



سومین کنفرانس منطقه‌ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم

اصفهان - ۲۹ مهر الی اول آبان سال ۱۳۸۲

بررسی نحوه تغییرات زمانی و مکانی بارندگی در بخشی از حوزه آبخیز گرگانرود

معصومه غریب، ابوالفضل مساعدی

دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان*

استادیار گروه آبیاری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان**

تلفن: ۰۱۷۱-۴۴۲۶۴۳۶-۰۱۷۱ - پست الکترونیکی: masumehgharib@yahoo.com

تلفن: ۰۱۷۱-۴۴۲۶۴۳۶-۰۱۷۱ - فاکس: ۴۴۲۰۹۸۱ - پست الکترونیکی: mosaedi1@yahoo.com

چکیده:

تحقیق حاضر در بخشی از حوزه آبخیز گرگانرود به منظور بررسی نحوه تغییرات زمانی و مکانی بارندگی در محدوده مورد مطالعه انجام شده است. عواملی مانند موقعیت جغرافیایی، توپوگرافی و شرایط اقلیمی سبب شده اند که علاوه بر تغییرات زیاد مقدار بارندگی در مناطق مختلف حوزه تغییرات شدیدی نیز در زمان وقوع بارندگی بوجود آید. پس از اخذ آمار بارندگی روزانه ۱۸ ایستگاه باران سنجی که در شرایط مختلف آب و هوایی در حوزه مورد نظر قرار دارند، بررسی ها بر روی آمار ۵ ایستگاه که بر اساس تستهای آماری از کمیت و کیفیت مناسبی برخوردار بودند ادامه یافت. با استفاده از نرم افزارهای *Excel* و *Technical Hydrology* میانگین بارندگی هر ماه و تعداد روزهای بارانی هر ماه در کل دوره آماری محاسبه شد. آنگاه تغییرات این کمیتها در پریودهای سالیانه و فصلی بررسی شدند. نتایج تحقیق نشان میدهد که در بسیاری از موارد روند کاهش تعداد روزهای بارانی دلیلی بر روند کاهشی و یا افزایشی مقدار بارندگی نمی باشد. فقط در محدوده یکی از ایستگاهها نه تنها تعداد روزهای بارانی بلکه میزان بارندگی نیز در همه فصول رو به افزایش است. تنها در ایستگاههای واقع شده در شرایط آب و هوایی نیمه خشک در همه فصول تعداد روزهای بارانی رو به کاهش است در حالیکه در همین محدوده مقدار بارندگی سالیانه نیز از یک روند افزایشی خفیف برخوردار است. در حالیکه عموماً مقدار بارندگی فصول بهار و تابستان در حال کاهش می باشد و مقدار بارندگی فصول پاییز و زمستان از یک روند افزایشی برخوردار است، ولی بطور کلی یک روند افزایشی در مقدار بارندگی سالیانه و همچنین تعداد روزهای بارانی وجود دارد.

واژگان کلیدی: روند تغییرات بارندگی، تغییرات مکانی بارندگی، تغییرات زمانی بارندگی، حوزه آبخیز گرگانرود

مقدمه:

به طور کلی بارندگی به کلیه نزولات جوی آبدار اطلاق می گردد که به سطح زمین وارد می شود. این پارامتر یکی از پارامترهای مهم و در عین حال تغییرپذیرترین عامل جوی بوده و مقدار آن با توجه به موقعیت جغرافیایی منطقه و وضعیت عمومی جو در نقاط مختلف متفاوت می باشد. در حالیکه میانگین بارندگی در سطح کره زمین بین ۷۰۰ تا ۹۰۰ میلیمتر در سال تخمین زده شده است، متوسط بارندگی در ایران در حدود ۲۵۰ میلیمتر بوده که نسبت به بارندگی کره زمین بسیار ناچیز است (قاسمی، ۱۳۷۷). منشا بارش مناطق مختلف ایران متفاوت است و در اوقات مختلف سال نیز نوع سیستم های باران زا تفاوت می کند (غیور، ۱۳۷۵). ساری صراف (۱۳۷۷)، در تحقیقی بارشهای ماهانه شمال غرب ایران را با استفاده از روش تحلیلی عاملی ناحیه بندی کرده است. نتایج تحقیق وی بیانگر وجود حداقل دو ناحیه بارش خزری (بخش شرقی منطقه) و مدیترانه ای (بخش غربی منطقه)، می باشد.

اصولاً تغییرات مکانی بارش با ناهمواریهای اصلی ایران هماهنگی خوبی نشان می دهد (غیور، ۱۳۷۵). جابجایی مداوم مسیر سیکلونی در طول سال تغییرات بارش فصلی را در سراسر ایران به ویژه غرب کشور به خوبی تبیین می کند (ذوالفقاری، ۱۳۷۷). کمالی (۱۳۷۶)، معتقد است به دلیل اینکه سیکلونهای مدیترانه ای با شروع فصل مرطوب، به تدریج از شمال منطقه غرب کشور وارد شده و تا عرضهای پایین تر گسترش می یابند، همچنین موقع خروج نیز به تدریج از شمال این منطقه خارج می شوند بنابراین هرچه از شمال منطقه به جنوب آن حرکت می کنیم شروع بارندگیها به تاخیر می افتد.

به نظر علیزاده (۱۳۷۳)، هر گونه تغییر اقلیمی سرآغاز زنجیره ای از واکنشهاست که اثر آن به صورت مستقیم در فرایندهای هیدرولوژیک ظاهر می شود. اگر دمای سیاره زمین افزایش یابد بخار آب و انتقال گرمای نهان از استوا به قطبین نیز افزایش یافته ولی گرادیان دما کاهش می یابد و تضعیف گردش عمومی سبب تغییر کلی الگوی اقلیمی سیاره می گردد (عسکری، ۱۳۷۱). به نظر این محقق آنچه بیشتر اهمیت دارد الگوی جغرافیایی تغییر دما می باشد و میانگین جهانی آن از اهمیت کمتری برخوردار است. انتظار می رود که میزان بارش در سطح جهانی افزایش یابد ولی پیش بینی روند بارش در مناطق مختلف زیاد امکانپذیر به نظر نمی رسد. در میان فصول، دو فصل زمستان و تابستان از اهمیت ویژه ای برخوردار هستند، زیرا تغییرات اقلیمی را در مورد دما و بارندگی واضح تر نشان می دهند. به همین علت در مباحث مربوط به تغییر اقلیم به این دو مورد توجه بیشتری می شود.

در ارتباط با ویژگیها و الگوی بارش منطقه مورد مطالعه بخصوص در رابطه با تغییرات زمانی و مکانی آن، تاکنون مطالعه جامعی صورت نگرفته است. بنابراین در این تحقیق دو هدف زیر مدنظر بوده اند:

- ۱- بررسی روند تغییرات زمانی بارندگی در بخشی از حوزه آبخیز گرگانرود
- ۲- بررسی روند تغییرات مکانی بارندگی در بخشی از حوزه آبخیز گرگانرود

مواد و روشها:

موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه:

حوزه آبخیز گرگانرود با وسعت ۱۰۲۰۰ کیلو متر مربع یکی از حوزه های شمال شرق کشور بوده و بخش وسیعی از آن در استان گلستان واقع می باشد. این حوزه از جنوب مشرف به سلسله جبال البرز شرقی، از شرق به کوههای آلاداغ و گلیداغ، از شمال به حوزه آبخیز اترک و از غرب به دریای خزر و حوزه آبخیز قره سو محدود می شود. این حوزه در محدوده طول جغرافیایی ۱۰° ۵۴ تا ۲۶° ۵۶ شرقی و عرض جغرافیایی ۲۵° ۳۶ تا ۱۵° ۳۸ شمالی واقع شده است. طول رودخانه اصلی این حوزه به نام گرگانرود بالغ بر ۲۵۰ کیلومتر می باشد که در امتداد عمومی شرقی - غربی جریان داشته و از جنوب شرقی دریای خزر به این دریا می پیوندد (مساعدی و محمدی، ۱۳۸۱).

علاوه بر اینکه عوامل ایجاد بارندگی در مناطق مختلف حوزه متفاوت می باشند در فصول مختلف نیز منشا بارندگی ها از یکدیگر متفاوتند. این عوامل (موقعیت جغرافیایی، توپوگرافی و شرایط اقلیمی) سبب شده اند که علاوه بر تغییرات شدید در مقدار و شدت بارندگی، تغییرات شدید نیز در زمان وقوع بارندگی در مناطق مختلف حوزه بوجود آید. درحال حاضر در سطح حوزه حدود سی ایستگاه باران سنجی وجود دارد که متاسفانه بیشتر ایستگاه ها تازه تاسیس بوده و هنوز از طول دوره آماری مناسب برخوردار نیستند.

نحوه بررسی روند تغییرات بارندگی:

داده های بارندگی روزانه ۸ ایستگاه باران سنجی که در زیرحوزه ها و یا حوزه اصلی گرگانرود واقع شده اند و از شرایط آب و هوایی متفاوتی برخوردارند، از مراکز مربوطه اخذ گردید و پس از انجام تستهای آماری مشخص شد که متاسفانه آمار سه ایستگاه از کمیت و کیفیت مناسبی برخوردار نمی باشند. بنابراین در این تحقیق آمار طولانی مدت بارندگی روزانه پنج ایستگاه باران سنجی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. اطلاعات مربوط به موقعیت جغرافیایی ایستگاههای مورد مطالعه بر اساس گزارش منتشر شده توسط وزارت جهاد کشاورزی (۱۳۷۹)، در جدول ۱ ارائه شده است. مقادیر میانگین بارندگی سالیانه و متوسط تعداد روزهای بارانی در مورد هر ایستگاه نیز در طول دوره آماری محاسبه و در این جدول ارائه شده است. خوشبختانه داده های بارندگی روزانه ایستگاههای مورد بررسی از کمترین نقص آماری برخوردار بوده و جز در دو مورد در ایستگاه باران سنجی سد و شمگیر نیازی به بازسازی داده ها حاصل نشد. طول دوره آماری مورد بررسی در تمامی ایستگاهها ۲۵ سال می باشد و محدوده زمانی سالهای آبی ۱۳۵۲ - ۱۳۵۱ الی ۱۳۷۶ - ۱۳۷۵ را در بر می گیرد. داده های بارندگی روزانه هر یک از ایستگاهها در تمامی دوره های آماری که بالغ بر ۴۵۰۰۰ داده خام بارندگی روزانه می شوند به نرم افزار Excel و نرم افزار Technical Hydrology وارد گردیدند. به کمک این دو نرم افزار مقدار بارندگی ماهیانه و سالیانه در طول دوره آماری محاسبه شده آنگاه میانگین بارندگی هر ماه در طول دوره آماری و همچنین میانگین بارندگی سالیانه در مورد هر ایستگاه محاسبه گردید. سپس تعداد روزهای بارانی در هر ماه و در هر سال برای هر ایستگاه نیز محاسبه گردیدند. به منظور بررسی روند تغییرات مقدار بارندگی و تعداد روزهای بارانی در پیوندهای زمانی مختلف (فصل و یا سال) با فرض اینکه در صورت وجود تغییر مقادیر این پارامترها در طول دوره آماری مورد بررسی، روند تغییرات به صورت خطی باشد معادله خطی زیر به عنوان معادله روند تغییرات در نظر گرفته شد.

$$y_i = ax_i + b \quad (1)$$

در این معادله

y_i : مقدار متوسط بارندگی (یا تعداد روزهای بارانی) در پیوند زمانی i

a : شیب معادله روند تغییرات

x_i : شماره سال

b : مقدار ثابت معادله (مقدار بارندگی و یا تعداد روزهای بارانی)

میشود.

بر این اساس چنانچه مقدار $a \cong 0$ باشد، می توان تصور کرد که مقدار بارندگی (یا تعداد روزهای بارانی) مستقل از پیوند زمانی وقوع آن است به عبارت دیگر مقدار بارندگی و یا تعداد روزهای بارانی در طی زمان جز نوسانات عادی تغییری نداشته است و در صورتی که مقدار a به صفر نزدیک نباشد، نشاندهنده تغییر در مقدار پارامتر مورد نظر نسبت به زمان می باشد. از

طرف دیگر در صورتی که a مثبت باشد، نشاندهنده وجود روند افزایشی در پارامتر مورد بررسی در طول زمان و در صورتی که a منفی باشد، نشاندهنده روند کاهش پارامتر مورد بررسی در طول زمان است. بنابراین، این ضریب می تواند مشخص کننده نحوه روند تغییرات پارامتر مورد نظر در طول دوره آماری مورد بررسی باشد.

نتایج و بحث:

به منظور بررسی تغییرات زمانی بارندگی در هر ایستگاه داده های بارندگی روزانه به روشهای گوناگون تقسیم بندی شده و مورد بررسی قرار گرفتند. ابتدا به منظور بررسی تغییرات سالیانه تعداد روزهای بارانی و حذف نوسانات جزئی آنها کل دوره آماری به پنج دوره پنج ساله تقسیم و میانگین سالیانه تعداد روزهای بارانی در هر دوره به دست آمد که نتایج آن در شکل شماره ۱ نشان داده شده است. با بررسی میانگین بارندگی سالیانه در طی ۵ دوره ۵ ساله (شکل ۱) مشاهده می گردد که بطور کلی در محدوده ایستگاه خرمالو متوسط بارندگی سالیانه از یک روند نسبتا افزایشی برخوردار است در هر حالی که در محدوده ایستگاه زرین گل داده ها عموما از یک حالت نوسان برخوردارند. در محدوده ایستگاه های ارازکوسه، قزاقلی و سد وشمگیر نیز تغییرات نسبتا کمی مشاهده می شود. در ابتدای دوره بیشترین بارندگی سالیانه در زرین گل و در حدود ۸۵۰ میلیمتر بوده است که در انتهای دوره پنجم به کمتر از ۷۵۰ میلیمتر رسیده است، ولی بطور کلی متوسط بارندگی سالیانه خرمالو در حال افزایش بوده و از ۸۰۰ میلیمتر در دوره اول به حدود ۱۰۰۰ میلیمتر در دوره پنجم رسیده و بیشترین متوسط بارندگی را در بین ایستگاه ها بخود اختصاص داده و به حدود ۱/۲ برابر زرین گل رسیده است. این در حالی است که در ابتدای دوره، بارندگی زرین گل حدود ۱/۱ برابر بارندگی خرمالو بوده است. تقریبا در تمامی دوره ها متوسط بارندگی قزاقلی و سد وشمگیر باهم برابر بوده و از نوسانات کمی نسبت به هم و همچنین در طول دوره برخوردار بوده است.

بر این اساس مشاهده می شود که دوره پنج ساله دوم (سالهای ۶۰-۵۶) از نظر تعداد روزهای بارانی بطور کلی نسبت به دوره های قبل و بعد از خود تعداد روزهای بارانی کمتری را داشته است. در حالی که این مطلب در مورد متوسط بارندگی سالیانه در این دوره صادق نمی باشد. از طرفی دیگر در حالیکه در چهار ایستگاه (خرمالو، زرین گل، ارازکوسه و قزاقلی) متوسط تعداد روزهای بارانی در دوره پنج ساله سوم (۶۵-۶۱) بیشتر از دوره قبل از خود (۶۰-۵۶) می باشد ولی در ایستگاه سد وشمگیر این مساله صادق نمی باشد. ضمنا متوسط تعداد روزهای بارانی در زرین گل در سه دوره (سوم، چهارم و پنجم) نسبت به دوره های اول و دوم کاملا افزایش یافته است و حتی در مواردی به بیش از ۱/۴ برابر دوره قبل از خود رسیده است. در اولین دوره پنج ساله بیشترین تعداد روزهای بارانی در ایستگاه خرمالو با حدود ۷۵ روز در سال بوده است در حالی که در سه دوره انتهایی زرین گل بیشترین تعداد روزهای بارانی را در هر سال با حدود ۹۵ روز در سال داشته است از طرفی تقریبا تعداد روزهای بارانی قزاقلی و سد وشمگیر با هم و ارازکوسه و خرمالو با یکدیگر برابرند در حالی که زرین گل معمولا بیشترین مقادیر را داراست.

روند تغییرات متوسط تعداد روزهای بارانی در هر فصل و در هر سال در طی دوره آماری مورد بررسی و همچنین روند تغییرات متوسط بارندگی در هر فصل و در هر سال در طول دوره آماری در جداول ۲ و ۳ ارائه شده اند. مقادیر روند تغییرات تعداد روزهای بارانی در ایستگاههای مورد مطالعه (جدول ۲) نشان دهنده این است که در فصل بهار و تابستان در محدوده ایستگاههای خرمالو، زرین گل و ارازکوسه تعداد روزهای بارانی از یک روند افزایشی برخوردارند در حالیکه در همین فصول تعداد روزهای بارانی در محدوده ایستگاههای قزاقلی و سد وشمگیر دارای یک روند کاهش می باشند. در فصل پاییز و زمستان نیز تعداد روزهای بارانی خرمالو، زرین گل، ارازکوسه و قزاقلی از یک روند افزایشی و یا تقریبا ثابت برخوردارند ولی همین پارامتر در محدوده ایستگاه سد وشمگیر از یک روند کاهش برخوردار است. در مقیاس سالیانه تعداد روزهای بارانی در محدوده ایستگاههای خرمالو، زرین گل و ارازکوسه از روند افزایشی برخوردار است در حالیکه تعداد روزهای بارانی در محدوده ایستگاههای قزاقلی و سد وشمگیر از یک روند کاهش برخوردار می باشد. همچنین روند افزایش تعداد روزهای بارانی در محدوده ایستگاه زرین گل به مراتب بیشتر از محدوده ایستگاههای خرمالو و ارازکوسه می باشد. از طرف دیگر در حالیکه در بهار و تابستان در دو ایستگاه قزاقلی و سد وشمگیر تعداد روزهای بارانی در طی مدت مورد مطالعه در حال کاهش است، اما بطور متوسط روند تغییرات تعداد روزهای بارانی در محدوده سایر ایستگاهها در این فصول از یک حالت افزایشی برخوردار است. این موضوع در سایر فصول نیز صادق می باشد. بنابراین بطور کلی در محدوده های مورد مطالعه در پریشادهای سالیانه و فصلی روند وقوع تعداد روزهای بارانی افزایشی می باشد.

با مراجعه به جدول ۲ و مقایسه مقادیر شیب معادله روند تغییرات (ضریب a معادله ۱) ملاحظه می شود که روند وقوع تعداد روزهای بارانی نه تنها در ایستگاههای مختلف متفاوت است (تغییرات مکانی)، بلکه این روند در فصول مختلف نیز متفاوت می باشد (تغییرات زمانی). بنابراین تغییرات مکانی و زمانی تعداد روزهای بارانی از یک روند ثابتی پیروی نمی کند.

مقادیر ضرایب معادله روند تغییرات (ضریب a در معادله ۱) در مورد متوسط بارندگی فصلی و سالیانه در طول دوره آماری در جدول ۳ ارائه شده است بر این اساس در فصل بهار در محدوده های تحت پوشش ایستگاههای زرین گل، ارازکوسه، قزاقلی و سد وشمگیر مقدار بارندگی نسبت به زمان کاهش می یابد و بیشترین سرعت کاهش در محدوده ایستگاه زرین گل می باشد. در حالیکه در محدوده ایستگاه خرمالو مقدار بارندگی در این فصل از یک روند افزایشی خفیف برخوردار است. در

فصل تابستان مقدار بارندگی ایستگاههای زرین گل و ارازکوسه در حال کاهش می باشد در حالیکه بارندگی در محدوده ایستگاههای خرمالو، قزاقلی و سد وشمگیر از یک روند افزایشی خفیف برخوردار است. در فصل پاییز فقط بارندگی محدوده ایستگاه ارازکوسه از یک روند کاهشی برخوردار است در حالیکه در سایر ایستگاهها یک روند افزایشی حاکم می باشد. در زمستان نیز بارندگی ایستگاههای زرین گل و ارازکوسه کاهش یافته در حالیکه بارندگی در محدوده ایستگاههای خرمالو، قزاقلی و سد وشمگیر از یک روند افزایشی برخوردار می باشد. در مقیاس سالیانه نیز مشاهده می شود که بارندگی ایستگاههای زرین گل و ارازکوسه از یک روند کاهشی برخوردار است در حالی که بارندگی سالیانه در محدوده سایر ایستگاهها بخصوص در محدوده ایستگاه خرمالو از یک روند افزایشی برخوردار است. در کل در محدوده های ایستگاههای مورد مطالعه بر اساس ضرایب معادله روند تغییرات مشاهده می شود که مقدار بارندگی در فصول بهار و تابستان در حال کاهش می باشد در حالیکه بارندگی پاییز و زمستان از یک روند افزایشی برخوردار است. از طرف دیگر بطور کلی مقدار بارندگی سالیانه ایستگاهها از یک روند افزایشی برخوردار است.

مقایسه مقادیر شیب معادله روند تغییرات در جدول ۳ بیانگر این موضوع است که روند تغییرات مقدار بارندگی نه تنها در ایستگاههای مختلف متفاوت است (تغییرات مکانی) بلکه این روند در فصول مختلف نیز متفاوت می باشد (تغییرات زمانی). به عنوان مثال در حالیکه در محدوده ایستگاه زرین گل در طی سه فصل زمستان، بهار و تابستان مقدار بارندگی از یک روند کاهش نسبی به زمان برخوردار است اما مقدار بارندگی در فصل پاییز از یک روند افزایشی برخوردار می باشد.

از مقایسه مقادیر ضریب معادله روند وقوع تعداد روزهای بارانی و ضریب معادله روند وقوع متوسط بارندگی در ایستگاههای مختلف و در فصول مختلف (جدول ۲ و ۳) می توان نتیجه گرفت که در بسیاری از موارد روند کاهش تعداد روزهای بارانی دلیلی بر روند کاهش و یا افزایش مقدار بارندگی نمی باشد. تنها در ایستگاههای واقع شده در شرایط آب و هوایی نیمه خشک در همه فصول تعداد روزهای بارانی رو به کاهش است در حالیکه در همین محدوده مقدار بارندگی سالیانه نیز از یک روند افزایشی جزئی برخوردار است.

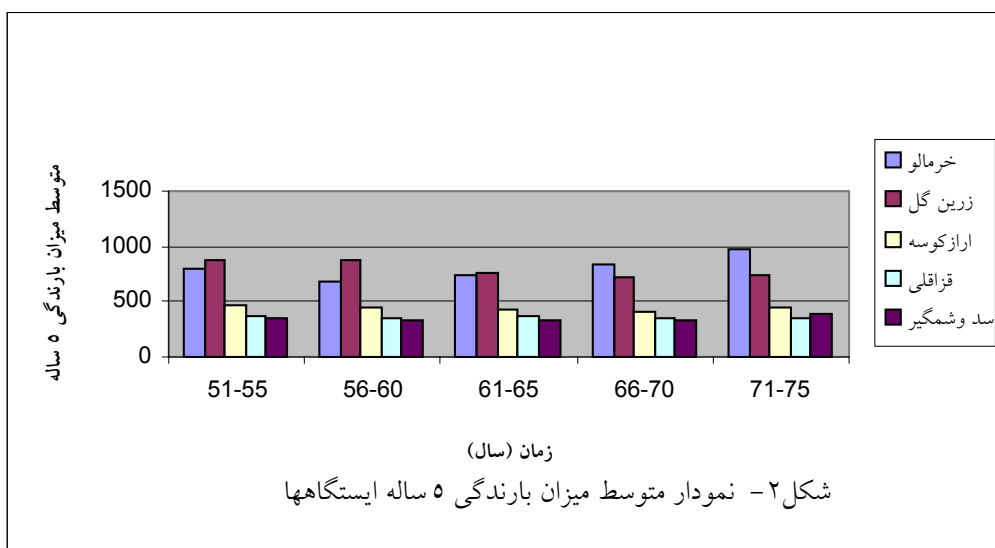
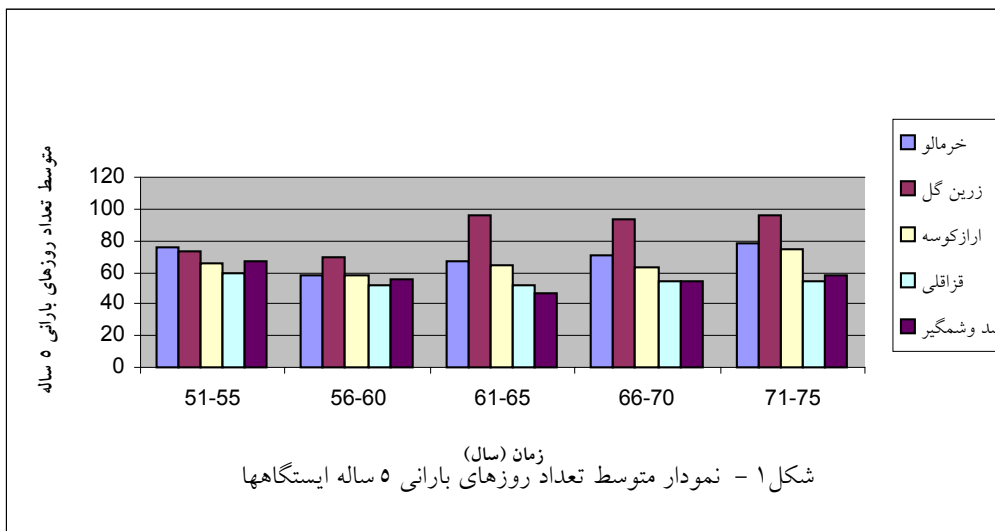
در محدوده ایستگاه خرمالو نه تنها تعداد روزهای بارانی در همه فصول رو به افزایش است بلکه میزان بارندگی نیز در همه فصول رو به افزایش است. در حالیکه عموماً مقدار بارندگی فصول بهار و تابستان در حال کاهش می باشد و مقدار بارندگی فصول پاییز و زمستان از یک روند افزایشی برخوردار است، ولی بطور کلی یک روند افزایشی در مقدار بارندگی سالیانه و همچنین تعداد روزهای بارانی وجود دارد.

تشکر و قدردانی:

این تحقیق به عنوان بخشی از یک طرح تحقیقاتی که با همکاری و مساعدت سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان گلستان در حال انجام است صورت گرفته است که از همکاری معاونت محترم پژوهشی و سایر مسئولین محترم دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان و سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان گلستان تشکر و قدردانی می شود.

منابع :

- ۱- ذوالفقاری، حسن. تحلیلی بر بارشهای بهاری غرب ایران. مجله نیوار، شماره ۴۰، زمستان ۷۷.
- ۲- ساری صراف، بهروز. تحلیل رژیم بارش ماهانه در حوضه ارس و دریاچه ارومیه. پایان نامه دکترا دانشگاه تبریز، سال ۱۳۷۷.
- ۳- عسکری، احمد. تغییر اقلیم. مجله نیوار، شماره ۱۶-۱۳، سال ۱۳۷۱.
- ۴- علیزاده، امین. گرم شدن جهانی و پیامدهای هیدرولوژیک. مجله نیوار، شماره ۲۲، تابستان ۱۳۷۳.
- ۵- غیور، حسنعلی و سید ابوالفضل مسعودیان. بررسی نظام تغییرات مجموع بارش سالانه در ایران زمین. مجله نیوار، بهار ۱۳۷۵.
- ۶- قاسمی، محسن. شناخت اقلیم کرمانشاه. انتشارات سازمان هواشناسی کشور منطقه غرب کرمانشاه، سال ۱۳۷۷.
- ۷- کمالی، غلامعلی. تعیین مناسبترین تاریخ کشت گندم در مناطق دیم خیز غرب کشور با استفاده داده های اقلیمی و تاریخ شروع بارندگی. فصل نامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۴۵، سال ۱۳۷۶.
- ۸- مساعدی، ابوالفضل و امین محمدی استادکلاهی. بررسی وضعیت رسوب انتقالی و نحوه تغییرات زمانی آن در حوزه آبخیز گرگانرود. مجموعه مقالات نخستین کنفرانس دانشجویی منابع آب و خاک، سال ۱۳۸۱.
- ۹- وزارت جهاد کشاورزی، طرح ملی اطلاعات پایه آبخیزهای کشور، معاونت آبخیزداری، دفتر مطالعات و ارزیابی آبخیزها. سال ۱۳۷۹.



جدول ۱- موقعیت جغرافیایی، میانگین بارندگی و تعداد روزهای بارانی در ایستگاههای مورد بررسی

نام ایستگاه	طول جغرافیایی دقیقه - درجه	عرض جغرافیایی دقیقه - درجه	ارتفاع از سطح دریا(متر)	میانگین بارندگی سالانه (میلیمتر)	متوسط تعداد روزهای بارانی در سال
خرمالو	۱۵	۵۵	۲۴۰	۸۰۷/۵	۷۰
زرین گل	۵۷	۵۴	۲۸۰	۷۹۴/۲۱	۸۵
ارازکوسه	۰۹	۵۵	۳۴/۵	۴۳۹/۹۴	۶۵
قزاقلی	۱۰	۵۵	۳۰	۳۵۸/۸۸	۵۴
سد وشمگیر	۴۴	۵۴	۱۲	۳۴۷/۳۷	۵۶

جدول ۲- مقادیر شیب معادله روند تغییرات تعداد روزهای بارانی ایستگاههای مورد تحقیق در طول دوره آماری (فصلی و سالانه)

نام ایستگاه	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	طول سال
خرمالو	۰/۱۲۸۵	۰/۰۹۴۷	۰/۲۲۶۵	۰/۱۰۴۶	۰/۲۲۵۴
زرین گل	۰/۲۸۵۵	۰/۱۸۱۹	۰/۳۹۸	۰/۳۴۸۷	۱/۳۸۶۹
ارازکوسه	۰/۰۵۵	۰/۱۱۷۶	۰/۱۸۱۹	۰/۰۰۰۷	۰/۲۹۳۸
قزاقلی	-۰/۱۸۷۷	-۰/۰۴۱۵	۰/۰۲۹۷	۰/۱۰۴۶	-۰/۰۹۶۵
سد وشمگیر	-۰/۱۶۹	-۰/۰۹۵	-۰/۰۴۸۲	-۰/۰۶۶	-۰/۴۰۲۴
متوسط کلی ایستگاهها	۰/۰۲۲۴	۰/۰۵۰۰	۰/۱۵۷۶	۰/۰۹۸۵	۰/۲۸۲

جدول ۳- مقادیر شیب معادله روند تغییرات متوسط بارندگی ایستگاههای مورد تحقیق در طول دوره آماری (فصلی و سالانه)

نام ایستگاه	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	سالانه
خرمالو	۰/۳۳۳۳	۰/۲۹۲۶	۵/۳۸۵۲	۴/۶۴۹۶	۹/۲۲۲۳
زرین گل	-۲/۷۸۹۳	-۱/۴۷۸۱	۲/۳۹۷۷	-۳/۶۰۴۴	-۰/۳۷۹
ارازکوسه	-۱/۱۲۲۷	-۰/۴۵۰۹	-۰/۳۷۶	-۰/۱۱۴۸	-۳/۲۷۱۸
قزاقلی	-۰/۴۰۹	۰/۱۵۴۸	۰/۱۲۱۸	۰/۷۸۹۱	۰/۰۷۶۳
سد وشمگیر	-۰/۱۵۲۲	۰/۰۲۶۲	۱/۱۸۶۹	۰/۸۰۴۱	۱/۰۲۱۱
متوسط کلی ایستگاهها	-۰/۸۲۸	-۰/۲۹۰۳	۱/۷۴۳	۰/۵۰۴۷	۱/۳۳۳۸