جغرافیا و توسعه شماره ۳۴ بهار ۱۳۹۳
وصول مقاله : ۱۳۹۰/۷/۱۲
تأیید نهایی : ۱۳۹۱/۳/۲۴
صفحات : ۱۲۰- ۱۰۹

بررسی رفتار هیدرولوژیکی سیلاب حوضه‌ی آبخیز رازآور با استفاده از روش‌های آنالیز آماری، مدل SCS و مقطع‌برداری از رودخانه

دکتر امجد ملکی[۱]، دکتر همایو ن حصادی[۲]، نوشین پیروزی‌نژاد[۳]

چکیده

حوضه‌ی آبخیز رازآور در شمال استان کرمانشاه یکی از حوضه‌های سیل‌خیز است که در سال‌های پرآبی دچار سیل گرفتگی می‌شود. به منظور بررسی سیل‌خیزی حوضه از روش‌های آنالیز آماری داده‌های واقعی منطقه، مدل SCS و مقطع برداری از رودخانه استفاده شده است. با تقسیم‌بندی حوضه به واحدهای همگن، عوامل مؤثر بر سیل‌خیزی مانند پوشش گیاهی، کاربری اراضی، زمان تمرکز، زمان تأخیر، شیب، زمین‌شناسی، خاک‌شناسی و شدت بارش مطالعه شده است و در نهایت مقدارCN و S تهیه شده و مقدار دبی پیک و ارتفاع روان آب با روش SCS در نرم‌افزارSMADA برآورد شده است. پارامتر مهم در این نرم‌افزار ضریب فروکش کردن سیلاب می‌باشد، این ضریب بیانگر رفتار هیدرولوژی و وضعیت مورفولوژی رودخانه در وقوع سیلاب است. برای به دست آوردن این ضریب هیدروگراف سیل ایستگاه پیرمزد ترسیم و تفسیر شده است. آنالیز هیدروگراف سیل واقعی منطقه نشان داد زمان فروکش کردن سیلاب در حوضه رازآور پنج برابر زمان به اوج رسیدن سیلاب است و این بیانگر رفتار هیدرولوژی رودخانه است که در هنگام سیلاب نمی‌تواند در زمان مناسب سیلاب را از حوضه خارج کند. برای شناسایی وضعیت هیدرولوژیکی رودخانه اقدام به مقطع‌برداری شده است. نتایج نشان می‌دهد که بجز مقطع رودخانه در ایستگاه پیرمزد هیچ یک از مقاطع دیگر توان عبور دادن دبی پیک با دوره برگشت‌های پنج ساله را ندارد و حتی مقطع رودخانه در محل ایستگاه مهرگان ظرفیت عبور سیلاب دو ساله را نیز ندارد و علت سیل‌خیزی حوضه تنگ بودن مجرای رودخانه از بالادست به طرف پایین‌دست است که سبب می‌شود هر ساله این حوضه دچار سیل‌گرفتگی شود.

کلیدواژه‌ها : واحدهای همگن، مدل SCS، آنالیز آماری، نرم‌افزارSMADA، مقطع‌برداری.

۱- استادیار جغرافیا طبیعی، دانشگاه رازی کرمانشاه maleki@yahoo.com
۲- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه hasadi@yahoo.com
۳- دانشجوی دکتری دانشگاه تبریز،کارشناس منابع طبیعی وآبخیرداری (نویسنده مسؤول) Nooshinpirouzi@ yahoo.com

مقدمه

کاهش ظرفیت انتقال رودخانه ناشی از عوامل مختلفی است که هر یک به گونه‌ای با تأثیرگذاری در رفتار جریان و مشخصه‌های هندسی مجرا تشدید حالت سیلابی را سبب می‌گردد. بعضی از عوامل انسانی و طبیعی که سبب افزایش اصطکاک و مقاومت بستر در مقابل جریان می‌شوند باعث افزایش تراز آب و سر ریز شدن آن به اراضی و اماکن می‌شود. بسترهای سنگی، مآندرها، انباشته‌های رسوبی، پوشش گیاهی، ساخت سازه‌ها و فعالیت‌های گوناگون عمرانی از جمله عوامل بازدارنده در مقابل جریان رودخانه می‌باشد. عوامل ژئومورفولوژیک مانند شکل و نوع رودخانه از جمله عواملی هستند که در ظرفیت انتقال آب مؤثر می‌باشند. وجود پیچ و خم‌ها در رودخانه موجب افزایش اصطکاک گردیده و ظرفیت رودخانه را کاهش می‌دهد. بررسی نشان می‌دهد که رودخانه‌های مآندری در مقابل رودخانه‌های شریانی و مستقیم از توان انتقالی کمتری برخوردارند. همچنین فرسایش و رسوبگذاری در بستر رودخانه نقش مؤثری در تغییر مشخصه‌های هندسی و مقاومت بستر و نهایتاً تسکین و یا تشدید حالات سیلابی دارد. رسوبگذاری موجب افزایش تراز بستر رودخانه و به تبع آن افزایش تراز سطح آب می‌گردد و در صورت وقوع فرسایش بستر گود افتادگی باعث افت سطح آب می‌گردد *(بهادری ۱۳۸۸: ۲-۱)*. به منظور بررسی وضعیت سیلاب و سیل خیزی در رودخانه‌ها و حوضه‌های آبخیزی که فاقد آمار هستند و بررسی رفتار هیدولوزیکی رودخانه از مدل‌های متفاوتی برای تعیین سیل‌خیزی و برآورد سیلاب استفاده می‌شود که با استفاده از فاکتورهای مؤثر در سیل خیزی و مقطع‌برداری از رودخانه سیلاب حوضه برآورد می‌شود به عنوان نمونه رحیمیان و همکاران (۱۳۷۴) به بررسی مدل‌های مختلف هیدروگراف واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژیکی و کاربرد آن جهت سنتز هیدروگراف در حوضه‌های آبریز فاقد آمار پرداخته‌اند. در این بررسی، استفاده از هیدروگراف واحد ژئومورفولوژیکی به دلیل استفاده از پارامترهای قابل اندازه گیری ثابت در طول زمان و وابستگی آن به مشخصات بارندگی از صحت بیشتری نسبت به مدلهای تجربی برخوردار است و جهت سنتز هیدروگراف در حوضه‌های فاقد آمار پیشنهاد می‌شود. ریکو[1] و همکاران (۲۰۰۱) به ارزیابی رواناب بارندگی در سیلابهای کوهستانی پرداخته و به بررسی مقایسه‌ای هیدرولوژی قدیمی وکیفیت تخمین سیلاب در پیرنس[2] در مرکز اسپانیا پرداخته و بر اساس هیدروگراف‌های واحد، عکس‌های هوایی، نقشه های تاریخی، بازدید منطقه‌ای، اطلاعات مردم محلی و تغییرات کانال جریان به محاسبه مقدار دبی پرداخته است. یزدانی و همکاران (۱۳۸۰) به کاربرد مدل SCS در روش ترسیمی تعیین دبی حداکثر سیلاب پرداخته اند. این روش برای حوضه‌های آبخیز با زمان تمرکز ۰/۱ تا ۵ ساعت برای بارش‌های ۲۴ ساعته ارائه شده است .پیرودیو[3] و همکاران (۲۰۰۳) به بررسی تراکم کاربری اراضی بر روی حوضه پرداخته و از روش SCS برای محاسبه تاثیرات بارندگی و واکنش هیدرولوژی استفاده کرده‌اند هدف از این کار شناسایی مناطق با آستانه بحرانی است و تأثیر تراکم کاربری اراضی بر روی بارش مؤثر را در حوضه‌های مدیترانه ارزیابی کرده‌اند. گامه[4] و همکاران (۲۰۰۴) به آنالیز سیلاب رودخانه‌ای در فرانسه پرداخته‌اند و بر اساس آنالیز داده‌های بارندگی مقدار دبی پیک سیلاب را بر اساس روش، و خط داغ آب و مشاهدات عینی تخمین زده‌اند. چنگ[5] و همکاران (۲۰۰۶) به بررسی مدل GIS برای پیش‌بینی حجم رواناب رودخانه در مناطق فاقد

1-Rico
2-Pyreness
3-Payraudeau
4-Gaume
5-Cheng

ایستگاه اندازه‌گیری پرداخته و در مدل فرض کرده‌اند که رواناب در رابطه با مقدار بارندگی است و زهکش حوضه واریانسی از مقدار بارش است و مقدار رواناب می‌تواند به صورت ساختاری از بارندگی مدل‌سازی شود و از مدل‌های رگرسیونی در اندازه‌گیری مقدار رواناب استفاده کرده‌اند. جنیسیک[1] (۲۰۰۷) به بررسی تأثیر پوشش گیاهی بر فرایند رواناب با استفاده از روش SCS,CN پرداخته و تأثیر تخریب پوشش گیاهی بر افزایش سیلاب را اثبات کرده است. ناتالی[2] و همکاران (۲۰۰۷) به بررسی سیل گرفتگی رودخانه رم پرداخته است که باعث آب‌گرفتگی و خرابی سواحل غربی و شرقی رودخانه شده است. اگرچه این رودخانه تقریباً تثبیت شده ولی احتمال خطر سیل‌گرفتگی آن بررسی شده است. برای این هدف از طریق منحنی بارش روان آب ومدل Monte carlo Method سناریو سیل‌گرفتگی تجزیه و تحلیل شده است. این مطالعه نشان داده است که سیل‌های با دوره برگشت ۱۸۰ سال باعث غرق آبی شدن سواحل غربی و شرقی رودخانه می‌شود. آذری و همکاران (۱۳۸۸) با تلفیق مدل‌های HEC- HMS وHECRAS به شبیه‌سازی سیلاب در حوضه‌ی جاغرق خراسان پرداخته‌اند و رفتار سیلاب و نحوه‌ی گسترش آن را در بازه‌هایی از رودخانه با استفاده از آمار بارش رواناب مدل HEC- HEMS کالیبره کرده و با برداشت مقاطع عرضی رودخانه در محل بازه‌های مسکونی پهنه سیلاب مربوط به بارش‌های با دوره‌ی برگشت ۱۰ تا ۵۰ سال را در GIS با استفاده از الحاقیه HECGEO در ARCVIEW نمایش داده‌اند. هواشی[3] و همکاران (۲۰۰۹) به بررسی روش SCS در تخمین مقدار روان آب اولیه ناشی از بارندگی و مقدار نگه داشت آب سطحی S پرداخته و بیان کرده‌اند که مقدار روان آب سطحی ابتدا منجر به فرسایش خاک شده و در پایین دست جریان تبدیل به سیلاب خواهد شد. به منظور بررسی نقش رفتارهای رودخانه در بالا آمدن سطح آب مطالعات زیادی انجام گرفته است، ازجمله یونسی و همکاران (۱۳۸۹) به بررسی خصوصیات سیلاب های شهری در مسیل‌های استان لرستان پرداخته و مقدار سیلاب رودخانه را با دوره‌ی برگشت‌های ۲ تا ۲۵ ساله توسط نرم‌افزار SMADA محاسبه کرده و سپس با در نظر گرفتن ۱۱ مقطع از مسیل، میزان بالاآمدگی سطح آب در کانال را با نرم‌افزار HEC-RAS ترسیم کرده‌اند. نتایج نشان داده که سیلاب با دوره‌ی برگشت ۱۰ سال می تواند در بخش‌های وسیعی از شهر خرم‌آباد باعث بروز خسارات شود. خسروی و همکاران (۱۳۸۹) به بررسی پارامترهای مؤثر بر سیل‌خیزی با روش SCS پرداخته‌اند و پارامترهای زمان تمرکز، مساحت حوضه، مقدار بارش با دوره‌ی برگشت‌های مختلف و عامل بارش مؤثر ۰/۱۳۳ را در نظر گرفته و دبی پیک سیلاب را تخمین زده‌اند و آنالیز حساسیت مدل SCS را با نرم‌افزار MATLAB انجام داده‌اند. در این مطالعه مقدار سیلاب برای ۲۹ بارش سال‌های ۱۹۹۴تا ۱۹۹۶ محاسبه شده است.

به منظور شناسایی رفتارهای رودخانه‌ای و نقش مقاطع عرضی رودخانه در وقوع سیلاب مطالعات زیادی انجام شده است از جمله کسانی مانند یونسی، ناتالی، گامه و هواشی به مطالعه ویژگی‌های رودخانه در وقوع سیلاب پرداخته‌اند که با محاسبه ظرفیت انتقالی رودخانه و مقادیر سیلاب برای دوره‌ی برگشت‌های مختلف مقدار سیلاب محاسبه شده است. در این مطالعه نیز با محاسبه ظرفیت انتقالی آب در مقاطع مختلف رودخانه رازآور و آنالیز هیدرو گراف سیل واقعی حوضه مقدار سیلاب عبوری از رودخانه محاسبه شده است. در این تحقیق علاوه بر بررسی وضعیت سیلاب در رودخانه فاکتورهای مؤثر در سیل‌خیزی در سطح حوضه بررسی و با استفاده از مدل SCS مقدار

1-Jenicek
2-Natale
3-Huashi

سیلاب محاسبه شده است. با بررسی علل سیل‌خیزی در سطح حوضه و در مقاطع رودخانه علت اصلی سیل‌خیزی حوضه تنگ بودن مجرای رودخانه در پایین‌دست شناخته شده است که باعث وقوع سیلاب می‌شود. این مطالعه یک بررسی جامع از وقوع سیلاب و رفتار هیدرولوژیکی سیلاب در رودخانه رازآور است که در گام اول با مطالعه فاکتورهای مؤثر در سیل خیزی عوامل مؤثر در سیل‌خیزی بررسی شده و در گام دوم با آنالیز مقادیر دبی پیک سیلاب ایستگاههای داخل و خارج ازحوضه مقدار سیلاب برای دوره برگشت‌های مختلف محاسبه شده است سپس با اندازه‌گیری مقاطع رودخانه و محاسبه میزان ظرفیت دبی عبوری علل وقوع سیلاب شناسایی شده است.

این تحقیق با اهداف زیر انجام شده است:

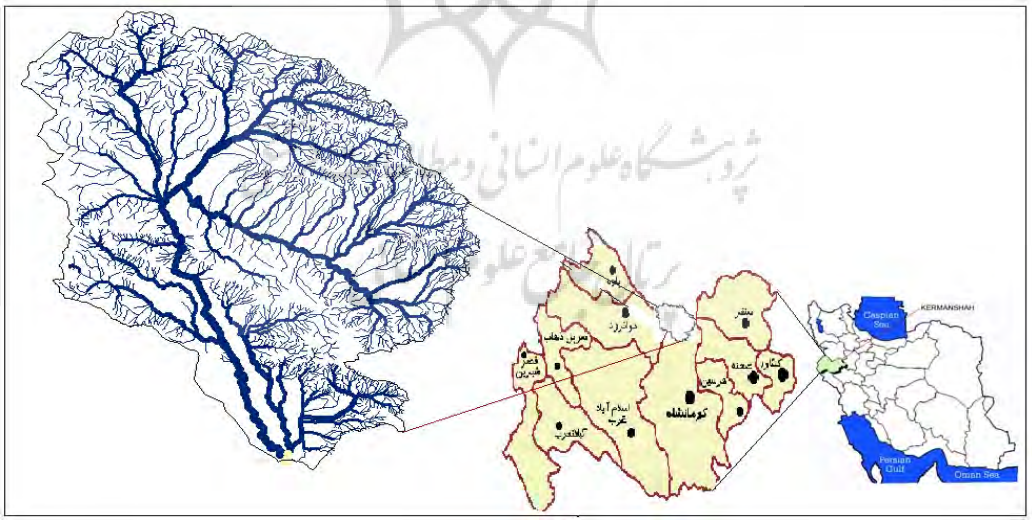
۱- برآورد مقدار سیلاب حوضه رازآور با روش SCS؛

۲- برآورد مقادیر دبی پیک سیلاب رودخانه رازآور با استفاده از آنالیز آماری داده‌های منطقه‌ای؛

۳- شناسایی علت سیل‌خیزی حوضه با مطالعه فاکتورهای مؤثر در سیل‌خیزی از روش SCS و مقطع‌برداری از رودخانه.

موقعیت جغرافیایی منطقه

حوضه‌ی رازآور یکی از زیرحوضه‌های اصلی رودخانه‌ی قره‌سو محسوب می‌شود که بین طول جغرافیایی "00 '44 °46 الی "4 '12 °47 و عرض جغرافیای "21 '28 °34 الی "00 '55 °34 قرار گرفته است. حوضه‌ی مورد مطالعه از نظر تقسیمات سیاسی کشور در محدوده‌ی استان کرمانشاه و کردستان قرار گرفته است. این حوضه بخش‌هایی از دشت میاندربند کرمانشاه و بیله‌وار کردستان را در برگرفته است. زهکش اصلی منطقه‌ی رودخانه‌ی رازآور است که خروجی آن به حوضه‌ی قره‌سو می‌پیوندد. شکل ۱ موقعیت حوضه را نشان می‌دهد *(پیروزی‌نژاد، ۱۳۸۵: ۸)*.



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

مأخذ: پیروزی‌نژاد، ۱۳۸۵

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی علل سیل‌خیزی حوضه‌ی آبخیز رازآور از روش تجربی SCS و روش آنالیز منطقه‌ای سیلاب و روش مقطع‌برداری از رودخانه استفاده شده که شرح آن در زیر می‌آید.

محاسبه رواناب با استفاده از روش تجربی شماره منحنی (CN)

رواناب حاصل از بارندگی را می‌توان بر حسب ارتفاع یا حجم توصیف کرد و آن را به روش‌های مختلف نیز برآورد نمود. از جمله روش‌های معمول در هیدرولوژی روش سازمان حفاظت خاک آمریکا (SCS) است که برای حوضه‌هایی که در آنها داده‌های اندازه‌گیری دبی و رواناب وجود ندارد به کار می‌رود در این روش ارتفاع رواناب حاصله از بارندگی از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$R = \frac{(P-0/2S)^2}{2(P+0/8S)}$$

R : ارتفاع روان آب

P : مقدار بارش (mm)

S : عامل مربوط به نگهداشت آب در سطح زمین که با فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \ (mm)$$

CN: ضریب رواناب

مقدار CN از تلفیق نقشه‌های گروههای هیدرولوژیک خاک منطقه *(گزارش خاکشناسی حوضه رازآور، ۱۳۷۸: ۸۵)* و پوشش گیاهی *(گزارش پوشش گیاهی حوضه آبخیز رازآور،۱۳۷۸: ۶۹)* و کاربری اراضی حوضه *(گزارش اقتصادی و اجتماعی حوضه رازآور ۱۳۷۸: ۴۶)* و ضرایب موجود در کتاب هیدرولوژی کاربردی امین علیزاده به دست آمده است *(علیزاده ۱۳۷۹: ۲۲۰)*.

محاسبه زمان تمرکز و زمان تأخیر به روش SCS

زمان تمرکز برای حوضه مورد نظر و زیرحوضه‌های آن از طریق فرمول زیر محاسبه شده است:

t_c=زمان تمرکز حوضه $\quad t_c = \frac{t_l}{0.6}$

برای محاسبه‌ی زمان تمرکز حوضه به زمان تأخیر حوضه نیاز است که زمان تأخیر حوضه در روش SCS با فرمول زیر محاسبه شده است:

$$t_1 = \frac{((l)^{0.8}[2540 - 22.86 \times cn]^{0.7}}{14104 \times (cn)^{0.7} \times y^m}$$

t_1= زمان تأخیر حوضه

CN= ضریب نفوذپذیری

y^m= شیب وزنی حوضه

L = طول آبراهه‌ی اصلی *(Mskud, 1969: 4-9)*

محاسبه بارش‌های کوتاه‌مدت

برای محاسبه‌ی مقادیر بارش کوتاه‌مدت، مقادیر شدت بارش‌های ۶ و ۱۲ ساعته از روی گراف‌های بارندگی ایستگاه روانسر استخراج و این ارقام برای تجزیه و تحلیل و نیز محاسبه شدت بارش در دوره‌ی برگشت‌های ۲ تا ۱۰۰ سال به برنامه‌ی HYFA داده شده و ارقام شدت بارش استخراج گردیده است.

ترسیم هیدروگراف سیل

بعد از محاسبه‌ی تمام فاکتورهای لازم اقدام به تهیه و ترسیم هیدروگراف سیل با دوره‌ی برگشت‌های ۲ تا ۱۰۰ ساله در محیط نرم‌افزار SMADA شده است.

استفاده از روش آنالیز آماری ایستگاههای منطقه

در این مرحله آمار دبی‌های حداقل، حداکثر، میانگین و دبی‌های حداکثر لحظه‌ای سیلاب (دبی پیک سیلاب) برای ۱۴ ایستگاه موجود در منطقه دریافت شده است این آمار از ابتدای تاسیس ایستگاه‌ها تهیه شده و با ترسیم نمودار باراگراف سال‌های مشترک آماری تعیین و سال‌هایی که نقص آمار داشته مشخص شده است. این ایستگاهها شامل بیار، جامیشان، پل‌کهنه، پل‌چهر، سرآسیاب، قورباغستان،

حجت‌آباد، پیرمزد، خرس آباد، دوآب مرگ، حیدرآباد، شیلان، پلنگان و روانسر می‌باشد که از بین ۱۴ایستگاه موجود ۳ ایستگاه بیار، حجت‌آباد و پیرمزد در داخل حوضه‌ی رازآور و بقیه‌ی ایستگاه ها در خارج از حوضه پراکنش دارند. بعد از برقراری همبستگی بین ایستگاه‌ها بازسازی انجام شده است. برای به دست آوردن بهترین رقم و عدد بازسازی شده مشابه با واقعیت از چندین نوع رگرسیون موجود در نرم‌افزار SPSS که شامل رگرسیون لاینر، کیوبیک،کامپوند، گرود، لگاریتمیک، اینورس، پاور و لوجستیک است، استفاده شده و با جایگزینی اعداد در فرمول رگرسیونی مناسب که از بالاترین سطح اعتماد برخوردار بوده است رقم نهایی استخراج شده است. جدول ۱ ماتریس همبستگی بین ایستگاه‌های موجود در منطقه را نشان می‌دهد.

جدول ۱: ماتریس همبستگی بین ایستگاه‌های موجود در محدوده‌ی منطقه

نام ایستگاه	بیار	جامیشان	خرس‌آباد	حیدرآباد	پل‌چهر	پل کهنه	شیلان	دوآب مرگ	قورباغستان	حجت آباد	پلنگان	روانسر	سرآسیاب
بیار			*	*	*	*	*	*					
جامیشان			*										
خرس‌آباد	*	*	*	*	*	*	*		*		*		*
حیدرآباد	*		*		*	*	*		*		*		*
پل‌چهر	*		*	*		*	*		*		*		*
پل‌کهنه	*		*	*	*	*			*	*	*	*	*
شیلان	*		*	*	*	*			*		*		
دوآب‌مرگ	*						*						
قورباغستان			*	*	*	*				*		*	
حجت‌آباد						*	*				*	*	
پلنگان			*	*	*	*							*
روانسر						*			*	*			
سرآسیاب			*	*	*	*	*				*		

مأخذ : پیروزی‌نژاد، ۱۳۸۵

برای تجزیه و تحلیل سیلاب حوضه و محاسبه‌ی مقدار دبی پیک سیلاب از آمار ایستگاه هیدرومتری پیرمزد که در داخل حوضه قرار دارد، استفاده شده و آمار این ایستگاه بر اساس آمار ایستگاه قورباغستان با سطح اعتماد ۹۹ درصد بازسازی شده است و سپس داده‌های بازسازی شده با استفاده از نرم‌افزار HYFA مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفته است.

نتایج مقطع‌برداری از رودخانه

به‌منظور بررسی علل سیل‌خیزی در رودخانه رازآور، در پایین‌دست رودخانه اقدام به اندازه‌گیری مقطع رودخانه در۴ بازه شده است که بتوان رابطه بین مقادیر دبی پیک محاسباتی و ظرفیت عبور مجرای رودخانه را مورد بررسی قرار داد.

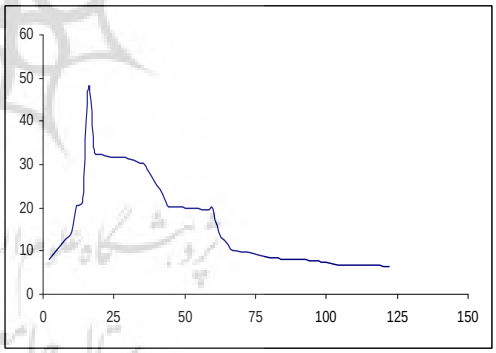
محاسبه‌ی هیدروگراف به روش SCS

برای تهیه‌ی هیدروگراف سیل به روش SCS، برای هر زیر حوضه و حوضه‌ی اصلی در نرم‌افزار SMADA به فاکتورهای مقدار بارش جزئی، مساحت حوضه، زمان تمرکز،میزان‌یا درصدنفوذناپذیری حوضه،محدودیت‌های خاک حوضه از نظر میزان نفوذناپذیری، مقدار CN و فرمول محاسبه‌ی S و ضریب شاخه‌ی پایین‌رونده‌ی هیدروگراف سیل نیاز است. پارامترهای حساس در این روش، تعیین محاسبه‌ی ضریب CN و تعیین ضریب

بازوی پایین‌رونده‌ی هیدروگراف سیل است که اگر به دقت محاسبه نشود، نتایج دریافتی از این روش مردود خواهد بود. برای محاسبه‌ی ضریب بازوی پایین‌رونده‌ی سیلاب به روش زیر عمل شده است.

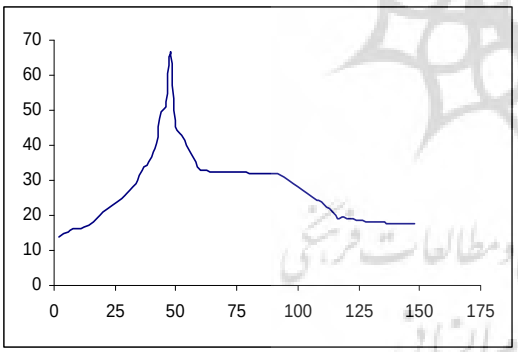
ابتدا برگه‌های‌سیلاب و دبی‌های حداکثر لحظه‌ای (دبی پیک سیلاب) منطقه دریافت و سپس زمان‌های وقوع سیل از برگه‌های‌سیلاب بیرون کشیده شده است. زمان وقوع سیل شامل چند روز متوالی می‌باشد که سیل اتفاق افتاده است و سیل در طیّ این چند روز به اوج خود رسیده و با قطع بارش، سیل فروکش کرده است. از برگه‌های سیلاب، سیلاب‌ها با فاصله‌ی زمانی ۲ ساعته برداشت شده‌اند و با وارد کردن گام‌های زمانی ۲ ساعته به صورت تجمعی در نرم‌افزار EXCEL و مقادیر سیلاب ثبت شده برای هر ۲ ساعت، سرانجام هیدروگراف سیل واقعی منطقه ترسیم گردیده است.

بر اساس شکل هیدروگراف سیل به دست آمده زمان رسیدن به دبی اوج سیلابی خیلی کمتر از زمان فروکش کردن سیلاب در منطقه است. به عبارت دیگر زمان فروکش کردن سیلاب به شکل میانگین در سیل‌های مختلف که در طیّ سال‌های متمادی بررسی شده است، پنج برابر زمان رسیدن به پیک سیلاب است و این مسأله نشان‌دهنده‌ی زمان تأخیر فراوان در فروکش کردن سیلاب و خارج شدن آب اضافی از حوضه است. بر اساس این نسبت ضریب بازوی پایین‌رونده‌ی هیدروگراف به بازوی صعودی بر اساس ضرایب مورد استفاده در نرم‌افزار SMADA ضریب ۲۰۰ برآورد شده است اشکال ۲ و ۳ نمونه‌هایی از هیدروگراف‌های واقعی سیلاب رودخانه‌ی رازآور است که نشان‌دهنده‌ی نسبت زمان رسیدن به دبی پیک و زمان فروکش کردن سیلاب است.



شکل ۲: هیدروگراف سیل ۱۳۶۶/۱۱/۲۵

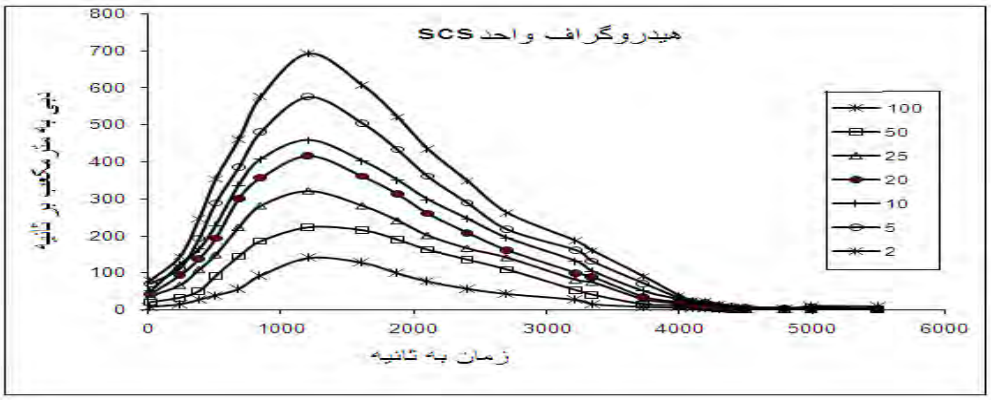
مأخذ: پیروزی‌نژاد، ۱۳۸۵



شکل ۳: هیدروگراف سیل ۱۳۶۶/۸/۰۳

مأخذ: پیروزی‌نژاد، ۱۳۸۵

بعد از تهیه فاکتورهای مربوطه و دادن این مقادیر به نرم‌افزار، هیدروگراف سیل برای تمام زیر حوضه‌ها ترسیم شده است. شکل‌های ۴-۱۰ هیدروگراف‌های سیل حوضه را نشان می‌دهد. از روی هیدروگراف‌های ترسیم شده مقادیر ارتفاع بارش کلی، مقدار ارتفاع رواناب، زمان به پیک رسیدن سیلاب و مقدار دبی پیک سیلاب به دست آمده است. جدول ۳ این مقادیر را نشان می‌دهد.



شکل ۴: هیدروگراف واحد SCS برای دوره برگشت‌های ۲ تا ۱۰۰ سال

مأخذ: پیروزی‌نژاد، ۱۳۸۵

نتایج آنالیز دبی پیک منطقه

با دادن آمار ایستگاه هیدرومتری پیرمزد در نرم‌افزار HYFA به تجزیه وتحلیل آمار پرداخته شده که در نهایت با توجه به کمترین میانگین انحرافات توزیع فراوانی و فرمول‌های تعیین‌فرکانس داده‌ها (چاکودایف) و توزیع گامای دو پارامتری مقادیر دبی پیک سیلاب برای دوره برگشت‌های ۲ تا ۱۰۰ ساله محاسبه شده است.

جدول ۲: دبی‌های سیلابی بر اساس توزیع گامای دو پارامتری ایستگاه آب‌سنجی پیرمزد

دوره برگشت سیلاب	۲	۵	۱۰	۲۰	۲۵	۵۰	۱۰۰
مقادیر دبی پیک (مترمکعب برثانیه)	۱۴۰	۲۴۸/۸	۳۳۵/۹/	۴۳۰/۴	۴۶۲/۷	۵۶۹	۶۸۵/۴

مأخذ: پیروزی‌نژاد، ۱۳۸۵

مقایسه‌ی ارقام محاسبه شده از روش SCS با ارقام حاصل از آنالیز دبی پیک لحظه‌ای سیلاب واقعی منطقه نشان می‌دهد که نتایج محاسبات خیلی به همدیگر نزدیک است بطوری که مقدار دبی پیک سیلابی محاسبه شده با روش SCS برای دوره‌ی برگشت ۱۰۰سال ۶۹۱ مترمکعب بر ثانیه بوده و مقدار دبی‌پیک محاسبه شده از روش آنالیز منطقه‌ای سیلاب ۶۸۵/۴ مترمکعب بر ثانیه است. نتایج نشان داد جواب محاسبات انجام‌شده با واقعیت دبی‌پیک منطقه نزدیکی فراوانی دارد و با استفاده صحیح از روش SCS و محاسبه درست پارامترهای لازم در این‌روش می‌توان دبی و ارتفاع روان آب حوضه را به‌صورت قابل قبولی تخمین زد و برآورد خوبی را از منطقه داشت.

محاسبه مقطع‌عرضی رودخانه در شرایط سیلابی

به منظور بررسی و محاسبه گنجایش آب در شرایط سیلابی مقاطع مختلفی از رودخانه مورد اندازه‌گیری قرار گرفته است. بنابراین ۴ نقطه از رودخانه برداشت شده است. یکی از این نقاط به عنوان شاهد در نظر گرفته شده است، دو نقطه در محل طغیان رودخانه، و نقطه دیگر در محل ایستگاه دامپروری مهرگان انتخاب گردیده است. نقطه شاهد در محل ایستگاه هیدرومتری پیرمزد و در ۱۵ کیلومتری شمال غربی در بالا دست روستای قاقلستان قرار دارد که در واقع جریان رودخانه پس از آن به قاقلستان می‌رسد و سیلابی می‌شود. نتایج بررسی‌ها و مقطع‌برداری از رودخانه در جدول شماره‌ی ۳ آمده است.

جدول ۳: مشخصات مقاطع عرضی انتخاب شده رودخانه رازآور

محل	شیب (درصد)	سطح مقطع (متر مربع)	شعاع هیدرولیکی (متر)	دبی قابل عبورm3/sec	ضریب زبری متوسط
پیرمزد	۰/۰۰۱۴	۲۳۷/۲	۲/۴۸۴	۴۳۵/۲۵۲	۰/۰۳۷۴
قاقلستان	۰/۰۰۱۵	۱۲۰/۴	۲/۰۲	۲۴۱/۸۱	۰/۰۲۶۳
جعفرآباد	۰/۰۰۱۵	۴۷/۶	۲/۱۴۴	۸۲/۲۰۱	۰/۰۳۷۳
مهرگان	۰/۰۰۱۵	۷۰/۶۴	۱/۸۴۹	۳۲/۹۷۲	۰/۱۲۵

مأخذ: پیروزی‌نژاد، ۱۳۸۵

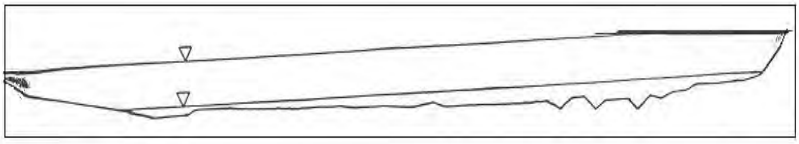
با توجه به مقادیر سیلاب محاسبه شده برای دوره‌ی برگشت ۲ تا۱۰۰ سال بر اساس روش آنالیز آماری و روش SCS و دبی‌های قابل عبور از مقاطع موجود در جدول شماره ۳ مشاهده می‌گردد که دبی‌های سیلابی فقط از مقطع عرضی پیرمزد قابل عبور هستند و در سایر مقاطع چنین شرایطی فراهم نیست. به ویژه برای دبی‌های سیلابی ثبت شده در اوئل فصل بهار این وضعیت حادتر است. به عنوان مثال دبی حداکثر سیلاب در تاریخ ۷۶/۱۲/۲۷ بالغ بر۳۳۱ متر مکعب در ثانیه در ایستگاه آب‌سنجی پیرمزد بوده که در این مقطع‌عبور چنین جریانی با بیرون‌زدگی همراه می‌باشد. به‌منظور مقایسه دیده‌می‌شود که این دبی در قاقلستان و جعفرآباد به ترتیب ۸۹/۵ و ۲۴۱ متر مکعب در ثانیه بیشتر از حد ظرفیت مقاطع مزبور می‌باشد. حال اگر به‌طور متوسط اضافه ظرفیت رودخانه را در شرایط سیلابی فقط ۱۵۰ متر مکعب در ثانیه و تداوم آن را یک ساعته فرض کنیم، طیّ این مدت مقدار آب خروجی از رودخانه به اراضی اطراف به این شرح است:

$150 \times 3600 = 540\,00 M^3$

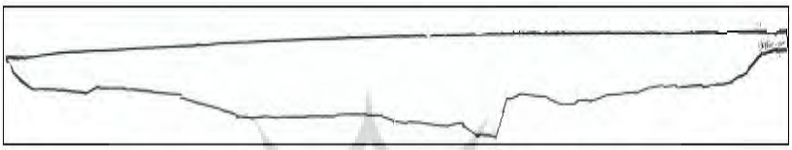
این مقدار آب اگر در ۱۰۰ هکتار تجمع یابد بیش از نیم متر ارتفاع خواهد داشت. البته مشاهدات صحرایی در برخی نقاط به ویژه اراضی زراعی ایستگاه دامپروری مهرگان و آثار تخریبی آن نشان می‌دهد که حجم و ارتفاع جریان به مراتب بیشتر از این بوده است. بر طبق جداول و اشکال و مقاطع ارائه شده در زیر، عدم هم ظرفیتی بازه‌های مختلف رودخانه در منطقه‌ی مورد بررسی به عنوان یکی از عوامل اصلی در ایجاد بیرون زدگی‌های متوالی جریان به حساب می‌آید با توجه به بازدیدهای صحرایی و نیز بررسی عکس‌های هوایی دو عامل مهم در ایجاد ناهمسانی ظرفیت انتقال جریان رودخانه دخیل می‌باشد که می‌توان به ترتیب زیر آنها را بر شمرد:

۱- تغییرات وسیع سطح مقطع به شکلی که در ۴ مقطع انتخابی از حداکثر ۲۳۷/۲متر مکعب در ایستگاه پیرمزد تا حداقل ۴۷/۶ متر مکعب در محل روستای جعفرآباد تغییر می‌یابد. شکل ۵ تا ۸ مشخصات مقاطع را نشان می‌دهد.

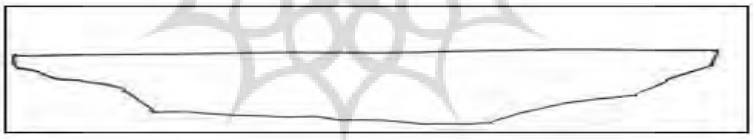
۲- تغییرات وسیع ضریب زبری بستر و کناره‌های رودخانه که از حدود ۰/۰۳۷ در محل ایستگاه هیدرومتری پیرمزد تا حدود ۰/۱۲۵ در محل ایستگاه دامپروری مهرگان تغییر نموده است. (که حالت اخیر ناشی از وجود تنه و شاخه‌های زیاد درختان در بستر رودخانه می‌باشد) *(قیطوری، ۱۳۷۶: ۲۰)*



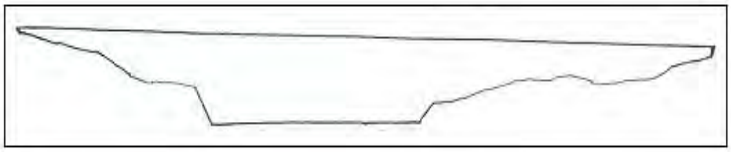
شکل ۵: نیمرخ عرضی رودخانه رآزاور در ایستگاه هیدرومتری پیرمزد
مأخذ: قیطوری، ۱۳۷۶
مقیاس: ۱/۲۶۶
سطح مقطع: ۲۳۷/۲ متر مربع
شعاع هیدرولیکی: ۲/۴۸۴ متر
دبی عبوری: ۴۳۵/۲۵۲ مترمکعب در ثانیه



شکل ۶: نیمرخ عرضی رودخانه رازآور در روستای قاقلستان
مأخذ: قیطوری، ۱۳۷۶
مقیاس: ۱/۲۰۰
سطح مقطع: ۱۲۰/۴متر مربع
شعاع هیدرولیکی: ۲/۰۲
دبی عبوری: ۲۸۳/۵۴۰ مترمکعب در ثانیه



شکل ۷: نیمرخ عرضی رودخانه در مجاورت ایستگاه تحقیقات دامپروری مهرگان
مأخذ: قیطوری، ۱۳۷۶
مقیاس :۱/۲۰۰
سطح مقطع:۴۷/۶ مترمربع
شعاع هیدرولیکی: ۲/۱۴۴متر
دبی عبوری:۸۲/۲۰۱ متر مکعب در ثانیه



شکل ۸: نیمرخ عرضی رودخانه رازآور در روستای جعفرآباد
مأخذ: قیطوری، ۱۳۷۶
مقیاس:۱/۲۰۰
سطح مقطع:۷۰/۶۴مترمربع
شعاع هیدرولیکی:۱/۸۴۹ متر
دبی عبوری: ۲۲/۹۷۲ متر مکعب در ثانیه

نتیجه

با توجه به مقطع‌برداری‌های انجام شده در محل روستای قاقلستان این مقطع توانایی گذر حجم حدود ۱۸۰ متر مکعب بر ثانیه را می‌بایست داشته باشد که چنین ظرفیتی را ندارد. طبق بازدیدهای محلی این مقاطع تقریباً هر ساله دچار بیرون‌زدگی جریان گردیده که شدت آن متناسب با دبی‌های حداکثر سالیانه متفاوت می‌باشد. حتی با دبی حداکثر لحظه‌ای ۶۶/۵ متر مکعب بر ثانیه در سال آبی ۷۳-۷۲ مردم روستا شاهد بروز سیل بوده‌اند. با توجه به شرایط منطقه اگر کمترین دبی حداکثر لحظه‌ای سالانه طیّ دوره‌ی آماری موجود ۶۶/۵ متر مکعب بر ثانیه به عنوان حداکثر ظرفیت مقطع قاقلستان منظور گردد (که ظرفیت مقطع از آن کمتر است) به‌راحتی می‌توان با محاسبه‌ی حجم جریان سیلابی حداکثر، هر سال با استفاده از آمار ایستگاه حجم مازاد بر ظرفیت مقطع را به دست آورد. این مازاد آب در زمین‌های اطراف پخش می‌شود و باعث آب‌گرفتگی زمین‌های مجاور می‌گردد. بر اساس نتایج حاصل از بررسی آماری به استثناء مقطع رودخانه در محل ایستگاه آب‌سنجی پیرمزد، هیچ یک از مقاطع دیگر رودخانه‌ی رازآور توان گذراندن دبی‌های حداکثر لحظه‌ای با دوره‌ی بازگشت‌های را نداشته و حتی مقطع رودخانه در محل ایستگاه دامپروری مهرگان و روستای جعفرآباد ظرفیت عبور جریان با دوره‌ی برگشت حدود دو ساله را نیز نخواهد داشت. با توجه به مطالعه صورت گرفته و آنالیز دبی انجام شده در رابطه با رودخانه‌ی رازآور، سیل‌خیزی منطقه و بالا آمدن آب از مجرای رود به علت تنگ بودن مجرای رودخانه از بالا دست به طرف پایین‌دست است. بنابراین قبل از هر اقدامی برای کنترل سیل و آب‌گرفتگی منطقه باید مشکل اصلی رودخانه که تنگ بودن مجرا در پایین‌دست می‌باشد، مورد مطالعه و بررسی دقیق قرار گیرد. به همین دلیل پیشنهاد می‌شود که بررسی کامل و جامعی از رودخانه و رفتار آن از نظر ژئومورفولوژیکی انجام گیرد تا علت اصلی رفتار رودخانه هم از نظر ریخت‌شناسی و سیستم تکاملی آن و هم از نظر تأثیر فعالیت‌های انسانی شناسایی شود تا بتوان در جهت حل این معضل اقدام اساسی انجام داد. علت اصلی تنگ بودن مجرای رودخانه‌ی رازآور کرمانشاه را می‌توان به شرح زیر بیان کرد:

۱- به دلیل کاهش شیب در پایین‌دست، رودخانه قدرت فرسایشی خود را از دست داده نمی‌تواند بستر و کف را مورد فرسایش قرار دهد به‌طوری که تحت مطالعه‌ای که بر اساس عکس‌های هوایی منطقه انجام شده است در یک بازه‌ی ۵۰ ساله رودخانه هیچ گونه جابه‌جایی بستر و تغییر مسیری نداشته است و این مسأله بیانگر این نکته است که رودخانه بیشترین انرژی خود را صرف انتقال مواد معلق و بار کف می‌کند و انرژی لازم را برای فرسایش کناری و افزایش عرض بستر از دست می‌دهد.

۲- افزایش حجم رسوب معلق و بار رسوب کف یکی دیگر از دلایل توقف فرسایش رودخانه‌ای و تنگ بودن مجرای رودخانه است به گونه‌ای که رودخانه دارای بار رسوبی بسیار زیادی است وجود بارها و پشته‌های ماسه‌ای نشان از این واقعیت دارد. وجود بار بستر فراوان منجر شده است که عملیات برداشت شن و ماسه از رودخانه تحت نظر کارخانه‌های شن و ماسه انجام گیرد و حتی طیّ چند مرحله به‌دلیل بالاآمدگی آب عملیات لایه‌روبی از رودخانه انجام شود.

۳- برداشت آب از رودخانه برای انجام فعالیت‌های کشاورزی یکی دیگر از دلایل کاهش توان رودخانه می‌باشد.

۴- تغییر کاربری و تخریب اراضی بالادست حوضه و کشت در جهت شیب سبب شده است که این حوضه دارای حجم رسوب بالایی باشد به گونه‌ای که بر اساس

مطالعه فرسایش و رسوب حوضه، این حوضه دارای پتانسیل رسوب‌زایی بالایی است.

از آنجایی که هر پدیده طبیعی به‌طور سیستماتیک با پدیده‌های دیگر محیط در ارتباط است لازم است قبل از هر اقدامی نگاهی سیستماتیک و درست از منطقه داشت تا انجام فعالیت‌های اصلاحی و مدیریتی منجر به ایجاد عوارض بعدی نگردد.

منابع

- آذری،محمد؛سیدرضا صادقی؛ عبدالرسول تلوری (۱۳۸۸). تلفیق HEC-HMS و HECRAS و GIS به منظور شبیه‌سازی سیلاب،مطالعه موردی:حوزه‌ی چاغرق‌خراسان
- بهادری، رضا (۱۳۸۸). بهسازی و اصلاح مسیر رودخانه، شرکت مهندسین مشاور آب و عمران فراز اندیش.
- پیروزی‌نژاد، نوشین (۱۳۸۵). بررسی پتانسیل سیل‌خیزی حوضه‌ی آبخیز رازآور، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه رازی کرمانشاه.
- خسروی محمدرضا؛ حسین ملکان‌زاده؛ حسین آهنی؛ محمدامین آزادی‌زارع(۱۳۸۹).آنالیز حساسیت و شناسایی فاکتورهای مؤثر اصلی در مقادیر دبی پیک سیلاب با روش SCS درحوضه‌های ایران،کواترنر اینترنشنال ۲۲۶.
- رحیمیان، رامین (۱۳۷۴). بررسی مدل‌های مختلف هیدروگراف واحد لحظه ژئومورفولوژیکی و کاربرد آن‌ها جهت سنتز هیدروگراف در حوضه‌های فاقدآمار، پایان‌نامه کارشناسی ارشد.
- علیزاده، امین (۱۳۷۹). اصول هیدرولوژی کاربردی، چاپ دوازدهم. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- قیطوری،محمد؛ مسیب‌حشمتی؛ همایون‌حصادی (۱۳۷۶). گزارش مقدماتی بررسی سیل‌خیزی رودخانه‌ی رازآور در محدوده‌ی ایستگاه تحقیقات دامپروری مهرگان، بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری.
- گزارش اقتصادی اجتماعی حوضه‌ی آبخیزرازآور (۱۳۷۸). شرکت سنجش از دور.
- گزارش پوشش گیاهی حوضه‌ی آبخیز رازآور (۱۳۷۸). شرکت سنجش از دور.
- گزارش خاکشناسی حوضه‌ی آبخیز رازآور (۱۳۷۸). شرکت سنجش از دور.
- یزدانی، محمدرضا؛ محمد مهدوی؛ ابراهیم حسینی چگینی (۱۳۸۰). تعیین دبی حداکثر سیلاب با استفاده از روش ترسیمی SCS درحوضه‌های آبخیز کوچک، مجله منابع طبیعی ایران. جلد ۵۴.
- یونسی،حجت‌الله؛ امیرحمزه آبی؛ محبوبه یونسی (۱۳۸۹). بررسی خصوصیات سیلاب‌های شهری و مسیل‌های شهرستان خرم‌آباد و نقش آن در مدیریت سیلاب.
- Cheng Quming, Connie KO, Yinhuan yuan, yong ge, sheng yuan Zhang (2006). GIS Modeling for prediciting river runoff volume in ungauged drainages in the Geroater Tornto Area Canada, Computers & Geosciences 32.
- Gaume eric, marc livet, Michel Desbordes, j.p.Villeneuve (2004). Hydrological analysis of the river Aude France , flash flood on 12 and 13 november, Journal of hydrology 286 .
- Mockus victor (1969). National engineering handbook, section 4-9 .
- Huashi Zhi, Li Dinchen, Nu Fang fang, De Fuqin, Chng Fonacai (2009). Research on the SCS –CN initial abstraction ratio using rainfall- run off event analysis in the three gorges area china, Journal home page caten 77.
- Jenicek, Michal (2007). Effects of land cover on runoff process using scs. cn method in the upper chomutovkacatchment,charlesuniversity inprague,faculty of science department of physical geography and geoecolog.
- Natale l., F. Savi (2007). Mont carlo analysis of probability of inundation of rom , Environmental modeling &software 22.
- Payraudeau S, Mg.Toarnoud, F.Gernesson (2003). Sensitivity of effective rainfall amount to lanuse description using GIS tool,case of a small Mediterranean catchment, Physics and chemistry of the earth 28.
- Rico M., G. Benito, A. Barnolas (2001). Combined palaeoflood&rainfall runoff assessment of mountain floods Spanish Pyreness, Journal of hydrology 245.