سال هفتم، شماره ۳، ۱۳۹۹، صفحات ۸۳ تا ۸۷
نشریه آب و توسعه پایدار

2020, Vol.7, No.3, Pages 83 to 87
Journal of Water and Sustainable Development

نوع مقاله: فنی و ترویجی

Article Type: Technical paper

بررسی نیاز آبی نخیلات منطقه بم ناشی از تغییر اقلیم در دوره‌های آتی

عبدالحمید محبی

استادیار پژوهش، پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران.

Email: hamidmohebi@hotmail.com

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۱/۰۵
تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۶/۱۸

چکیده

گرمایش جهانی یکی از بحث‌های مهم جهان امروز است که متغیرهای مختلفی در آن دخالت دارند . افزایش درجه حرارت، افزایش تبخیر و تعرق همراه با کاهش قابل توجه بارش را به همراه دارد و به شدت برروی منابع آب تأثیرگذار خواهد بود. در این پژوهش از مدل ریزمقیاس نمایی آماری با استفاده از مدل SDSM خروجی مدل تغییر اقلیم canESM2 ایستگاه سینوپتیك بم براساس مدل‌های گزارش پنجم هیأت بین‌الدول تغییر اقلیم و تحت سناریوهای جدید انتشار و پیش‌بینی‌های آینده در سه بازه زمانی ۲۰۴۰-۲۰۱۰، ۲۰۷۰-۲۰۴۱ و ۲۱۰۰-۲۰۷۱ در مقایسه با دوره پایه ۲۰۰۵ -۱۹۶۱ استفاده شد. مشاهدات روزانه بارش، دمای متوسط، حداقل و حداکثر برای دوره ۲۰۰۵-۱۹۶۱ به‌عنوان ورودی وارد مدل شد. با در نظر گرفتن سناریوهای تغییر اقلیم (RCP2.6، RCP4.5 و RCP8.5) برای دوره‌های آینده تغییر اقلیم مورد نظر، ارزیابی شد. نتایج خروجی مدل ریزمقیاس نشان داد، در دوره‌های آینده دما در ایستگاه بم براساس سه سناریوی مورد بررسی افزایش خواهد یافت. بارش تحت برخی سناریوها افزایش و تحت برخی سناریوها کاهش خواهد یافت. نتایج نرم‌افزار کراپ وات ۸ برای دوره‌های آینده نشان داد، آب مورد نیاز نخیلات در سال‌های آتی در سه بازه زمانی ۲۰۴۰-۲۰۱۰، ۲۰۷۰-۲۰۴۱ و ۲۱۰۰-۲۰۷۱ در مقایسه با دوره پایه ۲۰۰۵ -۱۹۶۱ برای همه سناریوها وهمه بازه‌های زمانی به‌جز سناریو ارسی‌پی ۸/۵ (RCP8.5) در دوره زمانی ۲۰۴۰-۲۰۱۱ افزایش یافته است.

واژه‌های کلیدی: تغییر اقلیم، نخل خرما، گرمایش جهانی.

Investigation of Water Requirements of Date Palms in Bam Region Due to Climate Change in Future Periods

A.H. Mohebi

Research Assistant Professor, Date Palm and Tropical Fruits Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Ahwaz, Iran.

Email: hamidmohebi@hotmail.com

Received: 25-01-2020
Accepted: 08-09-2020

Abstract

Global warming is one of the most important issues in the world today, in which various variables are involved. Temperature increase, evapotranspiration increase along with significant decrease in precipitation and will greatly affect water resources. In this research, from the statistical exponential microscale model using the SDSM model, the output of the CanESM2 climate change model of Bam synoptic station is based on the models of the fifth report of the intergovernmental panel on climate change and under new release scenarios and future forecasts in three time periods of 2010- 2040, 2041-2070 and 2071-2100 were used in comparison with the base period of 1961-2005. Daily observations of precipitation, mean temperature, minimum and maximum for the period 1961-2005 were entered into the model as input. Considering the climate change scenarios (RCP2.6, RCP4.5 and RCP8.5), the desired climate change was evaluated for future periods. The output results of the microscale model showed that in future periods, the temperature in Bam station will increase based on the three scenarios. Precipitation will increase under some scenarios and will decrease under some scenarios. The results of CROPWAT 8.0 software for future periods showed that the water required for palm trees in the future years in the three time periods 2010-2040, 2041-2070 and 2071-2100 compared to the base period 2001-2005 for all scenarios and all time periods except RCP8.5 scenario have increased in the period 2011-2040.

Keywords: Climate Change, Date Palm, Global Warming.

DOI: 10.22067/jwsd.v7i3.85260

مقدمه

هیأت بین‌الدول تغییر اقلیم تغییرات گسترده‌ای در اقلیم سراسر شرق خاورمیانه را پیش‌بینی نموده است (IPCC، ۲۰۱۴). افزایش درجه حرارت در نتیجه تقاضای بالای تبخیر و تعرق همراه با کاهش قابل توجه بارش می‌باشد و به شدت برروی منابع آب در این مناطق تأثیرگذار خواهد بود (Fiseha و همکاران، ۲۰۱۲). هیأت بین‌الدول تغییر (IPCC) اقلیم (۲۰۰۷) بیان کرد، منابع آب قابل دسترس در منطقه خاورمیانه تحت اثر تغییرات اقلیمی، در وضعیت هشداردهنده قرار دارند (IPCC، ۲۰۰۷). ایران در منطقه خشک و نیمه‌خشک واقع شده است. برخی از مطالعات در رابطه با بررسی تغییرات اقلیمی برروی حوضه‌های آبخیز ایران و تأثیرات آن برروی مؤلفه‌های درجه حرارت و بارش در این مناطق در دوره‌های گذشته و آینده براساس مدل‌های ارزیابی گزارش چهارم هیأت بین‌الدول تغییر اقلیم انجام شده است. این مطالعات قدرت تفکیک‌پذیری پایینی دارد و از سناریوهای انتشار قدیمی‌تر نسبت به گزارش ارزیابی پنجم هیأت بین‌الدول استفاده می‌نماید (Akhtar و همکاران، ۲۰۰۸). ریزمقیاس‌نمایی آماری با نرم‌افزارهای متفاوتی انجام می‌شود. یکی از نرم‌افزارهای مورد استفاده در این روش (SDSM) است. این روش توسط Wilby و Dawson (۲۰۰۷) به‌عنوان ابزاری در جهت ریزمقیاس کردن با روش آماری توسعه یافت که مبنای آن رگرسیون چندمتغیره است و پارامترهای جوی را پیش‌بینی می‌کند.

اثر تغییر اقلیم در حوضه رودخانه هندوکش کاراکروم واقع در هیمالیا بررسی شد و نتایج نشان داد، در دوره ۲۱۰۰-۲۰۷۰ دما و بارش در این حوضه افزایش دارد (Akhtar و همکاران، ۲۰۰۸). بررسی اثرات تغییر اقلیم در حوضه آبریز زاینده رود نشان داد، دمای سالانه حدود ۲ درجه سانتی‌گراد در دوره ۲۰۵۰-۲۰۲۱ و در حدود ۴/۵-۳ درجه سانتی‌گراد در دوره ۲۰۷۰-۲۰۵۱ افزایش می‌یابد (آذرانفرو ابریشمچی، ۱۳۸۵). اثر تغییر اقلیم با استفاده از مدل SDSM و ریزمقیاس‌نمایی HADCM در حوضه قره‌سو در دوره ۲۰۴۰-۲۰۶۹ بررسی شد و نتایج نشان داد، دما در همه ماه‌ها افزایش و میزان بارش بین ۱۰ تا ۲۰ میلی متر در سال نسبت به دوره پایه تغییر می‌کند (کمال و مساح بوانی، ۱۳۸۹). بررسی‌های اثر تغییر اقلیم با استفاده از مدل HADCM3 طبق سه سناریوی A۱، A۲ و B۱ در استان خراسان رضوی در دوره ۲۰۳۰ -۲۰۱۱ نشان داد، میزان دما و بارش بهاره، پاییزه و زمستانه در اغلب مناطق استان افزایش دارد (Ashraf و همکاران، ۲۰۱۱). نتایج اثرات تغییر اقلیم بر جریان رودخانه زاینده رود با استفاده از مدل HadCM3 نشان داد، دمای میانگین در دوره ۲۰۹۹-۲۰۷۰ با سناریوی A۲ معادل ۴/۶ و تحت سناریوی B۲ معادل ۳/۲ درجه سانتیگراد افزایش می‌یابد (مساح بوانی و مرید، ۱۳۸۴).

تبخیر و تعرق بعد از بارندگی اصلی‌ترین جزء چرخه هیدرولوژیکی است و تعیین کننده نیاز آبی گیاه می‌باشد. چندین پارامتر اقلیمی نظیر دما، باد، بارش و ساعات آفتابی از جمله عوامل اصلی مؤثر بر نیاز آبی گیاهان یا تبخیر و تعرق می‌باشند. هر گونه تغییر در این پارامترهای اقلیمی در اثر تغییرات اقلیمی، بر تبخیر و تعرق گیاه تأثیرگذار خواهد بود. نیاز آبی گیاه و تبخیر و تعرق آن عامل اصلی مصرف آب در بخش کشاورزی است (Alizadeh و همکاران، ۲۰۱۰). انتظار می‌رود، با افزایش درجه حرارت میزان تبخیر و تعرق پتانسیل افزایش یابد. افزایش غلظت گاز کربنیک در آینده منجر به افزایش دمای جو می‌شود، مهمترین اثر آن در کشاورزی افزایش تبخیر و تعرق و تغییر طول دوره رشد گیاهان است و با هم نیاز آبی گیاه را تعیین می‌کنند. بنابراین نیاز آبی گیاهان به‌طور مستقیم تحت تأثیر پارامترهای اقلیمی و تغییرات آن خواهد بود (IPCC. ۲۰۱۴). نتایج بررسی مصرف آب کشاورزی در دشت مشهد نشان داد، با شرایط گرم شدن هوا و تغییر اقلیم ناشی از صنعتی شدن و گازهای گلخانه‌ای، با فرض خوشبینانه بودن منابع آب، مصرف آب کشاورزی، به‌عنوان عمده‌ترین بخش مصرف کننده آب، به شدت افزایش خواهد داشت و برای مقابله با آن باید راهکارهای مدیریتی اتخاذ کرد (Alizadehو همکاران، ۲۰۱۰). بررسی اثر تغییر اقلیم بر تبخیر، تعرق و بارش در سه منطقه از غرب پورتوریکو تحت سناریوهای B۱، A۲ و A۱ نشان داد، در اثر تغییرات اقلیمی رطوبت فصل‌های ی بارانی بیشتر و فصل‌های ی خشک کمتر می‌شود. بررسی میانگین ۲۰ ساله بارش طی ماه سپتامبر در تمامی مناطق تحت سناریوهای ی بررسی شده بین ۱۲۱ تا ۳۲۱ میلی متر افزایش و در ماه فوریه به مقدار ۲۷ تا ۷۷ میلی متر کاهش می‌یابد (Harmsen و همکاران، ۲۰۰۹).

اهداف کلی در این پژوهش شامل تجزیه و تحلیل روند سالانه بارش و درجه حرارت براساس مدل‌های گزارش پنجم هیأت بین‌الدول تغییر اقلیم و تحت سناریوهای جدید انتشار و پیش‌بینی‌های آینده در سه بازه زمانی ۲۰۴۰-۲۰۱۰، ۲۰۷۰-۲۰۴۱ و ۲۰۹۹-۲۰۷۱ در مقایسه با دوره پایه ۲۰۰۵ -۱۹۶۱، مقایسه نتایج مدل‌های گزارش پنجم با یکدیگر و تعیین تغییرات در میزان بارش و درجه حرارت در دوره‌های آینده نسبت به دوره پایه در مقیاس سالانه و ماهانه و برآورد آب مورد نیاز نخیلات منطقه بم در دوره‌های ۲۰۴۰-۲۰۱۰، ۲۰۷۰-۲۰۴۱ و ۲۰۹۹-۲۰۷۱ بود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور انجام این پژوهش، اطلاعات آب‌وهوایی ایستگاه‌های هواشناسی سینوپتیك بم مربوط به سال‌های ۲۰۰۵-۱۹۶۱ از سازمان هواشناسی کشور تهیه شد. در این تحقیق به‌منظور کوچک مقیاس کردن مکانی داده‌ها از مدل ریزمقیاس‌سازی (Wilby و Dawson، ۲۰۰۷) استفاده شد. تغییرات اقلیم آینده توسط سه سناریوی جدید انتشار RCPs به نام‌های (RCP2.6، RCP4.5، RCP8.5) و تحت سه بازه زمانی آینده نزدیک (۲۰۴۰-۲۰۱۱)، آینده میانی (۲۰۷۰-۲۰۴۱) و آینده دور (۲۰۹۹-۲۰۷۱) در این سه مدل مقایسه و ارزیابی شد.
جهت برآورد نیاز آبی گیاه از مدل CROPWAT8.0 استفاده شد. این مدل، یک مدل ساده بیلان آب است و امکان شبیه‌سازی تنش رطوبتی روی گیاه و محاسبه میزان کاهش محصول را بر پایه روش‌های مدون برآورد تبخیر و تعرق و عکس‌العمل گیاه به تنش آبی میسر می‌سازد. CROPWAT8.0 یک برنامه کامپیوتری است که مدل پنمن- مونتیث را برای محاسبه تبخیر و تعرق گیاه مرجع (ETo)، نیاز آبی گیاه (ETm)، و نیاز آبیاری گیاه به‌کار می برد.
مقادیر روزانه داد های اقلیمی بارش، دمای کمینه، دمای بیشینه سال‌های آینده تولید شد. علاوه‌بر این پارامترها جهت تعیین ETO در دوره آینده تعیین داده‌های سرعت باد و رطوبت نسبی نیاز است. باتوجه‌به اینکه سرعت باد و میزان رطوبت نسبی با درجه حرارت رابطه دارند (رابطه ۱ و ۲)، با استفاده از روابط زیر میزان این پارامترها برای دوره های آینده (سی سال آینده) محاسبه شد. قبلاً اعتبارسنجی این رابطه با استفاده از مدل‌های آماری توسط محققان انجام شده است.

$$Wind=9.495+(0.633\times Tmin)-(0.386\times Tmax) \quad (1)$$

$$Humidity=93.453+(1.658\times Tmin)-(2.926\times Tmax) \quad (2)$$

در معادلات فوق Humidity رطوبت نسبی و Wind سرعت باد است.

بحث و نتایج

• پیش‌بینی دما

دمای متوسط در ایستگاه بم در دوره‌های مختلف سال‌های آینده (۲۰۴۰-۲۰۱۰، ۲۰۷۰-۲۰۴۱ و ۲۱۰۰-۲۰۷۱) نسبت به دوره پایه ۲۰۰۵-۱۹۶۱ افزایش داشت. این میزان طی سناریوهای مختلف متفاوت است. در مطالعات انجام شده مقادیر دما برای حوضه آیدوغموش آذربایجان غربی نشان از افزایش دما از ۱ تا ۴ درجه داشته است (سادات آشفته و مساح بوانی، ۱۳۸۹).
دمای بیشینه در ایستگاه بم در دوره‌های مختلف سال‌های آتی (۲۰۴۰-۲۰۱۰، ۲۰۷۰-۲۰۴۱ و ۲۱۰۰-۲۰۷۱) نسبت به دوره پایه ۲۰۰۵-۱۹۶۱ افزایش داشت، این میزان طی سناریوهای مختلف متفاوت است.
دمای کمینه در ایستگاه بم طی دوره‌های مختلف سال‌های آینده (۲۰۴۰-۲۰۱۰، ۲۰۷۰-۲۰۴۱ و ۲۱۰۰-۲۰۷۱) نسبت به دوره پایه ۲۰۰۵-۱۹۶۱ افزایش داشت، این میزان طی سناریوهای مختلف متفاوت است.

• بارش

میزان بارش در ایستگاه بم طی سال‌های ۲۰۴۰-۲۰۱۱ نسبت به دوره پایه ۲۰۰۵-۱۹۶۱ در ماه‌های مختلف متفاوت است. میزان بارش در سناریوهای مختلف متفاوت است.
میزان بارش طی سناریو ار سی پی ۲/۶ در همه ماه‌های سال روند افزایشی و فقط در ماه‌های می و ژوئن روند کاهشی دارد. میزان بارش در سناریو ار سی پی ۴/۵ در ماه‌های ژوءیه و فوریه روند افزایشی وبقیه ماه‌های سال روند کاهشی نشان می‌دهد. میزان بارش طی سناریو ار سی پی ۸/۵ در ماه‌های آوریل، می و سپتامبر روند افزایشی و در سایر ماه‌های سال روند کاهشی داشته است. میزان بارش سالانه در سناریوهای مختلف اقلیمی روند متفاوتی را نشان می‌دهد. میزان بارش در سناریو ۲/۶ به میزان ۵۳٪، سناریو ۸/۵ به میزان ۶۷٪ افزایش و سناریو ۴/۵ به میزان ۳۶٪ کاهش نشان داد. میزان بارش در ایستگاه بم طی سال‌های ۲۰۷۰-۲۰۴۱ نسبت به دوره پایه ۲۰۰۵-۱۹۶۱ در ماه‌های مختلف متفاوت است. میزان بارش طی سناریوهای مختلف متفاوت است. میزان بارش طی سناریو ار سی پی ۲/۶ درماه ژانویه روند افزایشی و در سایر ماه‌های سال روند کاهشی داشته است. میزان بارش سناریو ار سی پی ۴/۵ در برخی ماه‌ها روند افزایشی و در برخی ماه‌های سال روند کاهشی است. میزان بارش طی سناریو ار سی پی ۸/۵ در برخی ماه‌ها روند افزایشی و در برخی ماه‌های سال روند کاهشی است. میزان بارش سالانه طی سناریوهای مختلف اقلیمی روند متفاوتی نشان می‌دهد. میزان بارش در سناریو ۲/۶ به میزان ۳۲٪ و سناریو ۴/۵ به میزان ۶/۵٪ افزایش و سناریو ۸/۵ به میزان ۲۵٪ افزایش نشان داد. میزان بارش در ایستگاه بم طی سال‌های ۲۰۹۹-۲۰۷۱ نسبت به دوره پایه ۲۰۰۵-۱۹۶۱ در ماه‌های مختلف متفاوت است. میزان بارش طی سناریوهای

مختلف متفاوت است. در مواردی افزایش و در مواردی کاهش بارش نشان داد. میزان بارش سالانه در سناریوهای مختلف اقلیمی روند متفاوتی نشان داد. میزان بارش در سناریو ۲/۶ به میزان ۵۳٪ افزایش، طی سناریو ۴/۵ به میزان ۳۶٪ کاهش و سناریو ۸/۵ به میزان ۶۷٪ افزایش نشان داد.

• برآورد آب مورد نیاز نخیلات

جهت برآورد نیاز آبی گیاه از مدل CROPWAT8.0 استفاده شد، این مدل یک مدل ساده بیلان آب است و امکان شبیه سازی تنش رطوبتی روی گیاه و محاسبه میزان کاهش محصول را بر پایه روش‌های مدون برآورد تبخیر و تعرق و عکس‌العمل گیاه به تنش آبی میسر می‌سازد. CROPWAT8.0 یک برنامه کامپیوتری است و مدل پنمن- مونتیث را برای محاسبه تبخیر و تعرق گیاه مرجع (ETo)، نیاز آبی گیاه (ETm)، و نیاز آبیاری گیاه به‌کار می برد.

نتایج نشان داد، دمای متوسط نسبت به داده‌های مشاهداتی افزایش و بارش، رطوبت نسبی و سرعت باد نسبت به داده‌های مشاهداتی کاهش دارد (جدول ۱).

آب مورد نیاز نخیلات با استفاده از نرم‌افزار CROPWAT8.0 جهت سال‌های ۲۰۴۰-۲۰۱۱ محاسبه شد. نتایج نشان داد، آب مورد نیاز نخیلات طی سناریو (RCP8.5) به میزان ۳/۹ درصد کاهش و تحت دو سناریو دیگر افزایش نشان داد (جدول ۲).

جدول ۱- اطلاعات مورد استفاده جهت برآورد آب مورد نیاز نخیلات بم در سناریوهای مختلف

سال	سناریو	سرعت باد	رطوبت نسبی	بارندگی	درجه حرارت حداکثر	درجه حرارت حداقل	درجه حرارت متوسط
۱۹۶۱-۲۰۰۵	-	۶/۶۵	۳۵/۳۸	۵۶/۴۲	۲۹/۳۲	۱۶/۷۹	۲۳/۰۵
۲۰۱۱-۲۰۴۰	RCP2.6	۵/۴۸	۲۷/۷۴	۴۳/۵۲	۳۱/۲۰	۱۵/۵۱	۲۴/۹۳
	RCP4.5	۵/۷۴	۲۷/۶۴	۴۸/۶۵	۳۱/۷۱	۱۶/۳۵	۲۵/۴۵
	RCP8.5	۵/۹۲	۳۰/۴۰	۴۸/۳۲	۳۰/۶۰	۱۶/۰۵	۲۴/۳۳
۲۰۴۱-۲۰۷۰	RCP2.6	۵/۷۷	۲۶/۹۵	۳۸/۴۰	۳۲/۱۴	۱۶/۶۹	۲۵/۸۱
	RCP4.5	۵/۱۴	۲۲/۸۴	۴۰/۱۵	۳۳/۱۵	۱۵/۹۸	۲۶/۷۹
	RCP8.5	۴/۵۹	۲۰/۰۹	۳۸/۰۳	۳۳/۵۸	۱۵/۰۹	۲۷/۲۸
۲۰۷۱-۲۰۹۹	RCP2.6	۵/۱۳	۲۳/۹۱	۳۴/۱۱	۳۲/۵۷	۱۵/۶۰	۲۶/۲۷
	RCP4.5	۵/۰۶	۲۱/۹۵	۳۴/۲۶	۳۳/۴۵	۱۵/۹۹	۲۷/۰۸
	RCP8.5	۳/۸۹	۱۴/۹۳	۴۸/۳۷	۳۵/۰۱	۱۴/۵۰	۲۸/۶۲

جدول ۲- مقایسه آب مورد نیاز نخیلات در سناریوهای مختلف و دوره‌های آینده مختلف نسبت به داده‌های مشاهداتی

	RCP2.6		RCP4.5		RCP8.5	
دوره زمانی	نیاز آبی	درصد تغییر نسبت به دوره پایه	نیاز آبی	درصد تغییر نسبت به دوره پایه	نیاز آبی	درصد تغییر نسبت به دوره پایه
۲۰۱۱-۲۰۴۰	۸۲۴/۷	۰/۱۶	۸۸۱/۲	۷	۷۹۱/۴	- ۳/۹
۲۰۴۱-۲۰۷۰	۸۸۸/۶	۷/۹	۸۸۹/۱	۸	۸۷۲/۲	۵/۹
۲۰۷۱-۲۰۹۹	۸۴۶/۹	۲/۹	۹۱۱/۶	۱۰/۷	۸۶۶/۱	۵/۲

نتیجه‌گیری

نخل خرما یکی از محصولات مهم باغبانی در منطقه بم می‌باشد. اگرچه نخل خرما گیاهی متحمل به خشکی محسوب می‌شود اما برای تولید محصول خوب و مناسب باید آب مورد نیاز در حد کافی در اختیار آن قرار گیرد، زیرا بارندگی کفاف نیاز گیاه را ندارد. رشد جمعیت، گسترش شهرنشینی و توسعه سریع اقتصادی نشان می‌دهد، باتوجه‌به تغییر اقلیم در جهان، کشور ما ایران با چالش‌های گسترده‌ای در منابع آب قابل دسترس در حال حاضر و به‌ویژه در آینده مواجه خواهد بود. تغییر اقلیم در آینده باعث افزایش درجه حرارت در نتیجه تقاضای بالای تبخیر و تعرق همراه با کاهش قابل توجه بارش می‌باشد که به شدت برروی منابع آب در این مناطق تأثیرگذار خواهد بود. پیش‌بینی صحیح تغییر اقلیم، مهمترین گام در مقابله یا کاهش اثرات منفی ناشی از تغییرات اقلیمی است.

باتوجه‌به اینکه نتایج این پژوهش نشان داد، در بم در دوره‌های آینده دما افزایش و بارندگی کاهش خواهد یافت، لذا برنامه‌ریزی مناسب جهت تأمین نیاز آبی نخل خرما و همچنین یافتن مکان‌های جدید جهت کشت نخل خرما که از نظر تامین آب مشکلی وجود نداشته باشد اهمیت بالایی دارد.

منابع

آذرانفر، آ. و ابریشم‌چی، ا. ۱۳۸۵. ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر بارش و دما در حوضه آبریز زاینده‌رود با استفاده از خروجی مدل‌های چرخش عمومی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی شریف.

سادات آشفته، پ. و مساح بوانی، ع. ۱۳۸۹. تأثیر تغییر اقلیم بر دبی‌های حداکثر: مطالعه موردی، حوضه آیدوغموش، آذربایجان شرقی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۴(۵): ۲۵-۳۹.

کمال، ع. و مساح بوانی، ع. ۱۳۸۹. تأثیر تغییر و نوسانات اقلیمی بر رواناب حوضه با دخالت عدم قطعیت دو مدل هیدرولوژی. مجله آب و خاك، ۲۴(۵): ۹۲۰-۹۳۱.

مساح بوانی، ع. و مرید، س. ۱۳۸۴. اثرات تغییر اقلیم بر جریان رودخانه زاینده‌رود اصفهان. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۴: ۱۷-۲۸.

Akhtar M. Ahmad N. and Booij M.J. 2008. The impact of climate change on the water resources of Hindukush-Karakorum region under different glacier coverage scenarios. Journal of Hydrology, 355: 148-163.

Alizadeh A., Sayari N., Hesami Kermani M.R., Bannayan M., and Farid Hossaini A. 2010. Assessment of climate change potential impacts on agricultural water use and water resources of Kashaf rood basin. J. Water Soil, 24(4): 815-835.

Fiseha B.M, Melesse A.M, Romano E., Volpi E. and Fiori A. 2012. Statistical Downscaling of Precipitation and Temperature for the Upper Tiber Basin in Central Italy, International Journal of Water Sciences, 1:1-14

Harmsen E., Miller N.L., Schlegel N.J., and Gonzalez J.E. 2009. Seasonal climate change impacts on evapotranspiration, precipitation deficit and crop yield in Puerto Rico. Agricultural Water Management, 96: 1085-1095.

IPCC. 2007. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Exit EPA Disclaimer Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In: M.L. Parry, et al (eds). Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK.

IPCC. 2014. Climate Change 2014 Synthesis Report. Summary for Policymakers. Contribution of Working Group I, II and III to Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). In: R. Pachauri and L. Meyer (eds). Geneva, Switzerland.

Wilby R.L. and Dawson W.C. 2007. SDSM 4.2- A decision support tool for the assessment of regional climate change impacts, SDSM manual version 4.2, Environment Agency of England and Wales.