

واژه‌های کلیدی: سیل‌خیز، سیستم اطلاعات جغرافیایی، شماره منحنی، اولویت‌بندی، باراجین

مقدمه

سیل و حوادث مرتبط با آن یکی از مهم‌ترین بلاهای طبیعی بوده که همه ساله در کشور باعث بروز خسارت‌های عمده‌ای به تاسیسات و ابنیه و راه‌ها می‌شود. در کنار این خسارت‌های مالی در بعضی از مواقع به هنگام بروز سیل‌های ناگهانی امکان بروز حوادث و تلفات انسانی نیز در اثر سیل متصور خواهد بود اما رویداد، اندازه و تکرار سیل ناشی از عوامل متعددی است که بسته به شرایط اقلیمی، طبیعی و جغرافیایی هر منطقه تغییر می‌کند به همین دلیل رابطه بین بارندگی و رواناب به طور محسوسی از حوزه‌ای به حوزه دیگر فرق می‌کند. در این ارتباط اولین اقدامی که برای کاهش خطر سیل مطرح می‌شود مهار سیل در سرمنشاء آن یعنی زیرحوزه‌های آبخیز است. برای انجام این کار نیاز به شناسایی مناطق سیل‌خیز در داخل حوزه می‌باشد زیرا به دلیل وسعت زیاد و گستردگی حوزه‌های آبخیز انجام عملیات اجرایی و اصلاحی در سراسر حوزه امکان‌پذیر نبوده و حتی در صورت عدم بررسی دقیق می‌تواند امکان تشدید دبی اوج را با تغییر همزمانی دبی‌های اوج زیر حوزه‌ها سبب گردد. لذا باید به طریقی مناطق سیل‌خیز شناسایی شوند تا امکان عملیات اجرایی و اصلاحی در سطوح کوچکتر و خطرناکتر فراهم شود. از طرفی در حوزه‌های آبخیز که به مناطق شهری و یا مراکز صنعتی منتهی می‌شوند اهمیت کنترل سیل و شناسایی مناطق مولد سیل و اولویت‌بندی زیرحوزه‌ها به منظور کنترل سیل در مناطق حساس از اهمیت دو چندانی برخوردار می‌باشد [۱۱] پ.

یکی از مهمترین اقدامات در جهت مدیریت سیلاب و کاهش حجم سیلاب ورودی علی‌الخصوص در حوزه‌های آبخیز مشرف به شهرها، شناخت مناطق مستعد و سیل‌خیز می‌باشد. شناخت مناطق مستعد و یا به عبارت بهتر تهیه نقشه سیل‌خیزی در یک حوزه آبخیز کمک شایانی به مدیریت سیلاب و شناخت مناطق آسیب‌پذیر و همچنین اولویت‌بندی زیرحوزه می‌نماید. بدین ترتیب با مدیریت صحیح امکان عبور از مدیریت بحران در وقایعی همچون سیلاب میسر شده و مدیریت ریسک سیلاب امکان‌پذیر خواهد شد. از طرفی اجرای طرح‌های کنترل سیل به لحاظ هزینه‌های اقتصادی و سایر امکانات لازم (به استثنای شرایط بحرانی) و همچنین به دلیل وسعت زیاد و گستردگی حوزه‌های آبخیز در سرتاسر یک حوزه امکان‌پذیر

تعیین نقاط سیل‌خیز و اولویت‌بندی زیرحوزه‌ها در حوزه آبخیز باراجین شهر قزوین با استفاده از تلفیق مدل HEC-HMS و سیستم اطلاعات جغرافیایی

مهدی کمالی^۱، کریم سلیمانی^۲، کاکا شاهی^۳، امیر نوشهری^۴ و افشین گمرکچی^۵
تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۶/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۷/۳۰

چکیده

اولین اقدامی که برای کاهش خطر سیل مطرح می‌شود مهار سیل در سرمنشاء آن یعنی زیرحوزه‌های آبخیز است. لذا شناسایی مناطق سیل‌خیز در حوزه به دلیل وسعت زیاد و گستردگی حوزه‌های آبخیز و عدم امکان انجام عملیات اجرایی و اصلاحی در سراسر حوزه نیاز می‌باشد. در این پژوهش با استفاده از روش SCS و تلفیق داده‌ها در سیستم اطلاعات جغرافیایی، ابتدا نقشه پتانسیل سیل‌خیزی حوزه تهیه گردید. نتایج نشان داد که نوع کاربری اراضی، نوع واحدهای هیدرولوژیک خاک و بالا بودن میانگین وزنی CN به میزان ۸۵٫۱۵ (در حوزه) بیانگر خطر بالای ایجاد سیلاب و ضریب پائین نگهداشت سیل در محدوده مورد مطالعه می‌باشد. نقشه پتانسیل سیل‌خیزی حوزه بیانگر آن است که در حاشیه شمالی و مناطق مشرف به ارتفاعات حوزه که از کاربری مناسبی در ارتباط با کنترل سیل برخوردار نبوده و قرارگیری عواملی هم‌چون شیب زیاد و رخنمون‌های سنگی بدون پوشش گیاهی نیز در کنار کاربری اراضی، باعث ایجاد خطر سیلاب بسیار بالا شده، لذا اولویت هرگونه عملیات مهندسی آبخیزداری در این محدوده بیش از سایر نقاط می‌باشد. همچنین استفاده از مدل HEC-HMS نسخه ۳٫۵ در اولویت‌بندی زیرحوزه‌ها نشان داد که زیرحوزه ۵ به دلیل شیب متوسط بالا و شماره منحنی ۸۹ از اولویت اول جهت کنترل سیل برخوردار می‌باشد.

- ۱- نویسنده مسئول و کارشناس ارشد آبخیزداری، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان قزوین، kamali25mehdi@yahoo.com
- ۲- استاد و عضو هیات علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
- ۳- استادیار و عضو هیات علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
- ۴- دانشجوی دکتری دانشگاه تهران
- ۵- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی قزوین

نمی‌باشد و چه بسا در بسیاری از مواقع عملیات و هزینه‌ها در مناطقی صورت گرفته است که تأثیری در تخفیف سیل نداشته است. لذا در این گونه مواقع اعتبارات اختصاص یافته را باید در نقطه‌ای از حوزه هزینه کرد که بهترین نتیجه حاصل شود [۱۹].

سینگ [۱۷] معتقد است تولید رواناب در یک حوزه آبخیز به عوامل متعددی بستگی دارد که از جمله آنها می‌توان به خصوصیات حوزه آبخیز، دینامیک بارش، نفوذ و شرایط پیشین حوزه اشاره نمود.

مور و همکاران [۱۲] بیان داشتند که حفاظت کامل از خطر سیلاب نمی‌تواند بعنوان یک هدف ماندگار مطرح باشد بلکه تنها با اعمال مدیریت صحیح می‌توان خسارت آن را تعدیل کرد که یکی از اقدامات کاهش سیلاب مدیریت حوزه آبخیز با ماهیت سازه‌ای آن می‌باشد که با تغییر نحوه تبدیل بارش به رواناب و کاهش میزان سیلاب و رسوب خروجی به رودخانه در برنامه‌ریزی بلندمدت برای کنترل سیلاب مطرح می‌باشد.

در ارتباط با مدل‌های بارش - رواناب که برای توصیف رفتار هیدرولوژیکی یک حوزه آبخیز به کار برده می‌شوند مدل‌های بسیار زیادی وجود دارند که برای شبیه‌سازی فرآیندهای فیزیکی رابطه بین بارش و رواناب توسعه داده شده و بوسیله افراد مختلف مورد استفاده قرار گرفته‌اند [۱۰]، [۷]، [۸] و [۵].

شکری کوچک و همکاران [۱۶] در مطالعه انجام شده تحت عنوان تخمین آبنمود سیلاب حوزه آبخیز با استفاده از مدل HEC-HMS^۱ و سامانه اطلاعات جغرافیایی در حوزه آبخیز ایدنک، بیان نمودند که نتایج حاصله دلالت بر کارایی مدل در برآورد رواناب و دبی اوج سیلاب دارد.

فرانسیسکو و همکاران [۶] به منظور اتصال سیستم GIS^۲ با مدل‌های هیدرولوژی و هیدرولیکی، مناطق تحت تأثیر سیل را در رودخانه به نقشه درآوردند. آنها از GIS بعنوان یک ابزار قدرتمند برای تکمیل و تحلیل داده‌ها از منابع مختلف در مدیریت دشت‌های سیلابی یاد کرده‌اند. آنها از مدل هیدرولیکی شناخته شده HEC برای محاسبه سطوح تحت تأثیر سیل استفاده کردند.

به عقیده سوان و رکتوم [۱۸] کنترل کامل سیل نه امکان‌پذیر است و نه مطلوب. بلکه باید روش‌های مدیریت سیلاب مدنظر قرار گیرد. وی برای مدیریت سیل در بنگلادش اقدام به تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی سیل در رودخانه‌ها نمود. حتی مدل‌بندی مدیریت سیل در برنامه کار دولت بنگلادش نیز قرار گرفت. در این راستا از نرم‌افزارهای GIS-MIKE^{۱۱} برای تهیه این گونه نقشه‌ها استفاده شد که این نقشه‌ها به طراحان و برنامه‌ریزان برای عملیات حفاظتی در زمان خطر کمک کرده و حتی قادر است سیل‌ها را از نظر توسعه، عمق و احتمال تداوم آنها پیش‌بینی کند. به این ترتیب هماهنگی و تلفیق GIS-MIKE^{۱۱} در تهیه این پروژه‌ها بطور موفقیت‌آمیزی توسعه داده شده است.

براد و همکاران [۵] در یک تحقیق در کشور آرژانتین کاربرد مدل

توزیعی در شبیه‌سازی عکس‌العملی یک حوزه را مورد بررسی قرار دادند. در این پژوهش نقش اصلی تغییرات مکانی بارش و نوع خاک حوزه، در ایجاد رواناب حوزه نشان داده شد. جانز [۹] در بررسی عواملی که منجر به تولید سیل می‌شود بیان کرد که فعالیت‌های انسانی در درون حوزه روی بزرگی و تعداد وقوع سیلاب‌ها تأثیرگذار است. این موضوع اهمیت مکان‌یابی مناطق مناسب جهت توسعه شهرسازی و سایر فعالیت‌های درون حوزه‌ای را مورد توجه قرار می‌دهد. در تحقیق دیگری آرناد و همکاران [۴] حساسیت مدل‌های هیدرولوژیکی توزیعی نسبت به توزیع بارش به صورت متوسط مکانی و یا سطوح هم‌بارش را مورد بررسی قرار دادند. آنها خاطر نشان کردند که کاربرد متوسط بارش یکنواخت حوزه به همراه مفهوم ضریب کاهش سطح جهت تخمین احتمال سیل‌های بزرگ می‌تواند کافی باشد.

روغنی و همکاران [۱۳] و [۱۴] در تحقیقاتی بر روی سطوح موثر بر دبی اوج سیلاب، نتیجه گرفتند که از خروجی به طرف بالادست و بخش‌های میانی حوزه، همراه با افزایش وسعت سطوح هم‌پیمایش، تأثیر زیرحوزه‌ها بر دبی اوج سیلاب افزایش نشان می‌دهد.

عبدی [۲] با استفاده از روش SCS^۳ و امکانات سیستم اطلاعات جغرافیایی پتانسیل سیل‌خیزی حوزه زنجان‌رود را مورد مطالعه قرار داد. در این تحقیق برای برآورد تولید رواناب در حوزه مورد مطالعه از روش شماره منحنی رواناب اداره حفاظت خاک امریکا استفاده گردید. در نهایت با استفاده از نقشه‌های شماره منحنی و بارندگی، نقشه پتانسیل سیل‌خیزی حوزه تهیه گردید.

خسرو شاهی و ثقفیان [۱۰] به بررسی حساسیت اثر برخی از عوامل موثر بر سیل‌خیزی حوزه‌های آبخیز با استفاده از تحلیل هیدروگراف خروجی حوزه پرداختند. در این تحقیق خصوصیات فیزیکی هر یک از زیرحوزه‌ها در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی تهیه و سپس هیتوگراف بارش و عوامل حوزه‌ای مورد نظر به مدل هیدرولوژیکی HEC-HMS^۴ جهت شبیه‌سازی بارش-رواناب با استفاده از روش SCS وارد گردید. نتایج تحقیق بیانگر آن است که رفتار هیدرولوژیکی زیرحوزه‌ها نسبت به خروجی غیرخطی است و عوامل موثر بر سیل‌خیزی زیرحوزه‌ها از دیدگاه تأثیر بر سیل خروجی حوزه و همچنین بحرانی‌ترین زیرحوزه با این روش قابل شناسایی می‌باشد. همچنین در مقام مقایسه عامل CN^۵ از جهت‌های مختلف برای ارائه راه حل‌های اجرایی به منظور تخفیف سیل مهم‌ترین عامل شناخته شد.

عبدی و زنجانی [۱] نقشه شدت سیل‌خیزی در سطح استان زنجان را با محاسبه ضریب سیل‌خیزی در ایستگاه‌های هیدرومتری محدوده طرح تعیین نمودند. آنها برای تعیین ضریب سیل‌خیزی از آمار دبی‌سنجی ایستگاه‌های هیدرومتری که مشتمل بر ۱۰ ایستگاه در حوزه قزل اوزن و ۲ ایستگاه قروه و آبگرم بود استفاده نمودند و در نهایت با استفاده از امکانات سیستم اطلاعات جغرافیایی نقشه

3- Soil Conservation Service

4- Hydrologic Engineering Center Hydrologic Modeling System

5- Curve Number

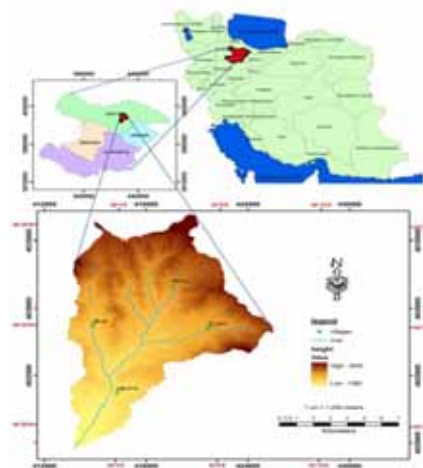
1- Hydrologic Engineering Center Hydrologic Modeling System

2- Geographic Information System

جدول ۱- مشخصات فیزیوگرافی حوزه و زیرحوزه‌های آبخیز باراجین

Table 1. Physiographic characteristics of Barajin catchment and sub-catchment

Mean gradient (m)	Medium height (m)	Lengh of main stream (m)	Area (Km ²)	Perimeter (Km)	subcatchment
27.75	1872.6	12025	20.75	28.58	A ₁
31.72	1984.2	7370	9.605	16.95	A ₂
33	2101.6	8319	14.161	19.98	A ₃
20.95	2071.2	4923	11.626	15.65	A ₄
28.5	1966.5	8136	23.254	22.30	A ₅
29.65	1697.1	6012	11.577	22.28	A ₆
25.65	1679.6	4356	3.832	8.94	A ₇
15.03	1501.3	6072	13.969	19.42	A ₈
26.6	1879.4	20403	108.774	57.97	Total



شکل ۱- سیمای کلی حوزه آبخیز باراجین

Figur1. General Appearance of Barajin Watershed

سیل‌خیزی در حوزه مورد مطالعه را تعیین نمودند.

شعبانلو و همکاران [۱۵] در بررسی میزان مشارکت زیرحوزه‌ها در شدت سیل‌خیزی حوزه با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در حوزه گرگان‌رود به این نتیجه رسیدند که نحوه مشارکت زیرحوزه‌ها در سیل خروجی متناسب بادبی اوج زیرحوزه‌ها نبوده و به طور حتم زیرحوزه‌هایی که دبی اوج بالاتری دارند بیشترین تاثیر را در سیل خروجی حوزه ندارند زیرا عوامل رونیدیابی آبراهه‌ها و موقعیت مکانی زیرحوزه‌ها می‌تواند باعث تغییر در نحوه مشارکت گردند.

با توجه به مطالعات انجام شده، در این تحقیق مبنای تعیین پتانسیل سیل‌خیزی حوزه‌ها تعیین مناطق همگن هیدرولوژیک بر اساس روش پیشنهادی SCS می‌باشد در این روش برای برآورد مقدار رواناب تولیدی از روش شماره منحنی (CN) استفاده شده است. در این تحقیق اقدام به اولویت‌بندی زیرحوزه‌ها جهت کنترل سیلاب و تاثیر سازه‌های احداثی در کنترل سیلاب با استفاده و تلفیق مدل HEC-HMS و GIS^۱ شده است.

مواد و روش

منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز باراجین با وسعتی معادل ۱۰۸۷۷ هکتار در محدوده شمال شرقی شهرستان قزوین در حد فاصل ۳۶° ۱۵' تا ۳۶° ۳۰' عرض جغرافیایی شمالی و ۵۰° ۰۲' ۱۱' تا ۵۰° ۱۰' ۳۵' طول جغرافیایی شرقی قرار گرفته است. رودخانه اصلی آن از ارتفاعات ۲۶۴۰ متری سرچشمه گرفته و در نزدیکی قزوین به رودخانه عبدال‌آباد متصل و پس از عبور از سمت شمال شهر قزوین وارد دشت قزوین می‌گردد. طول بلندترین آبراهه ۲۰۴۰۳ متر می‌باشد. این حوزه به ۸ زیرحوزه تقسیم شده که بزرگترین زیرحوزه آن دارای مساحت ۲۰۷۵ هکتار می‌باشد. شکل (۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه را نمایش می‌دهد.

با توجه به بررسی خصوصیات فیزیوگرافی حوزه مورد مطالعه که در جدول ۱ به آن اشاره شده است، مطالعات سیل‌خیزی در حوزه با هدف کنترل رواناب و کاهش حجم آب‌های سطحی ناشی از سیلاب و شناسایی مناطق در معرض خطر سیل حائز اهمیت می‌باشد.

مراحل انجام کار

در این تحقیق ابتدا به بررسی‌های اولیه شامل بررسی خصوصیات حوزه و زیرحوزه‌ها، جمع‌آوری داده‌ها، تهیه نقشه‌ها از جمله نقشه‌های گروه‌های هیدرولوژیک خاک، کاربری اراضی، CN^۲ و ... و رقومی نمودن نقشه‌ها می‌باشد.

در ادامه برای پهنه بندی پتانسیل رواناب، از روش ارزیابی حجم رواناب سطحی سازمان حفاظت خاک آمریکا (SCS)^۳ به جهت سهولت کاربرد و داشتن دقت قابل قبول و ویژگی خاص خود (در نظر گرفتن تنوع در عوامل مختلفی مثل خاک، پوشش سطحی و شیب و ...) استفاده شده، [۳] که معادله رواناب به روش (SCS) برابر است با:

$$S = ((1000/CN) - 10) \times 25.4 \quad (1)$$

$$Q = (P - 0.2S)^2 / (P + 0.8S) \quad (2)$$

که در آن: S = ضریب نگهداشت

P = بارندگی به میلیمتر

Q = رواناب به میلیمتر

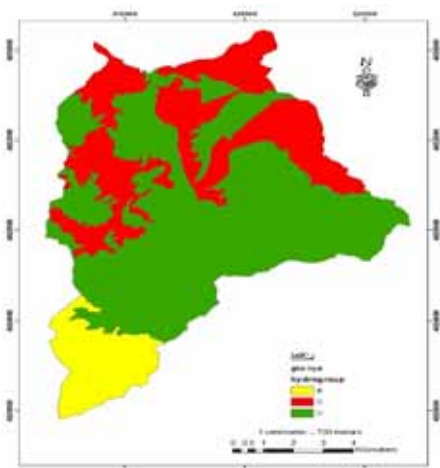
CN = شماره منحنی

در این راستا با استفاده از نقشه‌ها و اطلاعات موجود و انجام بازبینی‌های صحرائی گروه‌های هیدرولوژیک خاک که نشان‌دهنده

2- Curve Number

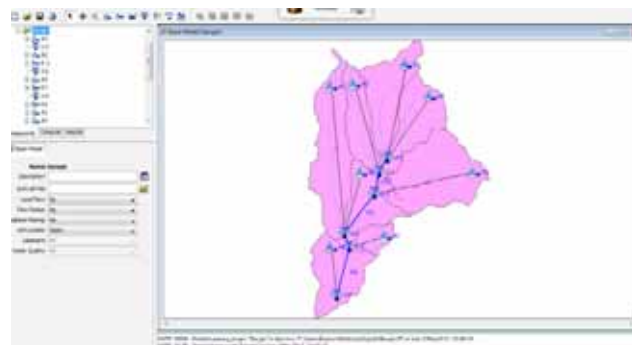
3- Soil Conservation Service

1- Geographic Information System



شکل ۳- نقشه گروه‌های هیدرولوژیک حوزه آبخیز باراجین
 Fig 3. Hydrologic groups map of barajin watershed

مشابهت خصوصیات هیدرولوژیکی و هیدروژئولوژیکی مناطق مورد بررسی صورت گرفته و از این طریق پتانسیل تولید رواناب در هر زون مشخص و ارزیابی می‌شود. 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. لذا برای این منظور داده‌های حاصل از سیستم اطلاعات جغرافیایی ابرازی مفید و توانمند برای شناسایی عوامل مؤثر بر پتانسیل سیل‌خیزی حوزه‌ها و پهنه‌بندی حوزه‌ها از نظر پتانسیل سیل‌خیزی می‌باشند. همانگونه که اشاره گردید اولین گام برای برآورد پتانسیل سیل‌خیزی و تهیه نقشه خطر سیل در محدوده مورد مطالعه، تعیین گروه‌های هیدرولوژیک خاک می‌باشد در این تحقیق با توجه به نقشه‌های زمین‌شناسی موجود از محدوده طرح و انجام بازدیدهای صحرایی، نقشه گروه‌های هیدرولوژیک خاک تعیین گردید. بر این اساس در حوزه مورد مطالعه، سه گروه هیدرولوژیکی شامل B، C و D در محدوده طرح تشخیص داده شد. که از نظر وسعت به ترتیب گروه D بیشترین وسعت و سپس گروه‌های C و B قرار دارند و این بدان معنی است که بیشترین پراکندگی و وسعت خاک منطقه از نوع اراضی است که نفوذپذیری کمی داشته و دارای خاک بسیار کم عمق و یا عاری از پوشش خاکی بوده که توانایی تولید رواناب در این اراضی بسیار بالا می‌باشد این اراضی بطور عمده در بخش‌های میانی حوزه مشاهده می‌شود (شکل ۳). پس از تعیین گروه‌های هیدرولوژیک خاک، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای موجود و کنترل و تصحیح اطلاعات توصیفی مربوط به هر واحد اراضی، نقشه کاربری اراضی محدوده طرح تعیین گردید. نتایج حاصل نشان‌دهنده ۶ نوع کاربری در منطقه مورد مطالعه بوده که کاربری مرتع خود به سه وضعیت فقیر، متوسط و خوب تقسیم گردیده است. (شکل ۴). پس از مشخص شدن گروه‌های هیدرولوژیکی خاک و کاربری اراضی، با استفاده از جدول استاندارد موجود اقدام به تهیه نقشه شماره منحنی (CN) برای محدوده مورد مطالعه گردید که با توجه به نوع کاربری‌ها شماره منحنی‌ها از شماره ۶۰ برای جنگل‌های



شکل ۲- مدل هیدرولوژیک حوزه آبخیز باراجین با ریخت درختی (نموگراف زیرحوزه‌ها)
 Fig 2. Hydrologic model of Barajin watershed with tree form (subcatchment)

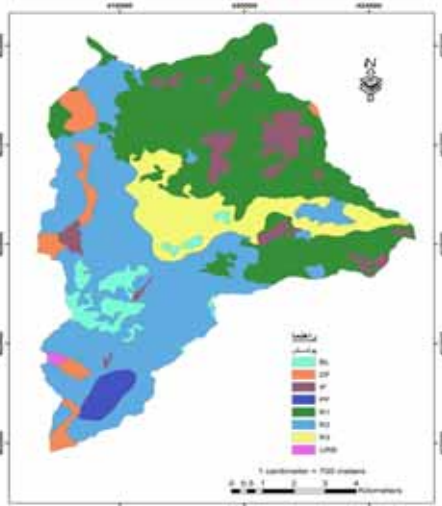
وضعیت بافت و نفوذپذیری خاک در محدوده مورد مطالعه می‌باشد، استخراج شده و در مرحله بعد با تلفیق لایه‌های کاربری زمین و وضعیت رطوبتی خاک با لایه گروه‌های هیدرولوژیک، شماره منحنی (CN) با استفاده از جداول استاندارد در محدوده طرح استخراج گردید. پس از آن به منظور برآورد پتانسیل رواناب، با استفاده از شماره منحنی (CN) و آمار بارندگی منطقه) با استفاده از آزمون هگنی و بازسازی داده‌ها پردازش، تصحیح و تکمیل گردید) و روابط (۱) و (۲)، پتانسیل تولید رواناب در محیط GIS^۱ برای منطقه مطالعاتی در دو دوره بازگشت بارندگی متناسب با اهداف طرح محاسبه گردید. در ادامه با استفاده از مدل HEC-HMS^۲ و داده‌های ایستگاه هیدرومتری و آمار بارندگی ضمن تحلیل میزان دبی و حجم سیلاب در دوره بازگشت‌های مختلف به تعیین اولویت هر یک از زیرحوزه‌های موجود در منطقه مورد مطالعه اقدام گردید.

مدل هیدرولوژیکی حوزه با توجه به مفاهیم هیدرولوژی، توسط ترکیبی از اجزاء زیرحوزه‌ها، رودهای روندی و خروجی‌ها تهیه گردید. پس از آماده سازی ورودی‌های حوزه شامل بارندگی، دبی، CN^3 ، و برآورد زمان تمرکز و زمان تاخیر به روش SCS^۴ به اجرای مدل و روندیابی آن به روش lag^۵ [۳] پرداخته شد. لذا قبل از هر چیز نمایش مدل هیدرولوژیکی حوزه مورد مطالعه ضروری می‌باشد که مدل حوزه آبخیز باراجین با ریخت درختی (نموگراف) و در محیط نرم‌افزار HEC-HMS^۲ در شکل (۲) آورده شده است.

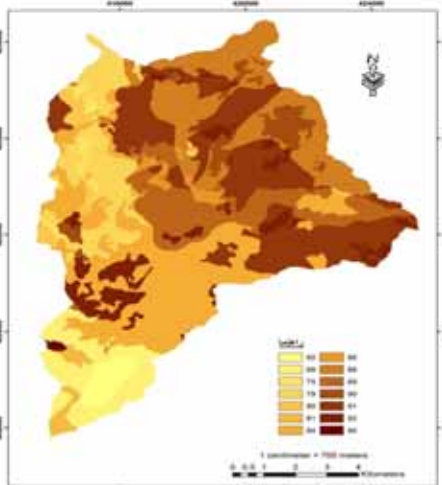
نتایج

پهنه‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی عبارت از "تعیین و توصیف مناطق دارای پتانسیل از نظر رواناب‌های سطحی" که این عمل بر اساس

- 1- Geographic Information System
- 2- Hydrologic Engineering Center Hydrologic Modeling System
- 3- Curve Number
- 4-lag Time
- 5- Hydrologic Engineering Center Hydrologic Modeling System



شکل ۴ - نقشه کاربری اراضی حوزه آبخیز باراجین
Figur 4. Land use map of Barajin catchment



شکل ۵ - نقشه شماره منحنی حوزه آبخیز باراجین
Figur 5. Curve Number map of Barajin catchment

حداکثر بارندگی در دوره بازگشت های ۲۵ و ۵۰ سال در سیستم اطلاعات جغرافیایی تهیه گردید.

بعد از تهیه مقادیر بارندگی، با تلفیق نقشه های شماره منحنی (CN) و مقادیر بارندگی با دوره بازگشت های ۲۵ و ۵۰ ساله بر اساس روابط (۳) و (۴)، نقشه پتانسیل سیل خیزی در حوزه مورد مطالعه تهیه گردید که به طور مثال در شکل شماره (۶) نقشه پتانسیل سیل خیزی برای بارندگی با دوره بازگشت ۵۰ ساله تهیه شده است.

$$Q_{24.25} = (P_{24.25} - 0.2S) / (P_{24.25} + 0.8S) \quad (3)$$

$$Q_{24.50} = (P_{24.50} - 0.2S) / (P_{24.25} + 0.8S) \quad (4)$$

که در آن $Q_{24/25}$ رواناب حاصل از حداکثر بارندگی روزانه با دوره بازگشت ۲۵ سال و $Q_{24/50}$ رواناب حاصل از حداکثر بارندگی روزانه با دوره بازگشت ۵۰ سال می باشد.

با توجه به تهیه نقشه سیل خیزی منطقه مورد مطالعه در ادامه به

جدول ۲ - جدول گروه هیدرولوژیک و شماره منحنی حوزه آبخیز باراجین

Table 2. Hydrologic groups and curve number of Barajin catchment

CN	Land use	Hydrologic groups	Area (KM ²)	Sub-catchment
82.3	Range, Agriculture, Garden	C, D	20.75	A ₁
88.1	Range, Agriculture, Garden	C, D	9.605	A ₂
89	Range, Agriculture, Garden	C, D	14.161	A ₃
89.7	Range, Agriculture,	C, D	11.626	A ₄
89	Range, Agriculture,	C, D	23.254	A ₅
86.3	Range, Bare lands	C, D	11.575	A ₆
84.4	Range,	D	3.832	A ₇
	Range, Forest			
72.5	planting, Residential land	B, D	13.969	A ₈

دست کاشت تا ۹۴ برای تاسیسات و مناطق مسکونی متغیر می باشد به طوری که میانگین وزنی شماره منحنی با توجه به مساحت محدوده ها و انواع کاربری ها در جدول (۲) اشاره شده است.

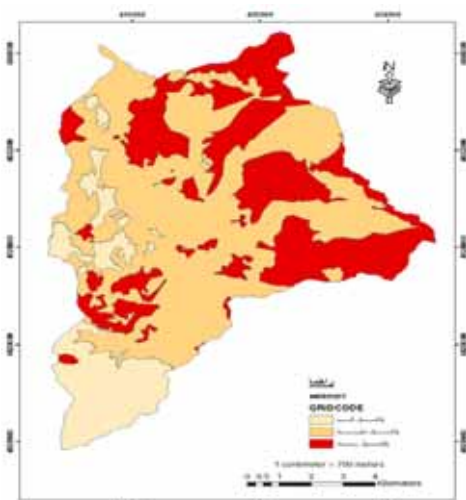
همچنین با استفاده از امکانات سیستم اطلاعات جغرافیایی نقشه شماره منحنی (CN) در محدوده طرح استخراج گردید (شکل ۵).

پس از تعیین شماره منحنی (CN)، در گام بعد نقشه و مقادیر حداکثر بارش ۲۴ ساعته در دوره بازگشت های مختلف تهیه گردید تا بتوان بر اساس روابط موجود پتانسیل رواناب در حوزه مطالعاتی را برآورد نمود. بدین منظور بارندگی های روزانه ایستگاه های موجود در محدوده طرح و نقاط همجوار آن جمع آوری شده و پس از بررسی صحت آماری و تکمیل داده های موجود، یک دوره آماری پایه ۲۰ ساله برای انجام مطالعات انتخاب گردید. همچنین با استفاده از نرم افزار کامپیوتری حداکثر بارش روزانه در دوره بازگشت های ۲۵ و ۵۰ سال برای ایستگاه های منتخب در محدوده طرح برآورد گردید و سپس با استفاده از برنامه کریجینگ در نرم افزار GIS^۲ حداکثر بارش روزانه در دوره بازگشت های ۲۵ و ۵۰ ساله برای حوزه مورد مطالعه بررسی که نتایج آن در جدول ۲ اشاره شده است. سپس با استفاده از نقشه مدل رقومی منطقه مطالعاتی^۳ (DEM) و روابط همبستگی بارش- ارتفاع در ایستگاه های منتخب، نقشه

1- Curve Number

2- Geographic Information System

3- Digital Elevation Model



شکل ۶ - نقشه خطر سیل خیزی در حوزه آبخیز باراجین
Fig 6. Flooding hazard of Barajin catchment

سیلاب، بزرگی و کوچکی دبی و حجم سیلاب زیرحوزه‌ها در میزان شدت سیل خیزی حوزه می‌باشد. که با مطالعات ایزانلو [۸] مطابقت دارد.

بررسی‌های به عمل آمده بیانگر آنست که میزان مشارکت زیرحوزه‌ها در حجم و دبی اوج سیلاب خروجی حوزه نیز تنها به مساحت زیرحوزه‌ها ارتباط مستقیم نداشته که طبق مطالعه محققینی نظیر خسروشاهی [۱۰] و شعبانلو و همکاران [۱۵] از دیگر عوامل موثر، موقعیت مکانی زیرحوزه‌ها و فاصله آن نسبت به خروجی نحوه همزمانی حجم و دبی اوج سیلاب زیرحوزه‌ها تا نقطه خروجی اصلی حوضه می‌باشد.

نتایج حاصل از اجرای مدل علاوه بر اولویت‌بندی زیرحوزه‌ها از نظر دبی و حجم سیلاب طبق مطالعه انجام گرفته توسط خسروشاهی و ثقفیان [۱۰] موجب شناسایی بحرانی‌ترین زیرحوزه گردید. با توجه به صحت سنجی انجام شده، دستاورد مطالعه شکری کوچک و همکاران [۱۶] در مطالعه انجام شده تحت عنوان تخمین آبنمود سیلاب حوزه آبخیز با استفاده از مدل HEC-HMS^۲ و سامانه اطلاعات جغرافیایی در حوزه آبخیز ایدنک، مبنی بر کارایی مدل در برآورد رواناب و دبی اوج سیلاب در این تحقیق نیز حاصل گردید.

نتیجه‌گیری

در یک جمع‌بندی کلی، نتایج بدست آمده از این تحقیق را به شرح زیر می‌توان خلاصه نمود:

۱- نقشه گروه‌های هیدرولوژیک خاک که از محدوده مورد مطالعه تهیه گردید بیانگر آن است که قسمت اعظم محدوده طرح از نظر قابلیت ایجاد رواناب دارای پتانسیل بالایی می‌باشد همچنین با توجه به موقعیت این اراضی که در مجاورت حاشیه شمالی شهر می‌باشند،

جدول ۳ - حداکثر بارش ۲۴ ساعته حوزه آبخیز باراجین
Table 3. Maximum 24-hour precipitation of Barajin catchment

Reurrence interval		Name
50	25	
59.4	54.5	Barajin

جدول ۴- بارندگی و دبی حوزه آبخیز باراجین
Table 4. perezipitation and discharge of Barajin catchment

Reurrence interval		
50	25	
59.4	54.5	24-hour perezipitation (mm)
40.13	36.82	6-hour perezipitation (mm)
107.97	81.78	discharge (M ³ /s)

منظور اولویت‌بندی زیرحوزه‌ها با استفاده از داده‌های دبی ایستگاه هیدرومتری باراجین، دبی در دوره بازگشت‌های مختلف را محاسبه و باران ۶ ساعت از رابطه (۵) طبق توصیه سازمان حفاظت خاک آمریکا بدست آمد جدول ۴ بیانگر داده‌های محاسبه شده می‌باشد.

$$P_{6,T} = \frac{P_{24,T}}{1.48} \quad \text{رابطه ۵}$$

به منظور اجرای مدل HEC-HMS^۱ در راستای اولویت‌بندی زیرحوزه‌ها با محاسبه زمان تمرکز و زمان تاخیر برای هر یک از زیرحوزه‌ها و با استفاده از روابط t/t_p و Q/Q_p داده‌های لازم جهت اجرای مدل بدست آمده و با کالیبراسیون مدل و حذف یکی یکی زیرحوزه‌ها، نتیجه اولویت‌بندی زیرحوزه‌ها در دوره بازگشت‌های ۲۵ و ۵۰ ساله در جدول ۵ و ۶ نمایش داده شده است.

۴- بحث

اولویت بندی زیرحوزه‌ها می‌تواند به منظور اجرای اقدامات آبخیزداری در زیرحوزه‌هایی که از شدت سیل‌خیزی بالاتری برخوردارند جهت تمرکز بر کنترل سیلاب در نقاط بحرانی کمک شایانی بکند. در این تحقیق با بررسی حجم و پیک سیلاب خروجی حوزه آبخیز باراجین در شهر قزوین با استفاده از مدل HEC-HMS^۱ و تلفیق آن با سیستم اطلاعات جغرافیایی به اولویت‌بندی زیرحوزه‌ها و تعیین نقاط سیل‌خیز پرداخته شد.

نتایج حاصل از تحقیق نشان دهنده آنست که دبی اوج و حجم سیلاب خروجی در زیرحوزه‌ها تنها به مساحت حوزه ارتباط مستقیمی نداشته است که این امر مؤند اهمیت ضریب نگهداشت

جدول ۵ - اولویت بندی زیرحوزه ها در محل خروجی اصلی حوزه آبخیز باراجین در دوره بازگشت ۲۵ ساله

Table 5. Sub-basins prioritization at main outlet with 25-year requence interval

Priority in reducing the volume of flood	Priority in reducing peak flow	Participation in the main outlet (Decline in outlet)				Flood volume (m ³ *10 ³)	Peak discharge (M ³ /S)	Area (km ²)	Sub-basin
		Flood volume		Flooding peak Discharge					
		%	(m ³ *10 ³)	%	(M ³ /S)				
4	5	13.59	210	9.48	12.5	210	13.3	20.75	A ₁
6	4	10.25	166.7	11.23	14.8	166.7	15	9.605	A ₂
2	3	16.09	261.6	15.78	20.8	261.6	24.7	14.161	A ₃
3	2	14.13	229.9	19.80	26.1	229.9	26.9	11.626	A ₄
1	1	28.07	456.3	29.44	38.8	456.3	40.4	23.254	A ₅
5	6	11.20	182.2	9.33	12.3	182.2	14.1	11.575	A ₆
8	7	3.27	53.2	1.74	2.3	53.2	2.5	3.832	A ₇
7	8	3.37	54.8	1.12	2.8	54.8	2.9	13.969	A ₈

جدول ۶ - اولویت بندی زیرحوزه ها در محل خروجی اصلی حوزه آبخیز باراجین در دوره بازگشت ۵۰ ساله

Table 5. Sub-basins prioritization at main outlet with 50-year requence interval

Priority in reducing the volume of flood	Priority in reducing peak flow	Participation in the main outlet (Decline in outlet)				Flood volume (m ³ *10 ³)	Peak discharge (M ³ /S)	Area (km ²	Sub-basin
		Flood volume		Flooding peak discharge					
		%	(m ³ *10 ³)	%	(M ³ /S)				
3	5	14.6	277.8	10.4	16.1	277.8	16.9	20.75	A ₁
6	4	10.3	195.9	11.5	17.7	195.9	17.9	9.605	A ₂
2	3	17.5	333.5	15.9	24.5	333.5	29	14.161	A ₃
4	2	13.7	260	19.4	29.9	260	30.8	11.626	A ₄
1	1	26.7	507.3	28.1	43.4	507.3	45.3	23.254	A ₅
5	6	11.3	215.3	9.3	14.3	215.3	16.9	11.575	A ₆
8	8	3.4	65.2	1.9	2.9	65.2	6.6	3.832	A ₇
7	7	4	75.6	2.4	3.7	75.6	4	13.969	A ₈

و لذا اولویت هرگونه عملیات مهندسی آبخیزداری در این محدوده بیش از سایر نقاط در اولویت قرار دارد.

۴- نتایج حاصله از اولویت بندی زیرحوزه ها حاکی از آن است که زیرحوزه ۵ دارای اولویت اول از نظر کنترل سیلاب بوده و این امر می تواند کمک شایانی جهت اجرای عملیات های آبخیزداری در مکان های حساس به منظور جلوگیری از هزینه های اضافی خواهد نمود.

پیشنهادها:

با توجه به مطالعات انجام شده در این تحقیق، موارد ذیل بعنوان تکمیل فرآیند مطالعات پیشنهاد می گردد:

لزوم اجرای طرح های مرتبط در خصوص حفظ کاربری و احیاء آن بیش از پیش در این مناطق ملموس می باشد

۲- بالا بودن میانگین وزنی شماره منحنی (CN) به میزان ۸۵,۱۵ در کل حوزه و ضریب پائین نگهداشت سیل در حوزه به نوعی بیانگر خطر بالای ایجاد سیلاب در محدوده مورد مطالعه می باشد.

۳- نقشه پتانسیل سیل خیزی در محدوده مورد مطالعه بیانگر آن است که در حاشیه شمالی و در مناطق مشرف به ارتفاعات حوزه که از کاربری مناسبی در ارتباط با کنترل سیل برخوردار نبوده و عواملی همچون شیب زیاد و رخنمون های سنگی بدون پوشش گیاهی نیز در کنار کاربری اراضی قرار می گیرد، خطر ایجاد سیلاب بسیار بالا بوده

Determining the susceptibility of effective factor on flooding of subcatchments using analysis of outlet hydrograph and application of Hec-HMS model. Journal of Forest and Range No. 67. (In Persian)

11. Marid, S. and Shams, A. 1996. The most prone sub-basin Karkheh. Journal of Nyvar No 30. Pages 10-27. (In Persian)

12. More, R.J. Bell U.A. and Jones, D.A. 2005. External Geophysics, Climate and Environment Forecasting for Flood Warning, C.R. Geoscience, 337, pages 203-217.

13. Roghani, M. 2004. Investigation of spatial effect of effective regions on the peak flow to reduce flood hazard in watershed of country, Soil Conservation and Watershed Management Research Center, a research project reports. (In Persian)

14. Roghani, M. 2009. Determining of flood spatial Index of watershed of country, Watershed Engineering Science, vol. 2, No. III, pp 52-43. (In Persian)

15. Shabanlo, S. and Dadfar, F. 2011. Determining subcatchments shares in Gorganrud flooding using GIS, fourth Conference Iran Water Resources Management, 13 and 14 May, Amir kabir University of Technology, 10 pages. (In Persian)

16. Shokri kochak, S. Behnia, A. Radmanesh, F. and Akhondali, A. 2012. Watershed Flood Hydrograph Estimation Using HEC-HMS and Geographic Information System (Case Study: Idanak Watershed). journal of watershed management research.; 3 (5):63-80. (In Persian)

17. Singh, V. P. 1996. Hydrology of disasters, Water science and tecnology library Vol 24, Kluwer academic publishers.

18. Suwanwerakamtorn, R. 1994. GIS and Hydrobgic modelling for management of small watersheds, ITC Journol No4 .

19. Zarrin, H. Moghadamnia, A. Nehtaby, M. and Moradzadeh, M. 2007, The role of watershed management in flooding reduction, Fourth National Conference of Engineering and Science of Watershed Management, watersheds, 1 and 2 March, Natural Resources Faculty of Tehran, Karaj, 10 pages.

- انجام تحقیقات مشابه در فصول مختلف سال تا علاوه بر تغییرات مکانی، تغییرات زمانی بارش در میزان و شدت سیل خیزی حوزه به شکل ملموس تر مطالعه شود.

- انجام تحقیقات مشابه با استفاده از سایر مدل‌های هیدرولوژیکی و مقایسه نتایج مدل HEC_HMS با سایر مدل‌ها.

- آنالیز تحلیل حساسیت مدل بر اساس برخی از عوامل موثر بر شدت سیل خیزی زیرحوزه‌های آبخیز

- تعیین الگوی توزیع زمانی بارش در حوزه مطالعاتی

منابع:

1. Abdi, P. and Zanjani jam, M. 2003. Determining the flooding coeficient in Zanjan province using GIS. Geomatics. Tehran. (In Persian)

2. Abdi, P. 2006. Surveying of flood potential of zanjan roud watershed with use of SCS and GIS method. Technical workshop on coexistence with floods. Committee of the National Drainage and Irrigation. (In Persian)

3. Alizadeh, A. 2001. Principles of Applied Hydrology. Publication Astan Gods, the twenty-fourth edition, 870 p. (In Persian)

4. Arnaud, P.C. Bouvier, L. Cisneros, R and Dominguez. 2001. Influence of rainfall spatial variability on flood prediction. Journal of Hydrology, 260-230.

5. Braud, I. P. Fernandez, and F, Bouraoui. (1998). Study of the rainfall-runoff process in the Andes region using a continius distiributed model. Journal of Hydrology, 216:155-171.

6. Francisco, N. C.F. Rego, M. D. Gracasaiva, and I. Ramos, 1998. Coupling GIS with Hydrologic and Hydrolic Flood Modelling management, Water resources management, 12:229-249.

7. Halwature, D. and Najim, M.M.M. 2013. Application of the HEC-HMS model for runoff simulation in a tropical catchment, Environmental Modelling & Software, August, pages 155-162.

8. Izanloo, H. 2006. Temporal and Spatial of Kushk Abad subcatchments flooding using HEC – HMS model, Msc thesis in watershed management, Tarbiat Modarres University, 81 pages. (In Persian)

9. Jons, J.A. A. 2000. The physical causes and characteristics of floods, In floods Vol II, PP, 93. Edited by Parker.

10. Khosroshahi, M. and Saghafian, B. 2004.

*Abstract*

Determining the Flooding Points and Prioritizing Subcatchments of Barajin Catchment of Qazvin Using Hec-HMS and GIS

M. Kamali¹, k. Solaimani², K. Shahedi³, A. Gord-Noshahri⁴ and A. Gomrokchi⁵

Received: 2013/9/1 Accepted: 2014/10/22

The first step to reduce the flood risk is flood control at the upper parts of watershed. So it is necessary to identify the flood prone regions within watershed, because performing the treatment activities at all over the watershed is impossible due to high expansion of the catchments. In this study, the potential map of flooding was prepared using SCS and overlaying data in GIS. The results showed that the coefficient of flood maintenance is low and the risk of flood occurrence is high due to characteristics of land use and soil hydrological units and the high weighted curve number equal to 78. The flooding potential map indicated that the risk of flood occurrence is really high, especially at the margins of north regions and upper parts of watershed duo to unsuitable land use type, high slope and outcrops without vegetation cover. Therefore, the priority of such regions for watershed engineering operations is more than other parts of watershed. The results of HEC-HMS model has also showed that fifth-sub catchment has the first flood control priority because of the high slope and CN number of 89.

Keywords: *Flooding, GIS, CN, Prioritizing, Barajin*

1- M.Sc. student of watershed management, Sari University, Iran Address: Qzvin, Navvab shomali, Department of Natural Resources and Watershed management of Qazvin. Corresponding Author Email: kamali25mehdi@yahoo.com province,

2- Professor, sari university of Agricultural sciences and Natural resources Sari, Agricultural and Natural Resources Sciences of Sari university, Iran

3- Asistant Professor, sari university of Agricultural sciences and Natural resources Address: Sari, Agricultural and Natural Resources Sciences of Sari university, Iran

4- Ph.d student of hydraulics structurrs Irrigation and recelamation department of Tehran university Address: university of Tehran, Karaj, Iran.

5- Member of Scientific board of Ghazvin Agricultural and Natural Resources Research Center Adress: Agricultural and Natural Resources Research Center of Ghazvin, Ghazvin, Iran,