هندسی و خصوصیات فیزیکی آبراهه‌های اصلی و فرعی حوضه‌های آبخیز، مدل‌های تجربی یاد شده فوق در شبیه‌سازی بارش-رواناب و سیل دارای اهمیت می‌باشند.

با توجه به نقش موثر کیفیت اطلاعات تهیه شده در دقت و صحت نتایج برآوردی از طریق مدل‌های بکار گرفته شده در این تحقیق، از قابلیت سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنسجس از دور بهره گرفته شده است. روش‌های سنتی موجود در برآورد و تهیه اطلاعات مورد نیاز در این تحقیق با توجه به دخالت سلیقه و دانش فنی کارشناسان مختلف با قابلیت‌ها و توانایی‌های مختلف از سرعت و دقت متفاوتی در عمل برخوردار می‌باشند در حالیکه با بکارگیری سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنسجس از دور نقش اعمال سلیقه‌های شخصی به مقدار قابل توجهی کاهش می‌یابد. از طرف دیگر، در روش سنتی عدم امکان کار بر روی واحدهای کوچک در مطالعات مختلف در نتیجه حذف تأثیر این واحدها در نتایج برآوردی مورد نظر، از جمله مواردی است که عموماً مورد چشم‌پوشی قرار می‌گیرد. در صورتی که با کاربرد یک نرم‌افزار GIS مناسب به لحاظ قدرت بالای جزیه و تحلیل اطلاعات پایه این نقص برطرف می‌گردد.

approach to distributed modeling, In: Terrian Analysis and Distributed Modeling in Hydrology, Ed. K.J. Beven, I.D. Moore, John Wiley & Sons, UK. 432 p.

7- Hawkins, R. H., (1980); Site selection and curve numbers. Proceeding of Symposium on Watershed Management, ASAE, Littleton, Co. USA.

8- Lorup, J. K. Refsgaard J.C. and Mazimavi, D. (1998); Assessing the effect of land use change on catchment runoff by combined use of statistical test and hydrological modeling. Case studies from -Zimbabwe. Journal of hydrology, 147-163 pp.

9- Loukas, A., Vasiliades, L. and Dalezios, N. R. (2000); Flood producing mechanisms identification in southern British Columbia. Canada. Journal of Hydrology, 277: 218-235 pp.

10- Singh, V.P., (1998); Hydrologic System, Rainfall Runoff Modeling, Vol.1, John Wiley & sons, UK.

11- Soil Conservation Service, (2005); A Guide to Hydrologic Analysis using SCS Method, Washington D.C. Tabacchi, E., Lambs, L., Guillo, H., Planty-Tabacchi, A.M., Muller, E. and Decamps, H. (2000); Impact of riparian vegetation of Hydrological processes. Hydrological processes, 14: 2959-2976 pp.

مربوط سال ۱۳۸۰ که سیل به علت شدت رگبار اختلاف زیادی بین رواناب مشاهده ای و برآوردی دیده شده در بقیه موارد میزان ضریب همستگی در حدود ۰/۹ بوده که دارای همبستگی خیلی نزدیکی می باشد که نشان از حصول اطمینان این روش جهت برآورد رواناب در منطقه مورد مطالعه می باشد لذا برآورد ارتفاع رواناب ناشی از بارندگی توسط این مدل در هر مقطع زمانی قابل محاسبه می باشد. تحت این شرایط با داشتن لایه پهنه بندی مدل وزنی شماره منحنی محاسبه دقیق میزان تلفات باران (میزان بارانی که تبدیل به رواناب نشده است) به سادگی نیز امکان پذیر می باشد که این شیوه محاسبه در محیط نرم افزاری GIS به آسانی عملی می گردد.

منابع

۱- آخوندی، ا. (۱۳۸۰)، بررسی مدل شماره منحنی در برآورد سیل با استفاده از سیستم های اطلاعات جغرافیایی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۸۴ ص.

۲- خوجینی، ع. (۱۳۷۷)، بررسی شماره منحنی (CN) روش SCS در برآورد عمق رواناب و بده اوج در حوضه های آبخیز معرف سلسله جبال البرز، مجله پژوهش و سازندگی، شماره ۳۸، ص ۳۴-۴۴.

۳- طاهری، م. و لندی، ا. (۱۳۸۴)، 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، ص ۱۳۴-۱۲۳.

۴- علیزاده، امین، (۱۳۸۷)، هیدرولوژی کاربردی، چاپ بیست پنجم، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۵۲۰ ص.

5- Chow Ven t e, Maidment Davidr, Mays Larry W, Applied Hydrology, (1988); McGraw-Hill international editions civil Engineering series, 572 p.

6- Drayton, R.S., Wild, B.M., Haris, J.H., (1992); Geographical Information System

