فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران
جلد ١٦، شمارهٔ ٢، صفحهٔ ١٧٣-١٦١ (١٣٨٨)

روند تغییرات رواناب در آبخیز رودخانهٔ کردان[1]

اسماعیل رهبر[2]* و مسعود مسعودی[3]

٢*- نویسنده مسئول، مربی پژوهشی مؤسسهٔ تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، پست الکترونیک: rahbar@rifr-ac.ir
٣- استادیار بخش مدیریت مناطق بیابانی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه شیراز

تاریخ دریافت: ٨٦/٠٩/١٨ تاریخ پذیرش:٨٧/٠٧/٢٩

چکیده

روند تغییرات بارش، رواناب و دمای هوا در هم‌دورهٔ سی‌سالهٔ (٧٤- ١٣٤٥) در آبخیز رودخانهٔ کردان واقع در زیرحوضهٔ قزوین بررسی شد. این آبخیز به مساحت ٣٦٠ کیلومتر مربع در گوشهٔ شمال‌شرقی زیرحوضهٔ قزوین و در دامنهٔ ارتفاعی ١٤١٠ تا ٤١٠٨ متر از سطح دریا قرار دارد. نتایج بررسی نشان داد که با وجود ثبات مجموع بارش سالانه، بارش شش‌ماههٔ سرد سال افزایش و شش‌ماههٔ گرم سال کاهش معنی‌دار یافته و میانگین ماهانهٔ دمای بیشتر ماه‌های سال افزایش داشته است. روند تغییرات میانگین لغزان نسبت رواناب به بارش(ضریب رواناب) به صورت سالانه، بهاره و پاییزه افزایشی، پرشیب و معنی‌دار است. مقایسهٔ میانگین‌های دهه‌های اول و سوم دورهٔ سی‌ساله نشان داد که ضریب رواناب سالانه، بهاره و پاییزه به‌ترتیب ٥٨/٩، ١٢/٨ و ٥/١ درصد افزایش یافته است. افزایش ضریب رواناب بهاره بیشتر ناشی از افزایش عمومی دمای هوا و افزایش بارش فصل سرد بوده، اما افزایش ضریب رواناب پاییزه، با توجه به تخلیهٔ بارش فصول پیش از آن، می‌تواند به علت افزایش بارش همین فصل و هم‌چنین رخداد ناهنجاریهایی در مدیریت منابع خاک، آب و پوشش گیاهی باشد. حجم آبی که به علل پیش‌گفته بیش از پیش از حوضهٔ آبخیز رودخانهٔ کردان تخلیه شده و هرز می‌رود به ٩/٤ میلیون متر مکعب در سال می‌رسد.

واژه‌های کلیدی: رواناب، آبخیز رودخانهٔ کردان، حوضهٔ دریاچهٔ نمک، بیابانی شدن.

مقدمه

پدیدهٔ نوپیدای گرم شدن زمین که به قولی ریشه در فعالیت‌های انسانی دارد، سبب بروز ناهنجاریهایی در مدار گردش آب روی زمین شده است. به علت گستردگی دامنهٔ اثر این پدیده، تخریب‌های موضعی سرزمین نادیده مانده و یا کمتر به آن پرداخته می‌شود. Labat *et al.*,(2004) روند تغییرات آبدهی ٢٢١ رودخانهٔ بزرگ دنیا را بررسی کرده و دریافتند که یک درجهٔ سانتیگراد افزایش دمای کرهٔ زمین سبب افزایش ٤ درصدی رواناب شده و افزایش رواناب نیز با افزایش جهانی بارش هماهنگ بوده است؛ به عقیدهٔ این پژوهندگان، افزایش دما سبب تشدید تبخیر از سطح اقیانوس‌ها و سرانجام تشدید بارش و رواناب می‌شود. تشدید بارش و به‌ویژه افزایش رخداد بارش‌های سنگین در نیمهٔ دوم قرن بیستم در عرض‌های میانی و بالایی نیمکرهٔ شمالی اندکی

١- برپایهٔ بخشی از نتایج طرح پژوهشی موسسهٔ تحقیقات جنگل‌ها ومراتع کشور بانام " روندیابی آورد رودخانه‌ها به حوضهٔ کاشان ـ قم(حوضهٔ دریاچهٔ نمک)".

پیشتر توسط مجمع بین‌دولتی تغییرات آب وهوا (IPCC ، 2001) گزارش شده بود. Kundzewicz (2005) علت افزایش رخداد بارش‌های سنگین را افزایش دمای هوا ذکر کرده و در توجیه چگونگی آن توضیح داده است که با افزایش دمای هوا ظرفیت آن برای نگهداری رطوبت فزونی یافته و در نتیجه احتمال وقوع بارش‌های شدید افزایش می‌یابد.(2003),Costa *et al.* دریافتند که به‌دنبال تبدیل جنگل به کشاورزی و مرتع در یکی از زیرحوضه‌های رودخانهٔ آمازون، وسعت زمین‌های کشاورزی و مرتع از ۳۰ درصد در سال ۱۹۶۰ به ۵۰ درصد در سال ۱۹۹۵ رسید و سبب شد که میانگین سالانهٔ دبی در دورهٔ ۲۰ سالهٔ (۹۸-۱۹۷۹) به میزان ٢٤ درصد فزونتر از دورهٔ ۲۰ سالهٔ (٦٨-١٩٤٩) گردد و این در حالی رخ داد که در سراسر دورهٔ مورد بررسی بارش زیرحوضه ثابت بوده است.

بررسی‌های تازه نشان داد که فرسایش خاک و رواناب به‌ترتیب تابع شدت و مقدار بارش، پوشش زمین و پوشش گیاهی بوده و تأثیرپذیری فرسایش خاک بیش از رواناب است(Nearing *et al.*, 2005). راجع به اهمیت پوشش گیاهی و مدیریت آن پیشتر نشان داده شد که در شرایط ثابت از نظر مقدار و شدت بارش، چنانچه مرتع رو به زوال بگذارد و یا میزان پوشش گیاهی به دلیل شیوه‌های نادرست بهره‌برداری کاهش یابد، سرعت نفوذ آب در خاک کاهش یافته و میزان رواناب افزایش می‌یابد؛ ازجمله مشاهده شده که در یک مرتع خوب در مقایسه با همان مرتع در وضعیت فقیر، جذب بارش ۵ تا ٦ برابر سریعتر است (Branson *et al.*, 1972، ص. ٢٤ به نقل از Leithead). بررسی چند حوضه با درجه‌های مختلف تخریب پوشش گیاهی در اطراف مشهد نشان داد که متناسب با شدت تخریب، ضریب رواناب افزایش یافته و چنانچه پوشش گیاهی به‌کلی تخریب شده باشد، ضریب رواناب ۵۰٪ فزونتر از حوضه‌های تخریب نشده است (علیزاده، ١٣٥٤). به نظر می‌رسد که شیوهٔ مدیریت خاک و پوشش گیاهی اهمیتی فزونتر از انبوهی پوشش گیاهی داشته باشد؛ چرا که تبدیل ٤٥ درصد از جنگل‌ها و علف‌زارهای طبیعی حوضه‌های بزرگ در شرق استرالیا به دیم‌کاری و مراتع بهبود یافته سبب شد که با وجود ثبات بارش، حجم رواناب در پانزده سال بعد نسبت به پیش از آن کاهش یابد(Fisher & Ring, 1985). در حوضه‌های کوچک سراب سیمینه‌رود واقع در دامنه‌های شمالی الوند با افزایش نسبت مساحت مزارع آبی و باغها به مساحت مراتع طبیعی، مقدار رواناب سالانه به‌طور معنی‌داری کاسته می‌شود (زرگر، ١٣٧٤).

درمناطق خشک، چرخهٔ ناهنجار آب در غیاب مدیریت پوشش گیاهی، خاک و آب شکل گرفته و شتابی فزاینده می‌گیرد. در ایران، برداشت بیش از پیش آب از سراب یا از سفره‌های زیرزمینی پایاب حوضه‌ها، رها شدن اراضی کشاورزی یا تغییرکاربری آنها، تخریب پوشش جنگلی یا مرتعی در بیشتر حوضه‌های آبخیز کشور به‌صورت موردی یا توأم در حال رخ دادن بوده و ادامهٔ این شیوهٔ مدیریت منابع طبیعی توأم با اثرهای گستردهٔ پدیدهٔ جهانی گرم شدن زمین، سبب تخریب خاک، خشکی بعضی حوضه‌ها یا خیز غیرطبیعی آب در حوضه‌هایی دیگر شده که در هر صورت بیابان‌زایی خوانده می‌شود.

به‌موجب مصوبات پنجمین اجلاس کمیتهٔ مذاکرات بین دولت‌ها در ١٩٩٤ در پاریس، دربارهٔ مهار بیابان‌زایی، بررسی و ارزیابی وضعیت کنونی تخریب سرزمین و

تعیین گرایش به‌خشکی به‌عنوان برنامهٔ عمل کشورها در زمینهٔ بیابان‌زدایی تصویب و تعهد شده است (اردشیری، ۱۳۷۳، ص.۲۱). هرز روی و تخلیهٔ بی‌ثمر و بیش از پیش آب از حوضه‌های آبخیز یکی از شکلهای گرایش به‌خشکی بوده و عکس آن آبداری حوضه محسوب می‌شود. راه آگاهی از این نوع گرایش محیط به خشکی، بررسی تغییرات کمی و کیفی منابع سطحی و زیرزمینی آب در مقیاس حوضه‌های آبخیز است. تجزیه و تحلیل داده‌های درازمدت مؤلفه‌های یادشده در قیاس با نزولات، تبخیر و تعرق و اندازهٔ برداشت آب شاخصی از گرایش محیط به بیابانی شدن بوده و معیاری خوب برای ارزیابی مدیریت منابع طبیعی است؛ از این رو و با فرضی مقرون به‌واقع که روند نامساعد یادشده در حوضهٔ بزرگ دریاچهٔ نمک رویدادی جاری است، طرحی پژوهشی انجام شد که اولین مقالهٔ برگرفته از آن نشان داد در سی‌سالهٔ آبی ۷۴ – ۱۳۴۵ در حوضهٔ آبخیز خررود واقع در زیرحوضهٔ قزوین از حوضهٔ بزرگ دریاچهٔ نمک، با وجود ثبات میانگین سالانهٔ بارش و اندکی کاهش میانگین سالانهٔ دما، نسبت رواناب به بارش سالانه (ضریب رواناب سالانه) روندی فزاینده و معنی‌دار داشته است؛ روند افزایشی یادشده با شیبی بیشتر برای ضریب رواناب بهارهٔ همین رودخانه نیز دیده شد. علت افزایش ضریب رواناب سالانه، تخریب منابع طبیعی، و علت افزایش ضریب رواناب بهاره، کاهش بارش بهاره (مخرج کسر ضریب رواناب) و افزوده شدن بارش بهاره به‌صورت برف به بارش اواخر پاییز و اوایل زمستان نسبت داده شد (رهبر و همکاران، ۱۳۸۴). در مقالهٔ حاضر نیز، که برگرفته از نتایج طرح پژوهشی پیش‌گفته است، کوشش می‌شود تحولات چرخهٔ آب در آبخیز رودخانهٔ کردان از زیرحوضهٔ قزوین بررسی شود.

مواد و روشها

۱ـ ویژگی‌های آبخیز کردان

آبخیز کردان بخشی کوچک از زیرحوضهٔ رودشور قزوین مربوط به حوضهٔ دریاچهٔ نمک است. بارش‌های این آبخیز کوچک به وسیلهٔ رودخانهٔ کردان گردآوری و به خارج هدایت می‌شود. شاخهٔ اصلی این رودخانه به نام دُروان از جنوب قلهٔ کهار در گوشهٔ شمال‌شرقی زیرحوضهٔ قزوین و همسایگی آبخیز رودخانهٔ کرج سرچشمه می‌گیرد. رودخانهٔ کردان در پایاب خود به رودشور در انتهای شرقی منطقهٔ تبخیری اشتهارد وارد شده و سرانجام به حوض سلطان قم می‌ریزد. رودخانهٔ کردان دارای آب دائمی بوده و رژیم آن برفی‌ـ بارانی است. از آب این رودخانه به وسیلهٔ بندی انحرافی در ده‌صومعه برای آبیاری اراضی کوهپایه‌ای استفاده می‌شود، ولی بخش بزرگی از آب آن در بستر رودخانه نفوذ کرده، سفرهٔ آب زیرزمینی دشت هشتگرد را تغذیه می‌کند. مساحت آبخیز رودخانهٔ کردان از سراب تا ایستگاه آب‌سنجی ده‌صومعه که در ارتفاع ۱۴۱۰ متری از سطح دریا قرار دارد، ۳۶۰ کیلومترمربع بوده و ۱/۵۸ درصد مساحت زیرحوضهٔ قزوین و ۰/۳۹ درصد مساحت حوضهٔ دریاچهٔ نمک را تشکیل می‌دهد. چون که بیشینهٔ ارتفاع آبخیز کردان ۴۱۰۸ متر از سطح دریاست و دامنهٔ ارتفاع مورد بررسی در آبخیز کردان ۲۶۹۸ متر است.

میانگین بیست‌سالهٔ بارش سالانهٔ ایستگاه آب‌سنجی ده‌صومعه برای سال‌های آبی ۴۴– ۱۳۴۳ تا ۶۳– ۱۳۶۲

به اندازهٔ ۲۸٦/۲ میلیمتر است. با توجه به ارتفاع به نسبت زیاد سراب و رژیم برفی- بارانی رودخانهٔ کردان، بیشترین آبدهی آن در ایستگاه دهصومعه در بهار و کمترین در تابستان رخ میدهد. توزیع فصلی آبدهی این رودخانه در ایستگاه پیشگفته برای پاییز۹/۲، زمستان۲۲/۱، بهار۶۰/۳ و تابستان۸/٤ درصد است (جاماب، ۱۳٦۹).

۲- گردآوری و پردازش دادهها

آمار بارش و حجم جریان ماهانهٔ ایستگاه آبسنجی دهصومعه در همدورهٔ سیسالهٔ ۷۵-۱۳۷٤ تا ٤٦-۱۳٤۵ از بانک اطلاعات رایانهای و دفاتر آمار سازمان تحقیقات منابع آب دریافت شد. چهار سال خلأ آمار بارش ایستگاه آبسنجی دهصومعه در سالهای آبی اول و شانزدهم تا هجدهم با استفاده از آمار بارش ایستگاه بیلقان بهروش همبستگی تکمیل شد. درگام بعد، دادههای ایستگاهی یادشده با رعایت ملاحظات زیر به « آبخیز رودخانهٔ کردان » تعمیم داده شد:

ابتدا میانگین وزنی ارتفاع آبخیز رودخانهٔ کردان از راه سطحسنجی طبقات ارتفاعی۵۰۰ متری محاسبه شد. با استفاده از آمار بارش سالانهٔ چهار ایستگاه بارانسنجی واقع در آبخیز رودخانهٔ کردان و مناطق مجاور آن و شش محل تلاقی خط همبارش با خطوط همارتفاع ۲ تا ۳ هزارمتری، معادلهٔ تغییرات بارندگی با ارتفاع محاسبه شد. آمار بارش این چهار ایستگاه محدود به همدورهٔ ۲۰ سالهٔ ٦۳- ۱۳٦۲ تا ٤٤-۱۳٤۳ بوده و از گزارش بارندگی طرح جامع آب کشور (جاماب، ۱۳۷۰- ص۷٦۹) برگرفته شد.

بنابراین با قرار دادن میانگین وزنی ارتفاع آبخیز رودخانهٔ کردان در معادلهٔ بارش- ارتفاع، میانگین سالانهٔ بارش آبخیز رودخانهٔ کردان بهدست آمد و بعد نسبت میانگین «بارش آبخیز» به میانگین «بارش ایستگاه» تعیین شد. با ضرب این نسبت در یکایک ۳۰ سالی که آمار بارش سالانهٔ ایستگاه دهصومعه موجود بود، ۳۰ سال بارش سالانهٔ آبخیز رودخانهٔ کردان بهدست آمد. در گام بعدی، پراکنش ماهانهٔ بارش آبخیز رودخانهٔ کردان در دورهٔ ۳۰ ساله نیز بر پایهٔ پراکنش ماهانهٔ بارش ایستگاه آبسنجی دهصومعه در سالهای نظیر برآورد شد.

بر پایهٔ حجم جریان ماهانهٔ ایستگاه آبسنجی دهصومعه و مساحت آبخیز بالادست آن، ارتفاع رواناب از واحد سطح آبخیز محاسبه شد. از نسبت درصد ارتفاع رواناب به ارتفاع بارش، ضریب رواناب برای سه مقطع زمانی سالانه، بهاره (ماههای پرباران و پرآب فروردین، اردیبهشت، خرداد) و پاییزه (ماههای شهریور، مهر و آبان) محاسبه شد. لحاظ کردن شهریور بهعنوان ماه "پاییزه" بهدلیل آغاز بارشها از این ماه و حذف آذرماه بهدلیل آغاز یخبندان و جاری نشدن رواناب ناشی از بارش است. بعد، میانگین لغزان دهسالهٔ ارتفاع بارش، ارتفاع رواناب و ضریب رواناب برای مقاطع زمانی پیشگفته محاسبه و به روش ترسیمی و آزمون برازش معادلات برگشت (رگرسیون) مورد بررسی قرارگرفت. پیش از محاسبه و آزمون میانگین لغزان ضرایب رواناب، ابتدا ارقام فراتر یا فروتر از دامنهٔ انحراف معیار حذف شد.

چونکه تغییرات دما میتواند سبب تغییر در رواناب آبخیز شود، پراکنش ماهانهٔ دمای دههای اول و آخر دورهٔ آماری این پژوهش نیز بررسی شد. برای این منظور و بهعلت ناکافی بودن سالهای دماسنجی در ایستگاه کلیماتولوژی دهصومعه و خلأهای آماری فراوان در دادههای آن ایستگاه، میانگین ماهانهٔ دمای روزانهٔ هوای ایستگاه سینوپتیک کرج

مورد استناد قرار گرفت. آمار این ایستگاه بر اساس تقویم میلادی است و برای سازگاری با تقویم خورشیدی مورد استفاده در شبکهٔ آب‌شناسی کشور، با چشم‌پوشی از تفاوت روزها، براساس ماه‌های تقویم خورشیدی بیان شد.

نتایج

خلاصهٔ ارقام بارش، رواناب و ضریب رواناب سالانه، بهاره و پاییزه در سی‌سالهٔ آبی مورد بررسی در جدول ۱ ارائه شده و نتایج روندیابی مؤلفه‌های یادشده به شرح زیر است:

۱- روند تغییرات بارش

میانگین سی‌سالهٔ بارش سالانهٔ " ایستگاه آب‌سنجی ده-صومعه " برای سال‌های آبی ٤٦-١٣٤٥ تا ٧٥-١٣٧٤ به-اندازهٔ ۳۱۵/۳ میلیمتر و ضریب تغییرات سالانهٔ آن ۳۱/۷ درصد است. بیشترین بارش ماهانهٔ ایستگاه آب‌سنجی ده‌صومعه برای این دوره در ماه‌های اسفند و فروردین باریده و ضریب تغییرات بارش در این دوماههٔ پرباران به-نسبت کمتر از سایر ماه‌های سال بوده است. برپایهٔ جدول-های ۲ و۳ و نمودار۱، بارش " ایستگاه آب‌سنجی ده-صومعه " به حوضهٔ بالادست آن تعمیم داده شد. به‌موجب این بخش از بررسی، در سی‌سالهٔ آبی یاد شده میانگین سالانهٔ بارش " حوضهٔ آبخیز رودخانهٔ کردان تا ایستگاه آب‌سنجی ده‌صومعه " ٥٦٤/٤ میلیمتر محاسبه شد.

مقایسهٔ پراکنش میانگین ماهانهٔ بارش حوضهٔ آبخیز رودخانهٔ کردان در دهه‌های اول و سوم هم‌دورهٔ سی‌ساله در نمودار۲ نشان می‌دهد که بارش شش‌ماههٔ سرد سال در دههٔ سوم، به‌ویژه ماه‌های آبان تا پایان اسفند، به‌اندازه‌ای درخور توجه نسبت به دههٔ اول افزایش یافته ولی از بارش شش‌ماههٔ گرم سال، به‌ویژه بارش ماه‌های فروردین و اردیبهشت کاسته شده است.

روند تغییرات میانگین لغزان بارش بهاره (جمع بارش ماه‌های فروردین، اردیبهشت و خرداد) در حوضهٔ آبخیز کردان نمایندهٔ روندی کاهنده و پرشیب است که برازشی نیکو و معنی‌دار در سطح یک درصد روی الگوی خطی دارد (نمودار۳). به‌موجب معادلهٔ به‌دست آمده، میانگین بارش بهاره در دههٔ اول ۲۱٦/۱ میلیمتر بوده و در دههٔ سوم با ٦٦/۲ میلیمتر(۳۰/٦درصد) کاهش به ۱٤۹/۹ میلیمتر رسیده است. برخلاف بارش بهاره، تغییرات میانگین لغزان بارش ماه‌های پاییزی(جمع ماه‌های شهریور، مهر و آبان) در هم‌دورهٔ سی‌ساله روندی فزاینده داشته و الگوی خطی به‌دست آمده برای آن در سطح ۱۰ درصد معنی‌دار است (نمودار٤). بر پایهٔ معادلهٔ برگشت محاسبه شده، میانگین بارش پاییزه در دههٔ اول ۱٤/۱ و در دههٔ سوم ۲۵/۳ میلیمتر و مقدار افزایش در دورهٔ سی‌ساله ۱۱/۲ میلیمتر(۷۹/٤درصد) بوده است. تکرار همین بررسی روی میانگین لغزان بارش سالانهٔ حوضهٔ آبخیز کردان (نمودار۵) نشان می‌دهد که اگرچه میانگین این مؤلفه در دههٔ سوم به اندازهٔ ٤٦/۷ میلیمتر نسبت به دههٔ اول کاهش یافته، اما مقدار این کاهش، باتوجه به طول مقطع زمانی سالانه و حجم بارش سالانه، تنها ۸/۱ درصد بوده و روند عمومی آن نیز نامحسوس و غیرمعنی‌دار است؛ از این رو بارش سالانهٔ حوضهٔ آبخیز رودخانهٔ کردان در سی‌سالهٔ مورد بررسی از نظر مقدار تغییر چندانی نداشته و مجموع بارش دو نیمهٔ سرد و گرم سال در دورهٔ مورد بررسی را می‌توان ثابت محسوب کرد.

به‌طوری که دیده می‌شود، روندهای معادلات برگشت بارش‌های بهاره و پاییزه با روندهای حاصل از ترسیم

پراکنش میانگین ماهانهٔ بارش در دو نیمهٔ سرد و گرم سال مطابقت دارد.

۲- روند تغییرات نسبت رواناب به بارش(ضریب رواناب)

تغییرات سی‌سالهٔ میانگین لغزان ضریب رواناب بهاره گویای روندی افزایشی و پرشیب بوده و معادلهٔ خطی برازش یافته روی آن در سطح یک‌درهزار معنی‌دار است (نمودار٦). بر پایهٔ این معادله، ضریب رواناب بهاره در فاصلهٔ گام‌های ده-سالهٔ اول و آخر میانگین لغزان از حدود ۹۹/۲ درصد به رقم غیرعادی۱۵۸/۱ درصد رسیده که گویای ۵۸/۹ درصد افزایش است. بررسی تغییرات ضریب رواناب پاییزه (جمع ماه‌های شهریور، مهر و آبان) که در نمودار۷ نشان داده شده نیز گویای روندی افزایشی و پرشیب بوده و معادلهٔ خطی برازش یافته روی آن در سطح یک درهزار معنی‌دار است. بر پایهٔ این معادله، ضریب رواناب در فاصلهٔ گام‌های ده‌سالهٔ اول و آخر میانگین لغزان در سی‌سالهٔ مورد بررسی از حدود ۱۷/۵ درصد به رقم ۳۰/۳ درصد رسیده که معادل ۱۲/۸ درصد افزایش ضریب رواناب است. تکرار همین بررسی برای ضریب رواناب سالانه نشان می‌دهد که روند تغییرات سالانهٔ این مؤلفه در حوضهٔ آبخیز رودخانهٔ کردان فزاینده بوده و معادلهٔ خطی برازش یافته روی آن در سطح پنج‌درصد معنی‌دار است (نمودار۸). بر پایهٔ این معادله، ضریب رواناب سالانه در فاصلهٔ گام‌های ده‌سالهٔ اول و آخر میانگین لغزان (دهه‌های اول و سوم دورهٔ سی‌ساله) ۵/۱ درصد افزایش یافته و از حدود ۵۵/۲ درصد به حدود ٦۰/۳ درصد رسیده است.

۳- روند تغییرات دما

بررسی داده‌های دماسنجی نشان داد که میانگین بهارهٔ دمای روزانهٔ هوای منطقه (ایستگاه سینوپتیک کرج) در دههٔ اول مورد بررسی ۱۷/۷ درجه بوده و در دههٔ سوم به ۱۹/۲ درجهٔ سانتیگراد رسیده که برابر ۱/۵ درجه افزایش است. میانگین پاییزی(میانگین ماه‌های شهریور، مهر و آبان) دمای هوای منطقه از ۱۵/۵ به ۱۵/۸ درجهٔ سانتیگراد رسیده و تنها ۰/۳ درجه افزایش یافته است. بررسی تغییرات سالانهٔ همین مؤلفه نشان داد که میانگین سالانهٔ دمای روزانهٔ هوای منطقه در دههٔ اول مورد بررسی۱۳/۱ بوده و در دههٔ سوم به ۱۵/۲ درجهٔ سانتیگراد رسیده که گویای ۲/۱ درجه افزایش است. پراکنش ماهانهٔ میانگین ماهانهٔ دمای روزانهٔ هوا برای دهه‌های اول و سوم هم‌دورهٔ سی‌ساله در نمودار۹ نشان می‌دهد که به استثنای مهرماه، دمای هوای منطقه در سایر ماه‌های سال، به‌ویژه در ماه‌های آبان تا پایان اردیبهشت افزایش درخور توجه یافته و بیشترین افزایش دما در اسفندماه به میزان ٦/۰ درجهٔ سانتیگراد بوده است.

بحث

بررسی توأم داده‌های باران‌سنجی و آب‌سنجی حوضهٔ آبخیز کردان و مقایسهٔ آنها در دهه‌های اول و سوم دورهٔ سی‌ساله نشان می‌دهد که اگرچه بارش بهاره در دههٔ سوم بیش از ٦٦ میلیمتر کاهش یافته اما ارتفاع رواناب بیش از ٤۰ میلیمتر افزون بر سابق شده است؛ از این‌رو ضریب رواناب بهارهٔ حوضهٔ آبخیز کردان از ۹۹ درصد در دهه اول به ۱۵۸ درصد در دههٔ سوم رسیده که گویای ۱/٦ برابر افزایش معنی‌دار در سی‌سالهٔ مورد بررسی است. به احتمال قوی منشأ این افزایش، فزونی بارش به‌صورت برف در ماه‌های سرد است که در دههٔ سوم مورد بررسی مقدار آن برای ماه‌های آذر تا اسفند حدود ۳۵ میلیمتر بیشتر از سابق شده است؛ به‌سخن‌دیگر، در دههٔ سوم از دورهٔ مورد بررسی، افزون بر جاری شدن تمامی بارش

بهاره، آب حاصل از ذوب سریع ذخایر برف زمستانی نیز (به علت افزایش عمومی دمای هوا) به‌صورت سیلاب جاری شده و از حوضهٔ آبخیز تخلیه شده است. وضعیتی به‌نسبت همانند (ثبات نسبی رواناب به‌ازای کاهش قابل توجهٔ بارش و دمای بهاره) در همین دورهٔ آماری برای آبخیز خررود واقع در زیرحوضهٔ قزوین نیز توسط رهبر و همکاران (۱۳۸٤) گزارش شد. ناگفته نماند که به‌طورکلی رابطهٔ بارش و آبدهی حوضه‌های آبخیز در مقاطع زمانی ماهانه و فصلی ضعیف است(Branson *et al.*, 1972 ص.۳؛ Berney *et al.*,1981 ص. ۱۹٦).

بنابراین برخلاف بارش بهاره، بارش ماه‌های پاییزی (جمع ماه‌های شهریور، مهر و آبان) در حوضهٔ آبخیز کردان در دههٔ سوم نسبت به دههٔ اول مورد بررسی۱۱/۲ میلیمتر و ارتفاع رواناب نیز به همین اندازه (۱۳/٤ میلیمتر) افزایش یافته و انتظار می‌رفت که نسبت درصد رواناب به بارش(ضریب رواناب) ثابت بماند؛ اما به‌طوری که دیده شد، ضریب رواناب از حدود ۱۷ درصد در دههٔ اول به حدود ۳۰ درصد در دههٔ سوم مورد بررسی رسیده که معادل ۱/۷ برابر افزایش معنی‌دار است. چون‌که ذخایر برفی حوضهٔ آبخیز پیش از آغاز ماه‌های پاییزی ذوب و تخلیه شده، علت افزایش معنی‌دار ضریب رواناب پاییزه را می‌توان افزون بر افزایش مقدار بارندگی، ناشی از تخریب منابع طبیعی حوضه دانست.

با وجود کاهش٤٦/۷ میلیمتری بارش سالانهٔ حوضهٔ آبخیز رودخانهٔ کردان در طول سی‌سالهٔ مورد بررسی، ارتفاع رواناب سالانهٔ این حوضه در همین دوره بیش از ۲٦ میلیمتر افزایش یافته است. این مقدار معادل ۵ درصد افزایش معنی‌دار ضریب رواناب سالانه بوده و در سطح حوضهٔ کوچک مورد بررسی معادل هرز روی ۹/٤ میلیون-مترمکعب آب در سال است.

اگرچه بخشی از هرز روی بیش از پیش آب در حوضهٔ آبخیز رودخانهٔ کردان می‌تواند ناشی از تخریب پوشش گیاهی و تغییر کاربری اراضی باشد، بررسی داده‌های دماسنجی نشان داد که میانگین بهاره، پاییزه و سالانهٔ دمای روزانهٔ هوای منطقه به‌ترتیب ۱/۵، ۰/۳ و ۲/۱ درجهٔ سانتیگراد افزایش یافته و بیشتر افزایش دما مربوط به ماه‌های آبان تا خرداد سال بعد است. افزایش این‌چنینی دما می‌تواند نظام بارش حوضه را از حالت سابق که برفی‌بارانی بوده به حالت بارانی گرایش دهد. در این حالت، انباشت بارش به صورت برف و ذوب تدریجی آن که می‌توانست سبب نفوذ عمیق آب به خاک و تعدیل آبدهی رودخانه شود، مختل شده و بخش بزرگتری از بارش به‌صورت رواناب جریان می‌یابد. اثر تغییرات اقلیمی بر نوع و میزان بارش و نقش فعالیت‌های انسانی در تغییر جریان آب رودخانه‌ها و تغذیهٔ طبیعی سفره‌های زیرزمینی آب مورد مطالعهٔ بسیاری از پژوهندگان قرار گرفته است.

تغییر کاربری اراضی، جنگل‌زدایی و توسعهٔ فعالیت‌های کشاورزی در مناطقی از کشورهای حوضهٔ دریای مدیترانه سبب افزایش رواناب و فرسایش خاک این مناطق شده است (Hooke, 2006). بررسی دیگری نشان داد که گسترش۳ تا ۳۵ درصدی مناطق شهری، رواناب سطحی را ۵۰ درصد و بیشینهٔ لحظه‌ای رواناب را ۳۰۰ درصد (سه برابر) افزایش داده و بر تکرار رخداد سیل نیز می‌افزاید (Inbar & Sala, 1992). بررسی عکس‌های هوایی و داده‌های آب‌شناسی جنوب کالیفرنیا نشان داد که در فاصلهٔ سالهای۲۰۰۰– ۱۹٦٦، با افزایش وسعت اراضی

شهری از ۹ به ۳۷ درصد، کمینه و میانگین روزانهٔ رواناب فصل خشک و بزرگی سیلاب‌ها به‌طور معنی‌داری افزایش یافته است (Greer & White, 2006). در حوضهٔ آبخیز رودخانهٔ Comet واقع در استرالیا، همزمان با جنگل‌زدایی گسترده در میانهٔ دههٔ ٦۰ میلادی، افزایش ۸/٤ درصدی بارندگی نیز رخ داد و پیرو این دو رویداد رواناب رودخانه ۷۸ درصد افزایش یافت؛ استفاده از الگوی بارش- رواناب نشان داد که ٤۰ درصد از فزونی رواناب ناشی از جنگل‌زدایی و ۳۸ درصد بقیه نتیجهٔ افزایش بارندگی بوده است (Siriwardena *et al.*, 2006). یک بررسی جامع‌تر نشان داد که در چهل سال(۲۰۰۰-۱۹٦۱)، به‌طور معنی‌داری میزان بارش‌های تابستانه و تکرار بارش‌های خیلی شدید و سنگین تابستانه در زیرحوضه‌های میانی و پایین‌دست رودخانهٔ یانگ‌تسه افزایش یافته و همزمان آبدهی زیرحوضه‌ها نیز به‌طور معنی‌داری افزایش یافته است؛ همچنین دیده شد که این تغییرات متناسب با رشد جمعیت، توسعهٔ صنعت، تشدید جنگل‌زدایی و دستکاری در سواحل و کنارهٔ رودخانه-هاست(Jiang *et al.*, 2007). این پژوهندگان نتیجه‌گیری کردند که مجموعهٔ این عوامل سبب تکرار رخداد سیل در منطقه شده است. ناگفته نماند که افزایش دما عامل کاهش رواناب نیز شناخته شده است؛ ازجمله در نیوانگلند، واقع در شرق آمریکای شمالی دیده شد که کاهش عمومی رواناب، به‌ویژه رواناب بهاره و تابستانه متناسب با افزایش میانگین سالانهٔ دما، افزایش نسبت باران به برف و افزایش طول فصل رشد بوده و چگونگی اثر این عامل افزایش تبخیر و تعرق اعلام شد(Huntington, 2003).

به‌طوری‌که دیده می‌شود، افزایش دمای منطقهٔ تحت پوشش ایستگاه سینوپتیک کرج، که به‌دلیل نقص داده‌های دماسنجی در حوضهٔ آبخیز رودخانهٔ کردان مستند بررسی حاضر قرار گرفته، سبب پیچیدگی تحلیل نتایج شده است. توضیح این‌که در پژوهشی مشابه و هم‌دوره با بررسی کنونی (رهبر و همکاران، ۱۳۸٤)، کاهش عمومی میانگین ماهانه و سالانهٔ دمای روزانهٔ هوای ایستگاه سینوپتیک قزوین گزارش شده بود. با توجه به فراگیر بودن متغیر دما و فاصلهٔ به‌نسبت اندک قزوین و کرج، به‌نظر می‌رسد که افزایش دمای کرج موضعی باشد؛ چرا که در سال‌های اخیر با گسترش شهر کرج، این ایستگاه در داخل شهر واقع شده و تأثیر فعالیت‌های شهری بر افزایش دمای دههٔ سوم این بررسی دور از انتظار نیست. چون‌که افزایش دما سبب افزایش رخداد بارش‌های شدید می‌گردد و بررسی روند تغییرات شدت بارندگی می‌تواند نقص داده‌های دماسنجی در حوضه‌های مرتفع و ناکافی بودن بررسی داده‌های مربوط به مقدار بارش در این‌گونه بررسی‌ها را برطرف نماید.

سپاسگزاری

انجام این پژوهش با ارائه بی‌دریغ داده‌ها توسط دفتر بررسی‌های منابع آب وزارت نیرو میسّرگردید. جستجو و استخراج بخشی از داده‌ها توسط آقایان سید مرتضی ابطحی و حسین ابری لواسانی و کارهای رایانه‌ای با کمک آقای اروجعلی کریمی انجام شد.

منابع مورد استفاده

-اردشیری، م.ع. ۱۳۷۳، کنوانسیون بین المللی بیابان‌زدایی و مقابله با اثرات خشک‌سالی. دفتر نمایندگی جمهوری اسلامی ایران در سازمان فائو، رم. ۲۳ص. زیراکسی.

-بانک اطلاعات دفتر بررسی‌های منابع آب، بخش آبهای سطحی. معاونت بهره‌برداری و مدیریت منابع آب. وزارت نیرو.

–جاماب. ۱۳۶۹، منابع آب سطحی کرج، جاجرود، قم و قره‌چای. مهندسین مشاور طرح جامع آب کشور. وزارت نیرو. ۱۱۰ص.
–جاماب. ۱۳۷۰، شناخت اقلیمی ایران، جلد اول: بررسی‌های بنیادی بارندگی (بخش دوم). مهندسین مشاور طرح جامع آب کشور. وزارت نیرو. ۸۹۲ ص.
–رهبر، ا.، پاکپرور، م.، مسعودی م. و جوکار، ل. ۱۳۸٤، روند تغییرات رواناب در آبخیز خررود. فصلنامهٔ علمی- پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران. جلد۱۲ شمارهٔ ٤: ۳۷۵-۳۵۷
–زرگر، ا.، ۱۳۷٤. بررسی تأثیر بارندگی، پارهای از ویژگیهای هندسی و مدیریت اراضی بر مقدار رواناب کل آبخیز. مؤسسهٔ تحقیقات جنگل‌ها و مراتع. ٤٦ص.+ خلاصهٔ انگلیسی.
–سالنامه‌های هواشناسی ایران، سالهای ۱۹۹٦ - ۱۹٦۷. سازمان هواشناسی کشور.
–علیزاده، ا. ۱۳۵٤، افزایش آبدهی در حوضه‌های آبخیز با از بین بردن پوشش گیاهی و اثرات اکولوژیکی آن. ص. ۲۰۲-۱۹۱. در: بی‌نام. مجموعه مقالات نخستین سمینار بررسی مسایل پوشش گیاهی ایران، ضمیمهٔ محیط شناسی۳. تهران. مرکز هماهنگی مطالعات محیط زیست دانشگاه تهران. ۳۲٦ص.
–Branson, F.A., Gifford, G.F. & Owen. J.R. 1972, Rangeland hydrology. Society for Range Management. Denver, Colorado, USA. 84p.
–Berney, O., Carr, D.P. & Barrett, E.C. 1981, Arid zone hydrology, FAO. no.37, Rome, 271+96p.
–Costa, M.H., Botta, A.& Cardillo, J.A. 2003, Effects of largescale changes in land cover on the discharge of the Tocantins River, Southeastern Amazonia. *J. Hydrol.* 283(1: 4), 206-217.
–Hook, J.M. 2006. Human impacts on fluvial systems in the Mediterranean region. *Geomorphology*, 79, 311-335.
–Huntigton, T.G. 2003, Climate warming could reduce runoff significantly in New England, USA. *Agricultural and Forest Meteorology*, 117, 193-201.
–Intergovernmental Panel on Climat Change(IPCC). 2001, Climate Change 2001: The Scientific Basis. Cambridge University Press, Cambridge. 785p.
–Jiang, T.B. Su, & Hartmann, H. 2007. Temporal and spatial trends of precipitation and river flow in the Yangtze River Basin, 1961-2000. *Geomorphology*, 85, 143-154.
–Kundzewicz, Z.W. 2005, Flood risk in the changing world-Yangtze floods. pp.246-258, *In*: Jiang, T.L. King, Gemmer, M. & Kundzewicz Z.W.(eds.), Climate Change and Yangtze Floods. Science Press, Beijing.
–Labat, D., Eris, Y.G., Probst, J.L. & Guyot. J.L. 2004, Evidence for global runoff increase related to climate warming. *Advances in Water Resources*, 27, 631-642.
–Nearing, M.A., Jetten, V., Baffaut, C., Cerdan, O., Couturier, A., Hernandez, M., LeBissonnais, Y., Nicols, M.H., Nunes, J.P., Renschler, C.S., Souche're, V. & VanOost. K. 2005, Modeling response of soil erosion and runoff to changes in precipitation and cover. Catena, 61, 131-154.
–Ring, P.j., and Fisher, I.H. 1985. The effects of changes in land use on runoff from large catchments in the upper Macintyre Valley, NSW. Hydrology and Water Resources Symposium, Sydney, 14-16 May, The Institution of Engineers, Australia, National Conference Publication. 85/2: 153-158.
–Sala, M. and Inbar, M. 1992, Some hydrologic effects of urbanization in Catalan rivers. *Catena*, 19: 363-378.
–Siriwardena, L., Finlayson, B.L. & McMahon, T.A. 2006, The Impact of land use change on catchment hydrology in large catchments: The Comet River, Central Queensland, Australia. *J. of Hydrology*, 326, 199-214.
–White, M.D. and Greer, K.A. 2006, The effects of watershed urbanization on the stream hydrology and riparian vegetation of Los Pe~nasquitos Creek, California. *Landscape and urban Planning*, 74, 125-138.

جدول ۱- ارتفاع بارش، رواناب و ضریب رواناب آبخیز رودخانه کردان تا ایستگاه ده صومعه در همدورهٔ ۳۰ساله ۷۵-۷۴/ ۴۶-۴۵).

ردیف	سال آبي	پاییزه			بهاره			سالانه		
		ارتفاع بارش mm	ارتفاع رواناب mm	ضریب رواناب %	ارتفاع بارش mm	ارتفاع رواناب mm	ضریب رواناب %	ارتفاع بارش mm	ارتفاع رواناب mm	ضریب رواناب %
1	45-46	78.8	9.4	**11.9**	93.1	102.5	**110.1**	268.5	137.4	**51.2**
2	46-47	65.3	5.4	**8.3**	163.8	214.8	**131.1**	407.2	289.2	**71.0**
3	47-48	191.5	34.5	**18.0**	145.0	494.3	**340.9**	809.1	795.4	**98.3**
4	48-49	71.6	45.2	**63.2**	43.0	94.5	**219.9**	272.1	206.8	**76.0**
5	49-50	1.8	0.6	**32.6**	221.1	173.0	**78.2**	495.8	223.3	**45.0**
6	50-51	81.4	4.9	**6.0**	403.6	224.8	**55.7**	902.2	306.2	**33.9**
7	51-52	123.5	24.6	**19.9**	142.3	177.9	**125.0**	679.3	341.6	**50.3**
8	52-53	25.1	1.3	**5.2**	144.1	182.1	**126.3**	596.1	251.3	**42.2**
9	53-54	12.5	0.8	**6.4**	249.7	243.2	**97.4**	598.8	319.7	**53.4**
10	54-55	10.7	3.6	**33.6**	304.3	266.9	**87.7**	602.3	356.6	**59.2**
11	55-56	34.0	5.5	**16.2**	251.5	58.3	**23.2**	618.4	122.8	**19.9**
12	56-57	248.8	30.7	**12.4**	94.9	136.7	**144.1**	648.0	323.4	**49.9**
13	57-58	112.8	14.3	**12.7**	336.5	241.7	**71.8**	776.9	401.3	**51.7**
14	58-59	0.0	3.5	**-**	137.8	220.2	**159.8**	279.2	291.6	**104.4**
15	59-60	9.0	5.7	**63.6**	93.1	249.7	**268.2**	223.8	358.0	**160.0**
16	60-61	32.2	5.5	**17.2**	192.4	180.6	**93.9**	528.9	231.4	**43.7**
17	61-62	274.8	29.8	**10.8**	155.7	178.4	**114.6**	655.5	279.8	**42.7**
18	62-63	29.5	6.2	**21.0**	264.9	187.3	**70.7**	586.2	272.4	**46.5**
19	63-64	0.0	10.3	**-**	21.5	196.4	**914.4**	159.7	359.1	**224.9**
20	64-65	23.3	4.3	**18.4**	304.3	213.2	**70.1**	513.7	291.6	**56.8**
21	65-66	48.3	9.4	**19.4**	145.0	281.7	**194.3**	588.9	434.4	**73.8**
22	66-67	166.5	61.1	**36.7**	166.5	310.3	**186.4**	619.3	565.2	**91.3**
23	67-68	55.5	9.1	**16.4**	60.9	140.3	**230.6**	536.1	238.5	**44.5**
24	68-69	54.6	14.9	**27.3**	65.3	103.3	**158.1**	549.5	190.1	**34.6**
25	69-70	31.3	7.4	**23.5**	193.3	183.9	**95.1**	570.1	236.4	**41.5**
26	70-71	0.0	7.5	**-**	240.8	397.7	**165.2**	667.7	521.0	**78.0**
27	71-72	10.7	12.7	**117.9**	109.4	208.1	**190.3**	579.2	318.4	**55.0**
28	72-73	136.9	26.0	**19.0**	170.1	229.4	**134.9**	709.9	454.6	**64.0**
29	73-74	231.8	47.3	**20.4**	219.3	224.3	**102.3**	702.6	668.7	**95.2**
30	74-75	28.6	11.2	**39.0**	272.1	300.7	**110.5**	787.6	403.2	**51.2**
میانگین		73.0	15.1	**25.8**	180.2	213.9	**162.4**	564.4	339.6	**67.0**
انحراف معیار		78.6	15.4	**23.6**	91.9	87.7	**157.2**	178.9	147.4	**40.5**
ضریب تغییرات		107.7	102.3	**91.6**	51.0	41.0	**96.8**	31.7	43.4	**60.5**

* - برگرفته از بانك اطلاعات دفتر بررسي هاي منابع آب، وزارت نيرو

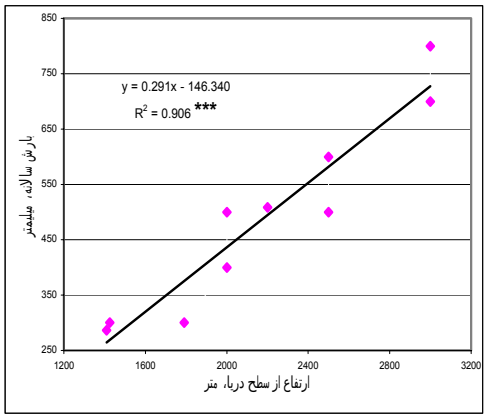
جدول ۲- دامنهٔ ارتفاع و توزیع ارتفاع- سطح در ابخیز رودخانهٔ کردان تا ایستگاه ده صومعه.

دامنه ارتفاع (متر بالاي سطح دريا)	میانگین ارتفاع (m)	مساحت (km²)	مساحت (%)	میانگین وزني ارتفاع (m)
1410 - 1500	1455	4.0	1.1	-
1500 - 2000	1750	112.0	31.1	-
2000 - 2500	2250	105.0	29.2	-
2500 - 3000	2750	93.0	25.8	-
3000 - 3500	3250	38.0	10.6	-
3500 - 4000	3750	7.0	1.9	-
4000 - 4108	4054	1.0	0.3	-
جمع	**-**	**360.0**	**100**	**2265**

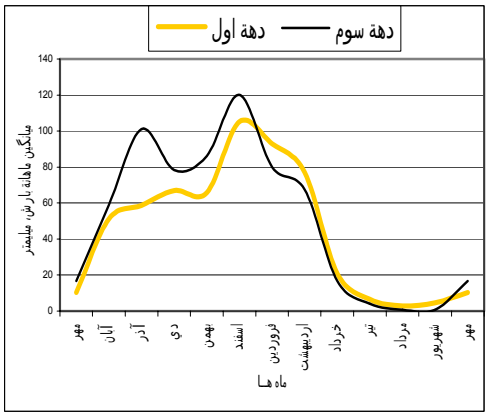
جدول ۳- میانگین ۲۰ سالهٔ بارش سالانه در ارتفاعات مختلف منطقهٔ کردان در همدورهٔ ۶۳-۶۲/ ۴۴-۱۳۴۳.

نام ایستگاه	ارتفاع (متر)	بارش سالانه(میلیمتر)
ده صومعه	1410	286.2
ده صومعه کردان	1425	300.4
برغان	1790	300.4
*	2000	400.0
*	2000	500.0
دروان	2200	508.4
*	2500	500.0
*	2500	600.0
*	3000	700.0
*	3000	800.0

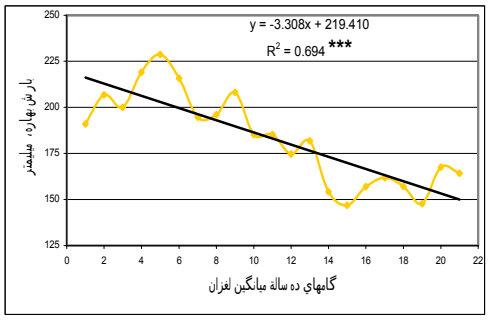
) - نقاط تلاقي خطوط همبارش و تراز.



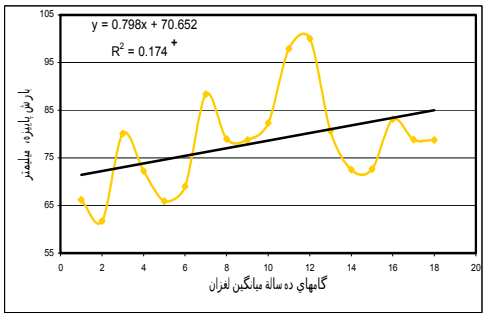
نمودار۱- همبستگي بارش سالانه و ارتفاع در آبخیز رودخانهٔ کردان.



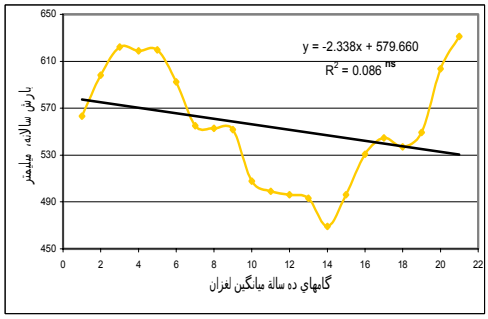
نمودار ۲- تغییرات پراکنش ماهانهٔ بارش آبخیز رودخانهٔ کردان در دهه‌هاي اول و سوم از همدورهٔ ۳۰ سالهٔ ۷۵-۷۴ / ۱۳۴۵-۴۶(دفتر بررسیهاي منابع آب).



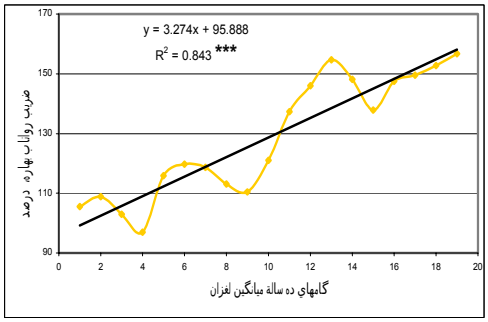
نمودار۳ - روند تغییرات میانگین لغزان بارش بهارهٔ آبخیز رودخانهٔ کردان در همدورهٔ ۳۰ سالهٔ۷۵-۷۴ / ۱۳۴۵-۴۶.



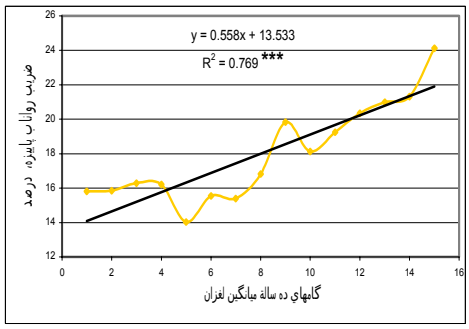
نمودار۴- روند تغییرات میانگین لغزان بارش پاییزهٔ آبخیز رودخانهٔ کردان در همدورهٔ ۳۰ سالهٔ ۷۵-۷۴ / ۱۳۴۵-۴۶.



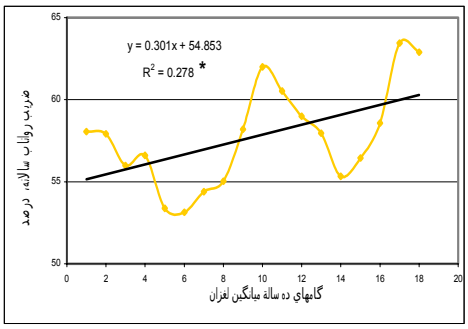
نمودار۵- روند تغییرات میانگین لغزان بارش سالانهٔ آبخیز رودخانهٔ کردان در همدورهٔ ۳۰ سالهٔ ۷۵-۷۴ / ۴۶- ۱۳۴۵.



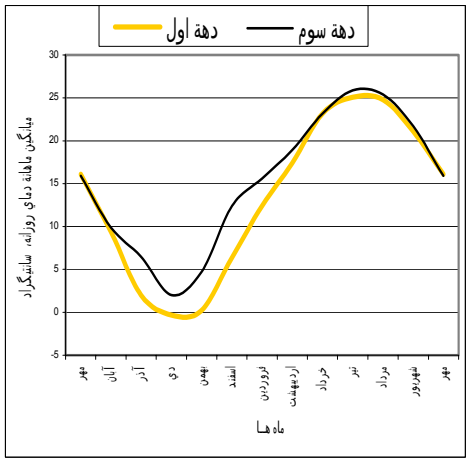
نمودار۶- روند تغییرات میانگین لغزان ضریب رواناب بهارهٔ آبخیز رودخانهٔ کردان در همدورهٔ ۳۰ سالهٔ ۷۵-۷۴ / ۱۳۴۵-۴۶.



نمودار۷- روند تغییرات میانگین لغزان ضریب رواناب پاییزهٔ آبخیز رودخانهٔ کردان در همدورهٔ ۳۰ سالهٔ ۷۵-۷۴ / ۴۶-۱۳۴۵.



نمودار۸- روندتغییرات میانگین لغزان ضریب رواناب سالانهٔ آبخیز رودخانهٔ کردان در همدورهٔ ۳۰ سالهٔ ۷۵-۷۴ / ۴۶-۱۳۴۵.



نمودار۹-تغییرات میانگین ماهانهٔ دمای روزانهٔ هوای ایستگاه سینوپتیک کرج دردهه های اول وسوم همدورهٔ۳۰ سالهٔ ۷۵-۷۴ / ۴۶-۱۳۴۵(به تقویم خورشیدی).

Trend of runoff changes in the watershed of Kordan River

Rahbar E.[*1] and Masoudi M.[2]

1*- Corresponding Author, Research Instructor of Desert Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran. Email: rahbar@rifr-ac.ir
2-Assistant Professor of Desert Management Division, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran.

Received: 09.12.2007 Accepted: 20.10.2008

Abstract

In the present paper, trends of rainfall, runoff and temperature in the Kordan sub-basin which is one of the sub-basins of Qazvin basin were investigated for period of 1966-95. This sub-basin with 360 km^2 area is located in the north eastern part of Qazvin basin with a different range of elevation from 1410m to 4108m. Results show although there is not any change in the trend of annual rainfall, but a significant increase and decrease in total amount of precipitation in the second half of year (cold months) and in the first half of year (warm months) and increase in the monthly temperature in most of months were observed. Also trend of moving average of ratio runoff/rainfall (coefficient of runoff) shows significantly a sharp increase annually and also for seasons of spring and autumn. A comparison for coefficient of runoff between first and third decade of period shows different amounts of increase annually and also for seasons of spring and autumn as 58.9%, 12.9% and 5.1% respectively. Increasing of coefficient of runoff in spring is related to general increase of temperature and also precipitation increase in winter season. Increasing of coefficient of runoff in autumn is related to precipitation increase in this season and also occurrence of mismanagement in plant, soil and water resources. Therefore the volume of runoff in this sub-basin which is evacuated and wasted more than before, reaches to 9.4 million m^3 per year.

Key words: runoff, watershed of Kordan River, namak lake Basin, desertification