

کارگاه فنی
اثرات تغییر اقلیم در مدیریت منابع آب
۲۴ بهمن ماه ۱۳۸۶

بررسی روند تغییرات بارندگی و دما در دشت مغان

ابوالفضل ناصری^۱

چکیده

دشت مغان یکی از مناطق مهم کشاورزی است که در گوشه شمال غرب کشور قرار گرفته است. تغییرات اقلیمی به خصوص توزیع بارش و دمای هوا می‌تواند بر اراضی فاریاب و دیم که در سطح گسترده‌ای از این دشت وجود دارد تأثیر گذار باشد. بنابراین مطالعه حاضر با هدف بررسی تغییرات احتمالی اقلیم در دشت مغان به منظور شناخت بهتر و تحلیل جهت تغییرات یاد شده صورت گرفته است. در این پژوهش داده‌های بارندگی و دمای هوای ایستگاه هواشناسی پارس آباد مغان در طول دوره آماری ۱۹۸۴-۲۰۰۰ با دوره اقلیمی ۱۷ سال تحلیل شد و نتایج با داده‌های دوره ۱۹۶۱-۱۹۸۱ مقایسه شد. نتایج نشان داد در طول دوره ۱۹۸۴-۲۰۰۰ تغییرات دماهای حداقل، میانگین و حداکثر و همچنین تغییرات تعداد روزهای با دمای بیش از ۳۵ درجه سانتیگراد از سالی به سال دیگر از نظر آماری معنی دار نبود. روند تغییرات مقدار کل بارش سالانه، تعداد روزهای با بارش بیشتر از یک، پنج و ده میلی‌متر از سالی به سال دیگر ناچیز بود. در دوره اقلیمی یاد شده حداقل، میانگین و حداکثر دماهای سالانه به ترتیب برابر ۳/۳۷ و ۱۴/۹۹ و ۲۷/۵۲ درجه سانتیگراد بود. مقادیر حداقل و حداکثر آن مربوط به ماه‌های ژانویه و جولای بود. تغییرات دمای میانگین در ماه‌های دسامبر و سپتامبر دیده شد. به ازای گذشت هر ده سال حدود ۲/۳ و ۲/۰ و ۱/۴ درجه سانتیگراد به میانگین دمای حداکثر ماه‌های فوریه و دسامبر و اوت افزوده می‌شود. میانگین دمای هوا در دوره‌های ۱۹۸۴ تا ۲۰۰۰ با ۱۹۶۱ تا ۱۹۸۱ با استفاده از آماره t جفت شده مقایسه شد. میانگین دمای هوا دوره‌های یاد شده از نظر آماری تفاوتی نداشت. میانگین دمای هوا برای دوره آماری ۱۹۶۱ تا ۱۹۸۱ برابر ۱۴/۷۱ به دست آمد. نتایج نشان داد مجموع بارش سالانه در دوره اقلیمی یاد شده برابر با ۲۵۸/۹

۱- استادیار پژوهش مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، تبریز- صندوق پستی ۱۳۶۳-۵۱۳۸۵ تلفن ۰۹۱۴۳۱۰۸۴۷۱

میلی‌متر و برای دوره از ۱۹۶۱ تا ۱۹۸۱ برابر ۲۹۹ میلی‌متر بود. ماه‌های اکتبر و جولای دارای بیشترین و کمترین مقدار بارش با اندازه‌های ۳۶/۲۵۹ و ۷/۲۶۴ میلی‌متر بودند. بیشترین و کمترین بارش منطقه به ترتیب در فصل پاییز و تابستان و به اندازه ۸۱/۸۳۵ و ۴۰/۵۹۴ میلی‌متر اتفاق افتاده است. مقدار بارش در ماه‌های مختلف از سالی به سال دیگر تغییر نموده و به طور کلی روند مقدار بارش در ماه‌های مختلف سال افزایشی است. بیشترین تغییرات افزایشی برای ماه اکتبر اتفاق بوده و در این ماه به ازای هر سال تقریباً ۳ میلی‌متر به مقدار بارش افزوده شده است. تغییرات افزایشی ماه‌های مارس و می در مرتبه بعدی قرار دارند. کمترین تغییرات افزایشی بارش مربوط به ماه جولای بوده است. با توجه به روند افزایشی مقدار بارش در طول فصل رشد زراعت‌های دیم، به نظر می‌رسد افزایش نزولات جوی در نهایت موجب افزایش عملکرد محصولات دیم نیز گردد. بنابراین توصیه می‌شود تاریخ کاشت محصولات دیم در این منطقه متناسب با روند افزایشی بارش تنظیم یا تعیین گردد. تغییرات تعداد روزهای بارش بیشتر از یک میلی‌متر در ماه‌های مختلف از سالی به سال دیگر افزایشی بوده است. بیشترین تغییرات افزایشی برای ماه می بود. در این ماه به ازای هر دو سال تقریباً یک روز به تعداد روزهای یادشده افزوده شده است. در ماه‌های مارس، اکتبر و فوریه به ازای هر پنج سال دو روز و در ماه ژانویه به ازای هر ده سال تقریباً پنج روز به تعداد روزهای بارش بیشتر از یک میلی‌متر اضافه شده است. در ماه‌های آوریل، ژوئن و دسامبر تغییری در تعداد روزهای بارش با مقدار یاد شده وجود نداشت. تغییرات تعداد روزهای بارش بیشتر از ۵ میلی‌متر در ماه‌های مختلف از سالی به سال دیگر تغییرات افزایشی داشته است. بیشترین تغییرات افزایشی برای ماه اکتبر بوده و در این ماه به ازای هر پنج سال یک روز به تعداد روزهای بارش بیشتر از ۵ میلی‌متر افزوده شده است. برای ماه‌های دسامبر و ژانویه و اگوست و جولای و مارس تغییرات ناچیز بوده است. دوره برگشت کوتاه مدت بارش محاسبه شد. انتظار می‌رود به طور متوسط به ترتیب در هر یک و ۱۲ سال یک بار بارش سالانه‌ای با مقدار ۲۶۷ و ۳۱۹ میلی‌متر و یا بیشتر اتفاق بیافتد. میانگین بارش برای دوره‌های ۱۹۸۴ تا ۲۰۰۰ با ۱۹۶۱ تا ۱۹۸۶ مقایسه شد. میانگین بارش دوره‌های یاد شده از نظر آماری اختلافی نداشتند.

کلمات کلیدی: تغییر اقلیم، بارندگی، دمای هوا، اقلیم مغان

مقدمه

تغییر اقلیم به ویژه گرم شدن هوای کره زمین یکی از چالش‌های اساسی تحقیقات هواشناسی کشاورزی است. با این که تغییرات رونمدار یا احتمالاتی اقلیم در طول تاریخ همواره وجود داشته است، ولی با آغاز انقلاب صنعتی و افزایش استفاده از سوخت‌های فسیلی و در نهایت با افزایش دی‌اکسید کربن در جو زمین، تغییرات اقلیم در نقاط مختلف دنیا محسوس شده است. دلیل اصلی بالا رفتن دمای هوای کره زمین متراکم تر شدن گازهای گلخانه‌ای است. این گازها مانند یک صافی یک سو، تابش‌های خورشیدی را به جو

زمین منتقل نموده ولی تابش‌های موج بلند ساطع از زمین را به تله می‌اندازند و همین عمل موجب افزایش دمای جو زمین گردیده است. در صورتی که مقدار تراکم گازهای گلخانه‌ای به دو برابر مقدار آن در قبل از صنعتی شدن برسد، پیش‌بینی می‌شود دمای هوا به طور میانگین ۳ درجه سانتیگراد افزایش یابد. افزایش دمای هوا حتی به اندازه ۱ تا ۲ درجه سانتیگراد همراه با ۱۰ درصد کاهش بارندگی می‌تواند به احتمال زیاد ۴۰ تا ۷۰ درصد رواناب را کاهش دهد. در این صورت، نظم بارندگی و نزولات جوی در سیستم کشاورزی به هم خورده و اراضی وسیعی از آبیاری محروم شده، گونه‌های گیاهی زیادی منقرض گردیده، کیفیت و توسعه زندگی شهری محدود شده و محیط زیست با خطرات جدی مواجه خواهد شد. بالا رفتن درجه حرارت هوا موجب افزایش تبخیر و تعرق در پهنه‌های گیاهی شده و حتی با ثابت ماندن سایر عوامل جوی، نیازمندی و تقاضای محصولات زراعی فاریاب و فضای سبز برای آب بالا خواهد رفت. برای جبران افزایش تبخیر حاصل از هوای گرمتر لازم است عملیات آبیاری در مزارع گسترش و توسعه یابد و استفاده از آبی به مقدار ۵ درصد آب حاصل از بارش برای آبیاری، حدود ۲۵۰ میلیارد دلار هزینه لازم دارد. با افزایش دمای هوا، بارش‌های جوی در زمستان اغلب به صورت باران بوده و به دلیل ذوب شدن برف در اوایل سال، جریان رودخانه‌ای در تابستان کاهش یافته، بارش‌های موسمی و طوفان‌های دریائی شدت یافته و با گرم شدن اقیانوس‌ها و ذوب شدن یخ‌های قطبی، سطح آب دریاها نیز بالا خواهد آمد. تغییر اقلیم تأثیر زیادی در کشاورزی و آبیاری دارد. مثلاً برآورد و نیاز آبی گیاهان، طراحی ظرفیت کانال‌های آب رسانی، آبگیرها و سیستم‌های آبیاری، محاسبه ابعاد سازه‌های آبی مبتنی بر تحلیل داده‌های هواشناسی است. اگر این داده‌ها به دلیل تغییرات در وضعیت اقلیمی منطقه، در محدوده طول عمر سیستم طراحی شده، دارای واریانس باشند در آن صورت کارائی سیستم‌های آبیاری طراحی و احداث شده، کاهش خواهد یافت. از نمونه بارز اثرات تغییر اقلیم در کشاورزی به ویژه توزیع بارندگی در ایران در سال‌های اخیر می‌توان موارد زیر را ذکر نمود: در سال ۱۳۷۰ به دلیل تداوم بارش تا اوایل تیر ماه، شرایط لازم برای کاشت چغندر قند در استان خراسان فراهم نشد. قطع بارندگی در اوایل فروردین ماه سال ۱۳۷۳، موجب کمبود شدید آب در استان خراسان شده و گرمای زیاد در بهار در تلقیح گندم مشکلاتی را به وجود آورده که آن نیز سبب کاهش عملکرد گندم گردید. بر مبنای گزارشی، تنش‌های حرارتی و رطوبتی در دشت گرگان موجب کاهش عملکرد محصولات زراعی گردید. گسترش بیماری فوزاریوم خوشه در استان‌های جنوبی کشور، بروز بیماری‌های زنگ زرد در استان کویری یزد به دلیل تغییر در پراکنش و توزیع بارندگی گزارش شده است.

از نقطه نظر اکولوژیک بالا رفتن گاز کربنیک هوا موجب بسته شدن روزنه‌های گیاه شده و کارائی مصرف آب در تولید مواد گیاهی افزایش خواهد یافت. تجربه نشان داده است دو برابر شدن گاز کربنیک هوا موجب کاهش تعرق گیاهی به اندازه ۳۰ تا ۵۰ درصد می‌شود.

برای درک ابعاد اثرات گرم شدن هوای کره زمین و میزان تغییرات اقلیم و تبعات آن تحقیقات گسترده‌ای در دنیا صورت گرفته است که در زیر به برخی از این بررسی‌ها اشاره می‌شود.

بررسی‌های سیواکمار در سال ۱۹۹۲ در نیجریه نشان داد از سال ۱۹۶۰ به بعد میانگین بارندگی تغییرات قابل توجهی داشته و در بیشتر دوره‌های مورد مطالعه، مقدار آن کمتر از نرمال بوده است. کاتفورث و همکاران در سال ۱۹۹۳ گزارش کردند دمای حداقل و حداکثر در منطقه پارایریه کانادا از سال ۱۹۵۰ به بعد در اواخر زمستان و اوایل بهار افزایش داشته است. قربانی و سلطانی در سال ۱۳۸۱، با بررسی تغییرات اقلیم گرگان در دوره چهل ساله گزارش کرده‌اند میانگین دماهای حداکثر و حداقل بدون افزایش بوده ولی بارندگی سالانه به میزان ۳/۴ میلی‌متر در سال کاهش یافته است.

هنوز شواهد مستندی بر تغییر بارش به علت تغییرات اقلیمی به صورت تاریخی وجود نداشته ولی در دیده بانی‌های واقعی صد سال گذشته تغییراتی در توزیع زمانی و مکانی بارش ثبت شده است. تحقیقات و بررسی‌های نشان می‌دهد از بارش‌های منجمد سال‌های پیش در کشور کاسته شده و به جای آن بارندگی‌های رگباری که اغلب با سیل همراه است در غیر فصل و با شدت بیشتر ریزش می‌کند.

دشت مغان یکی از مناطق مهم کشاورزی است که در گوشه شمال غرب کشور قرار گرفته است. این دشت آب و هوایی متفاوت با سایر نقاط آذربایجان دارد. نزولات جوی منطقه به طور عمده تحت تأثیر جریان‌های غربی و شمال غربی اقیانوس اطلس شمالی و مرکزی است. این منطقه از نظر اقلیمی با روش‌های دو مارتن و آمبرژه جزو مناطق نیم خشک و با روش کوپن جزو مناطق استپی است. رژیم بارندگی دشت مغان مانند اکثر نقاط ایران مدیترانه‌ای است به این مفهوم که فصل خشک در مجموع منطبق بر تابستان و نیمه گرم سال و فصل بارش متمرکز بر نیمه سرد سال است. میانگین بارندگی و رطوبت نسبی این دشت به ترتیب برابر ۲۶۰ میلی‌متر در سال و ۷۱/۸ درصد می‌باشد. در این دشت انواع مختلف محصولات زراعی گندم، پنبه، چغندر قند، ذرت و دانه‌های روغنی و... کشت و استحصال می‌گردد. علاوه بر اراضی فاریاب، در سطح گسترده‌ای از این دشت، اراضی کشاورزی دیم نیز وجود دارد که تغییرات اقلیمی به خصوص توزیع بارش و دمای هوا می‌تواند بر هر دو سیستم فاریاب یا دیم تأثیر گذار باشد. بنابراین مطالعه حاضر با هدف بررسی تغییرات احتمالی اقلیم در دشت مغان به منظور شناخت بهتر سوی تغییرات یاد شده در منطقه صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش براساس تحلیل داده‌های بارندگی و دمای هوای ایستگاه هواشناسی پارس آباد مغان در طول دوره آماری ۱۹۸۴-۲۰۰۰ با دوره اقلیمی ۱۷ سال و برای مقایسه از داده‌های دوره ۱۹۶۱-۱۹۸۱ و با موقعیت جغرافیایی ۴۷ درجه و ۵۵ دقیقه طول شرقی و ۳۹ درجه و ۳۹ دقیقه عرض شمالی و با ارتفاع از سطح دریای برابر با ۳۱/۹ متر بوده است. برای تحلیل عامل‌های هواشناسی از نرم افزارهای مختلف آماری و گرافیک استفاده شد. با توجه به این که در ارزیابی اقلیم منطقه دمای هوا و بارندگی نقش اساسی دارد، بنابراین در این پژوهش از مقادیر این دو عامل برای ارزیابی استفاده شده است. متغیرهای

هواشناسی عبارت از : الف) میانگین دمای هوا (درجه سانتیگراد)، ب) میانگین حداکثر دمای روزانه (درجه سانتیگراد)، ج) میانگین حداقل دمای روزانه (درجه سانتیگراد)، د) تعداد روزهای با دمای بیش از ۳۰ درجه سانتیگراد، ه) کل بارش سالانه (میلی‌متر)، و) تعداد روزهای با بارندگی بیش از ۱ میلی‌متر، ز) تعداد روزهای با بارندگی بیش از ۵ میلی‌متر و ح) تعداد روزهای با بارندگی بیش از ۱۰ میلی‌متر بودند. میزان تغییر هر یک از متغیرهای یاد شده برای هر ماه و سالانه با تحلیل رگرسیون خطی دارای عرض از مبدا و بدون عرض از مبدا محاسبه گردید.

نتایج و بحث

الف) تحلیل داده‌های دمای هوا

میانگین دمای سالانه ایستگاه پارس آباد مغان در دوره اقلیمی یاد شده برابر با ۱۴/۹۹ درجه سانتیگراد با ضریب تغییرات برابر ۶/۲۵ درصد بوده است. مقادیر حداقل و حداکثر آن مربوط به ماه‌های ژانویه و جولای با مقادیر برابر با ۳/۳۷ و ۲۷/۵۲ درجه بوده و بیشترین تغییرات دمای هوا برای ماه فوریه بوده است (جدول ۱).

جدول ۱ - میانگین دمای هوا و ضریب تغییرات آن در ماه‌های مختلف سال

ضریب تغییرات	میانگین دمای هوا (درجه سانتیگراد)	بارش ماه
۲۹/۴۸	۳/۳۷	ژانویه
۴۰/۸۹	۴/۰۹	فوریه
۲۲/۴۳	۷/۵۷	مارس
۱۱/۲۷	۱۴/۳۰	آوریل
۷/۲۳	۱۹/۳۸	می
۷/۵۸	۲۴/۸۱	جون
۵/۱۲	۲۷/۵۲	جولای
۴/۷۹	۲۶/۸۸	اگوست
۶/۴۵	۲۲/۰۹	سپتامبر
۸/۳۷	۱۵/۴۵	اکتبر
۱۸/۰۷	۹/۱۹	نوامبر
۳۳/۳۶	۴/۷۶	دسامبر
۶/۲۵	۱۴/۹۹	سالانه

شیب تغییرات و ضریب همبستگی روند تغییرات عامل‌های میانگین، حداقل، حداکثر دما و تعداد روزهای با دمای بیش از ۳۰ درجه سانتیگراد در جدول ۲ ارائه شده است.

نتایج نشان می‌دهد در طول سال‌های مورد مطالعه تغییر دمای میانگین از سالی به سال دیگر ناچیز و برابر ۰/۰۲۴- (با ضریب همبستگی ۰/۱۲۴) بوده است. همچنین روند افزایشی و یا کاهش‌ی معنی داری در تغییر دمای میانگین به جز در ماه‌های دسامبر و سپتامبر دیده نمی‌شود. تغییرات افزایشی مشاهده شده برای ماه دسامبر دارای شیبی برابر با ۰/۰۹۹ بوده که از نظر آماری معنی دار نبوده است.

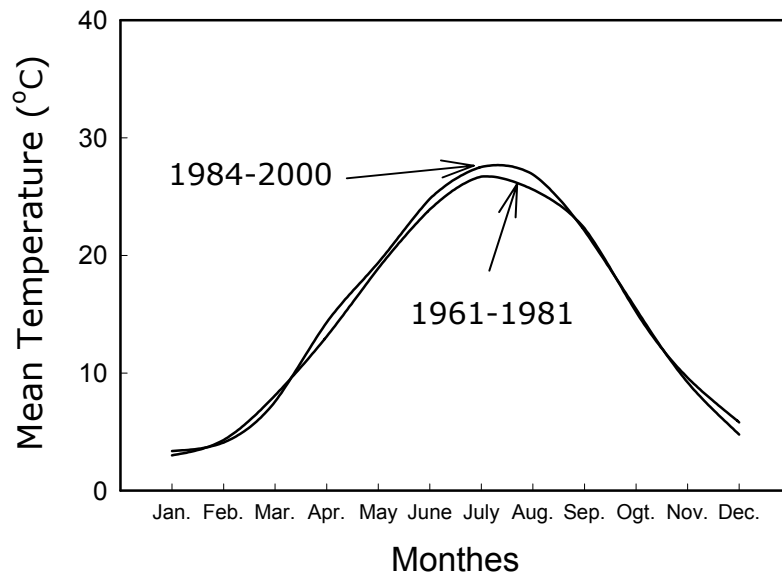
برابر نتایج حاصل در طول سال‌های مورد مطالعه افزایش دمای حداقل نیز از سالی به سال دیگر بسیار ناچیز و برابر ۰/۰۴۸- (با ضریب همبستگی ۰/۰۵۸) بوده است. به عبارت دیگر تغییری در حداقل دما در طول این سال‌ها مشاهده نشد. برای ماه‌های ژانویه و فوریه و نوامبر کاهش ناچیزی در طول سال‌های یادشده دیده شد. در ماه‌های دیگر روند تغییرات حداقل دما افزایشی بوده است. بیشترین تغییرات افزایشی مربوط به مارس با شیب ۰/۲۴۸ و کمترین آن به سپتامبر با شیب ۰/۰۰۶ بود. این تغییرات از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار نبود.

نتایج نشان داد در طول سال‌های مورد مطالعه افزایش دمای حداکثر از سالی به سال دیگر ناچیز و برابر ۰/۰۹۰- (با ضریب همبستگی ۰/۵۰۵) بوده به همین اندازه کاهش در دمای حداکثر ماه سپتامبر دیده شد. بیشترین و کمترین تغییرات افزایشی به ترتیب برای ماه‌های فوریه و ژانویه با شیب‌های برابر با ۰/۲۳۱ و ۰/۰۰۳ بوده است. تغییرات افزایشی برای ماه‌های دسامبر و آگوست به ترتیب با شیب‌های برابر با ۰/۲۰۷ و ۰/۱۴- از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بود. به عبارت دیگر به ازای گذشت هر ده سال حدود ۲/۳ و ۲/۰ و ۱/۴ درجه سانتیگراد به میانگین دمای حداکثر ماه‌های فوریه و دسامبر و اوت افزوده می‌شود.

نتایج نشان داد در طول سال‌های مورد مطالعه شیب تغییرات تعداد روزهای با دمای بیش از ۳۵ درجه سانتیگراد از سالی به سال دیگر برابر ۰/۱۴۱- (با ضریب همبستگی ۰/۰۵۵) بوده که معنی دار نبود. با این که بیشترین تغییرات افزایشی و کاهش‌ی به ترتیب برای ماه‌های می و سپتامبر با شیب‌های برابر با ۰/۲۹۶ و ۰/۲۴۷- بود که در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار نبود. در ماه‌های ژانویه و فوریه و مارس و نوامبر و دسامبر چون دمای هوا همواره پائین تر از ۲۵ درجه سانتیگراد است بنابراین شیب روند برابر صفر بوده است.

میانگین دمای هوا برای دوره‌های ۱۹۸۴ تا ۲۰۰۰ با ۱۹۶۱ تا ۱۹۸۱ با استفاده از آماره t جفت شده مقایسه شد. آمار محاسبه شده برابر ۰/۰۶۷ بدست آمد. بنابراین فرض برابری میانگین‌ها درست بوده و میانگین دمای هوا دوره‌های یاد شده از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد تفاوتی ندارند. در شکل ۱ تغییرات

دمای هوا در دو دوره ارائه شده است. میانگین دمای هوا برای دوره اول (از ۱۹۶۱ تا ۱۹۸۱) برابر ۱۴/۷۱ و برای دوره دوم (از ۱۹۸۴ تا ۲۰۰۰) برابر ۱۴/۹۵ درجه سانتیگراد به دست آمد.



شکل ۱- میانگین دمای هوا ماهانه برای دوره‌های اقلیمی مورد مطالعه

ب) تحلیل داده‌های بارش

مجموع بارش سالانه ایستگاه پارس آباد مغان در دوره اقلیمی یاد شده برابر با ۲۵۸/۹ میلی‌متر و ضریب تغییرات آن برابر ۱۹/۲۲ درصد می‌باشد. مقادیر حداقل و حداکثر آن مربوط به سال‌های ۱۹۹۶ و ۱۹۹۱ با مقادیر برابر با ۱۵۳ و ۳۱۹/۷ میلی‌متر بوده است. بیشترین و کمترین بارش منطقه به ترتیب در فصل پائیز و تابستان و به اندازه ۸۱/۸۳۵ و ۴۰/۵۹۴ میلی‌متر در فصل بوده است. بارش‌های فصل بهار و زمستان برابر ۷۷/۷۲۱ و ۶۳/۹۵۶ میلی‌متر در فصل بوده است. از بین ماه‌های مختلف سال ماه‌های اکتبر و جولای دارای بیشترین و کمترین مقدار بارش با اندازه‌های ۳۶/۲۵۹ و ۷/۲۶۴ میلی‌متر و با ضریب تغییرات ۸۸/۱۷۶ و ۱۴۳/۹۷ درصد بوده که نشانگر تغییرات گسترده بارش در ماه‌های یاد شده در سال‌های مورد مطالعه است. بارش ماه‌های اکتبر و جولای به ترتیب ۱۴/۰۰ و ۲/۸۰ درصد از کل بارش سالانه را شامل می‌شوند (جدول ۳).

جدول ۲- تغییر سالانه عامل دمای هوا برای شرایط اقلیمی مغان

ماه‌های سال	ضریب همبستگی	شیب	ضریب همبستگی	شیب	ضریب همبستگی	شیب	ضریب همبستگی	ماه‌های سال
	حداقل دما	میانگین دما	حداکثر دما	تعداد روزهای با دمای بیش از ۳۰ درجه	ضریب همبستگی	شیب	ضریب همبستگی	ماه‌های سال
ژانویه	-۰/۰۳۸	۰/۵۱۵*	۰/۰۲۵	۰/۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۳	۰/۰۱۱ ^{ns}	۰	ژانویه
فوریه	-۰/۰۴۱	۰/۲۰۵ ^{ns}	۰/۰۲۷	۰/۰۷۸ ^{ns}	۰/۲۳۱	۰/۵۱۷*	۰	فوریه
مارس	۰/۲۴۸	۰/۷۷۵**	۰/۰۴۵	۰/۱۲۶ ^{ns}	۰/۱۶۱	۰/۳۸۱ ^{ns}	۰	مارس
آوریل	۰/۰۹۲	۰/۳۷۹ ^{ns}	۰/۰۲۱	۰/۰۶۱ ^{ns}	۰/۱۶۹	۰/۳۶۴ ^{ns}	۰/۲۳۱ ^{ns}	آوریل
می	۰/۱۰۹	۰/۵۷۷*	-۰/۰۴۵	۰/۱۶۲ ^{ns}	۰/۰۵۶	۰/۱۷۰ ^{ns}	۰/۴۱۰ ^{ns}	می
ژوئن	۰/۰۰۴	۰/۰۲۱ ^{ns}	-۰/۰۸۴	۰/۲۲۶ ^{ns}	۰/۰۱۲	۰/۰۳۸ ^{ns}	۰/۰۴۳ ^{ns}	ژوئن
جولای	۰/۰۲۶	۰/۱۸۸ ^{ns}	-۰/۰۳۶	۰/۱۲۹ ^{ns}	۰/۰۶۵	۰/۲۴۲ ^{ns}	۰/۲۲ ^{ns}	جولای
آگوست	۰/۱۵۵	۰/۶۹۴**	۰/۰۴۷	۰/۱۸۵ ^{ns}	۰/۱۴۰	۰/۵۲۹*	۰/۲۸۸ ^{ns}	آگوست
سپتامبر	۰/۰۰۶	۰/۰۳۷ ^{ns}	-۰/۱۲۹	۰/۴۵۸*	-۰/۰۹۹	۰/۳۱۰ ^{ns}	۰/۲۷۶ ^{ns}	سپتامبر
اکتبر	۰/۰۴۵	۰/۱۹۲ ^{ns}	۰/۰۱۹	۰/۰۷۶ ^{ns}	۰/۱۱۹	۰/۳۰۶ ^{ns}	۰/۲۸۸ ^{ns}	اکتبر
نوامبر	-۰/۰۵۰	۰/۱۹۹ ^{ns}	-۰/۰۵۹	۰/۱۸۱ ^{ns}	۰/۰۶۵	۰/۱۴۴ ^{ns}	-	نوامبر
دسامبر	۰/۱۴۹	۰/۵۱۰*	۰/۰۹۹	۰/۳۱۷ ^{ns}	۰/۲۰۷	۰/۵۶۳*	-	دسامبر
سالانه	۰/۰۰۴۸	۰/۰۵۸ ^{ns}	-۰/۰۲۴	۰/۱۲۴ ^{ns}	۰/۰۹۰	۰/۵۰۵*	۰/۰۵۵ ^{ns}	سالانه

جدول ۳ - میانگین بارش و ضریب تغییرات و سهم ماه‌های مختلف سال از بارش کل

بارش ماه	میانگین بارش (میلی‌متر)	ضریب تغییرات	درصد بارش ماه نسبت به سال
ژانویه	۱۵/۹۱۲	۸۳/۰۱۳	۶/۱۵
فوریه	۱۹/۳۴۴	۵۶/۰۵۸	۷/۴۷
مارس	۲۸/۷۰۰	۶۹/۲۴۹	۱۱/۰۸
آوریل	۲۴/۵۶۲	۹۶/۷۱۹	۹/۴۸
می	۳۴/۵۷۶	۷۶/۷۴۷	۱۳/۳۵
جون	۱۸/۵۸۲	۸۳/۸۵۸	۷/۱۸
جولای	۷/۲۶۴	۱۴۳/۹۷۰	۲/۸۰
آگوست	۸/۵۴۱	۱۲۸/۳۷۹	۳/۳۰
سپتامبر	۲۴/۷۸۸	۱۶۶/۶۶۷	۹/۵۷
اکتبر	۳۶/۲۵۹	۸۸/۱۷۶	۱۴/۰۰
نوامبر	۲۵/۶۲۹	۸۴/۳۱۵	۹/۸۹
دسامبر	۱۹/۹۴۷	۹۲/۵۹۸	۷/۷۰
سالانه	۲۵۸/۹	۱۹/۲۲۴	۱/۰۰

نتایج مندرج در جدول ۴ نشان می‌دهد در طول سال‌های مورد مطالعه روند تغییر مقدار کل بارش از سالی به سال دیگر ناچیز (با ضریب همبستگی ۰/۰۲۳) بوده، ولی مقدار بارش در ماه‌های مختلف از سالی به سال دیگر تغییر نموده است. به طور کلی روند مقدار بارش در ماه‌های مختلف سال افزایشی است. بیشترین تغییرات افزایشی برای ماه اکتبر با شیب برابر با ۲/۹۴۹ (معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد) بوده و در این ماه به ازای هر سال تقریباً ۳ میلی‌متر به مقدار بارش افزوده شده است. پس از آن ماه‌های مارس، می و نوامبر با افزایش سالانه بارش به اندازه ترتیبی ۲/۷۴۹ و ۲/۴۱۷ و ۲/۰۰۳ میلی‌متر با ضریب همبستگی برابر با ۰/۵۶۳ و ۰/۹۳۷ و ۰/۷۳۰ قرار دارند. کمترین تغییرات افزایشی بارش مربوط به ماه جولای بوده و در این ماه هر سال به اندازه ۰/۵۵ میلی‌متر (با ضریب همبستگی برابر با ۰/۴۴) به مقدار بارش افزوده شده است. با توجه به روند افزایشی مقدار بارش در فصل رشد زراعت‌های دیم به نظر می‌رسد افزایش نزولات جوی در نهایت موجب افزایش عملکرد محصولات دیم نیز گردد. بنابراین توصیه می‌شود تاریخ کاشت محصولات دیم در این منطقه متناسب با روند افزایشی بارش تنظیم یا تعیین گردد.

نتایج نشان داد روند تغییر تعداد روزهای بارش بیشتر از یک میلی‌متر از سالی به سال دیگر ناچیز (با ضریب همبستگی ۰/۰۳۲) و غیر معنی دار بوده است. ولی تغییرات آن در ماه‌های مختلف از سالی به سال دیگر افزایشی بوده است. بیشترین تغییرات افزایشی برای ماه می با شیب برابر با ۰/۴۶ و معنی دار در سطح احتمال یک درصد بود (جدول ۴). در این ماه به ازای هر دو سال تقریباً یک روز به تعداد روزهای بارش بیشتر از یک میلی‌متر افزوده شده است.

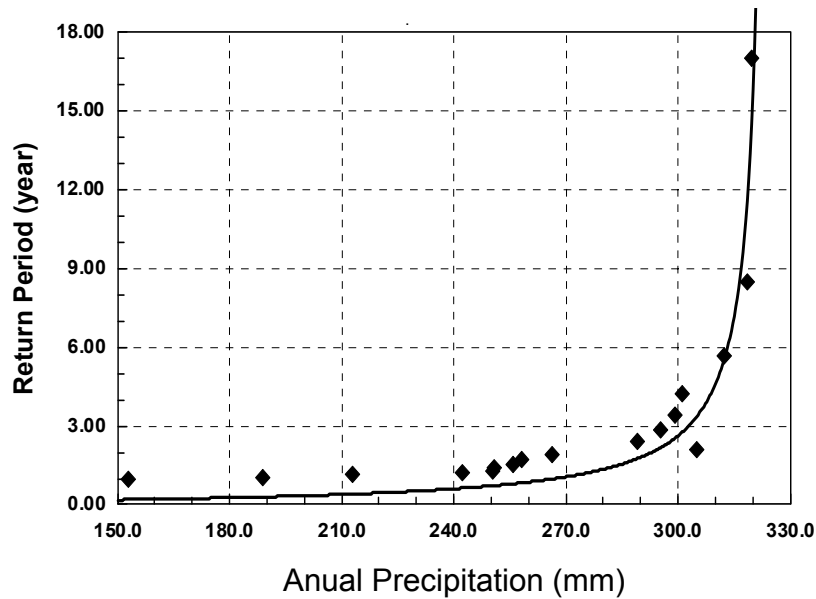
جدول ۴- تغییر ماهانه بارش برای شرایط اقلیمی مغان

ماه‌های سال	کل بارش		تعداد روز با بارش بیشتر از ۱ میلی‌متر		تعداد روز با بارش بیشتر از ۵ میلی‌متر		تعداد روز با بارش بیشتر از ۱۰ میلی‌متر	
	شیب	ضریب همبستگی	شیب	ضریب همبستگی	شیب	ضریب همبستگی	شیب	ضریب همبستگی
ژانویه	۱/۵۵۶	۰/۴۰۴ [*]	۰/۳۴۸	۰/۶۲ [*]	۰/۰۶۱	۰/۱۹۶ ^{ns}	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰ ^{ns}
فوریه	۱/۷۱۷	۰/۹۴۵ ^{**}	۰/۴۰۶	۰/۹۱ ^{**}	۰/۱۰۷	۰/۴۹۸ [*]	۰/۰۲۷	۰/۳۷۸ ^{ns}
مارس	۲/۷۴۹	۰/۵۶۳ [*]	۰/۴۱۸	۰/۹۳ ^{**}	۰/۱۸۹	۰/۳۸۹ ^{ns}	۰/۰۴۵	۰/۰۲۷ ^{ns}
آوریل	۱/۸۸۷	۰/۷۱۵ ^{**}	-۰/۱۳۹	۰/۳۳ ^{ns}	۰/۱۱۵	۰/۸۵۸ ^{**}	۰/۰۵۰	۰/۵۴۹ [*]
می	۲/۴۱۷	۰/۹۳۷ ^{**}	۰/۴۶۳	۰/۹۳ ^{**}	۰/۱۷۷	۰/۹۹۹ ^{**}	۰/۰۴۷	۰/۷۶۳ ^{**}
ژوئن	۱/۵۸۴	۰/۵۹۷ [*]	۰/۱۷۹	۰/۲۹ ^{ns}	۰/۱۲۱	۰/۴۹۰ [*]	۰/۰۳۷	۰/۴۶۰ ^{ns}
جولای	۰/۵۵۶	۰/۴۴۴ ^{ns}	۰/۰۷۶	۰/۶۸ [*]	۰/۰۲۹	۰/۴۰۰ ^{ns}	۰/۰۲۲	۰/۳۳۴ ^{ns}
آگوست	۰/۷۰۶	۰/۴۲۶ ^{ns}	۰/۱۰۲	۰/۵۶ [*]	۰/۰۳۷	۰/۴۰۰ ^{ns}	۰/۰۱۵	۰/۴۱۷ ^{ns}
سپتامبر	۲/۳۱۶	۰/۲۸۳ ^{ns}	۰/۱۸۸	۰/۴۱ ^{ns}	۰/۱۲۸	۰/۳۳۸ ^{ns}	۰/۰۷۹	۰/۳۲۰ ^{ns}
اکتبر	۲/۹۴۹	۰/۶۴۶ ^{**}	۰/۴۱۲	۰/۸۹ ^{**}	۰/۲۱۲	۰/۵۴۱ [*]	۰/۰۸۲	۰/۴۲۰ ^{ns}
نوامبر	۲/۰۰۳	۰/۷۳۰ ^{**}	۰/۳۵۳	۰/۹۵ ^{**}	۰/۱۳۵	۰/۶۱۶ [*]	۰/۰۴۶	۰/۴۰۸ ^{ns}
دسامبر	۱/۴۷۷	۰/۷۲۵ ^{**}	-۰/۱۳۲	۰/۲۶ ^{ns}	۰/۰۸۱	۰/۸۳ ^{**}	۰/۰۲۷	۰/۳۸۹ ^{ns}
سالانه	۰/۵۰۶	۰/۰۲۳ ^{ns}	-۰/۰۵۱	۰/۰۳۲ ^{ns}	-۰/۱۴۲	۰/۱۴۵ ^{ns}	-۰/۰۱۱	۰/۳۳۳ ^{ns}

پس از آن ماه‌های مارس، اکتبر، فوریه و ژانویه با افزایش سالانه به اندازه ترتیبی ۰/۴۱۸ و ۰/۴۱۲ و ۰/۴۰۰ و ۰/۳۴۷ و با ضریب همبستگی برابر با ۰/۹۳ و ۰/۸۹ و ۰/۹۱ و ۰/۶۲ قرار دارند (جدول ۴). در سه ماه یاد شده اخیر به ازای هر پنج سال دو روز و در ماه ژانویه به ازای هر ده سال تقریباً پنج روز به تعداد روزهای با بارش بیشتر از یک میلی‌متر اضافه شده است. برای ماه‌های آوریل، ژوئن و دسامبر ضریب همبستگی روند معنی دار نبوده و در این ماه‌ها تغییری در تعداد روزهای بارش با مقدار یاد شده وجود ندارد (جدول ۴).

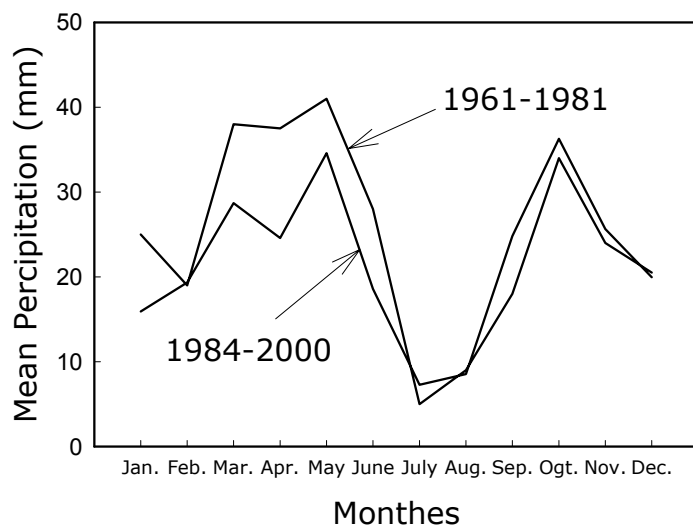
نتایج نشان داد روند تغییر تعداد روزهای با بارش بیشتر از ۵ میلی‌متر از سالی به سال دیگر ناچیز (با ضریب همبستگی ۰/۱۴) و غیر معنی دار بود. ولی تعداد روزهای با بارش بیشتر از ۵ میلی‌متر در ماه‌های مختلف از سالی به سال دیگر تغییرات افزایشی داشته است. بیشترین تغییرات افزایشی برای ماه اکتبر با شیب برابر با ۰/۲۱۲ (با ضریب همبستگی برابر با ۰/۵۴) بوده (معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد) و در این ماه به ازای هر پنج سال یک روز به تعداد روزهای با بارش بیشتر از ۵ میلی‌متر افزوده شده است (جدول ۴). پس از آن ماه می با افزایش سالانه به اندازه ۰/۱۷۷ و با ضریب همبستگی برابر با ۰/۹۹۹ قرار دارد (جدول ۴). برای ماه‌های دسامبر و ژانویه و اگوست و جولای تغییرات تغییر تعداد روزهای با بارش بیشتر از ۵ میلی‌متر از سالی به سال دیگر ناچیز و غیر معنی دار بوده است. برای ماه مارس تغییرات این عامل در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار نشد (جدول ۴).

نتایج نشان داد در طول سال‌های مورد مطالعه روند تغییر تعداد روزهای با بارش بیشتر از ۱۰ میلی‌متر به طور میانگین از سالی به سال دیگر و نیز در ماه‌های مختلف سال ناچیز بوده است (جدول ۴). برمبنای داده‌های بارش، دوره برگشت کوتاه مدت آن محاسبه شده و نتایج در شکل ۲ ارائه شده است. دوره برگشت‌های برآورد شده وضعیت متوسط را نشان می‌دهند و آن به این معنی است که در دوره زمانی برآورد شده، بارش با مقدار معلوم یا با کمیت بیشتر از آن یک بار اتفاق می‌افتد. برای نمونه انتظار می‌رود به طور متوسط به ترتیب در هر ۱ و ۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۱۲ سال یک بار بارش سالانه‌ای با مقدار ۲۶۷ و ۲۹۳ و ۳۰۳ و ۳۰۸ و ۳۱۱ و ۳۱۳ و ۳۱۴/۵ و ۳۱۹ میلی‌متر و یا بیشتر اتفاق بیافتد.



شکل ۲ - مقادیر بارش سالانه به ازای دوره برگشت‌های مختلف برای دوره اقلیمی مورد مطالعه

میانگین بارش برای دوره‌های ۱۹۸۴ تا ۲۰۰۰ با ۱۹۶۱ تا ۱۹۸۱ با استفاده از آماره t جفت شده مقایسه شد. آماره محاسبه شده برابر $1/62$ - بدست آمد. بنابراین فرض برابری میانگین‌ها درست بوده و میانگین بارش دوره‌های یاد شده از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد تفاوتی ندارند. در شکل ۳ تغییرات بارش در دو دوره ارائه شده است. میانگین بارش سالانه برای دوره اول (از ۱۹۶۱ تا ۱۹۸۱) برابر ۲۹۹ و برای دوره دوم (از ۱۹۸۴ تا ۲۰۰۰) برابر $264/11$ میلی‌متر به دست آمد.



شکل ۳ - میانگین بارش ماهانه برای دوره‌های اقلیمی مورد مطالعه

منابع مورد استفاده

۱. بی نام. ۱۳۷۵. کشاورزی پایدار: تغییرات اقلیم و اثرات آن بر تولیدات کشاورزی. آب خاک ماشین. شماره ۲۵. ص ۴۴ تا ۴۶. آمارهای هواشناسی ایستگاه پارس آباد مغان
۲. علیزاده امین. ۱۳۷۳. گرم شدن جهانی و پی آمدهای هیدرولوژیک. نیوار. ۹ تا ۱۷.
۳. قربانی محمدحسین و افشین سلطانی. ۱۳۸۱. بررسی تغییر اقلیم گرگان طی چهل سال گذشته. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ش ۴. ص ۳ تا ۱۲.
۴. کمالی غلامعلی و علی اکبر سرافراز. ۱۳۷۹. مطالعات تغییرات بارندگی مشهد. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی. شماره‌های ۵۸ و ۵۹. ص ۱۸۵ تا ۱۹۹. مشهد.
۵. کوچکی عوض و حمیدرضا شریفی. ۱۳۷۶. تغییر اقلیم: ۲- جنبه‌های اکوفیزیولوژی رشد و نمو گیاهان زراعی. نیوار. ۱۵-۳۴.
6. Cutforth, H. W., B.G. Woodvin, R.J. McConkey, D.G. Smith, P.G. Jefferson and O.O. Akinremi. 1999. Climate change in the semiarid prairie of southwestern saskatchewan: Late winter-early spring. Can. Plant. Sci. 79:343-353.
7. Sivakumar, M.V.K. 1992. Climate change and implications for agriculture in Niger. Climatic Change. 20 :297-312.