بررسی اثرات عملیات آبخیزداری بر قابلیت تولید رواناب با استفاده از روش SCS در حوزه آبخیزعنبران چای

علی احمدآبادی*[۱] و پرستو غفورپور عنبران[۲]

۱) استادیار، گروه ژئومورفولوژی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
۲) دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، ژئومورفولوژی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

***نویسنده مسئول: ahmadabadi@khu.ac.ir**

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۱/۱۷ **تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۳/۱۹**

چکیده

انجام عملیات آبخیزداری تاثیرات مختلفی بر میزان تولید رواناب و رسوب و در واقع خصوصیات هیدرولوژیکی در حوزه‌های آبخیز دارد. در این پژوهش، به مطالعه اثر عملیات آبخیزداری بر قابلیت تولید رواناب در حوزه آبخیز عنبران‌چای پرداخته شده است. بدین منظور از داده‌های توپوگرافی منطقه در قالب مدل رقومی ارتفاع(DEM)، کاربری اراضی، گروه‌های هیدرولوژیکی خاک و محدوده‌های انجام عملیات آبخیزداری استفاده شد و همچنین به کمک تصاویر ماهواره‌ای لندست (۵ و ۸) و استفاده از شاخص گیاهی تفاضلی نرمال شده(NDVI) تغییرات پوشش‌گیاهی در دو مقطع قبل و بعد از انجام عملیات آبخیزداری به منظور محاسبه میزان CN استخراج شده و با استفاده از روش SCS قابلیت تولید رواناب در قالب ساختار داده رستری مدلسازی شده است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که انجام عملیات آبخیزداری موجب افزایش میزان شاخص NDVI و در نتیجه افزایش سبزینگی شده است و نتیجه آن در حوزه عنبران‌چای، کاهش قابلیت تولید رواناب بخصوص در بخش‌های بالایی حوزه بوده است. هم‌چنین افزایش تراکم پوشش‌گیاهی، افزایش میزان نفوذپذیری(CN) حوزه را به دنبال داشته است.

واژه‌های کلیدی: شاخص گیاهی تفاضلی نرمال شده، شماره منحنی، روش SCS، عملیات آبخیزداری و حوزه آبخیزعنبران‌چای.

مقدمه

انجام مطالعات سیل و کنترل سیلاب یکی از مباحث اصلی در طرح‌های آبخیزداری می‌باشد. با توجه به این‌که انجام اقدامات آبخیزداری و کنترل سیلاب یکی از راه‌های مناسب در راستای تعدیل خطرات سیلاب است لذا مناسب‌ترین گزینه کنترل سیلاب با توجه به شرایط و استعداد حوزه آبخیز انجام فعالیت‌های آبخیزداری اعم از بیولوژیکی و مکانیکی می‌تواند تعیین شود. نکته مهم در این رابطه، میزان اثربخشی و سوددهی طرح‌های آبخیزداری است، که بررسی و ارزیابی عملیات آبخیزداری انجام شده را طلب می‌نماید. کمی نمودن میزان تاثیر پروژه‌های آبخیزداری به وسیله اندازه‌گیری پارامترهای تعیین‌کننده، اولین گام اصولی در ارزیابی پروژه‌های آبخیزداری است (اسکندری و همکاران، ۱۳۹۱). با توجه به مدیریت صحیح و جامع حوزه‌های آبخیز و تغییر رفتار حوزه‌های آبخیز در زمینه انجام عملیات آبخیزداری، در این پژوهش، ارزیابی اثرات عملیات آبخیزداری بر خصوصیات هیدرولوژیکی از جمله ارتفاع رواناب مطرح می شود. از جمله روش‌هایی که با فراهم شدن تصاویر ماهواره‌ای و کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌تواند در محاسبه رواناب ناشی از یک بارش معین بکار رود، مدل‌های هیدرولوژیک می‌باشد. این مدل‌ها می‌توانند با لحاظ توزیع مکانی خصوصیات بارش و حوزه آبخیز، برآوردهای قابل قبولی را فراهم کنند. یکی از روش‌های موجود در این زمینه روش SCS است که توسط سازمان حفاظت خاک آمریکا ارائه شده است. در این روش با استفاده از ویژگی‌های محیطی، میزان رواناب محاسبه می‌شود. تاثیر اقدامات آبخیزداری و موارد کنترلی دیگر در برابر سیلاب از دیدگاه ها و روش‌های مختلف قابل بررسی است به عنوان نمونه می توان به نتایج و بررسی محققان زیر اشاره نمود. Naef و همکاران (۲۰۰۲) با استفاده از روش SCS نشان دادند که بهبود کاربری ارضی و اقدامات مدیریتی در مناطقی که تولید رواناب سریع دارند به طور معنی‌داری باعث کاهش سیلاب گردد و در مناطقی که تولید رواناب در آنها با تاخیر صورت می‌گیرد بهبود کاربری ارضی در کاهش سیلاب تاثیر چندانی ندارد. sun در سال ۲۰۰۶ با مطالعه‌ای که بر تاثیر اقدامات جنگل‌کاری که با اقدامات مکانیکی (تراس بندی) هم همراه بود. بر میزان دبی آب اظهار داشت که این اقدامات، متوسط دبی آب را ۵۰ درصد کاهش داده است. Xianzhao و همکاران در سال ۲۰۰۸ با استفاده از روش SCS میزان رواناب را برای حوزه کوچکی در Plateau Loess در چین را تخمین زدند نتایج نشان داد که رواناب شبیه‌سازی شده با روش SCS با مقدار رواناب اندازه‌گیری شده مطابقت دارد. روغنی و همکاران (۱۳۸۹) جهت ارزیابی تاثیر عملیات آبخیزداری بر رفتار هیدرولوژیکی حوزه از مدل SCS و شبیه‌سازی سیلاب استفاده کردند. تحلیل نتایج داده‌های سیلاب حاصل از مدل SCS در شرایط طبیعی و مقایسه آماری آن با داده های سیلاب شبیه سازی با عملیات آبخیزداری بیانگر تفاوت معنی‌دار داده‌ها در سطح ۹۹ درصد بود. واعظی و عباسی (۱۳۹۱) کارایی روش شماره منحنی رواناب (SCS) را در برآورد میزان رواناب در حوزه آبخیز تهم‌چای شمال غرب زنجان مورد بررسی قرار دادند.

نتایج نشان داد که مقدار رواناب برآوردی به طور متوسط ۲۷/۸ برابر بزرگ‌تر از مقدار مشاهده‌ای بود. از این رو پیشنهاد می‌شود قبل از به کارگیری روش SCS جهت برآورد رواناب در حوزه‌های آبخیز کشور نسبت به اصلاح نسبت نگهداشت اولیه $\lambda = Ia / S$ اقدام شود. پاره کار (۱۳۹۱) تاثیر عملیات آبخیزداری را بر روی حوزه آبخیز بارده در شمال شرقی استان چهارمحال و بختیاری مورد بررسی قرار داد. نتایج نشان داد که احداث سازه بندهای تاخیری در منطقه، از میزان رواناب و فرسایش کناری کاسته است. میزان رسوب ویژه بعد از عملیات اجرایی در تمامی زیر حوزه‌هایی که عملیات انجام شده بود به طور متوسط ۶/۳ درصد و حداکثر ۸/۵ درصد کاهش یافته است. اسکندری و همکاران (۱۳۹۱) تاثیر اقدامات آبخیزداری روی رژیم جریان در سه دوره قبل، حین و بعد از اجرای پروژه های آبخیزداری مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که طرح‌های آبخیزداری در این حوزه در دوره حین اجرا ۴۲ درصد و دوره بعد از اجرا ۷۰ درصد باعث کاهش رژیم جریان شد که نشان‌دهنده تاثیر مثبت این اقدامات روی کاهش دبی جریان است. با توجه به حجم قابل‌توجه فعالیت‌های آبخیزداری انجام شده در حوزه های آبخیز کشور و اهمیت بررسی اثربخشی این فعالیت‌ها، لزوم ارزیابی نتایج عملیات آبخیزداری در ابعاد مختلف آن امری ضروری است. لذا در این تحقیق سعی شده تا تاثیر عملیات آبخیزداری بر میزان تغییرات ایجاد شده بخصوص در تولید رواناب حوزه آبخیز عنبران چای با استفاده از روش بارش - رواناب SCS مورد ارزیابی قرار گیرد. جهت مدلسازی روش SCS از سیستم اطلاعات جغرافیایی(GIS) و سنجش از دور (RS) استفاده شده و نتایج به صورت اطلاعات مکانی- فضایی ارائه شده است.

مواد روش‌ها

برآورد ارتفاع رواناب با روش SCS[1]

به طور کلی چندین روش به منظور برآورد میزان رواناب ناشی از بارندگی‌ها چه از نظر حجم رواناب و چه از نظر شدت جریان در بازه‌های زمانی مختلف وجود دارد. از جمله روش‌های معمول در هیدرولوژی روش پیشنهادی سازمان حفاظت خاک آمریکا (SCS) است که برای حوزه‌هایی که در آنها داده‌های اندازه‌گیری دبی رواناب وجود ندارد. به کار می‌رود. در روش SCS ارتفاع رواناب حاصله از بارندگی از (رابطه ۱) محاسبه می شود:

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

رابطه ۱:

R = ارتفاع رواناب بر حسب میلی متر، P = ارتفاع بارندگی بر حسب میلی متر، S = عامل نگهداشت رطوبت خاک که مقدار آن از رابطه ۲ بدست می‌آید.

[1] Soil Conservation Services

رابطه ۲:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

در رابطه۲؛ CN[۲] شماره منحنی مربوط به مقدار نفوذآب در حوزه می‌باشد. مقدار CN بین صفر و ۱۰۰ متغیر است در CN برابر صفر، روانابی از بارندگی حاصل نیامده و در CN برابر ۱۰۰ تمامی بارش در سطح زمین جریان یافته و ارتفاع رواناب برابر ارتفاع بارندگی خواهد بود (علیزاده،۱۳۹۱).

CN شماره منحنی حوزه است که طبق گفته Chaw (۱۹۸۸) CN به عواملی همچون گروه‌های هیدرولوژیکی خاک، پوشش‌گیاهی و خاک از روی نقش بافت خاک و نفوذپذیری (جدول۱) و براساس راهنمای ارائه شده توسط سازمان حفاظت خاک آمریکا طبق (جدول ۲) بدست آمد.

اندازه‌گیری سبزینگی با استفاده از تصاویرسنجنده TM و OLI ماهواره لندست

پس از تهیه داده‌های دورسنجی در دسترس برای منطقه یعنی تصویر OLI تاریخ ۲۰۱۴ ماهواره لندست ۸ و تصویر TM تاریخ ۱۹۸۸ مربوط به ماهواره لندست۵، میزان و تراکم پوشش‌گیاهی در محیط نرم‌افزاری ERDAS9.1 استخراج شد.

برای اندازه‌گیری کمیت و کیفیت پوشش‌گیاهی، رابطه شاخص گیاهی تفاضل نرمال شده(NDVI)[۳] مورد استفاده قرار گرفت. بیش‌ترین باندهایی که در محاسبه شاخص‌های گیاهی مورد استفاده قرار می‌گیرد باندهای قرمز و مادون قرمز هستند که در سنجده تصاویر TMباند ۴ (در محدوده مادون قرمز نزدیک) و باند ۳ (در محدوده قرمز) و سنجنده OLI باند ۵ (در محدوه مادون قرمز نزدیک) و باند ۴(محدوده قرمز) برای محاسبه میزان و تراکم پوشش‌گیاهی استفاده شد. که دلیل این امر اختلاف در انعکاس و جذب این دو باند می‌باشد. رابطه(۳) نحوه محاسبه شاخص گیاهی تفاضل نرمال شده را نشان می‌دهد.

رابطه ۳:

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{VIS}}{\rho_{NIR} + \rho_{VIS}}$$

که در آن ρ_{NIR} بازتاب در باند مادون قرمز و ρ_{VIS} بازتاب در باند مرئی می‌باشد. دامنه مقادیر NDVI از ۱- تا ۱+ می‌باشد دامنه NDVI برای پوشش گیاهی سبز از حدود ۰/۱ تا ۰/۸ (سبزینگی و تراکم گیاهی بالا) می‌باشد. بنابراین NDVI می‌تواند میزان رشد و توزیع گیاه را نشان دهد.

[2] Curve Number
[3] Normalized Defference Vegetation Index

جدول ۱: تعیین شماره منحنی(CN) برای مجموعه‌های هیدرولوژیکی خاک و پوشش گیاهی (مهدوی،۱۳۸۶)

نوع بهره‌برداری از زمین	عملیات زراعی و یا کارهای اصلاحی	وضعیت هیدرولوژیکی	گروه هیدرولوژیکی خاک A	B	C	D
آیش			۷۷	۸۶	۹۱	۹۴
زراعت خطی	کشت خطی مستقیم	فقیر	۷۲	۸۱	۸۸	۹۱
	کشت خطی مستقیم	خوب	۶۷	۷۸	۸۵	۸۹
	کشت روی خطوط تراز	فقیر	۷۰	۷۹	۸۴	۸۸
	کشت روی خطوط تراز	خوب	۶۵	۷۵	۸۲	۸۶
	کشت روی خطوط تراز در داخل تراس‌ها	فقیر	۶۶	۷۲	۸۰	۸۲
	کشت روی خطوط تراز در داخل تراس‌ها	خوب	۶۲	۷۱	۷۸	۸۱
غلات	کشت ردیفی	فقیر	۶۵	۷۶	۸۴	۸۸
	کشت ردیفی	خوب	۶۳	۷۵	۸۳	۸۷
	کشت روی خطوط تراز	فقیر	۶۳	۷۲	۸۲	۸۵
	کشت روی خطوط تراز	خوب	۶۱	۷۳	۸۱	۸۲
	کشت روی خطوط تراز در داخل تراس‌ها	فقیر	۶۱	۷۲	۷۹	۸۲
	کشت روی خطوط تراز در داخل تراس‌ها	خوب	۵۹	۷۰	۷۸	۸۱
بقولات انبوه یا تناوب کشت علوفه	کشت خطی مستقیم	فقیر	۶۶	۷۷	۸۵	۸۹
	کشت خطی مستقیم	خوب	۵۸	۷۲	۸۱	۸۵
	کشت روی خطوط تراز	فقیر	۶۴	۷۵	۸۳	۸۵
	کشت روی خطوط تراز	خوب	۵۵	۶۹	۷۸	۸۳
	کشت روی خطوط تراز در داخل تراس‌ها	فقیر	۶۳	۷۳	۸۰	۸۳
	کشت روی خطوط تراز در داخل تراس‌ها	خوب	۵۱	۶۷	۷۶	۸۰
مرتع طبیعی یا کشت شده		فقیر	۶۸	۷۹	۸۶	۸۹
		متوسط	۴۹	۶۹	۷۹	۸۴
		خوب	۳۹	۶۱	۷۴	۸۰
	کشت روی خطوط تراز	فقیر	۴۷	۶۷	۸۱	۸۸
	کشت روی خطوط تراز	متوسط	۲۵	۵۹	۷۵	۸۳
	کشت روی خطوط تراز	خوب	۶	۳۵	۷۰	۷۹
چمنزار		خوب	۳۰	۵۸	۷۱	۷۸
بیشه‌زار و جنگل		فقیر	۲۵	۶۶	۷۷	۸۳
بیشه زار و جنگل		متوسط	۳۶	۶۰	۷۳	۷۹
مزارع شخصی			۵۹	۷۴	۸۲	۸۶
جاده خاکی			۷۲	۸۲	۸۷	۸۹
جاده شوسه			۷۲	۸۲	۹۰	۹۲

جدول ۲: گروه‌های هیدرولوژیکی خاک (مهدوی،۱۳۸۶)

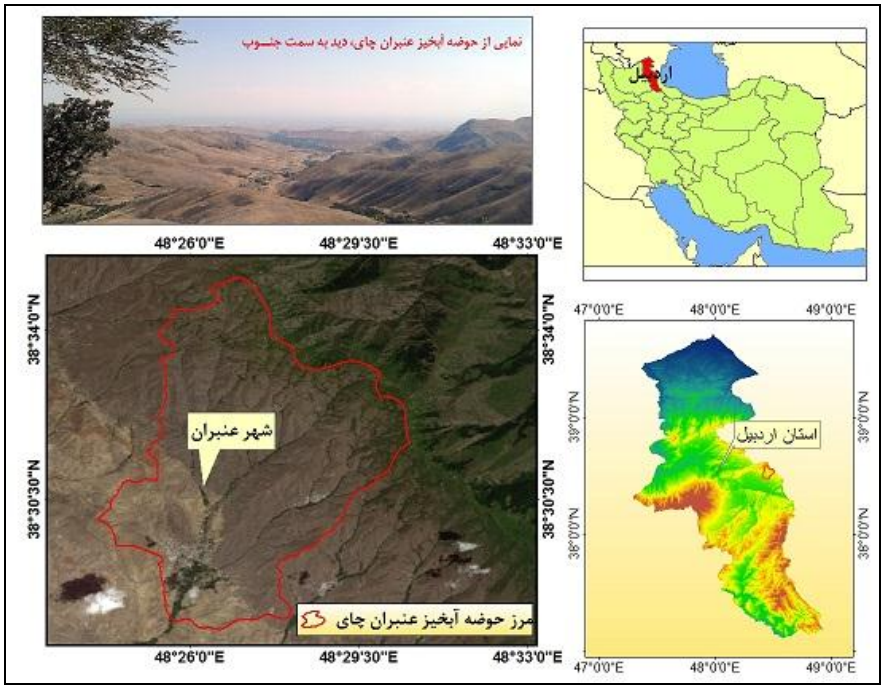
گروه های هیدرولوژیکی خاک	شدت نفوذ (اینچ بر ساعت)	نوع خاک	قابلیت تولید رواناب
A	بیش تر از ۳	شنی و قلوه سنگی	کم
B	۳-۱/۵	شنی ولومی – شنی رسی	متوسط
C	۱/۵ - ۰/۵	لومی، لومی رسی	نسبتا زیاد
D	کمتر از۰/۵	جاده آسفالت، خاک شور و خاک رسی	خیلی زیاد

منطقه مورد مطالعه

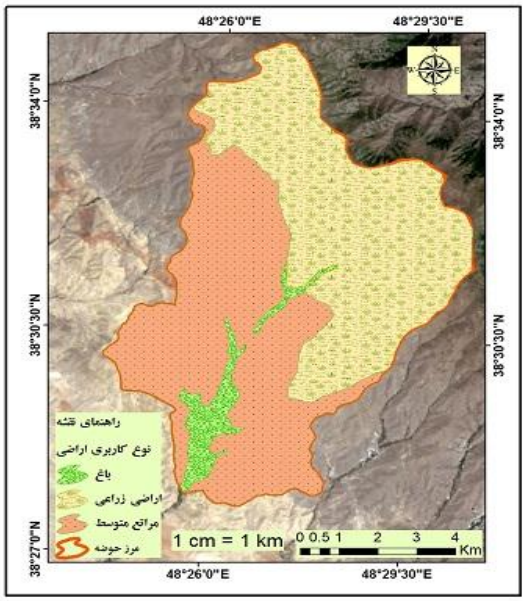
حوزه آبخیز عنبران دارای مساحتی معادل ۶۷/۸۰ کیلومتر مربع می‌باشد که در مختصات طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۸ دقیقه الی ۴۸ درجه و ۳۰ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۲۸ دقیقه الی ۳۸ درجه و ۳۵ دقیقه واقع شده است. این حوزه از شمال به جمهوری آذربایجان، از شرق به حوزه نمین‌چای که از کوه‌های تالش سرچشمه می‌گیرد و از غرب به حوزه پیرزان و از جنوب به رودخانه قره‌سو منتهی می‌شود. روستای عنبران بالا در شمال، گلشن در غرب، همچنین روستاهای عنبران پائین و امین‌جان در جنوب حوزه از روستاهای محدوده مورد نظر هستند (شکل۱). حداقل ارتفاع حوزه ۱۴۸۷ متر در جنوب و حداکثر ارتفاع نیز ۲۳۲۳ متر در شمال حوزه می‌باشد. طول آبراهه اصلی رودخانه عنبران معادل ۱۳/۴۶ کیلومتر بوده که از ارتفاع ۲۳۲۳ متری در شمال حوزه شروع شده و تا ارتفاع ۱۴۸۷ متری در جنوب حوزه ادامه دارد(جدول۳). از نظر اقلیمی این منطقه در تابستان تحت تاثیر فشار زیاد جنب حاره‌ای قرار می‌گیرد و میزان بارندگی آن کاهش می‌یابد ولی به سبب بالا بودن عرض جغرافیایی این ناحیه، تاثیر این سیستم پرفشار برای منطقه مورد مطالعه نسبت به سایر نواحی ایران کمتر است. جریان‌های تابستانه که از موقعیت شرق و شمال شرقی حوزه وارد منطقه عنبران می‌گردد، باعث می‌شود رطوبت دریای مازندران وارد منطقه شود، به همین علت منطقه از نم نسبی بالایی برخوردار می‌باشد. به دلیل وجود مه در فصل‌های تابستان و پائیز در ناحیه شمال شرق حوزه، میزان تبخیر و تعرق نسبتا کم می‌باشد (مطالعات توجیهی – اجرایی عنبران چای، ۱۳۷۷).

جدول ۳: مشخصات فیزیوگرافی حوزه مورد مطالعه (منبع: مطالعات توجیهی – اجرایی عنبران چای، ۱۳۷۷)

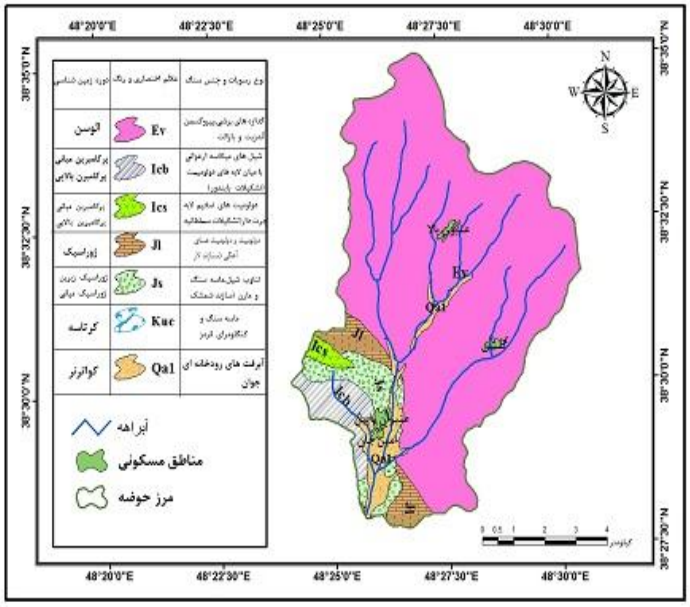
طول آبراهه اصلی (km)	شیب متوسط حوضه (درصد)	مساحت حوزه		ارتفاع حوزه (m)		
		هکتار	(km2)	حداکثر	متوسط	حداقل
۱۳/۴۶	۱۸/۲۴	۶۷۸۰	۶۷/۸۰	۲۳۲۳	۱۹۰۵	۱۴۸۷



شکل ۱: موقعیت حوزه مورد مطالعه



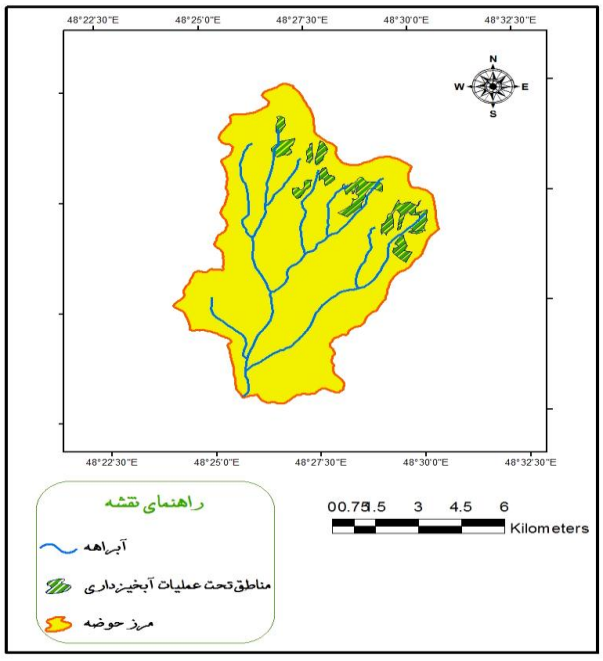
شکل۲: نقشه کاربری اراضی حوزه مورد مطالعه



شکل ۳: نقشه لیتولوژی حوزه مورد مطالعه

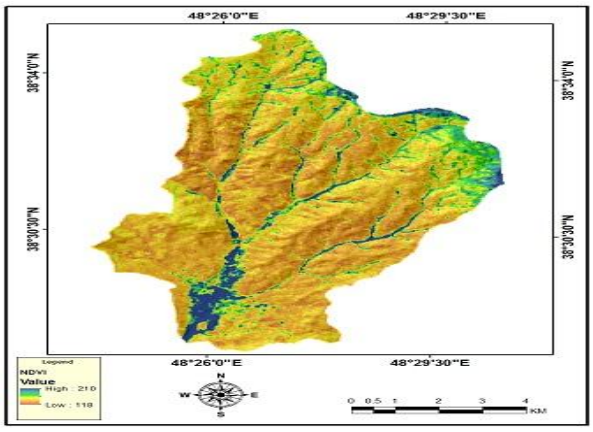
نتایج و بحث

عملیات آبخیزداری در سال ۱۳۷۷ در حوزه آبخیز عنبران‌چای اجرا شده است هدف از انجام عملیات بیولوژیکی افزایش نفوذپذیری و هرزآب و در نهایت سیلاب و ... بوده است که درسه بخش کودپاشی، نهالکاری و یونجه‌کاری خلاصه شده است. که در (شکل ۴) موقعیت پهنه‌های عملیات آبخیزداری (بیولوژیکی) حوزه ارائه شده است.

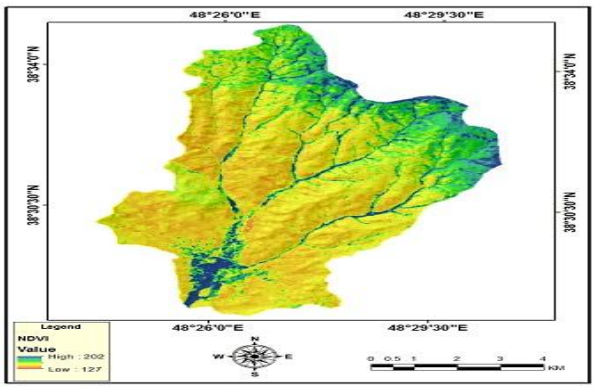


شکل ۴: موقعیت عملیات آبخیزداری اجرا شده در حوزه مورد مطالعه

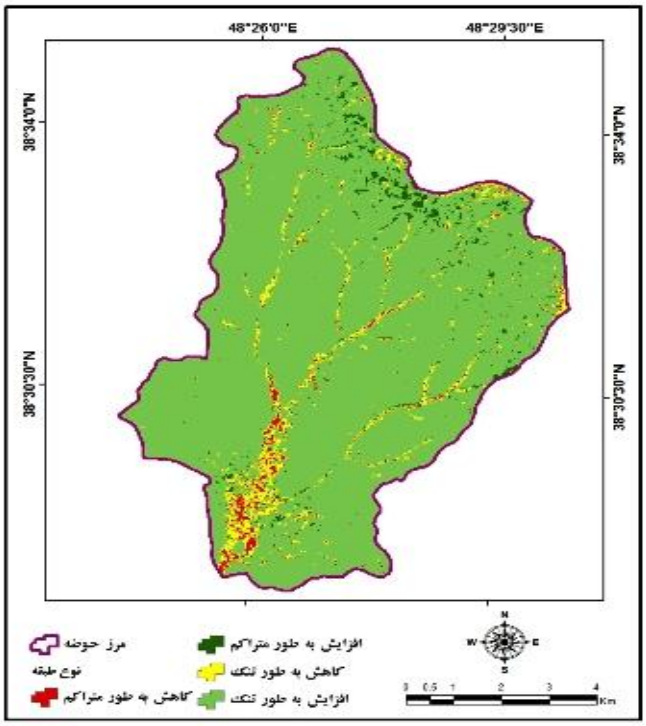
جهت برآورد میزان تغییرات پوشش‌گیاهی در دوره قبل و بعد از عملیات آبخیزداری از شاخص گیاهی تفاضل نرمال شده (NDVI)، درحوزه آبخیز عنبران‌چای استفاده شد(شکل۵و۶). براساس نقشه های زیر، میزان پوشش‌گیاهی بعد از عملیات نسبت به دوره قبل از آن افزایش داشته است که بیشتر مناطق بالادست حوزه را در بر می‌گیرد. هم‌چنین برای ارزیابی اختلاف میزان پوشش‌گیاهی در دوره قبل و بعد از عملیات، با استفاده از دستور Change Detection در نرم‌افزار ERDAS IMAGINE9.1، میزان تغییرات پوشش‌گیاهی براساس دو نقشه NDVI سال ۱۹۸۸و ۲۰۱۴ برای حوزه آبخیز عنبران‌چای استخراج شد(شکل۷) و در نهایت به چهار طبقه کاهش به طور متراکم،کاهش به طور تنک، افزایش به طور متراکم و افزایش به طور تنک تقسیم شد و مساحت هر طبقه در محیط نرم‌افزار ARC GIS محاسبه شد که مساحت افزایش پوشش‌گیاهی برای حوزه برابر با ۱۴۴/۶۸ هکتار به طور متراکم و کاهش پوشش‌گیاهی برابر با ۸۰/۵۱ هکتار بوده است از جمله دلایل کاهش پوشش‌گیاهی می‌توان به افزایش ساخت و ساز و احداث سد در محل خروجی رودخانه عنبران‌چای اشاره کرد. در قسمت‌های دیگر حوزه نیز افزایش و کاهش پوشش‌گیاهش مشاهده می شود که به طور تنک و ناچیز می‌باشد (جدول۴).



شکل:) نقشه شاخص گیاهی تفاضلی نرمال شده (NDVI) سال ۱۹۸۸ حوزه آبخیز عنبران‌چای



شکل۶: نقشه شاخص گیاهی تفاضلی نرمال شده(NDVI) سال ۲۰۱۴حوزه آبخیز عنبران‌چای



شکل۷: نقشه اختلاف میزان پوشش گیاهی سال ۱۹۸۸ و ۲۰۱۴حوزه آبخیز عنبران‌چای

جدول۴: مساحت طبقات اختلاف پوشش گیاهی سال۱۹۸۸ و ۲۰۱۴

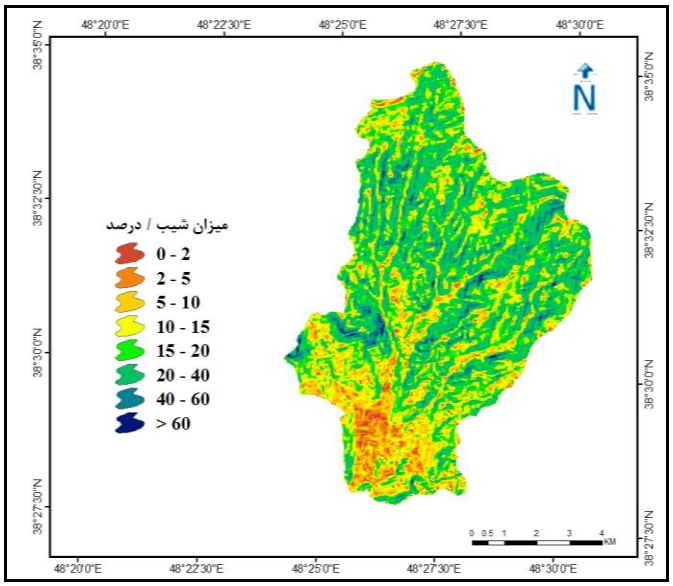
طبقه	مساحت(هکتار)
افزایش به طور متراکم	۱۴۴/۶۸
افزایش به طور تنک	۶۱۵۸/۰۹
کاهش به طور متراکم	۸۰/۵۱
کاهش به طور تنک	۳۳۱

در پژوهش حاضر جهت مدلسازی روش SCS-CN، در ابتدا با توجه نوع خاک و لیتولوژی، گروه‌های هیدورلوژیکی (جدول ۵) تعیین شد و در محیط نرم‌افزاری ARC GIS به صورت لایه رستری استخراج شد. در مرحله بعد با استفاده از آنالیزهای سیستم اطلاعات جغرافیایی (ARC GIS) نقشه شیب (درصد) تهیه شد (شکل ۸). در نهایت با تلفیق لایه گروه‌های هیدرولوژیکی، شیب و کاربری اراضی، واحدهای با ویژگی مشترک حاصل از سه لایه مذکور در دو مقطع قبل و بعد از عملیات آبخیزداری برای حوزه مورد مطالعه استخراج شد. لازم به ذکر است که مناطق تحت عملیات آبخیزداری به صورت شیپ‌فایل، جهت محاسبات دوره بعد از عملیات آبخیزداری به سه لایه شیب، کاربری و خاک اضافه شد. در ادامه، برای هر یک از واحدهای استخراج شده با ویژگی مشترک خاک، کاربری و شیب، میزان CN اختصاص داده شد (شکل۱۰ و ۱۱). نتایج نشان می‌دهد پهنه‌های شمالی مقادیر CN بزرگ‌تری نسبت به مناطق جنوبی منطقه دارد به‌عبارت دیگر

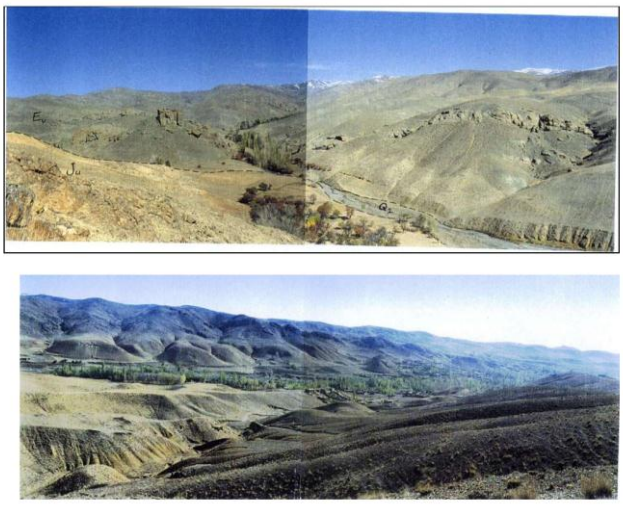
تولید رواناب در بخش‌های بالادست قابل توجه است که علت آن شیب بیشتر، گستردگی گروه‌های هیدرولوژیکی C,D و وجود سنگهای آتشفشانی از جمله آندزیت (شکل ۹) که نفوذپذیری کمی دارد، می‌باشد.

جدول۵: خصوصیات گروه‌های هیدرولوژیکی خاک منطقه

گروه هیدرولوژیکی	سرعت نفوذ (mm/h)	پتانسیل تولید هرزآب	درصد مساحت نسبی
A	۷/۵ -۱۱/۵	کم	۶/۷۳
B	۳/۵ - ۷/۵	متوسط	۷/۷۶
C	۱/۵ -۳/۵	زیاد	۷۵/۲۳
D	۰ - ۱/۵	خیلی زیاد	۱۰/۲۹

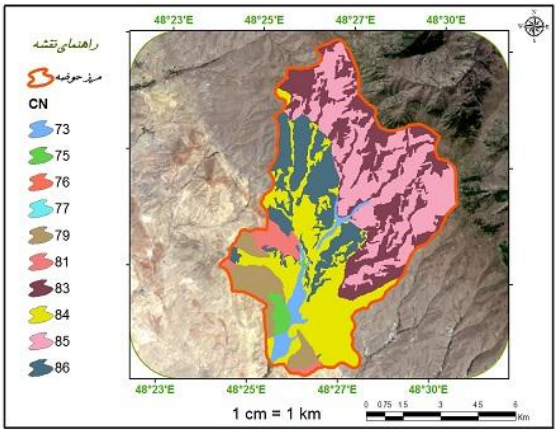


شکل ۸: میزان شیب حوزه به درصد

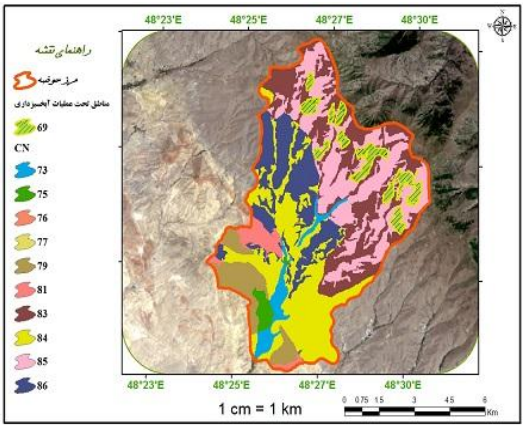


شکل۹: نمایی از سنگ‌های آتشفشانی حوزه (مطالعات توجیهی –اجرایی عنبران چای، ۱۳۷۷)

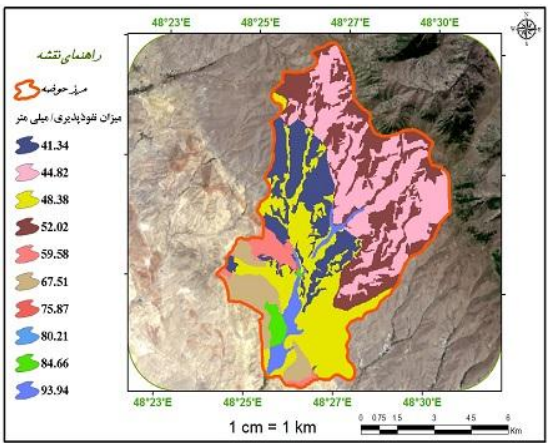
در ادامه با توجه به مقادیر CN و براساس (رابطه ۲) میزان نفوذپذیری (S) برای دو مرحله‌ی قبل و بعد از انجام عملیات آبخیزداری (اقدامات بیولوژیکی) استخراج شد (شکل ۱۲و۱۳). مناطق بالادست حوزه با سنگ‌های آتشفشانی قابلیت نفوذپذیری کمتری نسبت به مناطق پایین‌دست حوزه دارا می‌باشند. بیش‌ترین میزان نفوذپذیری مربوط به کاربری باغ در امتداد رودخانه با رسوبات و آبرفت‌های رودخانه جوان می‌باشد. در این زمینه نقش شیب حوزه نیز قابل توجه است.



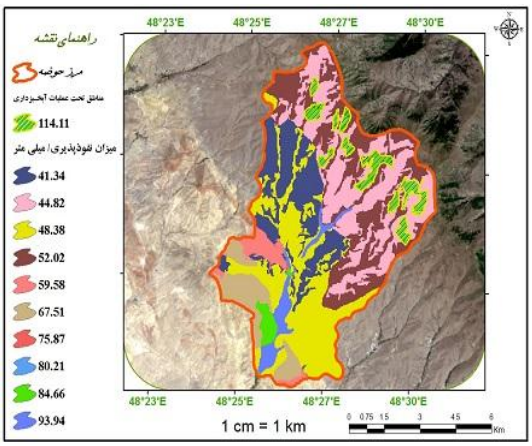
شکل۱۰: میزان شماره منحنی(CN)؛ قبل از عملیات



شکل۱۱: میزان شماره منحنی(CN)؛ بعد از عملیات



شکل۱۲: میزان نفوذپذیری (میلی‌متر)؛ قبل از عملیات



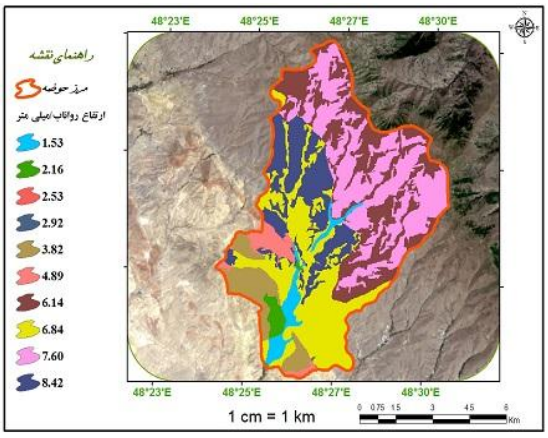
شکل۱۳: میزان نفوذپذیری (میلی‌متر)؛ بعد از عملیات

از آنجا که تناوب حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته یکی از عواملی است که در محاسبات مربوط به رواناب کاربرد فراوانی دارد لذا برای تحلیل بارش منطقه از حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته استفاده شده است. در واقع یک روز در طول سال وجود خواهد داشت که مقدار بارندگی آن از بقیه روزهای سال بیش‌تر و در واقع حداکثر است که آن را حداکثر بارش ۲۴ ساعته در آن سال می نامند. برای این منظور از داده های آمار ۲۰ ساله ایستگاه سینوپتیک اردبیل(نزدیک‌ترین ایستگاه سینوپتیک به حوزه مورمطالعه)، جهت برآورد حداکثر بارش ۲۴ ساعته استفاده شد. محاسبه حداکثر بارش‌های ۲۴ ساعته ایستگاه‌های اردبیل، در محیط نرم‌افزار Smada 6.0 انجام شد که حداکثر بارش ۲۰ ساله ایستگاه مذکور در نرم‌افزار Smada معرفی

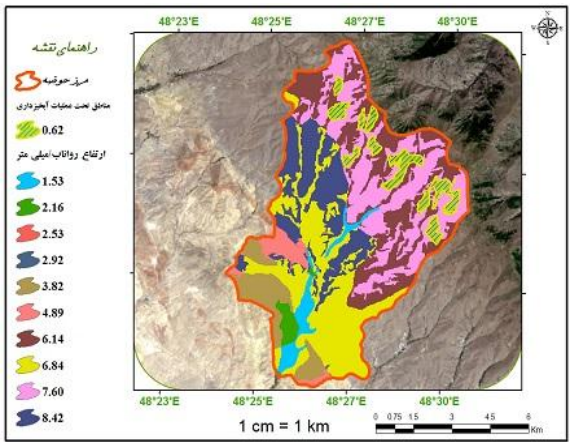
شد و سپس مقادیر پیش‌بینی حداکثر بارش ۲۴ ساعته با دوره‌های بازگشت ۵، ۱۰ و ۲۵ ساله براساس توزیع پیرسون تیپ۳ برای حوزه عنبران‌چای محاسبه شد (جدول۶). در ادامه، براساس (رابطه ۱) و میزان نفوذپذیری (S) و حداکثر بارش ۲۴ ساعته یا مقدارP، میزان رواناب برای دو بازه زمانی قبل و بعد از عملیات آبخیزداری با دوره بازگشت ۵، ۱۰ و ۲۵ساله برآورد شد (شکل ۱۴تا ۱۹).

جدول۶: مقدار پیش‌بینی حداکثر بارش ۲۴ ساعته با دوره بازگشت مختلف

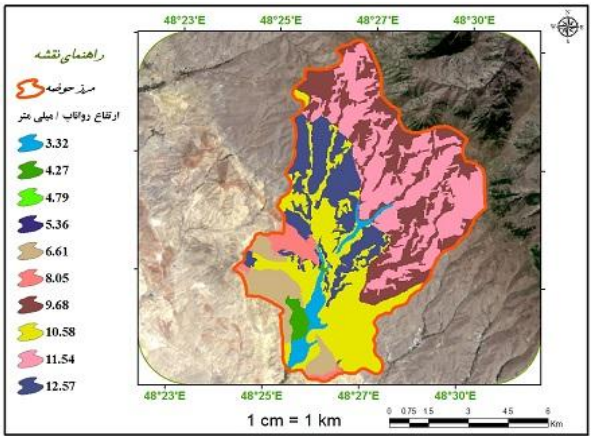
ایستگاه		اردبیل	
دوره بازگشت	درصد احتمال وقوع	مقدار پیش‌بینی	انحراف استاندارد
۵ ساله	۰/۸۰	۳۱/۶۱	۳/۳۷
۱۰ ساله	۰/۹۰	۳۸/۲۱	۵/۱۳
۲۵ ساله	۰/۹۶	۴۷/۳۱	۸/۹۰



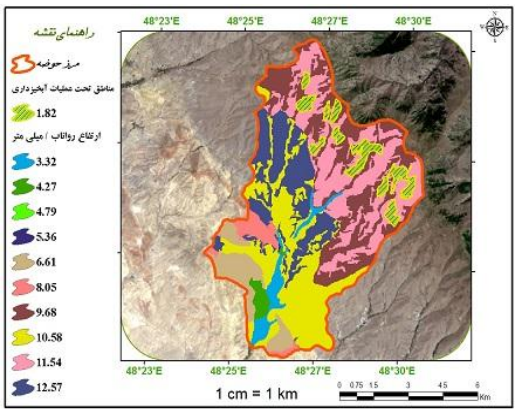
شکل۱۴: میزان رواناب با دوره بازگشت ۵ ساله؛ قبل از عملیات



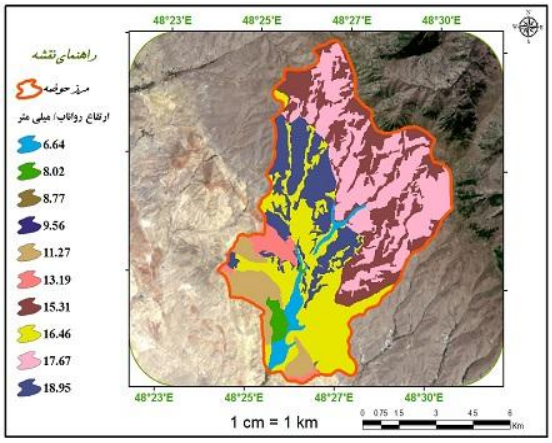
شکل۱۵: میزان رواناب با دوره بازگشت ۵ ساله؛ بعد از عملیات



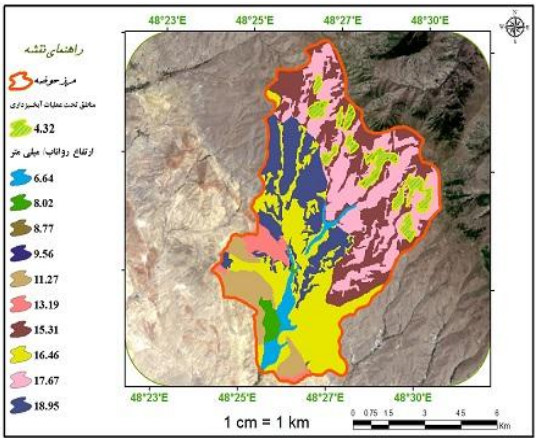
شکل ۱۶:میزان رواناب با دوره بازگشت ۱۰ ساله؛ قبل از عملیات



شکل۱۷: میزان رواناب با دوره بازگشت ۱۰ساله؛ بعد از عملیات



شکل۱۸: میزان رواناب با دوره بازگشت ۲۵ ساله؛ قبل از عملیات



شکل ۱۹: میزان رواناب با دوره بازگشت ۲۵ساله؛ بعد از عملیات

طبق نتایج حاصل از نقشه‌های میزان رواناب تولیدی براساس دوره بازگشت مختلف، بیش‌ترین رواناب تولیدی در منطقه مربوط به نواحی بالادست و قسمت غربی حوزه می‌باشد که عواملی از قبیل بیرون‌زدگی سنگی سنگ‌های آتشفشانی(نوع آندزیت) و ماسه‌سنگ و دولومیت در سطح حوزه، شیب نسبتا زیاد، خاک کم عمق در روی شیب‌های زیاد و پوشش‌گیاهی با تراکم کم در مقطع قبل از عملیات آبخیزداری، در افزایش تولید رواناب نقش داشته است. در دوره قبل از عملیات میزان شماره منحنی در مناطق بالادست حوزه برابر با ۸۵ و ۸۳ بوده است این مقدار در دوره بعد از عملیات به ۶۹ تغییر یافته است و در نتیجه آن میزان نفوذپذیری از ۵۲/۰۲ و ۴۴/۸۲ میلی‌متر به ۱۱۴/۱۱ میلی‌متر افزایش داشته است. در واقع بعداز انجام عملیات آبخیزداری که اغلب به صورت اقدامات بیولوژیکی بوده مناطق بالادست از نظر خاک و پوشش گیاهی و کاربری ارضی تغییر ماهیت داده است بطوریکه گروه هیدرولوژیکی از گروه C و D به گروه A و B تغییر کرده و هم‌چنین تراکم و میزان پوشش گیاهی با توجه به شاخص گیاهی تفاضل نرمال شده منطقه، افزایش یافته است. این تغییرات به تبع در میزان نفوذپذیری حوزه و در نهایت در کاهش رواناب تاثیر مثبت داشته است.

نتیجه‌گیری

اجرای عملیات آبخیزداری حوزه آبخیز عنبران چای در سال ۱۳۷۷ تغییرات قابل توجهی را بر روی حوزه داشته است. به طوری که تغییرات قابل ملاحظه‌ای در کاهش سیل، افزایش میزان و تراکم پوشش گیاهی دیده می شود. با توجه به اینکه تاثیر عملیات آبخیزداری در میزان رواناب امری مسلم است تاثیر عملیات آبخیزداری حوزه عنبران چای از طریق برآورد میزان رواناب با استفاده از روش SCS بررسی شد. میزان و تراکم پوشش گیاهی از طریق محاسبه شاخص تفاضلی گیاهی نرمال شده(NDVI) با استفاده از نرم افزار ERDAS9.1 برای سالهای ۱۹۸۸ و ۲۰۱۴ تهیه شد نتایج حاصل از شاخص تفاضلی گیاهی نرمال شده(NDVI)، حاکی از آن است که در سال‌های اخیر افزایش پوشش‌گیاهی در بالادست

حوزه بوده است و این میزان حدود ۱۴۴/۶۸ هکتار به طور متراکم از سطح حوزه را در برمی‌گیرد. جهت برآورد ارتفاع رواناب، مدلسازی روش SCS در محیط نرم‌افزاری ARC GIS10.2 انجام شد و نقشه‌های مورد نیاز به صورت رستری یا شبکه‌ای استخراج شد که از روی نقشه های خاک، کاربری ارضی و شیب، شماره منحنی (CN) منطقه بدست آمد. در مرحله بعد با استفاده از آمار بارش حداکثر روزانه(۲۴ ساعته) ایستگاه اردبیل، میزان پیش‌بنی بارش با دوره بازگشت ۵، ۱۰و ۲۵ ساله از طریق نرم‌افزار Smada محاسبه شد. سپس براساس مقادیر شماره منحنی (CN) و میزان نفوذپذیری (S)، ارتفاع رواناب (R) با دوره بازگشت ۵، ۱۰ و ۲۵ ساله در دو بازه زمانی قبل و بعد از عملیات آبخیزداری برآورد شد. با توجه به نتایج حاصل از مدل، مناطق بالادست وغربی حوزه، به دلیل وجود سنگ‌های آندزیتی ، خاک کم عمق، شیب نسبتا زیاد و تراکم کم پوشش‌گیاهی، در دوره قبل از عملیات میزان شماره منحنی افزیش مقادیر را نشان می‌دهد که به تبع در کاهش نفوذپذیری و افزایش رواناب نقش داشته است. در دوره بعد از عملیات با استقرار پوشش‌گیاهی در مناطق دارای پتانسیل بالای تولید رواناب(قسمت شمالی حوزه) میزان شماره منحنی (CN) نسبت به دوره قبل از اجرای عملیات کاهش یافته که منجر به تغییر در میزان نفوذپذیری (S) و در نتیجه کاهش رواناب تولیدی را به دنبال داشته است.

منابع

اسکندری، م .، دستورانی، م ت.، فتاحی، ا .، نصری، مسعود. (۱۳۹۱). ارزیابی اثرات اقدامات انجام شده روی رژیم جریان حوضه آبخیز زاینده رود (زیر حوضه مندرجان). سومین همایش ملی مدیریت جامع منابع آب، انجمن مهندسی آبیاری و آب.

پاره کار، م. (۱۳۹۱). ارزیابی تاثیر عملیات آبخیزداری در حوضه آبخیز بارده. پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری.

ثروتی، م ر.، بهزاد، ا. (۱۳۹۰). برآورد پتانسیل سیلاب با تاکید بر ویژگیهای ژئومورفولوژیک در حوضه آبخیز زیلکی و فیره رود با استفاده از روش SCS. فصلنامه جغرافیایی سرزمین، سال هشتم، شماره ۳۰ .

حسین زاده، م م. (پاییز ۱۳۹۱). برآورد ارتفاع و دبی اوج رواناب در وقوع فرسایش آبراهه ای در منطقه کجور نوشهر – البرز شمالی. فصلنامه علمی – پژوهشی، پژوهش های فرسایش محیطی، شماره ۷۰، ص ۱۷-۱.

علیزاده، ا. (۱۳۹۱). اصول هیدرولوژیکی کاربردی. انتشارات آستان قدس رضوی (شرکت به نشر)، چاپ سی وپنجم.

روغنی، م.، طباطبایی، س م ر.، شادفر، ص. (زمستان ۱۳۸۹). ارزیابی عملیات آبخیزداری و معرفی روشی در تعیین سازه های کنترل سیل. مجله علمی – پژوهشی، علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، سال چهارم، شماره ۱۳.

روغنی، م. (۱۳۹۱). بررسی نقش عملیات مکانیکی آبخیزداری در کنترل رواناب،(حوضه آبخیز زاینده رود). فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب، سال دوم، شماره هفتم.

مطالعات توجیهی – اجرایی حوضه آبخیز عنبران چای نمین. (۱۳۷۷). مدیریت آبخیزداری جهاد استان اردبیل.

مهدوی، م. (۱۳۸۶). هیدرولوژی کاربردی. جلد دوم دانشگاه تهران، ۲۶۵ص.

نبی پور، ی.، وفاه خواه، م.، مرادی، ح ر. (۱۳۹۳). اثر عملیات آبخیزداری بر خصوصیات سیل. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، سال هجدهم، شماره ۶۷.

واعظی، ع ر.، عباسی، محمد. (۱۳۹۱). کارایی روش SCS-CN در برآورد رواناب در حوضه آبخیز تهم چای شمال غرب زنجان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، سال۱۶، شماره ۶۱.

Chaw, V. T., David , R .M and Larry ,W. M .(1988). Applied Hydrology. MC Graw.

Hjelmfelt , A. (1999). Modeling hydrological and water qulity responses grass Water ways. Journal of Hydrological Engineering, 4, ,3. pp: 251-256.

Liu Xianzhao., Li Jiazhu. (2008). Application of SCS model in Estimation of runoff From small watershed in Loess plateau of China. Chin Geogra ,sci.18(3) ,pp: 235-241.

Mishra, S. K., Tyagi, J. V., Singh ,V. P., Singh, R. (2006). SCS-CN based modeling of sediment yield. Journal of Hydrology, v.324, pp: 301-322.

Naef , F., Scherrer, V. and Weiler, V. (2002). A process based assessment Of the poyential to reduce flood Runoff by land use change. J, Hydrol. 267(1-2) , pp:74-79.

Nhamo, l., Pius, C.h,. (2013). validation of the rainfall-runoff SCS-CN model in a catchment with limited data in Zimbabawa. international Journal of water Resource and Environmental Engieering,5, 6, pp: 714-719.

Reshma, P., Sundara Kumar , M. J., Ratna Kanth BaBu ,K. (2010). Simulation of Runoff in watershed using SCS –CN Muskingum Gunde methods using remote sensing and Geographical information systems. international Journal of advanced science and Technology, 25, pp: 295-303.

Sun ,G., Zhou ,G. (2006). Potential water yield reduction due to forestation Across China. Direct ELSEVIER .

Sindhu, D.BL., Shiva Kumar, A., Ravi Kumar ,S. (2013). Estimation of surface Runoff in Nullur Amanikere watershed using SCS-CN method. international Journal of Research in Engineering and technology, pp: 404-409.