فصلنامهٔ علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ۱۸ شمارهٔ ۳، صفحهٔ ۳٦٤-۳۵۲، (۱۳۸۹)

بررسی اثر پوشش جنگلی در حفظ آب و کاهش رواناب با استفاده از شبیه‌سازی بارش- رواناب (مطالعه موردی: حوضه آبخیز بازفت، استان چهارمحال و بختیاری)

زهرا مشایخی[1*]، مصطفی پناهی[2]، محمود کرمی[3]، شهرام خلیقی[4]، سیدمهدی خوش‌صولت[5] و فاطمه بختیاری[6]

۱*- نویسنده مسئول، کارشناس ارشد محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران. پست الکترونیک: mashayekhi.zahra@gmail.com
۲- استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران.
۳- استاد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
٤- استادیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
۵- کارشناس ارشد جنگل‌داری، سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری کشور، تهران.
٦- کارشناس ارشد محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
تاریخ دریافت: ۸۷/۵/۲۲ تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۱/۱۸

چکیده

حفظ و نگهداشت آب و جلوگیری از هدررفت آن، از مهمترین کارکردهای اکوسیستم‌های جنگلی است که به‌سبب کاهش حوادثی مانند سیل و خشکسالی، جایگاه مهمی در تأمین رفاه و نیازهای بشر دارد. به‌منظور بررسی تأثیر پوشش جنگلی بر کاهش رواناب، ابتدا نقشه واحدهای همگن براساس کاربری، پوشش گیاهی و گروه‌های هیدرولوژیک تهیه و در هر واحد شماره‌منحنی تعیین گردید. سپس مشخصه‌های زمان تأخیر و زمان تمرکز حوضه محاسبه و بعد اطلاعات محاسبه شده وارد مدل HEC-HMS 3.0.1 گردیده و مدل برای شش رویداد بارش اجرا شد. برای نشان دادن اثر پوشش جنگلی بر رواناب، چهار سناریو برای آینده حوضه پیش‌بینی شد و مدل برای هر سناریو مجدداً اجرا گردید. نتایج نشان داد که با افزایش سطح جنگلها در منطقه (سناریو یک)، مقادیر مربوط به تلفات اولیه و زمان تأخیر حوضه افزایش و شماره‌منحنی متوسط وزنی حوضه کاهش و به‌دنبال آن دبی پیک سیلاب کاهش می‌یابد که نشان دهنده تأثیر پوشش درختی در جلوگیری از هدررفت آب و نگهداری آن در خاک است. همچنین با افزایش سطح جنگلهای منطقه، به‌طور متوسط در هر واقعه سیل، ۲/۷ میلیون مترمکعب آب به‌جای هرز رفتن، در خاک نفوذ می‌کند.

واژه‌های کلیدی: رواناب، شماره‌منحنی، پوشش جنگلی، زمان تأخیر، زمان تمرکز، بازفت.

مقدمه

از گذشته‌های دور، همواره نقش و جایگاه جنگلها در حفظ آب، جلوگیری از ایجاد سیلاب و نیز کاهش فرسایش خاک مورد توجه جوامع مختلف بوده است (پوراغنیایی، ۱۳۸۰). آبخیزهای جنگلی، آب حاصل از بارش را به اشکال مختلف گرفته و جذب می‌نمایند و از این رو به تنظیم جریان فصلی آب کمک می‌کنند. کمیت و کیفیت جریان آب ناشی از آبخیزهای جنگلی در بخش‌ها و فعالیت‌های دیگری چون کشاورزی، تولید برق، تفرج و زیستگاه ماهیان و سایر گونه‌های حیات‌وحش اهمیت دارند (Myers, 1988). گیاهان در فرایند بارش، مقداری از بارندگی را به‌طرق مختلف گرفته و مانع از تبدیل آن به رواناب می‌شوند. تنه گیاهان، بقایای ریشه‌ها و مسیرهای ایجاد شده در محل ریشه‌های پوسیده و نیز مواد آلی ناشی

Archive of SID
www.SID.ir

از وجود گیاهان اثر زیادی بر کاهش سرعت حرکت آب بر روی دامنه‌ها و در نتیجه افزایش نفوذپذیری و کاهش فرسایش خاک دارد (مهدوی، ۱۳۸٦). از این‌رو وجود پوشش گیاهی در سطح خاک می‌تواند از عوامل مهم کاهش فرسایش و رواناب باشد. تراکم پوشش گیاهی نیز یکی دیگر از عوامل کاهش فرسایش و رواناب به‌شمار می‌رود. یک خاک پوشیده از گیاهان متراکم، حداکثر مقاومت را در برابر جریان آب دارد و با وجود بارندگی‌های شدید و شیب‌های تند نیز فرسایش کمی در آن بوجود می‌آید (رفاهی، ۱۳۷۸).

هرگونه فعالیت نامناسب مانند چرای مفرط دامها و تخریب پوشش جنگلی سبب می‌شود که خاک‌های جنگلی ظرفیت جذب آب خود را از دست داده و اغلب بارش‌ها به‌سرعت به‌شکل رواناب سطحی سبب وقوع سیل در بستر رودخانه‌های پایین‌دست خود شوند. سیل می‌تواند محصولات زراعی، سکونت‌گاه‌های انسانی، زیرساخت‌ها و تجهیزات انسانی را تخریب کرده و جوامع محلی را وادار به جابه‌جایی سازد. وقوع سیلاب‌های گوناگون در مناطق مختلف کشور در سالهای اخیر نیز مؤید این مطلب است.

منابع علمی موجود نیز از وجود رابطه معنی‌دار بین تخریب جنگل و وقوع سیل در سطوح محلی و در حوضه‌های آبخیز حکایت می‌کند. Nakano (1972) با مطالعه بر روی پنج حوضه آبخیز نتیجه گرفت که کاهش پوشش جنگلی موجب افزایش دبی اوج بین ٦۹ تا ۱۱٤ درصد شده است. Bruijnzeel (1990) نیز با بررسی پیامدهای هیدرولوژیکی تخریب پوشش گیاهی در جنگلهای مرطوب استوایی به این نتیجه رسید که تخریب پوشش طبیعی گیاهی سبب افزایش حجم آب به‌صورت رواناب می‌شود و جریان رودخانه‌ها پس از جنگل‌کاری کاهش می‌یابند. این نتایج در یافته‌های حاصل از مطالعات Carssie & Jolicoeur (2002) در مناطق جنگلی کانادا نیز مشاهده شده است، به‌گونه‌ای که حجم آب سالانه و نیز میزان رواناب فصلی به‌دنبال افزایش سطح بهره‌برداری چوب در جنگلهای مورد مطالعه افزایش یافته است.

در ایران تاکنون مطالعات اندکی در مورد هیدرولوژی اکوسیستم‌های جنگلی کشور و به‌ویژه عرصه‌های جنگلی واقع در زاگرس انجام شده است. پوراغنیایی (۱۳۸۰) پس از تعیین مشخصه‌های بارندگی حوضه آبخیز نکارود و تهیه نقشه پوشش گیاهی آن، با استفاده از روش SCS و مدل هیدرولوژیکی HEC-HMS به شبیه‌سازی حوضه پرداخت. نتایج نشان دادند که با افزایش دوره بازگشت سیل، تأثیر تغییر کاربری اراضی کاهش می‌یابد. خلیقی سیگارودی (۱۳۸۳) با بررسی میزان تأثیر تغییر کاربری اراضی بر مشخصات هیدرولوژیک آبهای سطحی در حوضه باراندوزچای استان آذربایجان غربی مشاهده نمود که در اثر تغییر کاربری اراضی در حوضه مورد مطالعه، دبی اوج سیل افزایش یافته و زمان تمرکز، زمان تأخیر و زمان تا اوج کاهش یافته است.

در این پژوهش با توجه به اهمیت آب در ابعاد مختلف اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی و سیاسی کشور و نیز با توجه به کارکرد اساسی و محوری اکوسیستم‌های جنگلی زاگرس در حفظ آب و خاک، نقش و جایگاه جنگلهای بازفت از نظر نگهداشت آب و کاهش رواناب مورد توجه قرار گرفته است. جنگلهای واقع بر روی رشته‌کوه‌های زاگرس به‌عنوان بخشی از منابع طبیعی حیاتی کشور دارای کارکرد اساسی حفاظت آب و خاک هستند و در مواجهه با روند فزاینده دخل و تصرف‌های بی‌رویه ناشی از نیازهای روزافزون بهره‌برداران، با تغییرات مهمی از نظر کمی و کیفی روبرو شده‌اند. عواملی چون رشد جمعیت ساکنان محلی و عشایر کوچ‌رو و نیز افزایش نیازهای معیشتی آنها در شکل‌گیری چنین روندی تعیین‌کننده بوده است. پدیده حاشیه‌نشینی جوامع روستایی و شهری در مناطق جنگلی و تردد آزاد و بی‌وقفه دامهای آنها در این عرصه‌ها سبب تشدید مشکلات موجود شده است. به‌طوری که حضور سنگین دام، تقریباً به‌صورت

Archive of SID

www.SID.ir

همیشگی و یا حداقل از زمان شروع ذوب برف در پوشش‌های جنگلی و تا پوشیده شدن مجدد سطح جنگل به‌وسیله برف تداوم داشته و منشأ بروز اثرات مخربی ازجمله فشردگی سطح خاک، کاهش نفوذپذیری، افزایش جریان هرزآب‌های سطحی، افزایش شستشو و حمل خاک، کاهش امکان زادآوری گونه‌های جنگلی و غیره شده است (توکلی، ۱۳۷۵). داشتن آگاهی و شناخت کافی از کارکردهای محیط‌زیستی اکوسیستم‌های جنگلی و ابعاد مختلف آنها می‌تواند تا حدود زیادی از تخریب و نابودی این منابع جلوگیری کند.

مواد و روشها

حوضه آبخیز رودخانه بازفت با وسعت تقریبی ۲۳۰۰۰۰ هکتار قسمتی از رشته‌کوه‌های زاگرس، در محدوده جغرافیایی "۵۰ '۳۵ °۴۹ تا "۴۵ '۳۰ °۵۰ طول شرقی و "۳۰ '۳۷ °۳۱ تا "۰۵ '۳۹ °۳۲ عرض شمالی در استان چهارمحال و بختیاری واقع شده است (شکل ۱). حوضه مورد مطالعه از ناهمواریهای شدیدی برخوردار است. به‌نحوی که شیب متوسط آن ۵۰ درصد، حداکثر ارتفاع ٤۱۵۰ متر (در زردکوه) و حداقل آن ۹۰۰ متر در بخش‌های جنوبی حوضه می‌باشد. با استناد به داده‌های اقلیمی ایستگاه‌های هواشناسی لردگان و با در نظر گرفتن متوسط درجه حرارت سالیانه (۱۸ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد در مناطق کم‌ارتفاع و ۱۰ درجه سانتی‌گراد در مناطق مرتفع) و مقدار بارندگی سالیانه ۱۰۸۰ میلی‌متر برای منطقه و با استفاده از نقشه اقلیم‌های حیاتی ایران، قسمت زیادی از منطقه دارای اقلیم معتدل سرد با تابستان خنک و خشک می‌باشد. رودخانه بازفت به‌طول تقریبی ۱٦۸ کیلومتر موازی با رودخانه کوهرنگ (شمال‌غربی- جنوب‌شرقی) به رودخانه کارون می‌پیوندد (بی‌نام، ۱۳۸۲).

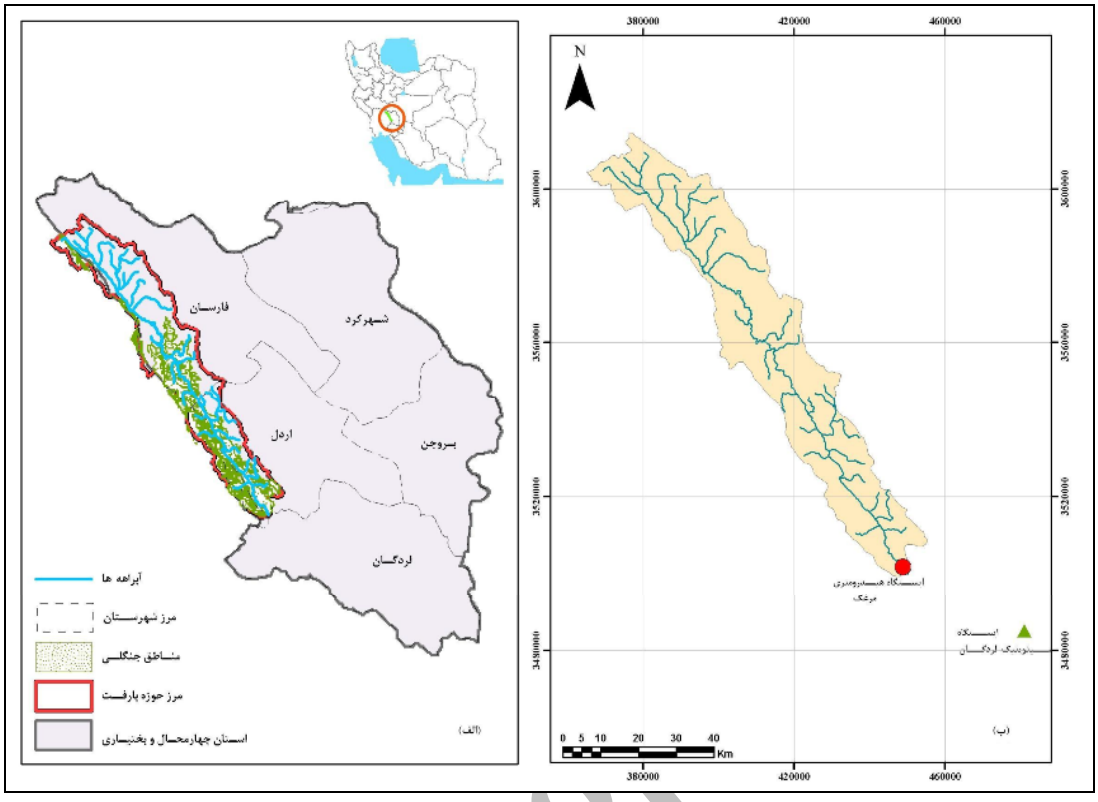
تعداد ٤٤ گونه درختی و درختچه‌ای متعلق به ۳۳ جنس و ۲۱ خانواده در منطقه شناسایی شده که در این میان خانواده Rosaceae با ۹ جنس و ۱٦ گونه بیشترین تعداد را دارد و خانواده Fagaceae با گونه *Quercus persica* بیشترین سطح را به‌خود اختصاص می‌دهد. جمعیت این منطقه از دو جامعه روستایی و عشایری تشکیل شده که به‌واسطه درهم‌آمیختگی این دو شیوه زندگی، بررسی دقیق آن بسیار مشکل است. ساختار این دو جامعه به‌گونه‌ای بوده که افراد بنا بر مقتضیات زمانی تغییر شیوه داده و گاهی به‌صورت یکجانشین در روستا زندگی کرده و گاهی نیز به‌صورت کوچ‌رو به زندگی عشایری پرداخته‌اند (بی‌نام، ۱۳۸۲).

روش تحقیق

به‌طور کلی، کارکرد حفاظت آب به‌وسیله یک اکوسیستم جنگلی از طریق بررسی جریان آب باران در جنگل قابل بررسی است (مهدوی، ۱۳۸٦). بدین منظور در این مطالعه با استفاده از روش شماره‌منحنی (CN)، ارتفاع رواناب در آبخیز مورد مطالعه محاسبه شده است. شماره‌منحنی به‌نوبه خود از روی مشخصات خاک (گروه‌های هیدرولوژیک A، B، C و D)، نوع بهره‌وری از زمین و شرایط رطوبت قبلی خاک تعیین گردیده است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- موقعیت حوضه آبخیز بازفت در استان چهارمحال و بختیاری (الف) و موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه (ب)

با توجه به ناهمگن بودن منطقه به‌لحاظ خصوصیات مذکور و وجود کاربری‌های مختلف در آن، ابتدا نقشه‌های پوشش و کاربری اراضی و گروه‌های هیدرولوژیک خاک در محدوده مورد مطالعه تهیه و از رویهم‌گذاری آنها، نقشه واحدهای همگن منطقه تهیه شد. سپس برای هر واحد همگن، شماره‌منحنی خاص آن تعیین و بدین‌ترتیب شماره‌منحنی متوسط وزنی برای کل حوضه محاسبه گردید.

با استفاده از رابطه ماکوس (سازمان حفاظت خاک آمریکا، Mockus)، زمان تمرکز و زمان تأخیر برای حوضه بازفت محاسبه شد (رابطه‌های ۱ و ۲).

$$T_c = \frac{L^{0.8}(S+1)^{0.7}}{1900.Y^{0.5}} \quad (۱)$$

(مهدوی، ۱۳۸٦)

که در آن:

T_c: زمان تمرکز بر حسب ساعت

L: طولانی‌ترین مسیر رواناب سطحی به فوت

S: توان تلفات حوضه به اینچ که از روش شماره‌منحنی بدست می‌آید.

Y: شیب مسیر به درصد

$$T_{lag} = 0.6T_c \quad (۲)$$

که در آن T_c زمان تمرکز و T_{lag} زمان تأخیر می‌باشد.

سپس مدل HEC_HMS 3.0.1 با استفاده از مشخصه‌های محاسبه شده حوضه برای شش رویداد بارش- رواناب که آمار بارش و سیلاب ساعتی آنها به‌طور کامل توسط ایستگاه‌های هواشناسی و هیدرومتری برداشت شده بودند، اجرا گردید. از آن جا که منطقه فاقد ایستگاه برف‌سنجی است، سعی شد تا وقایع مربوط به ماه‌های گرم‌تر انتخاب شود. برای بررسی تأثیر پوشش جنگلی در حفظ و نگهداری آب و کاهش هدررفت آن در منطقه، چهار سناریو (Scenario) تعریف شده است. این سناریوها در جدول ۱ ارائه شده‌اند:

Archive of SID

www.SID.ir

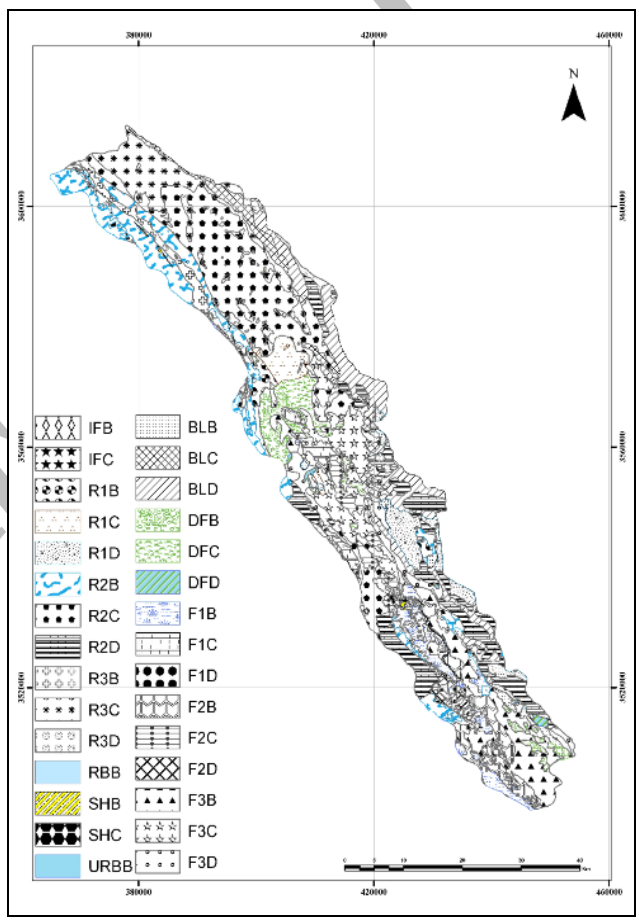
جدول ۱- سناریوهای تعریف شده برای آینده منطقه

شماره	شرح سناریو
یک	در منطقه جنگل‌کاری صورت گیرد (افزایش کمی جنگلها)
دو	جنگلهای منطقه تبدیل به کشاورزی دیم شوند (افت کمی جنگلها)
سه	مراتع درجه ۱ و ۲ تبدیل به درجه ۳ شوند (افت کیفی مراتع)
چهار	جنگلهای انبوه و نیمه‌انبوه تبدیل به جنگلهای تنک شوند (افت کیفی جنگلها)

محاسبات مربوط به CN حوضه، زمان تأخیر و تمرکز و اجرای مدل برای هر سناریو تکرار شد و نتایج حاصل با وضعیت موجود مورد مقایسه قرار گرفت.

نتایج

با توجه به هدف مطالعه، ابتدا نقشه واحدهای همگن منطقه تهیه شد (شکل ۲) (این نقشه، حاوی ۳۳٦ پلی‌گن همگن می‌باشد). جدول ۲ کاربریهای موجود در منطقه و جدول ۳ گروه‌های هیدرولوژیک خاک منطقه مورد مطالعه و مساحت و درصد مساحت اشغال شده به‌وسیله هر یک را نشان می‌دهند.



شکل ۲- واحدهای همگن حوضه آبخیز بازفت (کدها در جدولهای ۲ و ۳ تشریح شده‌اند)

Archive of SID

www.SID.ir

سپس برای هر یک از واحدهای همگن با توجه به نوع کاربری، وضعیت هیدرولوژیکی و گروه هیدرولوژیک خاک و شماره‌منحنی (CN) برای شرایط رطوبت پیشین متوسط (حالت II)، تعیین شد (جدول ٤).

جدول ۲- کاربریهای موجود در منطقه و مساحت آنها

کاربری اراضی	نوع کاربری	مساحت (هکتار)	درصد
جنگل	انبوه (F1)	۱۰۷٦۳/٥	۳۲/۱۲
	نیمه‌انبوه (F2)	۱۸٦۹۳/۰	
	تنک (F3)	٤٤٤۸۰/۸	
مرتع	متراکم (R1)	۱٤۹۸۷/۷	٤۹/۹۷
	نیمه‌متراکم (R2)	۸۰۷۷۲/۰	
	کم‌تراکم (R3)	۱۹۲۷٥/۸	
کشاورزی	زراعت دیم (DF)	۱۱۹٥۲/۹	٦/۹
	زراعت آبی و باغات (IF)	۳۹۳۷/٥	
بدون پوشش	بیرون‌زدگیهای سنگی و بستر رودخانه (BL, RB, URB)	۲٥۳۲۷/٦	۱۱/۰
جمع	–	۲۳۰۱۹۱/٤	۱۰۰/۰

جدول ۳- فراوانی گروه‌های هیدرولوژیکی خاک منطقه

گروه هیدرولوژیک	مساحت (هکتار)	درصد مساحت
B	۷٦٥٦۰/۰	۳۲/۲٦
C	۹۸۰۲۹/۲	٤۲/٥۸
D	٥٥٦۱۱/٦	۲٤/۱٥

جدول ٤- شماره‌منحنی برای کاربریهای موجود در منطقه برای شرایط رطوبت پیشین متوسط (حالت II)

کاربریهای موجود	نوع بهره‌برداری از زمین	عملیات زراعی و یا کارهای اصلاحی	وضعیت هیدرولوژیکی	گروه هیدرولوژیکی خاک		
				B	C	D
DF	غلات	کشت ردیفی	فقیر	۷٦	۸٤	۸۸
F1	بیشه‌زار و جنگل	–	متوسط	٦۰	۷۳	۷۹
F2	بیشه‌زار و جنگل	–	فقیر	٦٦	۷۷	۸۳
F3	بیشه‌زار و جنگل	–	فقیر	٦٦	۷۷	۸۳
IF	بقولات انبوه یا تناوب کشت علوفه‌ای	کشت خطی مستقیم	فقیر	۷۷	۸٥	۸۹
R1	مرتع طبیعی یا کشت شده	–	متوسط	٦۹	۷۹	۸٤
R2	مرتع طبیعی یا کشت شده	–	فقیر	۷۹	۸٦	۸۹
R3	مرتع طبیعی یا کشت شده	–	فقیر	۷۹	۸٦	۸۹
SH	بیشه‌زار و جنگل	–	فقیر	٦٦	۷۷	۸۳
RB, URB, BL	بستر رودخانه و بیرون‌زدگیها	–	–	۹٥	–	–

Archive of SID

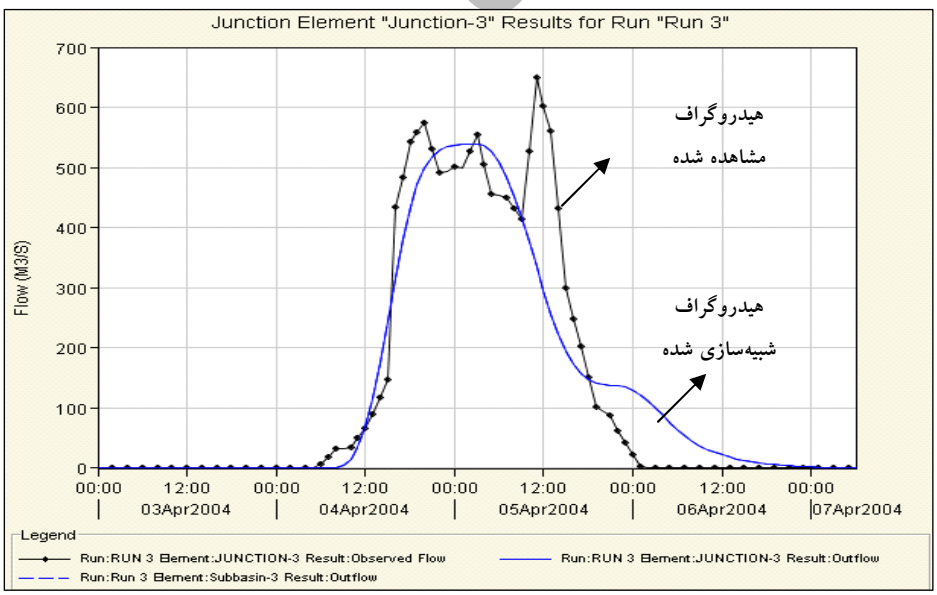
www.SID.ir

مقدار CN کل حوضه به‌صورت وزنی براساس مساحت پلی‌گن‌ها تعیین شد که مقدار آن ۸۰ می‌باشد. با توجه به این که مجموع بارش ۵ روز قبل برای رویدادهای بارش موردنظر، کمتر از ۳۶ میلی‌متر بوده و خاک در گروه رطوبتی I (رطوبت کم) قرار می‌گیرد، شماره‌منحنی وزنی حوضه برای حالت I، ۶۲/۶۸ محاسبه شده است. با استفاده از روش SCS، زمان تمرکز ۱۰۹۰/۳ دقیقه و زمان تأخیر ۶۵۴/۲ دقیقه محاسبه گردید.

با محاسبه مشخصه‌های فوق و وارد کردن آنها در مدل، مدل HMS برای رویدادهای موردنظر اجرا شد. در این جا نتیجه اجرای مدل در رویداد ۱۳۸۳/۱/۱۶ به‌عنوان نمونه ارائه شده است (شکل ۳). در این رویداد، یک بارش نسبتاً شدید در حوضه رخ داده است. هیتوگراف (hyetograph) بارش، ۴۵ ساعت و فاصله زمانی ثبت سیلاب آن یک ساعت بوده است (جدولهای ۵ و ۶).

جدول ۵- بارش ۶ ساعته رویداد ۸۳/۱/۱۶ (۴ آپریل ۲۰۰۴) و دو روز بعد (مجموع بارش ۵ روز قبل ۲/۷ میلی‌متر)

رویداد	ساعت ۰	ساعت ۶	ساعت ۱۲	ساعت ۱۸	کل
۴ آپریل ۲۰۰۴	۰/۱	۳	۱۷	۳	۲۳/۱
۵ آپریل ۲۰۰۴	۴	۳	۱	۱	۹
۶ آپریل ۲۰۰۴	۰/۸	۰	۰	۰	۰



شکل ۳- اجرای مدل در رویداد ۸۳/۱/۱۶

of SID

www.SID.ir

جدول ٦- سیلاب یک ساعته رویداد ۸۳/۱/۱٦ (٤ آپریل ۲۰۰٤) و دو روز بعد

رویداد	زمان (ساعت)	دبی پس از حذف آب پایه	رویداد	زمان (ساعت)	دبی پس از حذف آب پایه	رویداد	زمان (ساعت)	دبی پس از حذف آب پایه
٤ آپریل ۲۰۰٤	٥	۰	٥ آپریل ۲۰۰٤	۱	٤۹۸/٤٦	٦ آپریل ۲۰۰٤	۲۱	۸۷/۹۲
	٦	٦/۲۲۳		۲	٥۲٦/٦۸۳		۲۲	٦۳/۱٤۳
	۷	۱۹/٤٤٦		۳	٥٥٤/۹۰٦		۲۳	٤۳/۳٦٦
	۸	۳۲/٦٦۹		٤	٥۰٥/۱۲۹		۲٤	۲۳/٥۸۹
	۹	۳۲/۸۹۲		٥	٤٥٦/۳٥۲		۱	۲/۸۱۲
	۱۰	۳٥/۱۱٥		٦	٤۳٥/٥۷٥		۲	۰
	۱۱	٥۰/۳۳۸		۷	٤٥۰/۷۹۸			
	۱۲	٦٥/٥٦۱		۸	٤۳۳/۰۲۱			
	۱۳	۹۰/۷۸٤		۹	٤۱٥/۲٤٤			
	۱٤	۱۱۸/۰۰۷		۱۰	٥۲٦/٤٦۷			
	۱٥	۱٤۷/۲۳		۱۱	٦٤۸/٦۹			
	۱٦	٤۳۳/٤٥۳		۱۲	٦۰۱/۹۱۳			
	۱۷	٤۸۳/٦۷٦		۱۳	٥٦۰/۱۳٦			
	۱۸	٥٤۱/۸۹۹		۱٤	٤۳۱/۳٥۹			
	۱۹	٥٥۸/۱۲۲		۱٥	۲۹۹/٥۸۲			
	۲۰	٥۷٤/۳٤٥		۱٦	۲٤۸/۸۰٥			
	۲۱	٥۳۰/٥٦۸		۱۷	۲۰۲/۰۲۸			
	۲۲	٤۹۰/۷۹۱		۱۸	۱٥۱/۲٥۱			
	۲۳	٤۹۰/۰۱٤		۱۹	۱۰۱/٤۷٤			
	۲٤	٥۰۱/۲۳۷		۲۰	۹٤/٦۹۷			

پس از اجرای مدل برای رویدادهای مختلف، به‌منظور حصول نتیجه بهتر، مدل کالیبره شد. برای این منظور از کالیبراسیون دستی استفاده شد و با توجه به این که مدل نسبت به تغییرات مؤلفه تلفات اولیه حساسیت بیشتری نشان داد، بنابراین برای کالیبراسیون و صحت‌یابی مدل از این مؤلفه استفاده گردید. بدین منظور ٥ رویداد به‌منظور کالیبراسیون و ۱ رویداد برای صحت‌یابی مورد استفاده قرار گرفتند، به‌گونه‌ای که یک رویداد کنار گذاشته شد و با میانگین تلفات اولیه محاسبه شده برای ٥ رویداد دیگر، مدل برای رویداد باقی‌مانده اجرا شد. اختلاف مقدار مشاهداتی و برآورد شده ۰/۲ (۲۰٪) بدست آمد که در دامنه قابل قبول می‌باشد. لازم به اشاره است که به‌دلیل کمبود داده‌ها و اطلاعات در محدوده مورد مطالعه، انتخاب رویدادهای بیشتر و ارائه جدول صحت‌یابی مقدور نبود.

سپس مقدار شماره‌منحنی متوسط وزنی، تلفات اولیه و زمان تأخیر مجدداً برای هر یک از سناریوهای تعریف شده به‌شرح جدول ۷ محاسبه گردید.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۷- مقدار شماره‌منحنی و زمان تأخیر محاسبه شده در سناریوهای مختلف در مقایسه با وضع موجود

سناریوها	شماره‌منحنی	زمان تأخیر (دقیقه)
وضع موجود	٦۲/٦۸	٦٥٤/۲
یک	٥۹/٥۳	۷۰۹/۸
دو	٦٦/۲۲	٥۹۷/۸
سه	٦۳/٤۲	٦٤۲/۸
چهار	٦۳/۱۷	٦٤۷

با وارد کردن نتایج کالیبراسیون، مدل برای پیش‌بینی وضعیت آینده منطقه در سناریوهای مختلف اجرا شد. با فرض این که در منطقه جنگل‌کاری صورت گیرد و جنگلهای منطقه از نظر کمّی افزایش یابند (سناریوی یک)، مقدار مربوط به تلفات اولیه و زمان تأخیر حوضه افزایش و شماره‌منحنی متوسط وزنی حوضه کاهش و به‌دنبال آن دبی پیک سیلاب کاهش یافته که نشان‌دهنده تأثیر پوشش درختی در جلوگیری از هدررفت آب و نگهداری آن در خاک است. وقتی جنگلهای نیمه‌انبوه و تُنک منطقه تخریب و تبدیل به کشاورزی دیم شوند (سناریو دو)، شماره‌منحنی افزایش و تلفات اولیه و زمان تأخیر کاهش یافته و این امر موجب شده که در اجرای مدل در این سناریو دبی پیک سیلاب افزایش یابد.

در سناریوی سه، فرض شده که مراتع موجود اُفت کیفی پیدا کنند و تبدیل به مراتع فقیر شوند. با این فرض نیز دبی پیک سیلاب با افزایش شماره‌منحنی متوسط حوضه و کاهش زمان تأخیر، نسبت به سناریو یک و نیز وضع موجود افزایش یافته است.

با فرض این که جنگلهای انبوه و نیمه‌انبوه (F1 و F2) موجود در حوضه تبدیل به جنگل‌های تُنک (F3) شوند نیز نسبت به حالتی‌که جنگلها از نظر کمی افزایش یابند (سناریوی یک)، دبی پیک سیلاب افزایش یافته است. نتایج مربوط به حجم کل آب خروجی حوضه در سناریوهای مختلف در هر یک از رویدادها در جدول ۸ آمده است.

جدول ۸- حجم رواناب خروجی (به هزار مترمکعب) از حوضه در وضع موجود و سناریوهای تعریف شده

رویدادها	بارندگی (میلی‌متر)	وضع موجود	سناریو یک	سناریو دو	سناریو سه	سناریو چهار
۱۳۷۹/۱/٦	٤۱	۱۱۹۲٦/٦٦	۸٦٦۲/٥٤	۱٥٥۱۱/۷٦	۱۲۷٥۲/۲۲	۱۲٥۲۸/۰۸
۱۳۸۲/۱/٥	٥۳	۱۱۱۷۸/۱۸	۸٦۲٤/۹۷	۱٤٥۱۲/۲۷	۱۱۸۲۹/۱۱	۱۱٦۱۱/٤٥
۱۳۸۳/۱/۱٦	۳۲/۱	۱٤۰۷۲/۸۷	۱۱۱۱۹/٤۱	۱۷۸۳۳	۱٤۷٦٤/۱٤	۱٤٥۱۳/٥۱
۱۳۷٥/۱/۲٥	۱۰۱	۱۲۱۲۱/٦۲	۹٥۷۳/۲٦	۱٦۰۸٥/٦۳	۱۳۰٤٦/۷۱	۱۲٥۲٦/۷۳
۱۳۷٤/۱/۳۱	٥۱	۱۱۰٥۳/۸۳	۸٦۰۲/۱۸	۱٤۱۹٤/٥٤	۱۱۲٥۳/۸٥	۱۱۱٥٤/۸۱
۱۳۷٤/۲/۳	۳٥	۱۱٥۹۳/٤	۸٦٤۸/۹۲	۱٤۹۸٦/۷٤	۱۲۳۷۱/٥٦	۱۱۸٥٤/۷٦
میانگین	-	۱۱۹۹۱/۱۳	۹۲۰٥/۲۱	۱٥٥۲۰/٦٦	۱۲٥۰۲/۹۳	۱۲۳٦٤/۸۹

Archive of SID

www.SID.ir

بدین‌ترتیب مشاهده می‌شود که در صورتی‌که جنگلهای منطقه افزایش یابند، در هر واقعه سیل، به‌طور متوسط ۲/۷ میلیون مترمکعب آب به‌جای هرز رفتن در خاک نفوذ می‌کند. در صورتی‌که جنگلها تخریب شوند و از بین بروند، مقدار رواناب خروجی حوضه نسبت به وضع موجود ۳/۵ میلیون مترمکعب افزایش می‌یابد. اگر فرض شود که مراتع موجود در منطقه تُنک‌تر شوند در این صورت ۵۰۰۰۰۰ مترمکعب رواناب خروجی افزایش می‌یابد و در صورت تبدیل جنگلهای انبوه و نیمه‌انبوه به جنگلهای تنک، ۳۰۰۰۰۰ مترمکعب آب بیشتر جریان می‌یابد. همچنین از جدول ۸ چنین بر می‌آید که در تمام سناریوها نسبت به سناریو یک، حجم رواناب خروجی افزایش می‌یابد که می‌توان گفت با از بین رفتن جنگل و غالب شدن کاربریهای کشاورزی یا مرتع، رواناب خروجی از حوضه به‌میزان قابل‌توجهی افزایش می‌یابد.

بحث

محدوده مورد مطالعه براساس نوع کاربری و گروه هیدرولوژیک خاک دارای ۳۳۶ واحد همگن می‌باشد. عمده‌ترین کاربری موجود در منطقه، کاربری مرتع با وضعیت هیدرولوژیک فقیر و متوسط است و عمده خاک‌های منطقه در گروه هیدرولوژیک C قرار گرفته‌اند. شماره‌منحنی متوسط وزنی حوضه برای حوضه مورد مطالعه ۸۰ بدست آمده که شماره‌منحنی قابل‌توجهی است و نشان می‌دهد که در هر رویداد بارندگی حجم زیادی از آن در سطح زمین جاری می‌شود. افزایش ارتفاع رواناب نشان‌دهنده تخریب بیشتر خاک، هرز رفتن آب قابل دسترس گیاهان و خطر ایجاد سیل در منطقه است (مهدوی، ۱۳۸۶). ضمن این که حوضه مورد مطالعه یک حوضه کوهستانی است و این امر نیز بر افزایش ارتفاع رواناب و سیل‌خیزی منطقه مؤثر می‌باشد.

در کل می‌توان گفت که با افزایش رطوبت پیشین خاک و شماره‌منحنی متوسط حوضه، مقادیر تلفات اولیه، زمان تمرکز و زمان تأخیر حوضه کاهش می‌یابد. زیرا وقتی خاک مرطوب است، توان تولید رواناب در آن زیاد است و بدین‌ترتیب مدت زمان کمتری طول می‌کشد تا آب از دورترین نقطه حوضه به نقطه خروجی برسد.

نتایج اجرای مدل در رویدادهای مختلف برای سناریوهای فرضی نشان می‌دهد که پوشش جنگلی سبب افزایش تلفات اولیه بارش و زمان تأخیر و کاهش شماره‌منحنی حوضه شده است. این نتیجه در سناریوهای دو و چهار (افت کمی و کیفی جنگلهای موجود) نیز به‌وضوح قابل مشاهده است. همچنین با اُفت کیفی مراتع نیز حجم رواناب خروجی از حوضه افزایش می‌یابد که این میزان حتی بیشتر از زمانی است که جنگلها با افت کیفی مواجه می‌شوند. این نتیجه را می‌توان به وضعیت کاربریهای موجود در حوضه نسبت داد. همان گونه که در جدول ۲ مشهود است، در حوضه بازفت جنگلها عمدتاً تنک و نیمه‌انبوه می‌باشند و جنگلهای انبوه درصد کمی از اراضی جنگلی را به‌خود اختصاص داده‌اند، بنابراین فرض اُفت کیفی جنگلها تأثیر کمی بر افزایش رواناب خروجی نشان داده است. در مورد مراتع نیز وضعیت مشابهی دیده می‌شود، با این تفاوت که مراتع درجه ۲ بیشترین سطح را به‌خود اختصاص داده‌اند و سناریو افت کیفی مراتع نسبت به وضع موجود تفاوت ناچیزی را در نتایج نشان می‌دهد. با این وجود، افزایش رواناب در سناریو سه نسبت به سناریو چهار بیشتر است. در کل تغییرات کمّی جنگلها نسبت به تغییرات کیفی آنها تأثیر بیشتری بر میزان رواناب خروجی دارد و می‌توان این‌گونه نتیجه‌گیری کرد که وجود جنگل در حوضه هر چند به‌صورت تُنک و کم‌تراکم، تأثیر زیادی بر نفوذپذیری خاک و کاهش میزان سیلاب خواهد داشت. حجم آب خروجی در صورت افزایش سطح جنگل در حوضه، کمترین و در صورت تخریب آن بیشترین است. نتایج پژوهش میرزایی (۱۳۷۵) در جنگلهای شمال کشور نیز مؤید نقش کتمان‌ناپذیر پوشش جنگلی در حفظ آب و کاهش رواناب در

Archive of SID

www.SID.ir

حوضه‌های آبخیز جنگلی می‌باشد. به‌طوری که قطعات تحت پوشش جنگل یا قرق، قابلیت کاهش رواناب را تا مقدار ۱۶/۹۲ میلی‌متر داشتند. همچنین نتایج نشان می‌دهند که پوشش مرتعی نیز در کاهش میزان رواناب بی‌تأثیر نیست و مطالعات گسترده‌ای در این زمینه انجام شده است. به استناد مطالعه خلیقی سیگارودی (۱۳۸۳)، با افزایش سطح دیم‌زارها و کاهش سطح مراتع در سه زیرحوضه مورد مطالعه‌اش و همچنین فشار مضاعف بر مراتع موجود، مقدار CN افزایش یافته است.

اگرچه هیدرولوژیست‌های جنگل پذیرفته‌اند که جنگل‌تراشی منجر به تولید جریان‌های بیشتری می‌شود، اما در مورد رابطه علّی و معلولی قطع جنگلها در بالادست و وقوع سیلاب در پایین‌دست هنوز به توافق نرسیده‌اند (Hewlett, 1982). همچنین اعتقاد بر این است که تأثیر پوشش جنگلی در مقایسه با عوامل دیگر مانند شدت و حجم کل بارندگی، جهت حرکت بارش در حوضه و اندازه و شکل حوضه آبخیز، کم‌اهمیت به‌نظر می‌رسد (Hamilton, 1988). به‌طور کلی و به‌عنوان الگویی یکسان در مناطق مختلف باید یادآور شد که با از بین رفتن پوشش جنگلی و چیرگی کشاورزی در آن، مقدار قابل‌توجهی آب از دست می‌رود. همچنین ارتفاع رواناب در خاکهای دارای لایه‌های نفوذناپذیر و یا با نفوذپذیری اندک و نیز وجود رطوبت زیاد از قبل، دچار افزایش خواهد شد. از طرفی فرایندهای هیدرولوژیکی وابسته به مقیاس هستند؛ مثلاً پویایی فرسایش و رواناب در آبخیزهای ۱۰، ۱۰۰۰۰ و ۱۰۰۰۰۰۰ هکتاری متفاوتند.

ناگفته نماند که در این مطالعه، فقط اهمیت بخشی از خدمات اکوسیستمی جنگل در ارتباط با ظرفیت نگهداری آب در خاک و کاهش رواناب سریع (surface runoff) بررسی گردیده و برآورد سایر مؤلفه‌های مربوط به کارکرد هیدرولوژیک جنگل به‌دلیل کمبود آمار و اطلاعات و نیز محدود بودن زمان و هزینه اجرای آنها مقدور نبوده است. بدیهی است با احتساب این مؤلفه‌ها ارزش جنگل از لحاظ فواید هیدرولوژیک بهتر و بیشتر نمایان می‌شود. این نقش جنگل می‌تواند جایگاه مهمی در اقتصاد و رفاه مردم منطقه به اشکال مختلف ایجاد کند. از آن جا که حوضه آبخیز بازفت، حوضه‌ای کوهستانی است و بخش اعظمی از آن صعب‌العبور و غیر قابل سکونت می‌باشد، جمعیت اندکی در منطقه ساکن هستند که عمدتاً عشایر و روستایی بوده و زندگی آنها تا حدود زیادی به جنگلهای منطقه و کالاها و خدمات ارائه شده از سوی آن وابسته است. با لخت شدن اراضی جنگلی واقع در شیب‌های تند، خاکهای جنگلی ظرفیت جذب آب خود را از دست داده و اغلب بارش به‌صورت رواناب سطحی سبب وقوع سیل در بستر رودخانه‌های پایین‌دستی می‌شود که این سیل محصولات زراعی، سکونت‌گاه‌ها و زیرساخت‌ها را تخریب کرده و ساکنان را وادار به جابه‌جایی می‌سازد. یک راه جلوگیری از ایجاد سیل احداث سد در منطقه می‌باشد که مستلزم صرف هزینه‌های گزافی است. در حالی‌که حفظ سالانه نزدیک به ۲/۷ میلیون مترمکعب آب توسط جنگل و آزادسازی آن به‌صورت چشمه و قنات در نقاط مختلف نه تنها ساکنان منطقه را از خطر سیل در امان می‌دارد بلکه آب کافی و با کیفیت مناسب را به‌رایگان در اختیار آنها قرار می‌دهد.

منابع مورد استفاده

- بی‌نام، ۱۳۸۲. مطالعات جامع حوضه آبخیز کارون شمالی. شرکت مهندسین مشاور یکم، ۱۵۸ صفحه.
- پوراغنیایی، م. ج.، ۱۳۸۰. بررسی تأثیر تغییر پوشش گیاهی بر رژیم سیلابی حوضه آبخیز نکارود. پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۹۸ صفحه.
- توکلی، ا.، ۱۳۷۵. بررسی روند تغییرات کمی و کیفی جنگلهای زاگرس شمالی از طریق تکنیک عکس هوایی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد جنگل‌داری، دانشگاه تهران، دانشکده منابع طبیعی، ۷۱ صفحه.

Archive of SID

www.SID.ir

- خلیقی سیگارودی، ش.، ۱۳۸۳. بررسی میزان تأثیر کاربری اراضی بر مشخصات هیدرولوژیک آبهای سطحی در حوضه باراندوزچای استان آذربایجان غربی. رساله دکتری آبخیزداری، دانشگاه تهران، دانشکده منابع طبیعی، ۲۱۷ صفحه.
- رفاهی، ح.، ۱۳۷۸. فرسایش آبی و کنترل آن. انتشارات دانشگاه تهران، ۵۵۱ صفحه.
- مهدوی، م.، ۱۳۸٦. هیدرولوژی کاربردی. جلد دوم، انتشارات دانشگاه تهران، ٤۳۷ صفحه.
- میرزایی، م.، ۱۳۷۵. ارزش اقتصادی کالاهای زیست‌محیطی (جنگل) در بازار روی تولید. پایان‌نامه کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشگاه تهران، دانشکده منابع طبیعی، ۱۱۰ صفحه.
- Bruijnzeel, L.A., 1990. Hydrology of Moist Tropical Forests and Effects of Conversion: a State of Knowledge Review. Humid Tropics Program of the International Hydrological Program of UNESCO, Paris and Vrije Universiteit Amsterdam, 224 p.
- Carssie, D. and Jolicoeur, S., 2002. Comparison of stream flow between pre and post timber harvesting in catamaran brook. Journal of Hydrology, 258: 232-248.
- Hamilton, L.S., 1988. Forestry and watershed management. In: Ives, J. and Pitt, D.C. (Eds.), Deforestation: Social Dynamics in Watersheds and Mountain Ecosystems. UK: IULN, Routledge, London, 99-131.
- Hewlett, J.D., 1982. Forests and floods in the light of recent investigation. Proceedings of Canadian Hydrological Symposium, 14–15 June, Fredericton: 543-560.
- Nakano, H., 1972. Effects of changes of forest conditions on water yield, peak flow and direct runoff of small watersheds in Japan, In: Sopper, W.E. and Lull, H.W. (Eds.), Proceedings of the International Symposium on Forest Hydrology, Pergamon, New York, 551-564.
- Myers, N., 1988. Tropical forests: much more than stocks of wood. Journal of Tropical Ecology, 4: 209-221.

Archive of SID

www.SID.ir

Effect of forest covers on water conservation and surface runoff reduction in Bazoft river basin

Z. Mashayekhi [1*], M. Panahi [2], M. Karami [3], Sh. Khalighi [4], M. Khoshsolat [5] and F. Bakhtiari [6]

1*- Corresponding author, M.Sc. in Environmental Science, University of Tehran, Iran. E-mail: mashayekhi.zahra@gmail.com
2- Assistant Prof., Islamic Azad University, Science and Research branch, Tehran, Iran.
3- Prof., Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran.
4- Assistant Prof., Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran.
5- Senior Forest Expert, Forests, Rangelands and Watershed Management Organization, Tehran, Iran.
6- M.Sc. in Environmental Science, University of Tehran, Iran.
Received: 13.08.2008 Accepted: 07.02.2009

Abstract

Function of water retention and avoidance of its loss, is one of the most important functions and services of the forest ecosystems which has a major role in provision of human welfare. In this study, in order to estimate the effect of forest cover on water retention and surface runoff reduction, the runoff depth has been calculated using Curve Number method. Firstly, study area has been homogenized in the basis of land use/land cover and hydrologic soil groups' characteristics and the Curve Number of each homogeneous unit determined. Thus, the average weighted Curve Number for entire of the basin has been calculated. Lag time and time of concentration parameters of the basin were also calculated. Then, the input data were entered into the HEC-HMS model and the model was run using Curve Number (SCS) method for six observed rainfall-runoff events. Four hypothetical scenarios have been developed for the concept of water retention by forests and repeated the running of model for the developed scenarios. Results showed that in the case of scenario 1 which assumes that the entire of watershed area is covered by forests, the values of initial loss and lag time in the watershed has increased while Curve Number and flood peak discharge values decreased that indicates the role of forest cover on the prevention of water loss and its retention in the soil. Furthermore, the volume of infiltrated water in scenario 1 is about 2.7×10^6 m^3.

Key words: runoff, curve number, scenario, forest cover, Bazoft, lag time, concentration time.

Archive of SID

www.SID.ir