Archive of SID

نشریه علمی- پژوهشی

علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
Iran-Watershed Management Science & Engineering

سال نهم- شماره ۳۱- زمستان ۱۳۹۴ Vol. 9, No. 31, Winter 2015

مدل‌سازی اثر نوع و الگوی پراکنش مکانی کاربری اراضی بر تغییرات آب‌نمود جریان

رئوف مصطفی‌زاده[۱]، سیدحمیدرضا صادقی[۲] و امیر سعدالدین[۳]

تاریخ دریافت:۱۳۹۲/۲/۱۷ تاریخ پذیرش :۱۳۹٤/۷/۱۳

چکیده

ارزیابی اثرات پراکنش و موقعیت مکانی کاربری اراضی بر خصوصیات هیدرولوژیک و تغییرات زمانی آب‌نمود جریان می‌تواند اطلاعات مورد نیاز در تصمیم‌گیری موفق اقدامات مدیریت پوشش گیاهی و در نهایت مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز را فراهم کند، حال آن‌که تاکنون به این موضوع کم‌تر توجه شده است. بنابراین پژوهش حاضر با هدف تعیین سهم مشارکت انواع کاربری اراضی‌و پراکنش مکانی آن‌ها بر تغییرات رفتار آب‌نمودهای رگبار حوزه آبخیزکوچک رودخانه گلاز اشنویه با مساحت ۱۰۳ کیلومترمربع دراستان آذربایجان غربی انجام پذیرفت. به این منظور پس از انجام مراحل اجراء، واسنجی و اعتبارسنجی مدل زمان- مساحت کلارک، منحنی هم‌زمان تمرکز حوزه آبخیز مورد مطالعه به‌روش توزیعی- مکانی زمان پیمایش استخراج شد و پس از تهیه هیستوگرام زمان- مساحت و لحاظ مساحت هر یک از کاربری‌ها، آب‌نمود جریان به‌کمک بارش طرح ورودی و مدل زمان- مساحت شبیه‌سازی شد. سپس بر اساس توزیع مقادیر دبی آب‌نمود در بازه‌های هم‌زمان تمرکز، و نیز دبی اوج آب‌نمود با لحاظ مساحت و نیز الگوی پراکنش کاربری اراضی مورد تحلیل قرار گرفت. بر اساس نتایج، تاثیر موقعیت و مساحت کاربری‌های اراضی در هیستوگرام زمان- مساحت و در نتیجه در تغییرات آب‌نمود رگبار منعکس شده است. هم‌چنین بر اساس مقایسه نتایج مقادیر دبی اوج، بیش‌ترین دبی‌ها به‌ترتیب به کاربری مرتع، کشاورزی و سپس جنگل اختصاص داشت. سهم حجم رواناب تولیدی نیز به‌ترتیب برابر ۸٤، ۱۲ و ٤ درصد در کاربری‌های مرتع، کشاورزی و جنگل بود. با استفاده از روش مذکور می‌توان به شبیه‌سازی اثر تغییرات کاربری اراضی بر تغییرات زمانی و نیز مقادیر مولفه‌های مختلف آب‌نمود پرداخت.

واژه‌های کلیدی: اکولوژی سیمای سرزمین، پراکنش کاربری اراضی، تغییرات آب‌نمود، تولیدرواناب، موقعیت کاربری اراضی.

مقدمه

اتخاذ تصمیمات صحیح در برنامه‌ریزی حوزه آبخیز و تخصیص آب باید بر اساس درک صحیح هیدرولوژی مناطق بالادست و رابطه میان کاربری اراضی، فرآیند تولید رواناب و رسوب بنا نهاده شود [۲۵]. تغییرات کاربری اراضی نتیجه رشد جمعیت، پیشرفت اقتصاد و تکنولوژی است و تغییرات سیمای سرزمین[4] از نتایج عمده آن است که باعث تفکیک سیمای سرزمین به قطعات طبیعی و دست‌ساز انسان می‌شود [۲ و ۱۰]. واکنش رواناب و رسوب خروجی آبخیز به خصوصیات فیزیوگرافی (شکل، اندازه، شیب و الگوی شبکه زهکشی)، الگوی پراکنش کاربری اراضی[5]، نوع خاک، شدت و مدت وقوع بارندگی و دخالت‌های انسانی بستگی دارد که در میان آن‌ها نقش کاربری اراضی دارای اهمیت بیش‌تری است [۱۳، ۱۸، ۲۹ و ۳٤]. از طرفی، الگوی مکانی کاربری اراضی بر فرآیندهای اکولوژیک، فیزیکی و اقتصادی-اجتماعی یک منطقه تاثیر می‌گذارد [۷، ۱٤ و ۲۰]. علاوه بر درصد اراضی مختلف، الگوی مکانی تغییر کاربری اراضی و تغییرات پیوستگی در پوشش گیاهی، تاثیر اساسی بر فرآیندهای هیدرولوژیک آبخیز می‌گذارد [۱۲، ۲۹ و ۳۱]. لذا تجزیه و تحلیل تغییرات الگوی سیمای سرزمین، می‌تواند رویکردی عملی و موثر در درک اثرات فعالیت‌های انسانی در بسیاری از چشم‌اندازها باشد [۸ و ۲۷].

در خصوص ارتباط کاربری اراضی و پراکنش مکانی آن بر تغییر رفتار هیدرولوژیک، پژوهش‌های پراکنده‌ای انجام گرفته است. در این راستا واکر [۳۰] در پژوهشدر سال ۲۰۰۲، خود نتیجه گرفت که با افزایش مساحت اراضی جنگلی، زمان تا اوج آب‌نمود بیش‌تر می‌شود و هم‌چنین بیان نمود که آرایش پیچیده الگوی کاربری و پوشش اراضی باعث افزایش همبستگی متغیرهای مستقل می‌شود. هم‌چنین ژائو و همکاران [۳۳] در سال ۲۰۰٤، اثر الگوی کاربری

۱- استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده فناوری کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی
۲- نویسنده مسئول و استاد گروه مهندسی آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس، پست الکترونیک: sadeghi@modares.ac.ir
۳- دانشیار گروه آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

4- Landscape change
5- Land use pattern

www.SID.ir

Archive of SID

اراضی بر روابط بارش- رواناب و رواناب- رسوب در کشور چین را مورد ارزیابی قرار دادند و دریافتند که تغییر کاربری اراضی باعث تغییر این روابط و افزایش شیب منحنی‌های روند شده است. فوهرر و همکاران [۷] در مطالعه خود در سال ۲۰۰۵، با هدف ارزیابی اثر الگوی کاربری اراضی بر مولفه‌های هیدرولوژیک در کشور آلمان دریافتند که تغییر در کاربری اراضی تاثیر معناداری بر الگوی مولفه‌های بیلان آبی داشته و مولفه دبی اوج جریان بیش‌ترین تاثیرپذیری را داشته است. کیمارو و همکاران [۱۲] در سال ۲۰۰۵، با استفاده از مدل‌سازی توزیعی به تحلیل اثرات تغییر کاربری اراضی بر خصوصیات سیلاب در کشور ژاپن پرداختند و نتیجه گرفتند که دبی‌های حداکثر سیلاب به‌شدت متاثر از تغییرات توزیع مکانی کاربری اراضی هستند. به‌طوری که در اثر تغییر کاربری اراضی، دبی اوج جریان، حدود ۱۸ درصد افزایش داشته است و متناسب با آن، زمان عبور جریان کاهش پیدا کرده است. هم‌چنین، توانایی مدل در لحاظ تغییرات مکانی ذخیره سطحی جریان و زبری سطحی، از قابلیت‌های مدل در تعیین اثر پراکنش کاربری اراضی بوده است. برنی و همکاران [٤] در سال ۲۰۰۸، بررسی ارتباط واکنش هیدرولوژیک با توزیع بارندگی، پراکنش مکانی کاربری اراضی و خصوصیات خاک دریافتند که دامنه محدود تغییر در شماره منحنی برای پیش‌بینی واکنش هیدرولوژیک مناسب نمی‌باشد. یئو و گلدمن [۳۲] در سال ۲۰۱۰، بر اساس الگوی مکانی کاربری اراضی و با تلفیق مدل هیدرولوژی و بهینه‌سازی، روشی مبتنی بر شیب دامنه را در یک چارچوب ریاضی شبیه‌سازی نمودند و از توزیع ویبول برای بهینه‌سازی تخصیص محل مناسب کاربری اراضی در کاهش اوج سیلاب ارائه نمودند و آن را دریک آبخیز کوچک ایالت اوهایو مورد آزمون قرار دادند و بر دقت نتایج حاصل از روش مذکور تاکید نمودند. گیرالدو [۹] در سال ۲۰۱۲، به بررسی اثر تفکیک مکانی کاربری اراضی بر فرآیندهای هیدرولوژیک در کشور کلمبیا پرداخت و به این نتیجه رسید که اثر ترکیبی پوشش گیاهی، سیستم‌های کشاورزی و خصوصیات توپوگرافی باید در یک مقیاس مکانی با تفکیک مناسب مورد مطالعه قرار گیرد. هم‌چنین، رابطه معنی‌دار میان الگوی زراعت و فعالیت‌های مدیریتی در کشاورزی با خصوصیات کیفیت آب در پژوهش بوسا و همکاران [٥] در سال ۲۰۱۲ در غرب افریقا گزارش شد. در ایران نیز نتایج پژوهش طالبی‌امیری و همکاران [۲٤] در سال ۱۳۸۸ و با بررسی روند تغییرات سیمای سرزمین در حوزه آبخیز نکا نشان دادند که افزایش تعداد لکه‌ها و کاهش میانگین مساحت، دو شاخص مهم تجزیه بوده و ضمن گزارش روند افزایشی تخریب و تجزیه سیمای سرزمین، بر تاثیر معنی‌داری شاخص‌های مزبور بر میزان رواناب تاکید داشته است. لازم به‌ذکر است که بیش‌ترین استفاده از متریک‌های سیمای سرزمین[1] در زمینه ارزیابی اثرات تغییر کاربری و تخریب سیمای سرزمین بوده است [۲۸]. صادقی و همکاران [۲۱] در سال ۲۰۱۵، روش‌های مختلف استخراج هیستوگرام‌های زمان- مساحت را در آبخیز گلاز استان آذربایجان غربی مورد ارزیابی قرار دادند و نتیجه گرفتند که روش توزیعی-مکانی دارای صحت بالاتری در استخراج هیستوگرام‌های زمان-مساحت بوده است. از متریک‌های سیمای سرزمین برای کمی‌نمودن تغییرات ترکیب[2]، ساختار[3] (الگوی پراکنش) و پیوستگی[4] پوشش گیاهی استفاده می‌شود. با تحلیل و مدیریت تغییرات الگوی سیمای سرزمین و بهره‌گیری از اصول اکولوژی می‌توان به تقویت و حفظ سلامت اکولوژیک حوزه آبخیز و ارزیابی اقدامات مدیریتی در آبخیز پرداخت [۸ و ۲۷]. با توجه به پیچیدگی فرآیند تولید رواناب و رسوب، مطالعات در خصوص بررسی ابعاد مختلف موثر بر این فرآیند و اخیراً تمرکز بر مباحث اکولوژیک گسترش یافته است. در این راستا، الگوی کاربری اراضی و متریک‌هایسیمای سرزمین و نقش آن به‌عنوان یکی از عوامل قابل کنترل در زمان و مکان مورد توجه بیش‌تری قرار گرفته است. هر چند پژوهش‌های متعددی در خصوص ارزیابی اثر الگوی پراکنش کاربری اراضی بر مولفه‌های خروجی حوزه آبخیز شامل رواناب و خصوصیات کیفیت آب انجام شده است، ولی محدودیت دانش و ابزارهای مدل‌سازی در خصوص پیش‌بینی اثرات تغییر و نوع متریک‌های سیمای سرزمین در مدیریت آبخیز لزوم انجام پژوهش‌های بیش‌تر در این زمینه را توجیه می‌نماید. آب‌نمود جریان در خروجی آبخیز، حاصل اثر ترکیبی عوامل موثر بر تغییرات جریان و نیز مشارکت رواناب از زیرحوزه‌های مختلف در آبخیز است. هم‌چنین از طرفی، علاوه بر مساحت هر یک از کاربری‌های اراضی در آبخیز، موقعیت و نیز پراکنش آن‌ها می‌تواند مولفه‌های آب‌نمود جریان را متاثر سازد. بر این اساس، تعیین سهم مشارکت هر یک از کاربری‌های مختلف اراضی از مواردی است که می‌تواند در برنامه‌ریزی مدیریت کاربری و احیاء اراضی مورد استفاده قرار گیرد، حال‌آنکه مطالعه مستندی در این خصوص گزارش نشده است. لذا، با توجه به اهمیت تعیین ارتباط مکانی ساختار سیمای سرزمین و ترکیب کاربری و فرآیندهای هیدرولوژی متاثر از آن، پژوهش حاضر با هدف تعیین و تحلیل سهم مشارکت رواناب بر اساس موقعیت و پراکنش کاربری‌های مختلف اراضی در آبخیز رودخانه گلاز شهرستان اشنویه برنامه‌ریزی شده است.

مواد و روش‌ها

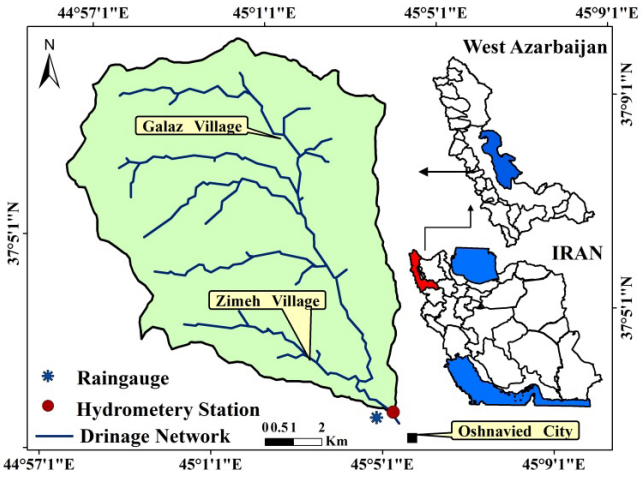
حوزه آبخیز گلاز در استان آذربایجان غربی با مساحت ۱۰۳ کیلومترمربع، در بالادست شهرستان اشنویه واقع شده است.شیب متوسط ۳۲ درصد، و طول رودخانه اصلی۱۹/۳ کیلومتر می‌باشد. میانگین بارش و درجه حرارت سالانه حوزه آبخیز گلاز به‌ترتیب ٤۸۲ میلی‌متر و ۱۱/۸ درجه سانتی‌گراد و اقلیم منطقه با روش آمبرژه،

1- Landscape metrics

2- Combination
3- Structure
4- Continuity

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- موقعیت حوزه آبخیز رودخانه گلاز در کشور و استان آذربایجان غربی

Fig. 1. General view and location of the study area in West- Azarbaijan Province and Iran

نیمه‌خشک سرد می‌باشد و هم‌چنین حداقل و حداکثر ارتفاع منطقه مورد مطالعه به‌ترتیب ۱۴۸۰ و ۳۳۰۰ متر از سطح دریا می‌باشد [۱]. در منطقه مورد مطالعه تشکیلات مربوط به‌دوران اول و دوم شامل سنگ‌های دگرگونی و نهشته‌های پالئوزوئیک به‌همراه سنگ‌های آتشفشانی رخنمون فراوانی دارند. پوشش گیاهی غالب منطقه مرتعی بوده و از نوع مراتع ییلاقی است. در بعضی از دامنه‌ها آثاری از جنگل‌های زاگرس در مناطق پرشیب، شامل درختان زالزالک، بادام وحشی، گلابی وحشی و سیاه‌تلو به‌صورت توده‌هایی از درختان باقی‌مانده است و در بسیاری از مناطق مسطح زمین‌ها به‌صورت اراضی زراعی و باغی در حال بهره‌برداری هستند. مساحت اراضی کشاورزی، مرتع و جنگل در منطقه مورد مطالعه به‌ترتیب ۱۱، ۸۷ و ۵ کیلومترمربع می‌باشد. فصل زراعی در منطقه مورد مطالعه مصادف با اواخر تابستان تا اوایل پاییز در کشت‌های پاییزه و نیز اوایل بهار در کشت نخود، آفتاب‌گردان و یا سایر محصولات در تناوب زراعی سالانه است. شکل ۱ موقعیت منطقه در کشور و استان آذربایجان غربی و هم‌چنین پراکنش انواع مهم کاربری اراضی مورد مطالعه در سطح حوزه آبخیز مطالعاتی را نشان می‌دهد.

به‌منظور انجام پژوهش حاضر، داده‌های باران‌نگار ایستگاه اشنویه و نیز دبی ساعتی ایستگاه هیدرومتری واقع بر رودخانه گلاز از شرکت آب منطقه‌ای استان آذربایجان غربی اخذ و در مجموع تعداد ۲۳ رخداد برای انجام مدل‌سازی استفاده شد. داده‌ها در دو دسته مجزا به تعداد ۱۵ رخداد برای واسنجی و تعداد ۸ رخداد برای صحت‌سنجی مدل تهیه شده به‌کار گرفته شدند و در هر مرحله کارآیی مدل با استفاده از معیارهای آمارینش- ساتکلیف[1]، مجموع مربع باقیمانده‌ها[2]، ضریب تبیین[3]، درصد خطا[4] در دبی اوج، زمان تا اوج و حجم رواناب مورد ارزیابی قرار گرفت [۱۵، ۱۶، ۱۷ و ۱۹]. در مرحله واسنجی، دامنه مقادیر ضریب ذخیره و زمان تمرکز در یک دامنه قابل قبول بر اساس داده‌های مشاهداتی و نیز مقادیر غیر صفر برای ۱۵ واقعه واسنجی شدند. برای انجام واسنجی از الگوریتم کاهش شیب تعمیم‌یافته غیرخطی[5] استفاده شد. در این مرحله، شاخص‌های ضریب کارآیی و ریشه میانگین مربعات خطا برای بهینه‌سازی آب‌نمودهای مشاهداتی استفاده شد. سپس مدل آب‌نمود تهیه شده با ۷ واقعه مشاهداتی مجزا مورد اعتبارسنجی قرار گرفت [۱۶ و ۱۹]. روش زمان- مساحت کلارک[6] یکی از روش‌های معمول در مدل‌سازی آب‌نمود جریان است، که خطوط هم‌زمان تمرکز[7] و هیستوگرام‌های زمان- مساحت[8] در آن می‌تواند با استفاده از روش‌های متعدد استخراج شود [۱۶، ۱۹، ۲۲و ۲۳].

برای انجام این پژوهش، منحنی هم‌زمان تمرکز حوزه آبخیز مورد مطالعه به‌روش توزیعی- مکانی زمان پیمایش و معادله جنبشی، سپس با استفاده از نقشه سلولی[9] کاربری اراضی و جداول ضریب زبری و معادله مانینگ، سرعت جریان در شبکه سلولی محاسبه شد [۳، ۶ و ۱۱]. مقادیر ضریب زبری در هر کاربری اراضی و بر اساس شرایط منطقه مورد مطالعه و نوع پوشش گیاهی با استناد به تلفیقی از جداول استاندارد موجود، استخراج و تصحیح شده است [۶، ۱۱ و ۲۶]. جزئیات و مقادیر ضریب زبری مورد استفاده در منطقه مورد مطالعه در جدول (۱) ارائه شده است.

قابل ذکر است که همه نقشه‌های سلولی مورد استفاده در پژوهش حاضر با ابعاد ۳۰ متر در ۳۰ متر تهیه و مورد استفاده قرار گرفته اند. در مرحله بعد زمان پیمایش با استفاده از نقشه طول جریان، سرعت و با اعمال زمان تمرکز و حداکثر طول پیمایش به‌دست آمد و در نهایت، هیستوگرام زمان- مساحت حوزه آبخیز تهیه شد [۲۶]. با انطباق هیستوگرام زمان- مساحت بر نقشه کاربری اراضی، میزان مساحت هر یک از انواع کاربری اراضی در هر محدوده هم‌زمان تمرکز مشخص شد. در مرحله بعد، مقدار بارش طرح منطقه بر اساس منحنی‌های شدت- مدت- فراوانی ایستگاه باران‌نگار اشنویه استخراج شد و آب‌نمود جریان به ازای مساحت هر یک از کاربری‌ها به‌صورت جداگانه در هیستوگرام زمان- مساحت با استفاده از روش زمان- مساحت شبیه‌سازی و آب‌نمود حاصل از هر یک از کاربری‌ها در هر یک از بازه‌های هم‌زمان تمرکز و نیز آب‌نمود جریان در خروجی حوزه آبخیز محاسبه و رسم شد [۱۹]. از آنجا که نتایج مدل در خروجی حوضه مورد واسنجی و اعتبارسنجی قرار گرفته است،

1- Nash-Sutcliffe

2- Root Mean Square Error
3- Coefficient of Determination
4- Relative Error
5- Generalized Reduction Gradient Nonlinear
6- Clark's Time-Area Method
7- Isochrone
8- Time-Area Histogram
9- Raster map

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- مقادیر ضریب زبری مانینگ بر اساس کاربری اراضی و نوع پوشش گیاهی در آبخیز گلاز اشنویه

Table 1. Summary of Galazchai land-uses with their corresponding Manning's roughness coefficients

نوع کاربری/پوشش اراضی cover/use Land		ضریب زبری coefficient Roughness	توصیف Description	
باغ	Orchard	0.4	درختان مثمر و باغ	Fruit trees, Gardens for productive use
جنگل کم‌تراکم	Forest & woodland	0.8	جنگل تنک و نیمه انبوه	Light underbrush
مرتع با پوشش خوب	Good rangeland	0.24	مراتع طبیعی و چمن‌زار	Natural rangeland, Meadows
مرتع با پوشش متوسط	Medium rangeland	0.13	مراتع طبیعی با تراکم متوسط	Medium rangeland
مرتع با پوشش ضعیف	Poor rangeland	0.08	پوشش گیاهی پراکنده، خاک لخت	Sparse vegetation, Bare soil
مناطق مسکونی	Residential area	0.01	مناطق مسکونی روستایی	Rural residential area
زراعت آبی	Irrigation farming	0.05	اراضی شخم‌خورده با زراعت آبی در مناطق کم‌شیب	Cultivated soils, Irrigation farming
زراعت دیم	Dry-farming	0.03	اراضی شخم‌خورده دیم (پوشش باقیمانده کمتر از ۲۰ درصد)، اراضی آیش (بدون پوشش باقیمانده) در مناطق شیب‌دار	Cultivated soils, Sparsely used crop (residue cover below 20%), Follow (no residue)

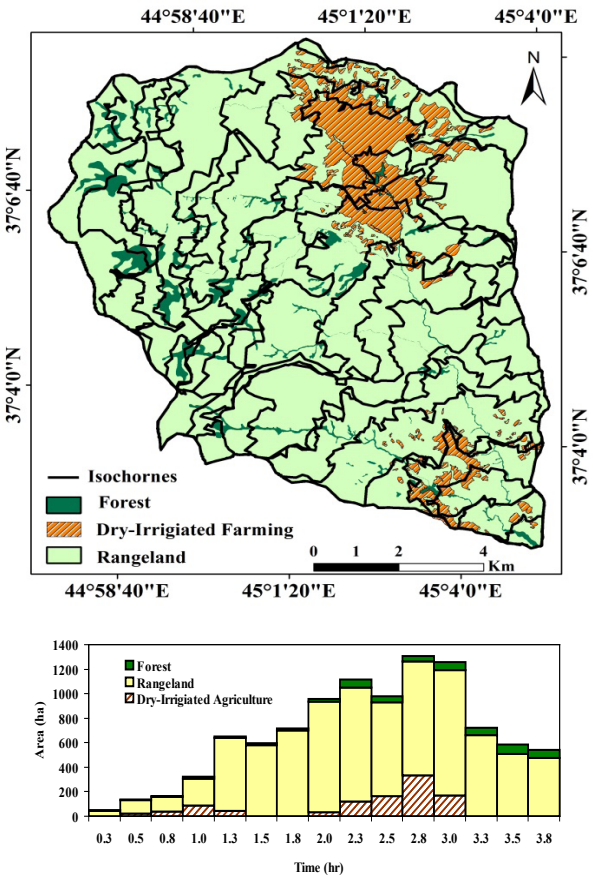
لذا می‌توان با اطمینان آن را برای استفاده در هر یک از زیرحوضه‌ها و کاربری‌های مختلف تعمیم داد و استفاده نمود. در ادامه حجم رواناب در هر محدوده از خطوط هم‌زمان تمرکز محاسبه شد و نیز دبی در واحد سطح هر یک از کاربری‌ها محاسبه و مورد تحلیل قرار گرفت. در نهایت ارتباط و تاثیرپذیری خصوصیات رواناب از مساحت و موقعیت هر یک از کاربری‌ها مورد تفسیر قرار گرفت [۷ و ۲۱].

نتایج

نقشه کاربری اراضی و هیستوگرام زمان- مساحت حوزه آبخیز گلاز بر اساس روش کار ارائه شده در بخش قبل، در شکل ۲ ارائه شده است. بر همین اساس، آب‌نمود حاصل از کاربرد مدل زمان- مساحت کلارک با آب‌نمود مشاهداتی مقایسه شد. نتایج ارزیابی صحت مدل در دو مرحله واسنجی و اعتبارسنجی بر اساس معیار نش- ساتکلیف به‌ترتیب ۷۵ و ۶۹ درصد بوده است. شکل ۳، آب‌نمودهای مختلف حاصل از کاربری‌های اراضی مختلف را ارائه نموده است.

با استفاده از اطلاعات شکل ۳، می‌توان خصوصیات آب‌نمودهای حاصل از هر کاربری در هر یک از محدوده‌های خطوط هم‌زمان تمرکز را با هم مقایسه نمود. در این خصوص دو مشخصه میزان مساحت و موقعیت کاربری اراضی تعیین‌کننده شکل آب‌نمود مجموع حاصل از هر کاربری مدنظر قرار گرفت. با توجه به‌میزان بیش‌تر مساحت کاربری مرتع و توزیع تقریباً یکنواخت آن در منطقه، آب‌نمودهای حاصل از آن دارای دبی بالاتری در مقایسه با دو کاربری دیگر بودند. در حالی‌که آب‌نمود حاصل از اراضی کشاورزی و جنگلی از دبی پایین‌تری برخوردار بودند.

مقادیر درصد حجمی توزیع رواناب حاصل از آب‌نمود جریان به

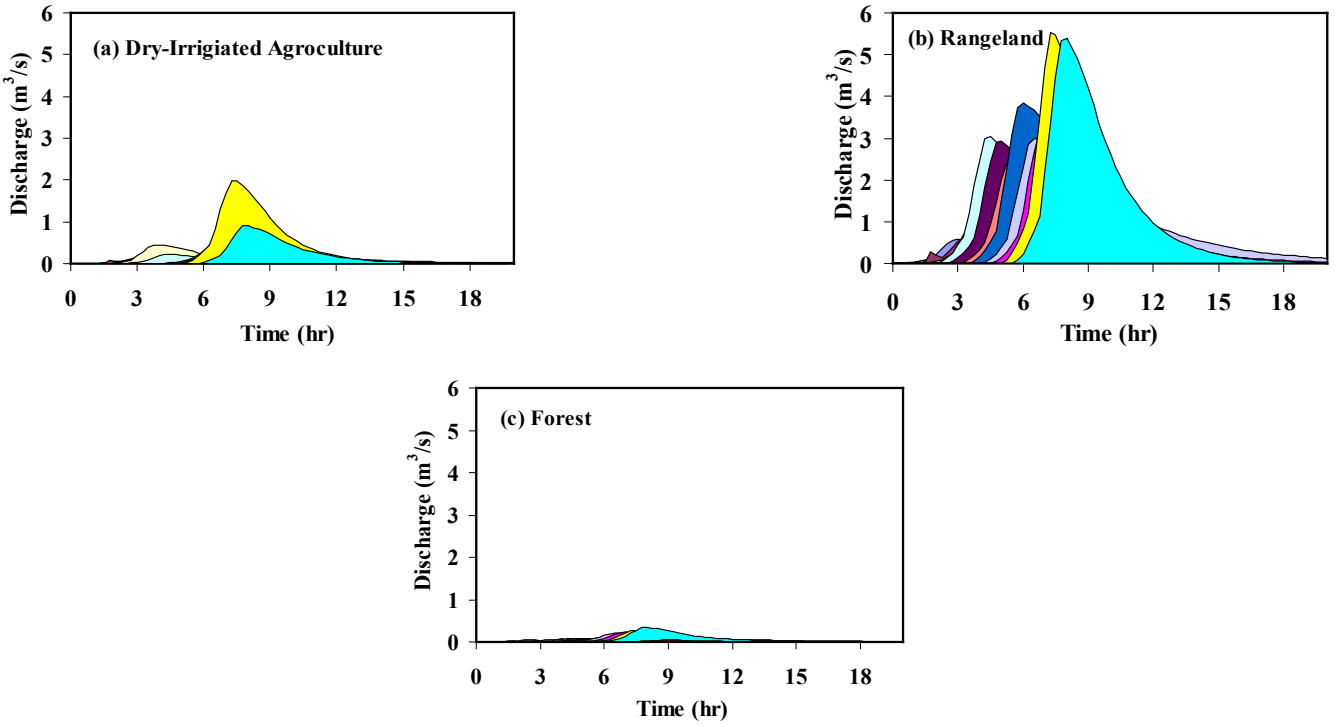


شکل ۲-نقشه کاربری اراضی و موقعیت خطوط هم‌زمان تمرکز (بالا)، مساحت کاربری‌های اراضی در هیستوگرام زمان- مساحت (پایین) حوزه آبخیز گلاز

Fig 2. Land use map and isochrones pattern (up) and time-area histogram (Down) of the Galazchai Watershed

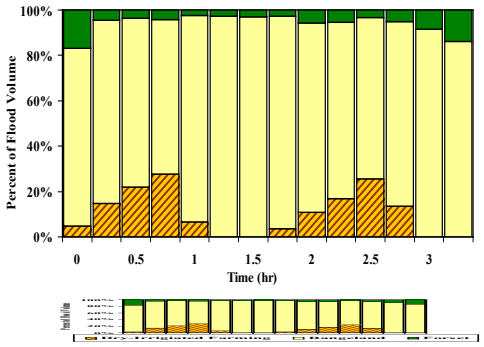
www.SID.ir

Archive of SID



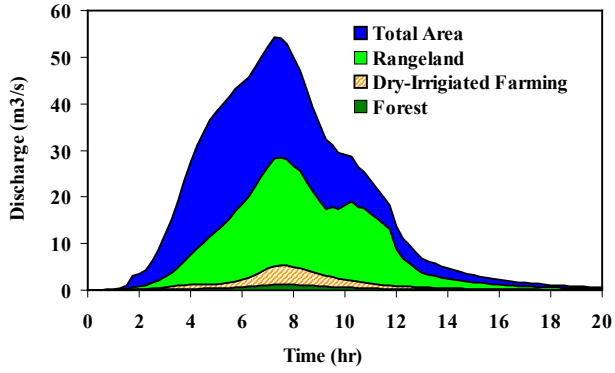
شکل ۳- آب‌نمودهای حاصل از کاربری‌های کشاورزی(a)، مرتع(b) وجنگل (c) در فاصله خطوط هم‌زمان تمرکز

Fig 3.Simulated hydrographs of a) agriculture, b) rangeland and c) forest over different isochrones



شکل ٤- درصد حجمی توزیع رواناب هریک از کاربری‌های حوزه آبخیز در مناطق همزمان تمرکز

Fig 4. Distribution of runoff volume resulted from different land uses at various isochrones areas



شکل ٥- توزیع زمانی دبی جریان و سهم هریک از کاربری‌های موجود در آب‌نمود خروجی حوزه آبخیز گلاز

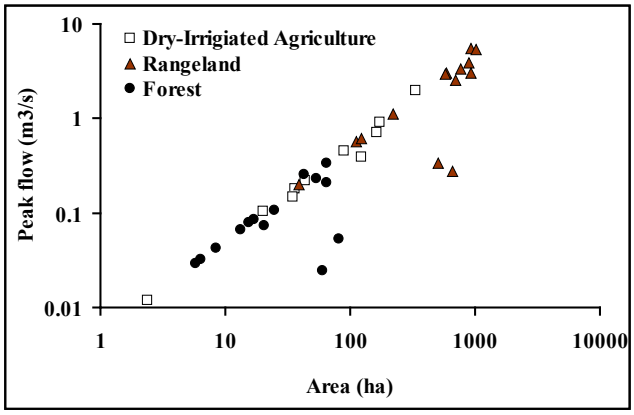
Fig 5. Distribution of flow discharge contribution of different land uses in outflow hydrograph

تفکیک سهم هر یک از کاربری‌های حوزه آبخیز نیز در شکل‌های ٤ و ٥ نشان داده شده است. هم‌چنین مقایسه مقادیر دبی اوج آب‌نمودهای هر یک از کاربری‌ها در شکل ٦ ارائه شده است.

بر اساس اطلاعات شکل‌های ٤ و ٥، تاثیر مساحت و موقعیت کاربری اراضی کشاورزی در درصد حجم و آب‌نمود جریان حوزه آبخیز مورد مطالعه انعکاس یافته است.مقادیر دبی اوج کاربری‌های مرتع، کشاورزی و جنگل به‌ترتیب برابر ۲۳، ٤/١ و ١/٢ مترمکعب در ثانیه می‌باشد که با مقدار مساحت هر یک از آن‌ها تناسب دارد (شکل ٥). آب‌نمود حاصل از اراضی کشاورزی در شکل ٥، دارای دو اوج مشخص می‌باشد که با الگوی پراکنش و موقعیت لکه‌های کاربری کشاورزی در منطقه مورد مطالعه مطابقت دارد. به‌دلیل این‌که بخش قابل‌توجهی از کاربری کشاورزی (دیم) در دامنه‌های بالادست حوزه آبخیز (اطراف روستای گلاز) قرار گرفته است، مدت زمان بیش‌تری برای انتقال رواناب حاصل از این بخش به خروجی حوزه آبخیز مورد نیاز است که اثر خود را به‌شکل افزایش مقطعی در دبی جریان در شاخه بالارونده و اوج آب‌نمود نشان داده است. قابل ذکر است

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ٦- مقایسه مقادیر دبیاوج آب‌نمودهای هر یک از کاربری‌های مختلف حوزه آبخیز گلاز

Fig 6. Comparison of peak flow discharge over different land uses in Galazchai Watershed

که در محدوده‌ی اراضی زراعی، سهم اراضی مرتعی در این محدوده از هیستوگرام کاهش یافته که باعث شده است آب‌نمود مربوط به اراضی مرتعی شکل دو اوج داشته باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج تحلیل‌ها نشان می‌دهد که تغییرات آب‌نمود حوزه آبخیز با مساحت و پراکنش مکانی کاربری‌های اراضی در ارتباط است. مطالعه ارتباط مولفه‌های مختلف آب‌نمود با مساحت و موقعیت مکانی کاربری اراضی می‌تواند در تحلیل شرایط هیدرولوژیک حوزه آبخیز در اثر تغییرات کاربری ناشی از فعالیت‌های انسانی مورد استفاده قرار گیرد. بر اساس نتایج، تاثیر موقعیت و مساحت کاربری‌های اراضی در خطوط هم‌زمان تمرکز و هیستوگرام زمان- مساحت در تغییرات آب‌نمود رگبار منعکس شده است. هم‌چنین بر اساس مقایسه نتایج مقادیر دبی ویژه، بیش‌ترین دبی‌ها به‌ترتیب به کاربری اراضی مرتع، کشاورزی و سپس جنگل اختصاص دارد. سهم حجم رواناب تولیدی نیزبه‌ترتیب برابر ٨٤، ١٢ و ٤ درصد در کاربری‌های مرتع، کشاورزی و جنگل بوده است. با استفاده از روش مذکور می‌توان به شبیه‌سازی اثر تغییرات کاربری اراضی بر تغییرات زمانی و نیز مقادیر مولفه‌های مختلف آب‌نمود پرداخت. بنابراین، علی‌رغم پیچیدگی تحلیل اثرات کاربری اراضی بر پاسخ آبخیز می‌توان رفتار آب‌نمود را با پراکنش و نحوه توزیع مکانی آن مرتبط دانست. در این راستا کیمارو و همکاران [١٢] نیز نتیجه گرفتند که نوع و پراکنش کاربری اراضی بر حجم و پارامترهای زمانی روند سیلاب موثر هستند. بر اساس نتایج پژوهش، علاوه بر دبی‌های اوج، شکل آب‌نمود نیز به‌شدت متاثر از الگوی توزیع مکانی کاربری اراضی است که با نتایج پژوهش فوهرر و همکاران [٧] و نیز کیمارو و همکاران [١٢] در یک راستاست. بنابراین می‌توان گفت که اثر تغییر مساحت و یا افزایش تعداد لکه‌های مختلف کاربری اراضی به‌صورت مشخص در هیستوگرام زمان- مساحت و نیز آب‌نمود خروجی دیده می‌شود، که با نتایج پژوهش طالبی‌امیری و همکاران [٢٤]، مبنی بر اهمیت متریک‌های افزایش تعداد لکه و کاهش میانگین مساحت لکه در تحلیل‌های سیمای سرزمین در یک راستا است. با توجه به ارتباط نزدیک میان کاربری اراضی و مولفه‌های هیدرولوژیک، می‌توان با تهیه نقشه‌های تولید رواناب و مقایسه آن با کاربری اراضی می‌توان ارتباط و اثر نوع و پراکنش مکانی کاربری اراضی را تفسیر نمود. در راستای نتایج پژوهش حاضر، بررسی اثر تغییر کاربری اراضی بر خصوصیات سیلاب به منظور کنترل فعالیت‌های موثر بر پراکنش مکانی کاربری اراضی در حوزه آبخیز مفید خواهد بود. تخمین دقیق اثرات طولانی‌مدت تغییر کاربری اراضی بر خصوصیات جریان نیازمند استفاده از نقشه‌های کاربری دقیق در دوره‌های گذشته می‌باشد. البته باید ذکر شود که استفاده از مدل‌های فیزیکی مناسب با پارامترهای مرتبط با لایه کاربری اراضی برای مدل‌سازی مولفه‌های هیدرولوژیک در دوره‌های زمانی مختلف ضروری است. بر اساس تحلیل نتایج پژوهش، وقوع اوج زودرس آب‌نمود حاصل از اراضی کشاورزی مؤید مشارکت بخش‌های زراعی در زیرحوزه نزدیک به خروجی حوزه آبخیز و نیز اراضی واقع در اطراف روستای گلاز در بخش بالادست آبخیز رودخانه گلاز است. به‌دلیل اینکه کاربری کشاورزی در دامنه‌های بالادست آبخیز قرار گرفته است، مدت زمان بیش‌تری برای انتقال جریان رواناب این بخش به خروجی آبخیز مورد نیاز است که اثر خود را به‌شکل افزایش مقطعی در شاخه پایین‌رونده آب‌نمود نشان داده است. مساحت بیش‌تر اراضی مرتعی در مقایسه با سایر کاربری‌ها باعث شده است که دارای سهم بیش‌تری از تغییرات آب‌نمود ناشی از کاربری مذکور باشد، به‌عبارتی وجود اراضی گسترده مرتعی در همه بخش‌های حوزه آبخیز با پراکنش تقریباً یکنواخت، عامل اصلی کنترل رفتار آب‌نمود در پژوهش حاضر است. هم‌چنین مقایسه مقادیر و میزان تغییرات آب‌نمود می‌تواند سهم تاثیر نوع کاربری‌های مختلف در تولید رواناب را مشخص نماید. هم‌چنین در نظرگرفتن سایر دخالت‌های انسانی از قبیل اقدامات مدیریت پوشش گیاهی و یا تخریب شدید کاربری اراضی و تغییرات آن بر خصوصیات آب‌نمود از مواردی است که نیازمند مطالعات بیش‌تر برای جمع‌بندی نهایی می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

1- Ab- banan- Azardasht Engineering Consulting Inc., 2010. Final report on study and design of drainage network for surface runoff & urban floods in the Oshnavieh city. 122p. (In Persian)

2- Alemayehu, F., Taba, N., Nyssen, J., Girma, A., Zenebe, A., Behailua, M., Deckers, S., and Poesen, J., 2009. The impacts of watershed management onland use and land cover dynamic in Eastern Tigary (Ethiopia). Resources, Conservation and Recycling, 53(7):192-198.

3- Ammukutty, A., and Nairm B.T. 2009. Rainfall runoff modelling using distributed unit hydrograph approach. 10th National Conference on Technological Trends (NCTT09) 6-7 Nov 2009, Trivandrum, Kerala, India. 105-109.

4- Berni, N., Viterbo, A., Pandolfo, C., Stelluti, M., Barbetta, S., and Brocca, L. 2008. Effects of rainfall and soil/land use spatial distribution on hydrological response at different Scales. International Environmental Modelling and Software Society (iEMSs), Barcelona, Spain, 7-8 July, 2008. 8pages.

5- Bossa, A.Y., Diekkruger, B., Giertz, S., Steup, G., Sintondji, L.O., Agbossou, E.K., and Hiepe, C. 2012. Modeling the effects of crop patterns and management scenarios on N and P loads to surface water and groundwater in a semi-humid catchment (West Africa). Agricultural Water Management 115:20–37.

6- Chow V.T., Maidment, D.R., and Mays, L.W. 1988. Applied Hydrology. McGraw-Hill, 572 pages.

7- Fohrer, N., Haverkamp, S., and Frede, H.G. 2005. Assessment of the effects of land use patterns on hydrologic landscape functions: development of sustainable land use concepts for low mountain range areas. Hydrological Process. 19:659–672.

8- Gergel, S.E., Turner, M.G., Miller, J.R., Melack, J.M., and Stanley, E.H., 2002. Landscape indicators of human impacts to riverine systems. Aquatic Sciences, 64:118-128.

9- Giraldo, M.A. 2012. Spatial scale and land use fragmentation in monitoring water processes in the Colombian Andes. Applied Geography 34:395-402.

10- Guo, L. 2006. Analysis of spatio-temporal changes in landscape pattern of the Taishan Mountain. Journal of Mountain Ecology, 8:1-6.

11- Hunukumbura, P. B., Weerakoon, S.B., and Herathm S., 2007. Development of a Cell-based Model to Derive Direct Runoff Hydrographs for Ungauged Mountainous Basins. Journal of Mountain Science, 4(4):309-320.

12- Kimaro, T.A., Tachikawa, Y., and Takara, K. 2005. Distributed hydrologic simulations to analyze the impacts of land use changes on flood characteristics in the Yasu River basin in Japan. Journal of Natural Disaster Science, 27(2):85-94.

13- Kumar, S. 2008. Studying the effect of spatial scaling on hydrological model calibration using Soil and Water Assessment Tool (SWAT). M.Sc Thesis, Civil Engineering. Purdue University. 110pages.

14- Lin, Y.P., Verburg, P.H., Chang, Ch.R., Chen, H.Y., and Chen, M.H. 2009. Developing and comparing optimal and empirical land-use models for the development of an urbanized watershed forest in Taiwan. Landscape and Urban Planning 92:242-254.

15- Moriasi, D.N., Arnold, J.G., Van Liew, M.W., Bingner, R.L., Harmel, R.D., and Veith, T.L. 2007. Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations.American Society of Agricultural and Biological Engineers, 50(3):885−900.

16- Mostafazadeh, R., Bahremand, A., and Sadoddin, A. 2010. Simulating the direct runoff hydrograph using Clark instantaneous unit hydrograph. (Case study: Jafar-Abad watershed, Golestan Province), Journal of Water and Soil Conservation. 16(3):105-122. (In Persian)

17- Mostafazadeh, R., Sadeghi, S.H.R. and Sadoddin, A. 2015. Analysis of storm-wise sedimentgraphs and rating loops in Galazchai Watershed, West-Azarbaijan. Journal of Water and Soil Conservation. 21(5):175-191. (In Persian)

18- Mostafazadeh, R. 2014. Effects of Different Management Scenarios of Landscape Metrics on Storm Runoff and Sediment Variations. Ph.D Dissertation in Watershed Management Sciences and Engineering, Faculty of NaturalResources and Marine Sciences.TarbiatModares University. 122pages. (In Persian)

19- Sadeghi, S.H.R., and Asadi, H. 2010. Importance of travel time duration between isochrones in estimation of flood resulting from Clark Instantaneous Unit Hydrograph. Journal of Water and Soil, 24(4):625-635. (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

20- Sadeghi, S.H.R., Jalili, Kh., and Nikkami, D. 2009a. Land use optimization in watershed scale. Land Use Policy, 26:186-193.

21- Sadeghi, S.H.R., Mizuyama, T., Singh, J.K., and Tofighi, B. 2009b. Applicability of instantaneous unit sedimentgraph model in an Iranian large watershed. International Journal of Ecology Economy & Statistics, (IJEES) 13(9):30–45.

22- Sadeghi, S.H.R., Mostafazadeh, R., Sadoddin, A. 2015. Changeability of simulated hydrograph from a steep watershed resulted from applying Clark's IUH and different Time Area Hystograms. Journal of Environmental Earth Sciences. 74(4):3629-3643.

23- Singh, V.P. 1988. Hydrologic Systems. Rainfall-runoff modeling. Vol. (1). Prentice Hall, 480pages.

24- TalebiAmiri, Sh., Azari Dehkord, F., Sadeghi, S.H.R., and Soofbaf, S.R. 2009. Study on landscape degradation in Neka Watershed using landscape metrics. Environmental Science, 6(3):133-144. (In Persian)

25- Thanapakpawin, P., Richey, J., Thomas, D., Rodda, S., Campbell, B., and Logsdon, S. 2007. Effects of land use change on the hydrologic regime of the Mae Chaem river basin, NW Thailand, Journal of Hydrology 334(1-2):215-230.

26- Usul, N., and Yilmaz, M. 2002. Estimation of instantaneous unit hydrograph with Clark's technique in GIS. 22nd International of ESRI User Conference, ESRI on-line, San Diego. 21pages.

27- Uuemaa, E., Antrop, M., Roosaare, J., Marja, R., and Mander, U. 2009. Landscape metrics and indices: an overview of their use in landscape research, Living Reviews in Landscape Research, 3:1-28.

28- Uuemaa, E., Mander, U., and Marja, R. 2013. Trends in the use of landscape spatial metrics as landscape indicators: A review. Ecological Indicators 28:100–106.

29- Van Rompaey, A., Krasa, J., and Dostal, T. 2007. Modelling the impact of land cover changes in the Czech Republic on sediment delivery. Land Use Policy 24:576–583.

30- Vanacker, V. Molina, A., Govers, G., Poesen, J., Dercon, G., Deckers, S., 2005. River channel response to short-term human-induced change in landscape connectivity in Andean ecosystems. Geomorphology, 72:340-353.

31- Walker, J.W. 2002. A comparison of storm hydrographs from small urban watersheds with different land use. M.Sc Thesis in Environmental Sciences, Louisiana State University. 67pages.

32- Yang, M., Li, X., Hu, Y., and He, X. 2012. Assessing effects of landscape pattern on sediment yield using sediment delivery distributed model and a landscape indicator. Ecological Indicators, 22: 38-52.

33- Yeo, I.Y., and Guldmann, J.M. 2010. Global spatial optimization with hydrological systems simulation: application to land-use allocation and peak runoff minimization. Hydrology and Earth System Sciences. 14: 325–338.

34- Zhao, W.W., Fu, B.J, Meng, Q.H., Zhang, Q.J., and Zhang, Y.H. 2004. Effects of land-use pattern change on rainfall-runoff and runoff-sediment relations: a case study in Zichang watershed of the Loess Plateau of China. Journal of Environmental Science 16(3):436-42.

www.SID.ir