

اثر تغییر اقلیم منطقه‌ای بر نیاز آبی غلات دیم در ایران

غلامرضا روشن: استادیار اقلیم‌شناسی، دانشگاه گلستان، گرگان، ایران*

عبدالعظیم قانقرمه: استادیار اقلیم‌شناسی، دانشگاه گلستان، گرگان، ایران

اسماعیل شاهکویی: استادیار اقلیم‌شناسی، دانشگاه گلستان، گرگان، ایران

وصول: ۱۳۹۰/۷/۲۰ پذیرش: ۱۳۹۱/۶/۲۲، صص ۱۹۴-۱۷۹

چکیده

این تحقیق بدنبال شبیه سازی اثر گرمایش جهانی بروی نیاز آبی غلات دیم (پاییزه) در مناطق مختلف ایران می باشد. در این تحقیق برای شبیه سازی مولفه های آب و هوایی تا سال ۲۱۰۰ از مدل 5.3 MAGICC/SCENGEN استفاده گردید. در این پژوهش برای شبیه سازی تغییر اقلیم آینده از نتایج مدل INMCM-30 برای دما و ترکیب دو مدل GISS-EH و CNRM-CM3 برای بارش استفاده گردیده و از سناریوی واحدی بنام p50 که میانگین سناریوی SRES یا سناریوهای انتشار می باشد استفاده گردد. نتایج روند تغییرات دما در دوره های مشاهداتی گویای افزایش دما در هر دهه برای اکثر نواحی آب و هوایی ایران می باشد. اما این افزایش معنادار در مولفه حداقل دما از شتاب بیشتری برخوردار بوده است. پروژه شبیه سازی دما تا سال ۲۱۰۰ نشان دهنده افزایش میانگین دمای ایران به میزان ۴.۲۵ درجه سانتیگراد نسبت به میانگین درازمدت ۱۹۶۱ تا ۱۹۹۰ است که این افزایش دما برای تمام فصول مشاهده می گردد. قابل ذکر است که علی رغم افزایش ۳۶ درصدی بارش سالانه کشور تا سال ۲۱۰۰ نسبت به میانگین دراز مد ۱۹۹۰-۱۹۶۱، نسبت به روند صعودی دما پتانسل تبخیرپذیر بالا برده و تکافوی نیاز آبی را نخواهد کرد. نتیجه اینکه کمبود آب در دوره رشد غلات دیم (پاییز تا بهار) از 5.2 درصد در سال ۱۹۸۰ به ۲۳ درصد در سال ۲۰۵۰ و در نهایت به ۳۸ درصد در سال ۲۱۰۰ منتهی خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: تغییر اقلیم، نیاز آبی، مدل‌های گردش عمومی جو، غلات دیم، ایران

مقدمه

دیگر به باران مؤثر بستگی دارد. تغییر در تبخیر و تعرق نه تنها به مقدار رطوبت موجود در سطح زمین بلکه به مقدار انرژی و سرعت باد نیز وابسته می باشد. نوسان در توزیع زمانی و مکانی بارشها و میزان الگوی نزولات جوی نیز میتواند بر مقدار نیاز آبی تأثیر بسزایی داشته باشد. کاهش میزان بارندگی و یا عدم تطبیق آن با دوره رشد باعث کاهش باران مؤثر و در نتیجه افزایش

کشاورزی نیاز اساسی و در نتیجه فعالیت پایه ای برای بشرم باشد. در این ارتباط، ارزیابی تأثیرات تغییر اقلیم بر کشاورزی یک نیاز ضروری است. یکی از مولفه های تأثیر گذار بر بازده محصولات کشاورزی، شناخت دقیق و صحیح از نیاز آبی می باشد. نیاز آبی از یک طرف به مقدار تبخیر و تعرق گیاه و از طرف

نیاز آبی خواهد شد. بدون تردید بازده محصولات دیم بوسیله تغییرات در مقدار و زمان نزولات جوی و کاهش یا افزایش تبخیر و تعرق متاثر خواهد بود. شناخت دقیق از زمان مناسب کاشت، علاوه بر تامین دامنه حرارتی مطلوب برای جوانه زنی، می تواند آب قابل دسترس برای گیاه را تامین نماید. گرمایش جهانی با تاثیر گذاری بر مولفه آب و هوایی دما، بارش و تبخیر و تعرق می تواند تقاضای آب در بخش کشاورزی را تحت تاثیر قرار داده و در بعضی موارد با تشدید نیاز آبی و عدم دسترس بودن آب کافی برای رشد محصولات گیاهی، امنیت غذایی جامعه را با چالش مواجه نماید. بدلیل اهمیت این موضوع، محققان مختلفی در نقاط مختلف دنیا مطالعاتی را انجام داده که به بعضی از آنها اشاره می شود:

به عنوان نمونه دول^۱ (۲۰۰۲) نشان داد که در دو سوم اراضی زراعی جهان، نیاز خالص آبیاری در دهه های ۲۰۲۰ و ۲۰۷۰ افزایش میابد. همچنین تغییر اقلیم در اکثر مناطق باعث جابجائی فصل رشد و تغییر الگوی کشت خواهد شد. لو^۲ و همکاران (۲۰۰۵) طی یک مطالعه به ارزیابی عملکرد گندم تحت تاثیر تغییر اقلیم در جنوب استرالیا با در نظر گرفتن اثر سه فاکتور بارندگی، درجه حرارت و افزایش غلظت پرداختند. نتایج آنها نشان داد که در مناطق با بارش متوسط و CO₂ کم، بارندگی مؤثرترین فاکتور در میزان عملکرد محصول می باشد. تغییر در درجه حرارت باعث تغییر در میزان عملکرد میشود اما تاثیر آن بسیار کمتر از فاکتور بارندگی است. سالتانا^۳ و همکاران (۲۰۰۹) با

بررسی آسیب پذیری و سازگاری تولید گندم به پدیده تغییر اقلیم در چهار ناحیه آب و هوایی پاکستان، نتیجه گرفتند که افزایش درجه حرارت منجر به کاهش عملکرد محصول در نواحی خشک، نیمه خشک و نیمه مرطوب خواهد شد اما در ناحیه مرطوب با افزایش تدریجی در درجه حرارت نسبت به شرایط فعلی به میزان ۴ درجه سانتیگراد، عملکرد دانه گندم روندی افزایشی خواهد داشت. همچنین لو و همکاران (۲۰۰۹) ضمن بررسی اثرات پتانسیل تغییر اقلیم بر عملکرد گندم در منطقه کیت واقع در جنوبی ترین قسمت استرالیا، جلو انداختن تاریخ کشت را به عنوان مؤثرترین راهکار برای سازگاری با این پدیده پیشنهاد نمودند. لادیک و همکاران^۴ (۲۰۰۹) طی تحقیقی با بررسی اثرات تغییر اقلیم بر جنبه های هیدرولوژیکی منطقه و عملکرد گندم در جنوب استرالیا نشان دادند که علیرغم اینکه در دوره زمانی ۱۹۷۵ تا ۲۰۰۴ نسبت به ۱۹۴۵ تا ۱۹۷۴ کاهش در بارندگی مشاهده شده، اما به دلیل این که تغییرات الگوی بارشها به گونه ای بوده که در طول دوره رشد مقدار بارندگی بیش از نیاز آبی گیاه می باشد، عملکرد محصول کاهش نیافته است. در ایران نیز مطالعاتی در این راستا توسط پژوهشگران انجام پذیرفته که از این جمله می توان به مطالعه سلیمانی ننادگانی و همکاران (۱۳۹۰) اشاره نمود. آنها در تحقیق خود به ارزیابی اثر تغییر اقلیم بر نیاز خالص آبیاری برای محصول گندم دیم در بهشهر پرداختند که نتایج مطالعات آنها نشان داد که مقدار بارش برای فصول پاییز افزایش و در دو فصل زمستان و بهار برای دوره مطالعاتی ۲۰۱۱ تا ۲۰۷۱ کاهشی

¹ - Doll

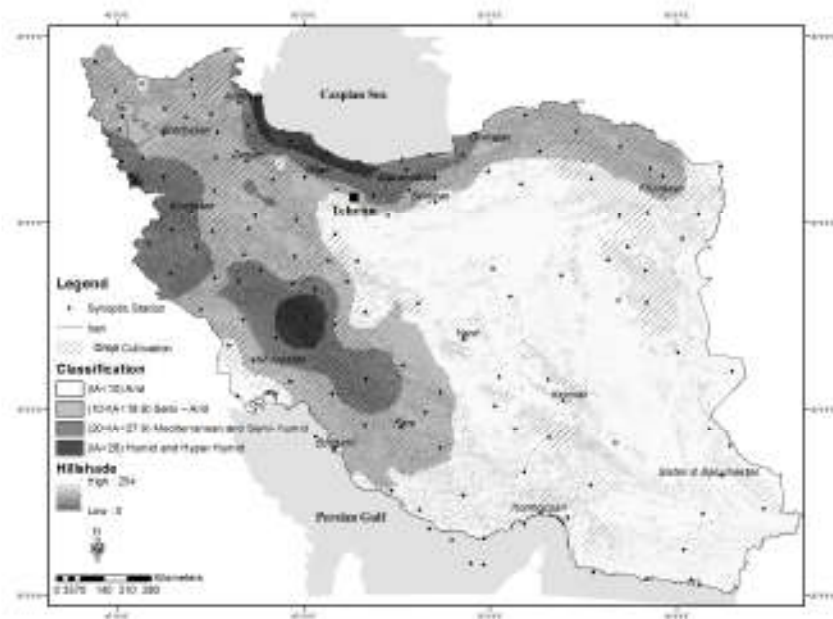
² - Luo

³ - Sultana

⁴ - Ludwig

طریق کاهش میانگین بارش سالانه و افزایش تبخیر و تعرق بالقوه به دلیل افزایش دما، باعث کاهش سرعت رشد گندم شده که این امر کاهش عملکرد را بدنبال خواهد داشت. همچنین آنها نتیجه می گیرند که در بستر گرمایش جهانی میانگین کاهش عملکرد گندم دیم در ایستگاههای مطالعه شده برای سالهای ۲۰۲۵ و ۲۰۵۰ میلادی به ترتیب برابر با ۲۰.۶ و ۲۸.۸ درصد نسبت به میانگین فعلی می باشد. بنابراین ضرورت انجام این تحقیق به منظور رسیدن به اهداف زیر انجام پذیرفته است: شناسایی و پیش یابی روند تغییرات میزان دما و بارش کشور با توجه به سناریوهای مختلف گرمایش جهانی، واکاوی شرایط اقلیم زراعی غلات با توجه به سناریوهای مورد مطالعه، تعیین زمان و مکان مناسب کشت غلات و اعمال مدیریت ریسک بر بحران، یا امنیت غذایی در بخش تامین نیاز غلات کشور می باشد.

خواهد بود. همچنین با افزایش میزان دما به مقدار ۱ تا ۲ درجه سانتیگراد تا سال ۲۱۰۰، و با در نظر گرفتن نوسان نیاز خالص آبیاری، این عامل باعث جابجایی زمان کشت و افزایش آن بسمت فصل زمستان خواهد شد. سلطانی و قلی پور (۱۳۸۵) با شبیه سازی اثر تغییر اقلیم بر رشد، عملکرد و مصرف آب گیاه نخود نشان دادند که در نتیجه تغییرات اقلیمی تحت شرایط دوبرابر شدن غلظت CO_2 ناشی از آن، دوره رشد گیاه کاهش، عملکرد دانه در شرایط دیم افزایش و مصرف آب کاهش مییابد. کوچکی و همکاران (۱۳۸۵)، در کاری دیگر تحت عنوان مطالعه اثر تغییر اقلیم بر ویژگی های رشد و عملکرد گندم دیم رقم سرداری با استفاده از مدل گردش عمومی، به بررسی تاثیر تغییر اقلیم بر بازده محصول گندم پرداختند. آنها در مطالعه خود بیان می کنند که، شواهد موجود حاکی از آن است که پدیده تغییر اقلیم در مناطق خشک و نیمه خشک از



شکل (۱): نواحی مختلف آب و هوایی ایران بر مبنای روش اقلیمی دمارتن.

همچنین آنکه نتایج مربوط به ۲۰ مدل عمومی گردش جو برای مناطق مختلف در آن آرشو شده که می‌توان از این نتایج بصورت منفرد و یا چندتایی استفاده نمود (کانست^۲ و همکاران، ۲۰۰۳؛ روشن^۳ و همکاران، ۲۰۱۰). در محاسبات انجام شده برای ایران از نتایج دو مدل (INMCM-30) برای دما و نتایج ترکیبی دو مدل (CNRM-CM3 و GISS-EH) برای بارش استفاده شده است. پیش‌تر، نتایج پژوهش روشن و همکاران (1391) در مورد آزمون مدل مناسب گردش عمومی جو برای پیش‌یابی مقادیر دما و بارش ایران، گویای اعتبار مدل‌های گردش عمومی جو انتخاب شده در این پژوهش، نسبت به سایر مدل‌های GCM می‌باشد. همچنین در این تحقیق از سناریوی واحدی بنام سناریوی P50 که میانگین سناریوهای سری SRES^۴ است استفاده گردیده است. لازم به توضیح است که این مدل دارای قدرت تفکیک ۲.۵ درجه × ۲.۵ درجه می‌باشد. با توجه به اینکه کشور ایران بین ۲۵ تا ۴۰ درجه عرض شمالی و ۴۴ تا ۶۳.۵ درجه طول شرقی قرار دارد و با توجه به قدرت تفکیک فوق، کشور ایران به ۴۳ منطقه جغرافیایی تقسیم و تغییرات پارامتر دما و بارش، برای هر کدام از این مناطق مدل‌سازی شده است (روشن و همکاران، ۲۰۱۱). لازم به ذکر است استانهای واقع در نوار غرب و شمال غرب کشور در محدوده با قدرت تفکیک ۲.۵ درجه قرار نمی‌گیرند.

نیاز به توضیح می‌باشد، جهت تعمیم داده‌های استخراج شده به وسیله مدل اسکنجن به تمام پهنه

این نقشه همچنین ایستگاههای سینوپتیک و کلیماتولوژی مطالعاتی، به‌مراه نواحی کشت غلات کشور را نشان می‌دهد. منظور از شاخص IA، اختصاری از ضریب اقلیمی دمارتن می‌باشد (ماخذ: نگارندگان).

۲. مواد و روشها

۲.۱. مدل‌های تغییر اقلیم

در این تحقیق از مدل ترکیبی 5.3 MAGICC/SCENGEN برای شبیه‌سازی تغییرات اقلیم آینده استفاده گردیده است (وایگلی^۱، ۱۹۹۵)

؛ <http://www.cgd.ucar.edu/cas/wigley/magicc> (2010). این مدل از دو بخش اصلی MAGICC و SCENGEN تشکیل شده است که MAGICC مدلی برای ارزیابی تغییر اقلیم ناشی از انتشار گازهای گلخانه‌ای است که متشکل از مجموعه‌ای از مدل‌های ساده مرتبط به هم است. MAGICC یک مدل GCM نیست اما این قابلیت را دارد که از خروجی مدل‌های اقلیمی استفاده نماید تا بتواند رفتار مدل‌های GCM را بر روی مناطق مختلف جهان مدل‌سازی نماید. MAGICC متوسط سالانه دمای هوای سطح زمین و متوسط سالانه سطح دریا را از سناریوهای انتشار گازهای گلخانه‌ای و دی‌اکسید گوگرد محاسبه می‌کند. این نرم‌افزار به کاربر امکان می‌دهد که تغییرات در غلظت دی‌اکسید کربن، متان، اکسید نیتروژن و هالو کربنها و دی‌اکسید سولفور تعیین کنند. همچنین مدل SCENGEN، بجزء اینکه یک مدل منطقه‌ای و جهانی در زمینه تغییرات اقلیم است،

² - Kont

³ - Roshan

4 - Especial report emission scenario

¹ - Wigley

شبه سازی آنها را ندارد. بنابراین برای این امر از مدل تورنت وایت که از متغیرهای کمتری تشکیل شده، استفاده گردیده است:

شاخص حرارتی که برای ماههای هر سال بصورت

$$i_m = \left(\frac{T_m}{5}\right)^{1.51}$$

جداگانه از رابطه (1) محاسبه می شود:

(1)

$$i_m = \text{شاخص حرارتی}$$

$$T_m = \text{متوسط دمای ماهانه در سانتیگراد}$$

شاخص حرارتی سالانه (I) که از مجموع شاخص حرارتی ۱۲ ماه سال از رابطه (2) محاسبه می شود:

$$I = \sum_{m=1}^{12} i_m$$

(2)

ضریب a که بعد از محاسبه شاخص حرارتی سالانه بوسیله معادله (3) محاسبه می گردد:

(3)

$$a = (675 \times 10^7) I^2 - (77 \times 10^8) I + (1.792 \times 10^9) I + 49$$

در ادامه مقادیر تبخیر و تعرق پتانسیل ماهانه (PET) بر حسب میلیمتر بر اساس رابطه (4) بدست می آید:

(4)

$$PET = 16 \left(\frac{10T_m}{I} \right)^a$$

کشور، باید عمل ریزگردانی مکانی داده ها بوسیله خروجی های بدست آمده برای ۴۳ ناحیه مطالعاتی انجام پذیرد. پس جهت فائق آمدن به نقیصه تفکیک فضایی کم مدل های گردش عمومی، دو راهکار وجود دارد که عبارتند از ریز مقیاس نمایی آماری با استفاده از مدل های آماری و دیگری به کارگیری مدل های دینامیکی منطقه ای. اما استفاده از تکنیک درون یابی نیز می تواند بعنوان راه حل دیگر پیشنهاد گردد، که در این تحقیق از آن استفاده شده است. بنابراین برای رسیدن به این هدف، از نرم افزار ArcGIS 9.3 استفاده گردید. برای درون یابی که نوعی ساده از ریزگردانی مکانی داده ها می باشد دسترسی به نقشه رقومی ایران، ایستگاهها و جداول اطلاعاتی آنها امری الزامیست. مبنای اصلی این کار بدین گونه می باشد که مرکز هر زون ۲.۵ در ۲.۵ درجه بعنوان مرکز ثقل هر ناحیه انتخاب و سپس از روش درونیابی کریجینگ که یکی از کاربردیترین روشها می باشد، ریزگردانی داده های مکانی انجام پذیرفت. در آخر نتایج استخراج شده برای دما، بارش و نیاز آبی در دهه ۲۰۲۵، دهه ۲۰۵۰، دهه ۲۰۷۵ و دهه ۲۱۰۰ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و با نتایج دوره های مشاهداتی ۱۹۸۰ و ۲۰۰۵ مقایسه شده است.

۲.۲. ارزیابی تبخیر و تعرق پتانسیل و نیاز آبی غلات
مدل MAGICC SCENGEN مدلیست که فقط توانایی شبه سازی دما، بارش و فشار را دارد، بنابراین از خروجی های آن نمی توان برای محاسبه تبخیر و تعرق از مدل های محاسباتی، پنمن، پنمن مانتیس استفاده نمود. زیرا برای محاسبه تبخیر و تعرق بوسیله مدل های آماری بالا، باید از متغیرهای بیشتر و پیچیده تری استفاده نمود که MAGICC SCENGEN قابلیت

برای شبیه سازی مقدار نیاز آبی، ابتدا باید تبخیر و تعرق بالقوه سنجیده شود. در ادامه بعد از محاسبه میزان بارش موثر، برآورد می‌گردد که آیا بارش موثر به چه میزان پتانسیل جبران تبخیر و تعرق بالقوه (نیاز آبی) را داشته، در غیر این صورت به هر میزان که بارش موثر قابلیت جبران تبخیر و تعرق را نداشت، بعنوان کسری آب مورد نیاز گیاه معرفی می‌شود که باید از طریق آبیاری جبران گردد. پس برای تعیین تعادل آبی از معادله (5) سرویس حفاظت خاک آمریکا که جهت برآورد بارش موثر می‌باشد، استفاده گردیده است (عزیزی، ۱۳۷۹):

(5)

$$p_e = F(1.253P^{824} - 2.935) \times 10^{001Etp}$$

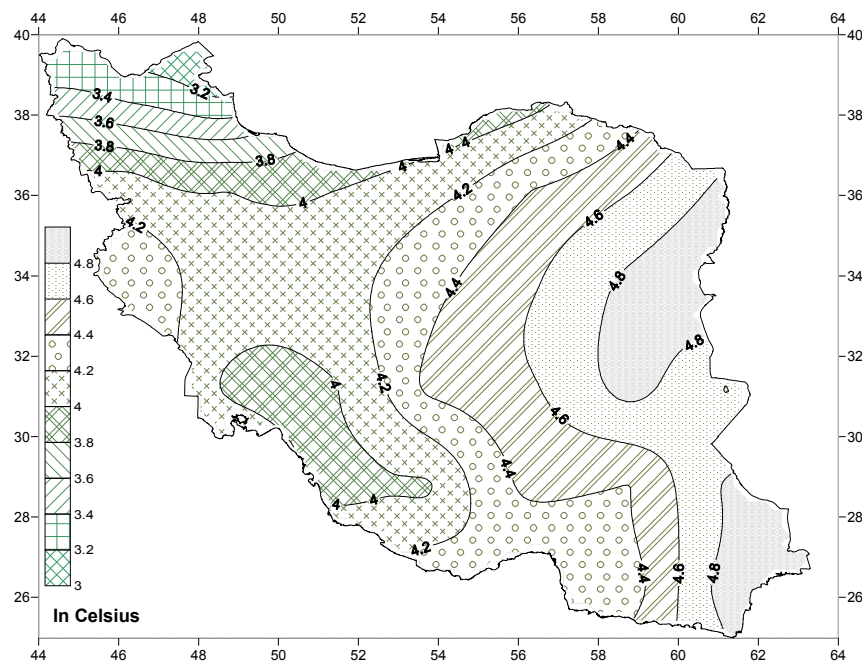
Pe = ارزش بارش موثر، P= میانگین کلی بارش برای هر ماه، Etp= میانگین کلی تبخیر و تعرق برای هر ماه، ضریب F = که بعنوان عمق آبیاری معرفی می‌گردد که در این پژوهش با توجه به مطالعات مشابه، عمق 0.75 میلیمتر در نظر گرفته شده است (عزیزی، ۱۳۷۹).

۳. یافته‌های تحقیق

۳.۱. شبیه سازی دما و بارش دهه های آینده

در این بخش، با استفاده از نتایج مدل INMCM-30، دمای کشور برای ۴ دوره مطالعاتی ۲۰۲۵، ۲۰۵۰، ۲۰۷۵ و ۲۱۰۰ شبیه سازی شده است. نتایج برای سال ۲۰۲۵ گویای افزایش دمای کشور به میزان ۱.۳ درجه سلسیوس می‌باشد که حداکثر افزایش دمای کشور به میزان ۱.۴ تا ۱.۶ درجه سلسیوس، بترتیب در مناطقی نظیر شرق خراسان جنوبی، غرب یزد- شمال و شمال غرب کرمان، شمال شرق کرمان- جنوب خراسان

جنوبی، شمال غرب هرمزگان- جنوب غرب کرمان، غرب کرمان و شرق سیستان و بلوچستان دیده می‌شود. اما حداقل افزایش دما به میزان ۱.۰۵ درجه سلسیوس به مناطقی نظیر شمال غرب گلستان، اردبیل و غرب گیلان تعلق دارد. میانگین افزایش دما در سال ۲۰۵۰، به میزان ۲.۵ درجه سلسیوس محاسبه گردیده است که حداکثر افزایش دما به میزان ۲.۷۹ تا ۲.۸۹ و حداقل افزایش دما به میزان ۲.۱۵ تا ۲.۲۵ درجه سلسیوس، همانند دوره مطالعاتی ۲۰۲۵، به مناطق فوق اختصاص داشته است. در بررسی‌های انجام شده برای مقادیر شبیه سازی شده دما برای سال ۲۰۷۵، میانگین افزایش دمای سالانه کشور به میزان ۳.۱۶ درجه سلسیوس بدست آمد که نوسان دمایی بین ایستگاههای مختلف کشور به میزان ۱.۳۹ درجه سلسیوس محاسبه شد. در این نوسان دمایی حداکثر مقادیر دما به میزان ۳.۷ درجه سلسیوس و حداقل افزایش دما به میزان ۲.۳۱ درجه سلسیوس سازی گردید. در سال ۲۱۰۰ نیز، میانگین سالانه افزایش دما نسبت به دوره (-1961) 1990) به میزان ۴.۲۵ درجه افزایش یافته که این میزان در میان دوره های قبل از بیشترین مقدار برخوردار بوده است. در این دوره، نوسان دمایی شبیه سازی شده در میان ایستگاههای کشور به مقدار ۱.۸۷ درجه سلسیوس بوده که بیشترین افزایش دما به میزان ۴.۹۴ و حداقل مقدار آن ۳.۰۷ درجه سلسیوس محاسبه گردیده است. لازم به یادآوریست که خروجی تغییرات افزایشی یا کاهش دما بوسیله مدل مجیک اسکنجن، نسبت به میانگین درازمدت 1961 تا ۱۹۹۰ ارائه می‌شود (شکل ۲).



شکل (۲): شبیه سازی مقادیر افزایشی دما با استفاده از نتایج مدل INMCM-30 تا سال ۲۱۰۰

در ۱.۶۵ برای شمال آذربایجان شبیه سازی شده است. در شبیه سازی انجام شده برای مقادیر بارش سال ۲۰۵۰، نوسانات بارش از ۱۱.۱۴- درصد تا ۷۱.۳ درصد متغیر بوده است. در این بررسی مقادیر خروجی بیانگر این موضوع است که مناطقی همانند شمال خراسان، شمال آذربایجان، شمال خراسان رضوی و گلستان حداکثر کاهش بارش را تجربه خواهند کرد و مناطق شرق خلیج فارس و بوشهر، شمال سیستان و بلوچستان، با بیشترین مقدار در افزایش بارش مواجه خواهند شد. شبیه سازی تغییرات بارش سالانه نسبت به میانگین درازمدت (۱۹۶۱-۱۹۹۰) کاهش بارش به میزان ۸ میلیمتر را برای سال ۲۰۷۵ نسبت به ۲۰۵۰ بدست می دهد. در این دوره مطالعاتی نوسان بارش در میان نواحی مختلف به میزان افزایشی ۹۲ درصد محاسبه می شود که مناطقی همچون شمالغرب گلستان و شمال خراسان رضوی با کاهش بارش به میزان ۱۹- درصد نسبت به میانگین درازمدت از افت

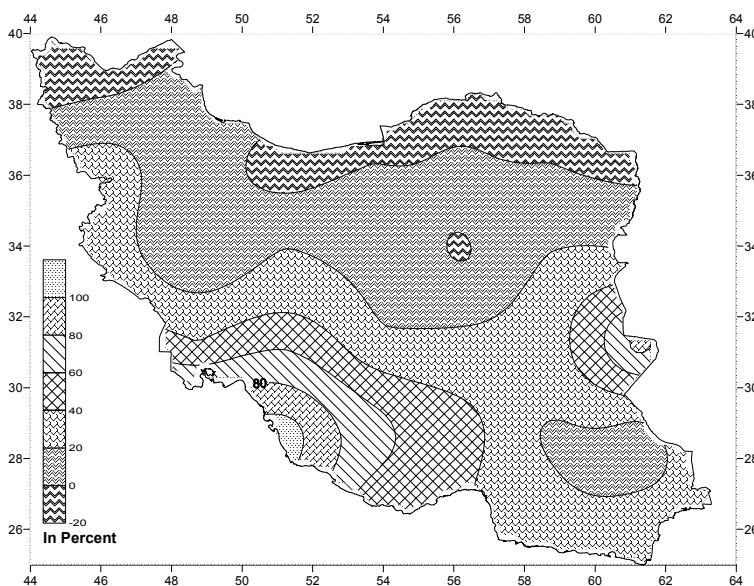
در شبیه سازی مقادیر مولفه بارش برای دهه های ۲۰۲۵، ۲۰۵۰، ۲۰۷۵ و ۲۱۰۰ همانگونه که پیشتر بیان گردید، از نتایج ترکیبی دو مدل CNRM-CM3 و GISS-EH استفاده شده است. با توجه به میانگین سالانه و دراز مدت (۱۹۶۱-۱۹۹۰) بارش (۲۸۲.۶۶ میلیمتر)، تمام دوره های شبیه سازی شده از افزایش بارش نسبت به این میانگین درازمدت برخوردار خواهند گردید. مقادیر شبیه سازی شده برای سال ۲۰۲۵ نسبت به میانگین درازمدت (۱۹۶۱-۱۹۹۰) گویای افزایش بارش کشور به میزان ۳۰.۰۹ میلیمتر، در سال ۲۰۵۰ افزایش بارش ۵۲.۸۳، سال ۲۰۷۵ افزایش بارش به میزان ۴۳.۷۵ میلیمتر و در سال ۲۱۰۰ افزایش بارش ۸۸ میلیمتر خواهد بود. همچنین حداکثر افزایش بارش در سال ۲۰۲۵ به میزان ۳۴ تا ۳۸ درصد، به ترتیب برای مناطقی نظیر شرق و جنوب بوشهر، نواحی شرق فارس و خلیج فارس پیش بینی می شود. حال آنکه حداکثر کاهش بارش به میزان -

بارش کشور نسبت به ۳ دوره شبیه سازی شده قبل افزایش یافته است. با افزایش درصد تغییرات مثبت بارش کشور، میزان نوسان بارش نیز افزایش یافته است. این نوسان از ۹۲ درصد در سال ۲۰۷۵ به ۱۴۰.۵ درصد در سال ۲۱۰۰ افزایش داشته است.

بسیار شدیدی در این دوره مطالعاتی برخوردار بوده اند. ولی شرق خلیج فارس و بوشهر، بهمراه شمال سیستان و بلوچستان به میزان ۷۱ درصد افزایش بارش نسبت به میانگین درازمدت، وضعیت بهتری در مقایسه با دیگر نواحی مطالعاتی برخوردار خواهند شد. در دوره مطالعاتی ۲۱۰۰، درصد میانگین تغییرات

جدول (۱): مقادیر مشاهداتی و شبیه سازی شده بارش ماهانه برای دهه های گذشته تا آینده بر حسب میلیمتر

Year Months	1980	2005	2025	2050	2075	2100
Jan	40.07	50.25	36.85	35.20	30.99	28.01
Feb	31.51	20.88	43.81	51.60	60.06	72.44
Mar	39.11	27.13	55.26	59.10	49.70	52.77
Apr	36.12	7.51	25.66	24.06	22.72	20.53
May	25.57	6.14	12.18	11.10	14.51	13.11
Jun	4.27	7.91	8.78	9.34	9.13	7.85
Jul	5.31	1.09	5.48	5.94	5.42	6.61
Aug	2.63	9	7.60	8.97	9.65	10.77
Sep	10.3	23.77	11.80	13.42	13.95	14.57
Oct	18.28	22.54	23.83	23.96	22.59	23.14
Nov	29.08	30.99	26.99	30.38	30.93	32.10
Dec	46.8	48.47	54.52	62.40	56.78	57.01
Average	289.05	255.68	312.75	335.50	326.41	338.91



شکل (۳): شبیه سازی میانگین درصد تغییرات سالانه بارش نسبت به مانگن دراز مدت ۱۹۶۱ تا ۱۹۹۰، با استفاده از نتایج

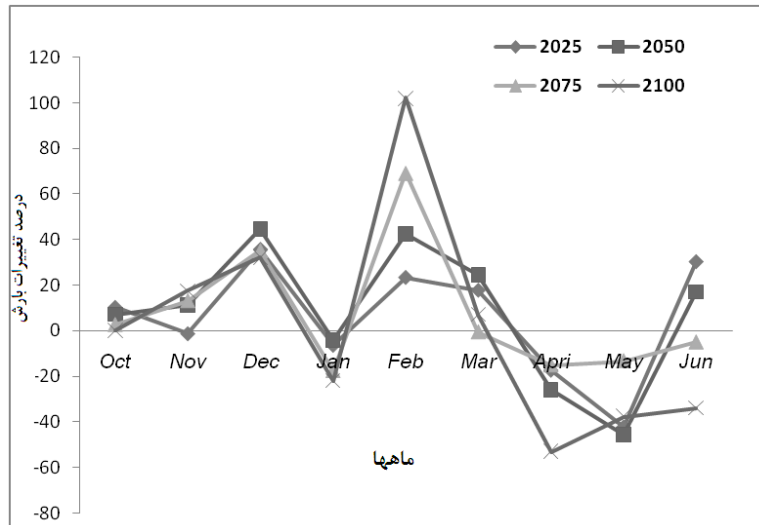
ترکیبی دو مدل GISS—EH و CNRM-CM3 برای سال ۲۱۰۰

درصد در نواحی شمالشرق کشور مثل چناران، شمال خراسان رضوی، گلستان و شمالغرب گلستان می

آنچه که از تغییرات سالانه بارش در این دوره مشاهده می گردد وجود بیشترین کاهش بارش به میزان ۲۹-

جدول (۱) نشان داده شده است. با توجه به اهمیت تغییرات بارش کشور برای کشت غلات پاییزه، تمرکز بیشتری بر روی درصد تغییرات بارش در فصل پاییز، زمستان و بهار سالهای شبیه سازی شده نسبت به میانگین درازمدت ۱۹۶۱-۱۹۹۰ انجام گردیده است (شکل ۴).

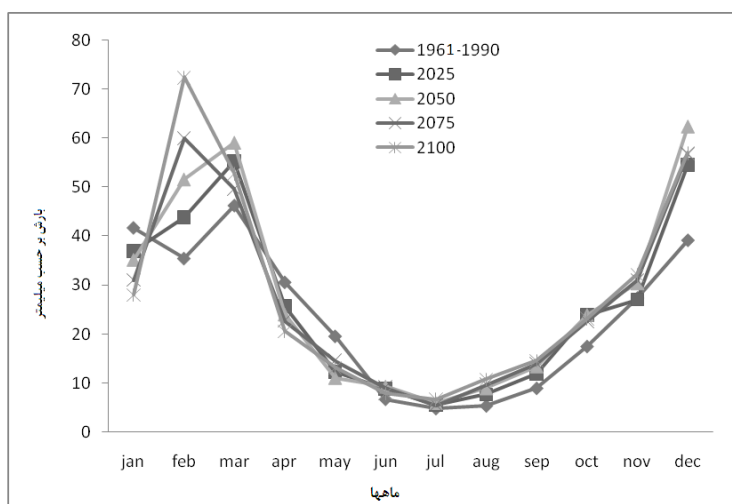
باشد. در پیش بینی مقادیر افزایش بارش، حداکثر این مقادیر مثبت نیز همانند قبل برای نواحی شرق بوشهر و خلیج فارس و نواحی جنوب خوزستان شبیه سازی گردیده که میزان آن تا ۱۱۰ درصد محاسبه گردیده است (شکل ۴). در ادامه میانگین بارش ماهانه برای دوره های مشاهداتی و شبیه سازی شده در



شکل (۴): تغییرات بارش در فصل پاییز، زمستان و بهار سالهای شبیه سازی شده نسبت به میانگین درازمدت ۱۹۶۱-۱۹۹۰

نمودار ماهانه بارش می تواند گویای جابجایی نقطه اوج بارش ایران به ماههای دیگر و یا شرایط بالعکس باشد. منظور آنکه در رتبه بندی ماهها از لحاظ دریافت بارش، اکثر ماههای شبیه سازی شده در فصل پاییز، و تمام دوره بهار و تابستان از ثبات و شکل ظاهری ثابتی برخوردار هستند اما بیشتر این تغییرات در فصل زمستان رخ خواهد داد. بگونه ای که بیشترین مقدار بارش در میانگین درازمدت (۱۹۶۱-۱۹۹۰) و سال شبیه سازی شده ۲۰۲۵ به انتهای زمستان و به ماه مارس اختصاص یافته، اما در دهه های آینده این افزایش بارش یک ماه زودتر آغاز گردیده و ماه فوریه اوج بارشها می باشد (شکل ۵).

شکل (۴) نشان می دهد که تغییرات بارش فصول سرد سال که شامل پاییز و زمستان می باشد نسبت به میانگین درازمدت افزایشی و برای فصل بهار کاهش بارش دیده می شود. لذا با توجه به نتایج حاصله می توان بیان کرد که چشم انداز مثبتی از لحاظ افزایش بارش برای ماههای فصل پاییز وجود دارد که برای فصل زمستان کمی ضعیفتر است، حال آنکه این چشم انداز برای بارش ماههای فصل بهار منفی است. در مقایسه درونی بین ماههای مختلف سال و برای مقادیر شبیه سازی شده و میانگین درازمدت، این نتیجه بدست آمد که جابجایی زیادی در شکل ظاهری نمودار ماهانه بارش ایران در دوره های مختلف شبیه سازی شده بوجود نیامده است. تغییرات شکل ظاهری



شکل (۵): تغییرات ماهانه مقادیر مشاهداتی و شبیه سازی شده بارش کشور در ادوار مختلف

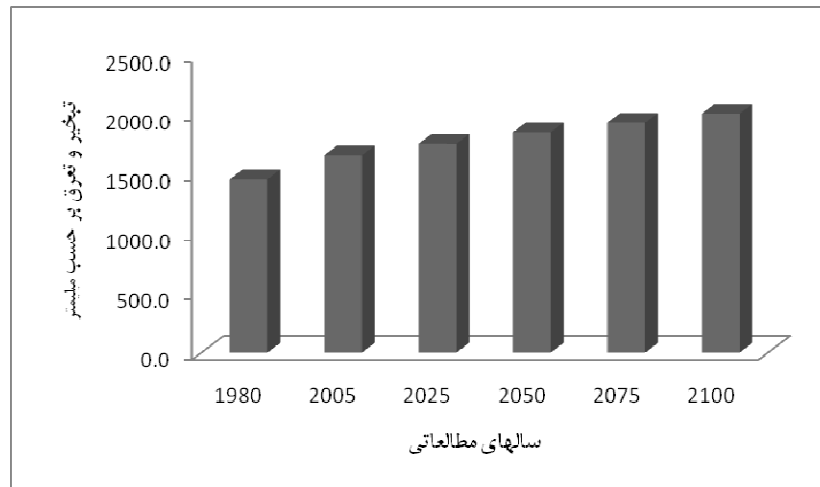
فارس مثل بوشهر، برازجان، اهواز و نهبندان محاسبه شده است. در بررسی های انجام شده برای سال ۲۰۰۵، مشخص شد که تغییرات مقادیر تبخیر و تعرق سال ۱۰۱۷ تا ۳۰۳۱ میلیمتر نوسان داشته است. در این سال حداقلهای تبخیر و تعرق مربوط به نواحی اردبیل، آستارا، گرگان و حداکثرهای تبخیر و تعرق نیز همانند قبل مربوط به نواحی جنوب شرقی، و جنوبی کشور مانند بم، برازجان، خاش و اهواز می شود. در دوره های بعدی نیز همین روند با تغییرات جزئی تکرار شده است. بطوری که آستارا، ارومیه، اردبیل و گرگان حداقل تبخیر و تعرق و نواحی جنوب شرقی و جنوب ایران همانند بم، سراوان، خاش، اهواز، برازجان بیشترین تبخیر و تعرق را دارا بوده اند (شکل ۶).

اما این نوسانات مقادیر تبخیر و تعرق برای سال ۲۰۲۵ از ۸۱۸ تا ۲۹۷۹، برای ۲۰۵۰ از ۱۴۴۳ تا ۲۹۹۴، برای سال ۲۰۷۵ از ۱۳۲۳ تا ۲۶۸۸ و در نهایت برای سال ۲۱۰۰ از ۱۵۴۷ تا ۳۱۵۱ میلیمتر نوسان داشته است. بنابراین سال ۲۰۷۵ با نوسانی برابر با ۲۹۱۰ میلیمتر بیشترین تغییرات تبخیر و تعرق را برای دوره مطالعاتی در کشور نشان می دهد.

۳.۲. نیاز آبی برای تولید غلات در کشور بر مبنای

داده های مشاهداتی و شبیه سازی شده

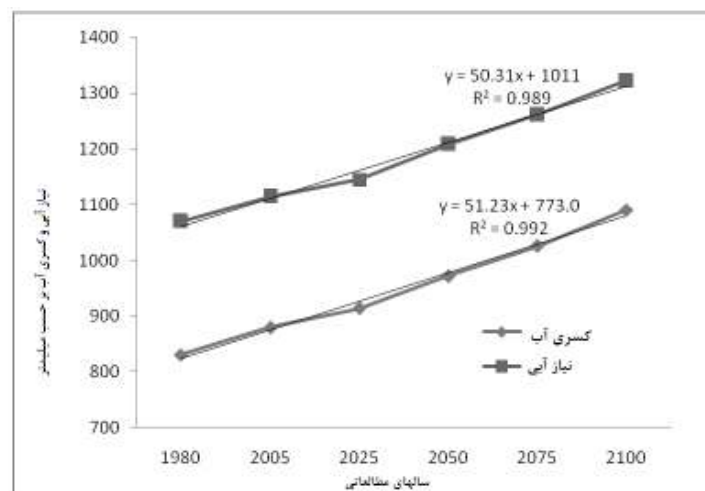
بعد از محاسبه تبخیر و تعرق بالقوه برای سالهای ۱۹۸۰، ۲۰۰۵، ۲۰۲۵، ۲۰۵۰، ۲۰۷۵ و ۲۱۰۰، مشخص گردید که حداقل میانگین تبخیر و تعرق سالانه برای دوره مطالعاتی ۱۹۸۰ رخ داده است که این مقدار ۱۷۵۷ میلیمتر می باشد. اما بیشترین میانگین تبخیر و تعرق کشور برای سال ۲۱۰۰ به میزان ۲۰۰۸ میلیمتر است. بنابراین به ترتیب سال ۱۹۸۰ با ۱۷۵۷ میلیمتر، سال ۲۰۰۵ با ۱۸۵۱ میلیمتر، سال ۲۰۲۵ با ۱۸۵۶ میلیمتر، سال ۲۰۵۰ با ۱۹۳۲ میلیمتر، سال ۲۰۷۵ با ۱۹۶۳ و در نهایت سال ۲۱۰۰ با ۲۰۰۸ میلیمتر تبخیر و تعرق در رتبه های اول تا ششم قرار گرفته اند. اما در بررسی های دیگر برای سال ۱۹۸۰ مشخص گردید که نوسانات تبخیر و تعرق در این سال بین ۹۱۴ تا ۲۹۰۰ میلیمتر متغیر بوده است. در این دوره مطالعاتی کمترین تبخیر و تعرق در نواحی شرقی و غرب دریای خزر شبیه کلاله، آستارا، گرگان، گنبدکاووس دیده می شود و بیشترین آن نیز در نواحی جنوب شرق مثل سراوان، بم و نواحی جنوبی ایران و سواحل خلیج



شکل (۶): میانگین مقادیر تبخیر و تعرق بالقوه سالانه کشور برای دوره مطالعاتی

بوسیله روش SCS، این مقادیر از نیاز آبی محاسبه شده بوسیله مدل تبخیر و تعرق تورنت وایت کاسته گردید تا مشخص شود که در دوره رشد غلات دیم، میزان کسری آب جهت تامین نیاز آبی افزایش خواهد یافت و یا کاسته می شود. برای این منظور نتایج در شکل (۷) و (۸) نشان داده شده است.

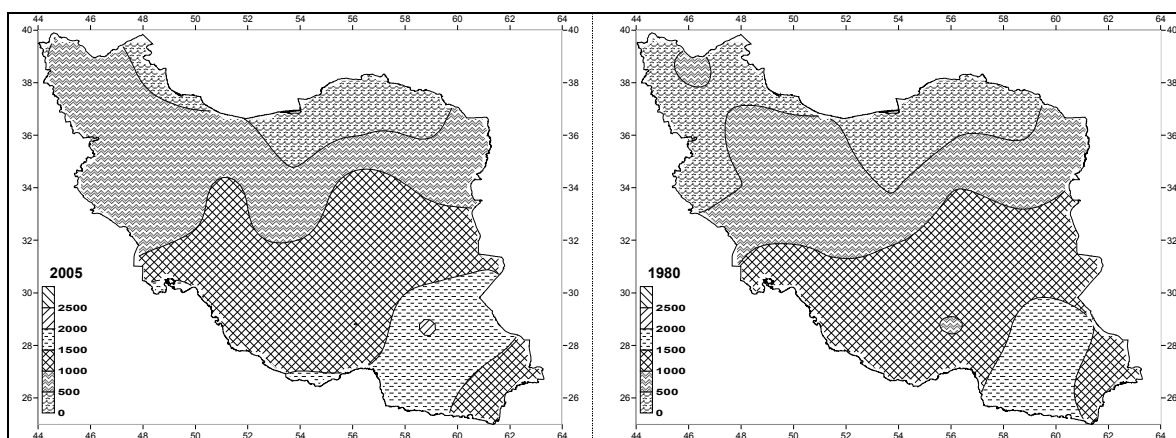
مسلمانا در هر بارشی، تنها قسمتی از آن مورد استفاده گیاه قرار می گیرد و مابقی از طرق مختلف مثل تبخیر، رواناب و گذر از ناحیه ریشه، از دسترس گیاه خارج می شود و به همین دلیل مفهوم "بارش موثر" جهت بیان آن قسمت از بارش که مستقیماً جوابگوی نیاز آبی گیاه است، بکار برده می شود. در این خصوص، بعد از بدست آوردن مقادیر بارش موثر محاسبه شده

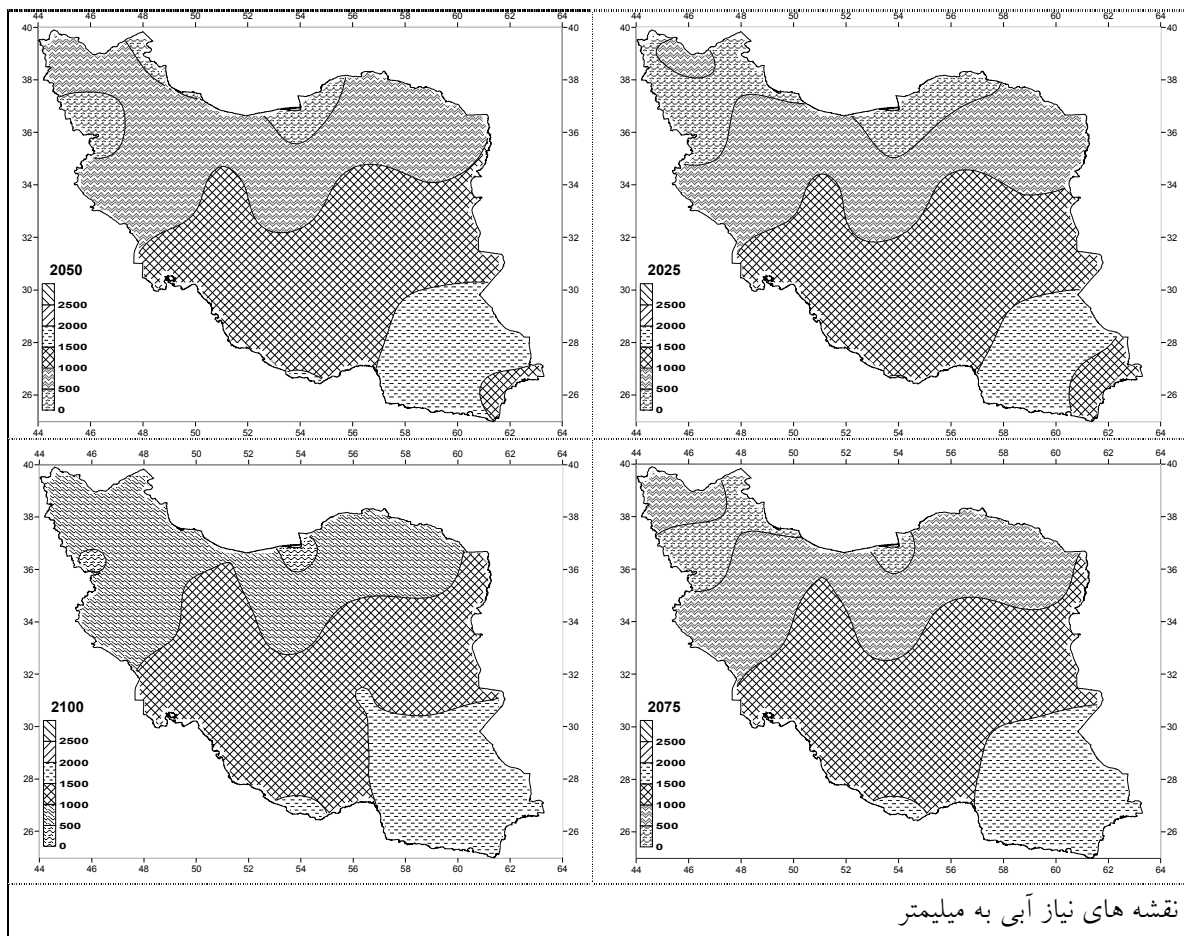


شکل (۷): مقادیر نیاز آبی و کمبود آب برای مجموع کل دوره رشد گندم پاییزه (فصول پاییز، زمستان و بهار) در ایران همانگونه که از شکل (۷) استخراج می شود، ۲ نمودار برای نیاز آبی و دیگری کمبود یا کسری آب ترسیم شده است. نمودار نیاز آبی کشور، بیانگر این موضوع است که بصورت بالفعل چه مقدار آب (بارش)

خواهد داد. روند افزایش نیاز آبی ($R=0.98$) و کمبود آبی ($R=0.95$) از معناداری خوبی برخوردار است. با توجه به گرمایش جهانی، افزایش تبخیر و تعرق و در نهایت افزایش نیاز آبی غلات دیم، در بسیاری از مناطق مختلف کشور، ریزشهای جوی تکافوی نیاز آبی غلات دیم را فراهم نمی‌کند. این تهدید، ابتدائاً می‌تواند برای استانهای جنوبی و جنوب شرقی و سپس شرق و مرکز ایران اولویت بندی نمود. سپس با افزایش نیاز آبی برای سالهای آتی، این تهدید برای استانهای عرضهای بالا و شمالی نیز مشاهده می‌شود. بنابراین در شرایط کنونی نسبت اراضی دیم به آبی شامل ۶۲ به ۳۷ درصد می‌باشد، که در سال ۲۰۵۰ این نسبت از ۳۵ درصد به ۶۵ درصد تغییر خواهد نمود. همچنین در سال ۲۱۰۰، این نسبت از ۱۹ درصد اراضی دیم به ۸۱ درصد اراضی آبی تغییر خواهد کرد. که مشابه این نتیجه توسط دیگر محققان نیز حاصل گردیده است (فیض آبادی و همکاران، ۱۳۸۵).

برحسب میلیمتر برای دوره رشد غلات بصورت میانگین مورد نیاز است، اما برای تعیین موازنه آبی نیز ابتدا مقادیر بارش موثر از مقادیر تبخیر و تعرق بالفعل (نیاز آبی) کسر و مقادیر کمبود یا مازاد آب برای سالهای مورد نظر مشخص گردیده است. از آنجا که اغلب مساحت کشور ایران را مناطق خشک و نیمه خشک پوشش داده است، لذا با توجه به شکل (۸) بیشتر ایران با کمبود آب در دوره های رشد غلات دیم مواجه است. بنابر این در شکل (۷) از نموداری بنام کمبود آب استفاده شده است. در این اشکال فقط مجموع سالانه نیاز آبی و کمبود آب برای دوره رشد گیاه گندم پاییزه ترسیم شده است. یعنی مجموع نیاز کمبود آب برای فصول پاییز، زمستان و بهار هر دوره مطالعاتی محاسبه و سپس ترسیم شده است. با نگاهی به روند هر دو مولفه مورد نظر مشخص می‌شود که افزایش نیاز آبی و کمبود آب در دهه های آینده رخ





نقشه های نیاز آبی به میلیمتر

شکل (۸): مجموع کسری آب برای کل دوره رشد (پاییز، زمستان و بهار) در نواحی مختلف کشت غلات دیم (پاییزه) در ایران بر حسب میلیمتر

نتیجه گیری

از جمله نتایج تحقیق، این است که روند افزایش دما در ایران با قسمتهای دیگر خاورمیانه هماهنگی داشته، بطوری که بیشترین افزایش دما در بهار و یا در تابستان رخ خواهد داد. پژوهشهای مشابه در خاورمیانه این موضوع را تایید می کنند (نصرالله^۱ و همکاران، ۱۹۹۳؛ بن^۲ و همکاران، ۱۹۹۹؛ ترکس^۳ و همکاران، ۲۰۰۴). در این تحقیق برای شبیه سازی

تغییرات دما و بارش کشور از مدل‌های گردش عمومی جو استفاده گردید. شبیه سازیهای انجام شده برای دمای کشور نشان می دهد که تا سال ۲۱۰۰ حدود ۴.۲۵ درجه سلسیوس بر میانگین دمای کشور نسبت به میانگین دوره ۱۹۶۱ تا ۱۹۹۰ افزوده خواهد شد. همچنین نتایج شبیه سازی شده برای بارش کشور تا سال ۲۱۰۰، افزایش ۳۶ درصدی (۸۸.۹ میلیمتر) را نسبت به میانگین دراز مدت ۱۹۶۱ تا ۱۹۹۰ نشان می دهد. برای فصول مورد اهمیت در کشت غلات پاییزه، این افزایش بارش توامان برای پاییز و زمستان ۳۵.۴ درصد (۶۹.۵ میلیمتر) بوده، در حالی که روند بارش تا

^۱ - Nasrallah

^۲ - Ben

^۳ - Türkes

کاهش آب مورد نیاز غلات قرار خواهند گرفت که بیشترین تهدید، مربوط به اراضی این مناطق است. اگرچه دیگر نواحی کشت دیم کشور نیز از این تهدید مستثنی نمی‌باشند، اما شدت و ضعف در آنها متفاوت است. بنابراین با توجه به افزایش نیاز آبی و کمبود آب مورد نیاز برای رشد محصولات، کشت غلات دیم در کشور، آینده ای نامناسب و بی ثبات خواهد داشت. لذا پیشنهاد می‌گردد که مبنای کشاورزی کشور، بروی کاشت غلات آبی متمرکز گردد تا بتوان آثار زیانبار تغییر اقلیم در حوزه کشاورزی به حداقل رسانید و زمینه را برای دریافت بیشترین سود ممکن فراهم نمود.

منابع

زارع فیض آبادی، احمد، کوچکی، علیرضا و مهدی محلاتی، (۱۳۸۵)، بررسی روند ۵۰ ساله تغییرات سطح زیر کشت، عملکرد و تولید غلات در کشور و پیش بینی وضعیت آینده، مجله پژوهش‌های زراعی ایران، سال ۴، شماره پیاپی ۷، ۶۹-۴۹.

سلیمانی ننادگانی، مجید، پارسی نژاد، مسعود، عراقی نژاد، شهاب و علیرضا مساح بوانی، (۱۳۹۰)، تأثیر تغییر اقلیم بر نیاز خالص آبیاری و عملکرد گندم دیم (مطالعه موردی: بهشهر)، نشریه آب و خاک، سال بیست و پنجم، شماره ۲، خرداد و تیر، 389-397.

سلطانی، افشین و منوچهر قلی پور، (۱۳۸۵)، شبیه سازی اثر تغییر اقلیم بر رشد، عملکرد و مصرف آب نخود، علوم کشاورزی و منابع طبیعی، سال سیزدهم، شماره پیاپی ۵۲، خرداد و تیر، ۷۹-۶۹.

سال مورد نظر گویای کاهش آن به میزان 32.8- درصد (۴۱.۵ میلیمتر) در فصول بهار است. روند افزایشی نیاز آبی برای دوره رشد غلات، مقدار معناداری را با $P < 0.001$ نشان می‌دهد. متوسط سالانه کمبود آب در سال ۲۱۰۰، مقدار ۲۰۰۸ میلیمتر محاسبه گردیده است که نسبت به ۱۹۸۰، با ۱۸۵۶ میلیمتر ۱۵۲ میلیمتر افزایش را نشان می‌دهد. بهر حال این کمبود آب در دوره رشد گیاه (پاییز تا بهار)، از ۸۳۱ میلیمتر در سال ۱۹۸۰ به میزان ۱۰۹۰ میلیمتر در سال ۲۱۰۰ افزایش خواهد یافت. علیرغم افزایش بارش در پاییز و زمستان، وجود کاهش بارش برای بهار شبیه سازی گردید که در نهایت افزایش بالای نرخ تبخیر و تعرق، نقش موثرتر افزایش دما را نسبت به روند افزایش بارش آشکار می‌سازد. نتیجتاً این کمبود آب در مدت رشد گیاه (پاییز تا بهار) در نواحی کشت غلات از ۵ درصد در سال ۱۹۸۰، به ۲۳ درصد در سال ۲۰۵۰ و در نهایت به ۳۸ درصد در سال ۲۱۰۰ خواهد رسید. نهایتاً خروجی مدل نیاز آبی برای دهه های آینده نشان می‌دهد که، مناطق با اقلیم مرطوب تا خیلی مرطوب که شامل گیلان، غرب مازندران، غرب خزر و اردبیل است، مازاد آب را تا سال ۲۱۰۰ تجربه خواهند کرد. همچنین تعدادی از مناطق همانند شمال کردستان، غرب زنجان، آذربایجان، گلستان، مازندران، سمنان، اگرچه مازاد آب در آنها مشاهده نمی‌شود ولی شرایط بهتر یعنی نیاز آب کمتری نسبت به دیگر اقلیم را نشان خواهند داد. بهر حال کشت دیم در نواحی هرمزگان، جنوب و غرب کرمان، جنوب غرب سیستان، جنوب و شرق سیستان، بلوچستان، شرق بوشهر، جنوب فارس، بم، سراوان، خاش، اهواز، برازجان احتمالاً تحت تاثیرات

- Meteorology, Vol 132, Issue32, pages 273–285.
- Luo, Q., Bellotti, W., Williams, M., & Wang, E. (2009). Adaptation to climate change of wheat growing in South Australia: Analysis of management and breeding strategies. *Journal of Agriculture, Ecosystems and Environment*, Vol 129, Issue 42, pages 261–267.
- Ludwig, F., Milroy, S.P., & Asseng, S. (2009). Impacts of recent climate change on wheat production systems in Western Australia. *Journal of Climatic Change*, Vol 92, Issue 17, pages 495–517.
- Nasrallah, H.A., & Balling, R.C.(1993). Spatial and temporal analysis of Middle Eastern temperature changes. *Climate Change*, Vol 25, Issue4, pages 153-161.
- Roshan, G.H.R, Ranjbar, F., & Orosa, J. A.(2010). Simulation of global warming effect on outdoor thermal comfort conditions. *Int J Enviro Sci Tech*, Vol 7, Issue4, pages 571-580.
- Roshan, Gh. R., Khoshakh lagh, F., Azizi, Gh., & Mohammadi, H.(2011). Simulation of temperature changes in Iran under the atmosphere carbon dioxide duplication condition. *Iran. J. Environ. Health Sci. Eng*, Vol 9, Issue 2, pages139-152.
- Sultana, H., Ali, N., Iqbal M. M., & Khan, A. M. (2009). Vulnerability and adaptability of wheat production in different climatic zones of Pakistan under climate change. *Journal of Climatic Change*, Vol 94, Issue13, pages 123– 142.
- Türkes, M., & Sümer, U.M. (2004). Spatial and temporal patterns of trends and variability in diurnal temperature ranges in Turkey. *Theor Appl Clim*, Vol 77, Issue32, pages 195-227.
- Wigley, T.M.L.(1995). MAGICC and SCENGEN Integrated models for estimating regional climate change in response to anthropogenic emissions. In: روشن، غلامرضا، خوش اخلاق، فرامرز و قاسم عزیزی، (1391)، آزمون مدل مناسب گردش عمومی جو برای پیش یابی مقادیر دما و بارش ایران، تحت شرایط گرمایش جهانی، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۲۷، تابستان، ۳۶-۱۹.
- عزیزی، قاسم، (۱۳۷۹)، برآورد بارش موثر در رابطه با کشت گندم دیم (مورد: دشت خرم آباد)، پژوهشهای جغرافیائی، سال سی و دوم، شماره ۳۹، اسفند، ۱۲۳-۱۱۵.
- کوچکی، علیرضا، نصیری محلاتی، مهدی، بداغ جمالی، جواد و سیدحسن مرعشی، (1385)، مطالعه اثر تغییر اقلیم بر ویژگی های رشد و عملکرد گندم دیم رقم سرداری با استفاده از مدل گردش عمومی، علوم و صنایع کشاورزی، جلد ۲۰، شماره ۷، 83-95.
- Ben-Gai, T., Bitan, A., Manes, A., Alpert, P., & Rubin, S. (1999). Temporal and spatial trends of temperature patterns in Israel. *Theor Applied Clim*, Vol 64, Issue21, pages 163-177.
- Challinor, A.J., Wheeler, T.R., & Slingo, J.M. (2005). Simulation of the impact of high temperature stress on the yield of an annual crop. *Agric. Forest Meteorology*, Vol 135, Issue6, pages 180–189.
- Doll, P.(2002). Impact of climate change and variability on irrigation requirements: a global perspective. *Journal of Climatic Change*, Vol 54, Issue13, pages269–293.
- Evans, J.P.(2009). 21st century climate change in the Middle East. *Climatic Change*, Vol 7, Issue 92, pages 417–432.
- Kont, A. Jaagus, J., & Aunap, R.(2003). Climate Change scenarios and the effect of sea – level rise for Estonia. *Global Planet Chang*, Vol 36, Issue 12, pages1-15.
- Luo, Q., Bellotti, W., Williams, M., & Bryan, B. (2005). Potential impact of climate change on wheat yield in South Australia. *Journal of Agricultural and Forest*

Wigley, T.M.L. (2008) MAGICC/SCENGEN User Manual (downloaded from <http://www.cgd.ucar.edu/cas/wigley/magicc> 2010).

Zverver S, van Rompaey, RSAR, Kok MTJ, Berk MM (Eds.), Climate Change Research: Evaluation and Policy Implications, Elsevier, Amsterdam, pages1504.

The Effect of Regional Climate Change on the water requirement of dryland farming Crop in Iran

Gh. R. Roshan, A. A. Ghangherme, E. Shahkooei

Received: October 12, 2011/ Accepted: September 12, 2012, 51-54 P

Extended Abstract

1- Introduction

Agriculture is an essential need and thus an activity of prime importance for human. As such, investigation of impacts of climate change on agriculture gains importance and necessity. One of the effective parameters in the crops productivity is better understanding of irrigation demands of the crops. Global warming via wielding impact on the climate parameters of temperature, precipitation, and evaporation can affect water demand in agricultural sector, and in some cases, challenge the food security of the nation through increasing the water demand and paucity of water resources required to better growth of crops. So, the rationale of the present study include the following: investigation, detection and prognostication f trends of change

in temperature and precipitation in the country according to different scenarios of global warming, exploration of agro-climate of the crops, determination of the proper time and place of cultivation and risk and crisis management and food security of the country.

2-Methodology

The present study aims at the simulation of the impact of global warming on the irrigation demand of the dry cultivation (autumnal) in different regions of Iran. To do the research, data for 92 synoptic and climatic weather stations across the country have been used. To simulate the weather components up to 2100, the MAGICC/SCENGEN 5.3 has been used in the study. As the purpose of the present study is calculation of irrigation demand, the Terence White method of evaporation-perspiration. Ultimately, the losses and excess of water needed for irrigation for different periods of 1980, 2005, 2025, and 2100 were measured using the method provided by American Soil Conservation System (SCS), calculating the effective precipitation

Author(s)

Gh. R. Roshan (✉)

Assistant Professors in climatology, Department of Geography,
Golestan University, Gorgan
E-mail: ghr.rowshan@gmail.com

A. A. Ghangherme

Assistant Professors in climatology, Department of Geography,
Golestan University, Gorgan

E. Shahkooei

Assistant Professors in climatology, Department of Geography,
Golestan University, Gorgan

and then subtracting it from the water demand.

3-Discussion

Simulations of the temperature trend up to 2100 shows indicates a 4.25 degrees centigrade rise for Iran compared to that for a long term of 1961 to 1990. Findings are also showing that the increase in water deficit in 2100 will be 152mm compared to that in 1980.

4-Conclusion

It should be noted that in spite of a 36 percent increase in annual precipitation across the country by the year 2100 compared to its mean in the long period of 1961-1990, the increased amount will not suffice the water demand due to the increasing trend in temperature. The conclusion is that water deficit in the dry cultivation period (fall to spring) will rise to 23 percent in 2050 from 5.2 percent in 1980 and finally it will soar to a 38 percent high in 2100.

Key words: climate change, water requirment, general atmospheric circulation models, Corn, Iran

References

- Azizi, GH (2000). An Approximation of the Effective Precipitation for the Dry Whit Cultivation (Case Study of Khorramabad Plain). *Geographical Research*, 39(2): 115-123.
- Ben-Gai, T., A. Bitan, A. Manes, P. Alpert, and S. Rubin (1999); Temporal and spatial trends of temperature patterns in Israel. *Theor Applied Clim*, Vol 64, Issue21, pages 163-177.
- Challinor, A.J., T. R. Wheeler and J.M. Slingo (2005); Simulation of the impact of high temperature stress on the yield of an annual crop. *Agric. Forest Meteorology*, Vol 135, Issue6, pages 180–189.
- Doll, P.(2002); Impact of climate change and variability on irrigation requirements: a global perspective. *Journal of Climatic Change*, Vol 54, Issue13, pages269–293.
- Evans, J.P. (2009); 21st century climate change in the Middle East. *Climatic Change*, Vol 7, Issue 92, pages 417–432.
- Kont, A., J. Jaagus, and R. Aunap (2003); Climate Change scenarios and the effect of sea – level rise for Estonia. *Global Planet Chang*, Vol 36, Issue 12, pages1-15.
- Koochaki, A.R., M.Nasiri Mahallati, J. Bodagh Jamali, H.Marashi (2006).An Investigation Of The Impact Of Climate Change On The Growth And Performance Of Dry Whit Cultivation For Sardari Genus Using The General Circulation Model. *Agricultural Industry and Science*, 20(12): 83-95.
- Luo, Q., W. Bellotti, M.Williams and B. Bryan (2005); Potential impact of climate change on wheat yield in South Australia. *Journal of Agricultural and Forest Meteorology*, Vol 132, Issue32, pages 273–285.
- Luo, Q., W. Bellotti, M. Williams, and E.Wang (2009); Adaptation to climate change of wheat growing in South Australia: Analysis of management and breeding strategies. *Journal of Agriculture, Ecosystems and Environment*. Vol 129, Issue 42, pages 261–267.
- Ludwig, F., S.P.Milroy, and S. Asseng (2009); Impacts of recent climate change on wheat production systems in Western Australia. *Journal of Climatic Change*, Vol 92, Issue 17, pages 495–517.
- Nasrallah, H.A., and R.C. Balling (1993). Spatial and temporal analysis of Middle Eastern temperature changes. *Climate*

- Change, Vol 25, Issue4, pages 153-161.
- Roshan, G.H.R., F. Ranjbar and J. A.Orosa (2010); Simulation of global warming effect on outdoor thermal comfort conditions. *Int J Enviro Sci Tech*, Vol 7, Issue4, pages 571-580.
- Roshan, Gh. R., F. Khoshakh lagh, Gh.Azizi and H. Mohammadi (2011); Simulation of temperature changes in Iran under the atmosphere carbon dioxide duplication condition. *Iran. J. Environ. Health Sci. Eng*, Vol 9, Issue 2, pages139-152.
- Roshan, Gh. R., F. Khoshakh lagh and Gh.Azizi(2012); Assessment of suitable General Circulation Models for forecasting temperature and precipitation amounts in Iran under condition of global warming. *journal of gheography and development*, Issue 27, pages19-36.
- Sultana, H., N. Ali, M. Iqbal and A. M. Khan (2009); Vulnerability and adaptability of wheat production in different climatic zones of Pakistan under climate change. *Journal of Climatic Change*, Vol 94, Issue13, pages 123– 142.
- SoleimaniNenadgani, M. M. ParsiNezhad, Sh.Araqinezhad, A. R. MassahBuani (2011). The Net Effect of Climate Change on Irrigation Requirements and Yield of Wheat (Case Study: GR) and Soil Water Contents .*Agricultural Science and Technology*, 2(25): 389-397.
- Soltani, A. M. Gholipour (2006). Simulating the Effects of Climate Change on Growth, Yield and Water Use Peas, *Agricultural Sciences and Natural Resources*, 13 (2): 69-79.
- Türkes, M., and U.M. Sümer (2004); Spatial and temporal patterns of trends and variability in diurnal temperature ranges in Turkey. *Theor Appl Clim*, Vol 77, Issue32, pages 195-227.
- Wigley, T.M.L.(1995); MAGICC and SCENGEN Integrated models for estimating regional climate change in response to anthropogenic emissions. In: Zverver S, van Rompaey, RSAR, Kok MTJ, Berk MM (Eds.), *Climate Change Research: Evaluation and Policy Implications*, Elsevier, Amsterdam, pages1504.
- Wigley, T.M.L. (2008); MAGICC/SCENGEN User Manual (downloaded from <http://www.cgd.ucar.edu/cas/wigley/magicc> 2010).
- Zare Feiz Abadi, A., A.R. Koochaki, M. Mahallati (2006). A 50-Year Examination Of Changes In The Cultivated Lands, Performance And Productivity Of Grains Across Iran And A Future Prospect. *The Journal of Agricultural Research of Iran*, 4(7):49-69.