جغرافیا(فصلنامه علمی ـ پژوهشی و بین‌المللی انجمن جغرافیایی ایران)

سال هجدهم، شماره 65، تابستان 1399

تأثیر تغییر اقلیم بر تقویم زراعی گندم دیم(رقم چمران)
مطالعه موردی : دزفول

فاطمه امیری[1] حسن لشکری[*2، 3]، جبرائیل قربانیان[2]، جعفر مرشدی[2]

تاریخ وصول: 1398/11/04، تاریخ تأیید: 1399/05/21

چکیده

امروزه تغییر اقلیم به‌عنوان یک چالش محیطی پیش روی دانشمندان اقلیم‌شناس، متخصصان محیط‌زیست و سیاست‌مداران و حکمرانان دولت‌هاست. صرف‌نظر از هر دیدگاه علمی و تئوریک درباره تغییر اقلیم حتی به‌عنوان یک پدیده مفروض باید نسبت به این مسئله دغدغه مند بود. چراکه اتخاذ تدابیر پیشگیرانه ما را از آسیب‌های احتمالی آن ایمن‌تر خواهد کرد. با این دیدگاه در این تحقیق درصدد آشکارسازی اثر تغییر اقلیم بر تقویم زراعی گندم دیم(رقم چمران) به عنوان گونه مورد کشت در استان خوزستان پرداخته‌شده است. داده‌های بارش، دمای حداقل و حداکثر در دوره اقلیمی 1980 تا 2010 مرتب‌سازی گردید و پس از نرمال‌سازی داده‌ها وارد محیط نرم‌افزار LARS-WG گردید و خروجی آن توسط مدل LARS-WG تحت سناریوی انتشار A2 برای دوره اقلیمی 2015 تا 2045 برای چهار پارامتر دمای حداقل، دمای حداکثر، تابش و بارش شبیه‌سازی گردید. همچنین برای دوره آتی محدوده(2015-2030) و(2030-2045) از داده‌های مدل HADGCM2 از خروجی MarkSim استفاده‌شده است. نتایج این تحقیق نشان داد که در دو دوره 15 ساله 2015 تا 2030 و 2030 تا 2045 میلادی دماهای حداقل و حداکثر بر اساس تمام سناریوهای بدبینانه و خوش‌بینانه روندی افزایشی خواهد داشت. این افزایش در ماه‌های مارس تا آوریل که مصادف با دوره برداشت بیشتر از سایر ماه‌ها می‌باشد. بارش در ماه‌های ژانویه، دسامبر و مارس در تمام سناریوها روند کاهشی خواهد داشت. این روند کاهشی بخصوص در دوره پیش‌بینی 2015 تا 2030 محسوس‌تر از دوره پیش‌بینی 2030 تا 2045 خواهد بود. در مقابل در ماه‌های نوامبر، فوریه و آوریل در تمام سناریوها روند افزایشی خواهد داشت. بر اساس ترکیب دو عنصر دما و بارش پیش‌بینی‌شده برای دو دوره آینده تمام دوره‌های کاشت، داشت و برداشت بین 10 تا 15 روز پیش افتادگی خواهند داشت.

کلیدواژگان: تغییراقلیم، تقویم زراعی، گندم، رقم چمران، دزفول.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

1- دانشجوی دکتری، گروه اقلیم شناسی، واحداهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

2- استادیار، گروه اقلیم شناسی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

3 - دانشیار، گروه آموزشی جغرافیای طبیعی، دانشگاه شهید بهشتی.

*-نویسنده مسئول، ایمیل: h-lashkari@sbu.ac.ir

مقدمه

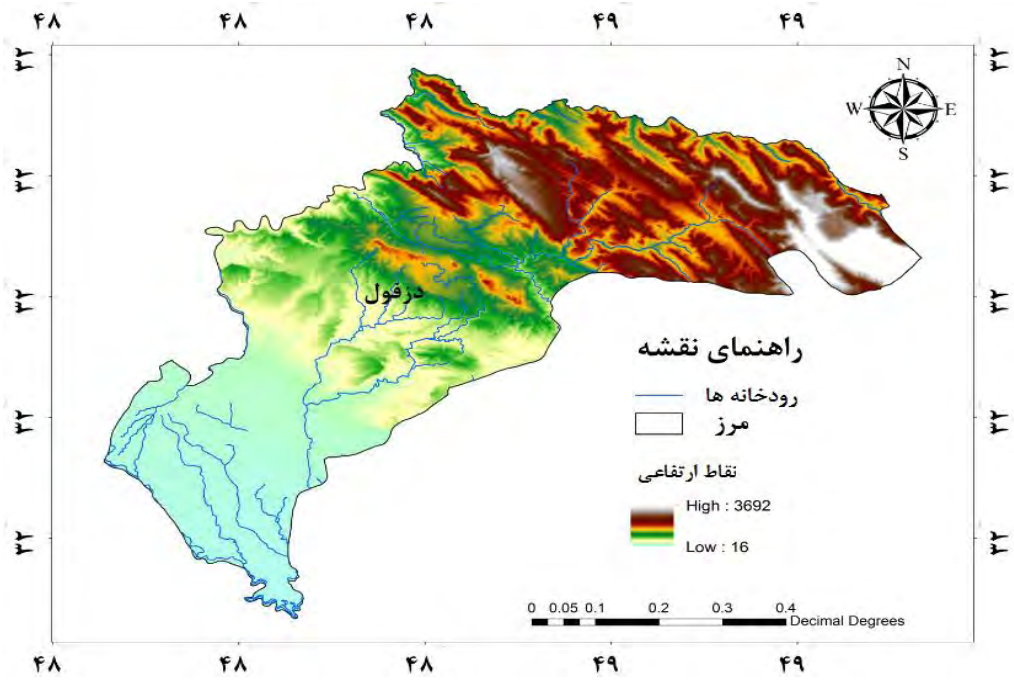
حیات جاندار و حتی محیط فیزیکی نیز تحت تأثیر شرایط اقلیمی یک مکان به‌تدریج شکل‌گرفته و خود را با وضع موجود انطباق می‌دهد. بنابراین هرگونه تغییری چه جزئی و چه کلی بشدت زیست و فعالیت موجودات را تحت تأثیر قرار می‌دهد. این تأثیر برای جاندارانی که امکان جابجایی و نقل‌مکان ندارند، بسیار شکننده و می‌تواند مخرب باشد. پوشش گیاهی به دلیل برخورداری از این ویژگی در قیاس با انسان‌ها و سایر جانوران از تغییرات اقلیمی اثرپذیری بیشتری دارند. درعین‌حال این اثرپذیری در اقلیم‌های خشک و نیمه خشکی چون ایران بسیار مشهودتر و از آسیب‌پذیری بیشتری برخوردار است. محدودیت منابع از یک‌سو و افزایش روزافزون جمعیت و درنتیجه تقاضا برای محصولات غذایی از سویی دیگر، ایجاب می‌کند که از منابع محدود به نحو بهینه استفاده شود، لذا توجه به شرایط اقلیمی به‌عنوان یکی از عوامل تعیین‌کننده تولید محصولات کشاورزی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است(احمدی و فلاح قالهری، ۱۳۹٤، ٦۷). در چند دهه اخیر، اثرات بالقوه تغییر اقلیم بر سیستم‌های انسانی و محیطی، به کانون توجهات در مجامع علمی تبدیل‌شده است. پدیده تغییر اقلیم عمدتاً ناشی از افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای((GHG در دهه‌های گذشته در جو زمین می‌باشد و می‌تواند بر کلیه فرآیندهای منابع طبیعی، منابع آب، کشاورزی، صنعت، بهداشت و به‌طورکلی بر زندگی بشر تأثیرگذار باشد(Kassie et al, 2015). در حال حاضر اقلیم شناسان برای بررسی اثرات تغییر اقلیم، از مدل‌های گردش عمومی جو- اقیانوس استفاده می‌کنند(Wilby and Dessai, 2010). از آنجائی که در تاریخ‌های مختلف کشت شرایط محیطی مانند طول فصل رشد، فتوپریود، درجه حرارت و عواملی مانند رطوبت قابل‌دسترس با یکدیگر تفاوت دارند و به‌علاوه کاهش رشد رویشی باعث کاهش عملکرد درکشت دیر می‌شود. لذا در تاریخ‌های مختلف کاشت نیاز به ارقام خاص می‌باشد. تاریخ کاشت یکی از مهم‌ترین عوامل زراعی مؤثر بر روی عملکرد و دیگر خصوصیات هر گیاه زراعی است(علی لو و همکاران، ۱۳۸۲). منظور از تاریخ کاشت زمانی است که گیاه در آن زمان به‌خوبی سبز شده، استقراریافته و مراحل رشد آن حتی‌الامکان با محیط مناسبی برخوردار داشته باشد و به‌علاوه از عوامل نامساعد نیز فرار کند؛ لذا بهترین تاریخ کشت، منجر به حصول حداکثر عملکرد در مقایسه با سایر تاریخ‌های کاشت می‌گردد(خواجه پور، ۱۳۷٦). ازآنجایی‌که عوامل اقلیمی منطقه مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده تاریخ کشت یک گیاه محسوب می‌شوند، تعیین تاریخ کشت گیاه با استفاده از عوامل امری رایج است. بااینکه تغییرات کوتاه‌مدت جوی یک ناحیه را نمی‌توان پیش‌بینی نمود، ولی روند کلی شرایط آب و هوایی یک منطقه از طریق میانگین سال‌های گذشته به دست می‌آید. با استفاده از داده‌های هواشناسی می‌توان تاریخ احتمالی وقوع پیشامدهای مختلف جوی از قبیل درجه حرارت‌های مناسب، بارش، سرماهای کشنده و... را پیش‌بینی نمود. با به دست آوردن چنین نتایجی و بااطلاع از نحوه رشد گیاه و نیازهای مختلف آن می‌توان شرایط مطلوب رشد گیاه را از طریق انتخاب بهترین تاریخ کشت در هر منطقه فراهم نمود(خواجه پور و باقریان نایینی، ۱۳۷۵). تغییر اقلیم پدیده‌ای جهانی است که کشور ایران هم در معرض وقوع آن قرار دارد. اغلب پیش‌بینی‌های بروز تغییر اقلیم در ایران بیانگر کاهش میزان عملکرد گندم در سال‌های آینده است. تغییر اقلیم می‌تواند به‌شدت بر محصول گندم که تأمین‌کننده ۲۱ درصد از مواد غذایی و دربرگیرنده ۲۰۰ میلیون هکتار از اراضی در سراسر دنیاست، تأثیرگذار باشد. انتظار می‌رود که در دوره منتهی به سال ۲۰۲۰، در کشورهای درحال‌توسعه، تقاضای سالانه گندم برای مصرف انسان ۱/٦ درصد و برای مصارف خوراک دام ۲/٦ درصد افزایش یابد. این در حالی است که گرمایش جهانی به‌عنوان یکی از نتایج تغییر اقلیم، ممکن است بالقوه منجر به کاهش عملکرد گندم، افزایش عدم امنیت غذایی و فقر شود((Ortiz etal, 2008. پایمنتل، در قاره‌ی آفریقا، گرم شدن جهانی احتمالاً به‌طور منفی تولید محصولات غذایی اصلی(برنج، گندم، ذرت، لوبیا و سیب‌زمینی) را تغییر می‌دهد. گندم و ذرت که با عرض‌های جنب حاره سازگار شده، ممکن است کاهش در

محصول را درنتیجه دمای بالا متحمل شود و برنج ممکن است درنتیجه دماهای بالاتر در منطقه از بین برود(Pimentel,1993). زانگ، آزمایشات متعددی برای تعیین اثرات تغییرات دما و بارندگی روی رشد و نمو گندم زمستانه در کشور چین انجام داد. نتایج این تحقیق نشان داد که تغییرات درجه‌ی حرارت نسبت به بارندگی از اهمیت بیشتری بر روی عملکرد دانه برخوردار است(Zhang,1994). کارتر و همکاران، مطالعات انجام‌گرفته در اروپا نشان‌دهنده این است که براثر گرمایش آب و هوایی نواحی کشت غلات(گندم و ذرت) به‌طرف قسمت‌های شمالی گسترش خواهد یافت(Carter,1996). کوکیک و همکاران، اثرات طولانی‌مدت تغییرات آب و هوایی بر عملکرد محصولات زراعی استرالیا را موردمطالعه قراردادند. آنان اصلاح مدیریت آبیاری، ایجاد تکنولوژی‌های جدید و استفاده از گونه‌های مقاوم به خشکی را ازجمله راهکارهای مقابله با تغییرات طولانی‌مدت اقلیمی دانستند(Kokic et al,2005:12). اسمیت و همکاران، پیامدهای تغییر اقلیم بر روی نیاز آبی محصولات کشاورزی در جنوب ایتالیا از ۱۵ مدل اقلیم جهانی و سه سناریوی گرمایش جهانی بهره بردند. در ایران اکثر تحقیقات تغییر اقلیم بر اساس آشکارسازی تغییرات دو متغیر اصلی دما و بارش در دوره‌های تاریخی گذشته تمرکز داشته است. همچنین در محدوده مطالعاتی که با استفاده از داده‌های خروجی مدل‌های اقلیمی صورت گرفته است، کمتر به جنبه‌های کاربردی میزان تغییرات پیش‌بینی‌شده بر بخش‌های کشاورزی پرداخته‌شده است(Smite et al,2010). اوزدقان، در تحقیق خود، تأثیر تغییر اقلیم بر عملکرد گندم در شمال غربی ترکیه را ارزیابی کرد. در این تحقیق پیش‌بینی شد که در شرایط افزایش دی‌اکسید کربن اتمسفری بدون در نظر گرفتن تغییرپذیری دیگر عامل‌های اقلیمی، تأثیر مثبت و البته ناچیزی را بر عملکرد گیاه دارد، اگرچه این تأثیر مثبت نمی‌تواند نقش تغییر دما و بارندگی را در کاهش عملکرد گیاه خنثی سازد. در چنین شرایطی پیش‌بینی شد که عملکرد گندم زمستانه بین ۵ تا ۳۵ درصد(بنا بر داده‌های ورودی به مدل) کاهش داشته باشد(Ozdogan,2011). سندها و همکاران، بر اساس محدوده دمایی مناسب برای کشت گندم، بازه زمانی مشترک برای کاشت در دوره پایه و سه دوره زمانی در آینده در سناریوهای منتخب تعیین شد. سپس، در هر ایستگاه، تاریخ‌های کاشت هر ١٤ روز یک‌بار از ابتدای بازه مشترک در نظر گرفته شد. درنهایت، طول دوره رشد گیاه بر اساس مجموع درجه روز(GDD) لازم برای رسیدن به مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی محاسبه شد. بدین منظور، دمای آستانه و دمای حداکثر برای گیاه گندم به ترتیب ٤ و ٢٦ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد(Sandhu,2013). زیو و همکاران(٢٠١٤)، بامطالعه اثرات تغییر اقلیم در ایالت آیداهو، تا ۳۲ درصد افت درآمد را در تولید محصولات زراعی پیش‌بینی کردند(Xu et al,2014). اسکندری(١٣٨٦)، در تحقیقی به بررسی نقش اقلیم در برنامه‌ریزی زراعی شهرستان رامهرمز جهت افزایش تولیدات کشاورزی با تأکید بر محصول گندم پرداخته است. نتیجه تحقیق وی نشان داده که برای بررسی نوع محصول، رشد میزان محصول، علل نوسان محصول، تعیین تقویم زراعی و برنامه آبیاری در رابطه با تبخیر و تعرق و نیاز آبی گیاه، باید عناصر اقلیمی مؤثر بر آن‌ها را مدنظر قرارداد(اسکندری، ١٣٨٦). مروت و همکاران، به‌منظور ارزیابی شرایط تغییر اقلیم در شهر مشهد، خروجی‌های مدل گردش عمومی جو ECHO-G سناریوی A1 را به‌وسیله مدل آماری LARS-WG ریزمقیاس نمودیم. در این مطالعه سال‌های ۲۰۰۵-١٩٧٦ میلادی به‌عنوان دوره گذشته(دوره آماری) و سال‌های ۲۰۳۹-۲۰۱۰ میلادی به‌عنوان دوره آینده(دوره تغییر اقلیم) انتخاب گردیدند. نتایج حاصل از اجرای مدل نشان‌دهنده این بود که در دوره آینده نسبت به دوره آماری، دمای شهر مشهد تغییری نمی‌یابد ولی بارش‌ها در این شهر به میزان ٦,١٪ افزایش می‌یابد. سپس با استفاده از فرمول درجه روزهای رشد(GDD) و داده‌های خروجی مدل برای دوره آینده به تنظیم تقویم زراعی و تعیین مناسب‌ترین تاریخ کاشت گیاه گندم در شهر مشهد پرداختیم. بر این اساس در سال‌های زراعی ۱۳۸۹ تا ١٤١٨ بهترین تاریخ کاشت گندم در مشهد اواسط آبان ماه تعیین گردید و تاریخ وقوع دیگر مراحل فنولوژیک گندم به این صورت به دست آمد که جوانه‌زنی اوایل آذر، پنجه‌زنی اوایل اسفند، گلدهی اواسط اردیبهشت و تاریخ رسیدگی و برداشت نیمه دوم خردادماه

می‌باشد(مروت و همکاران، ۱۳۹٤). جهان تیغ و همکاران، در این پژوهش تأثیر تغییر اقلیم بر تقویم کشت گندم و نیاز آبی آن در استان سیستان و بلوچستان موردبررسی قرار گرفت. هم‌چنین تأثیر مدیریت در تاریخ کاشت بر کاهش اثرات منفی این پدیده‌ی جهانی بررسی شد. پس از واسنجی و صحت‌سنجی مدل LARS-WG، مؤلفه‌های اقلیمی شش ایستگاه هواشناسی زابل، زاهدان، ایرانشهر، سراوان، خاش و چابهار تحت سه سناریوی A2،A1B و B1 در مدل HADCM3 تا سال ۲۱۰۰ ریزمقیاس شدند. با تعیین بازه‌های مناسب برای کاشت و طول دوره‌های رشد اولیه، سریع، میانی و انتهایی با استفاده دماهای کاردینال و ضریب درجه- روزرشد، نیاز آبی گیاه به دست آمد. تغییر اقلیم به دلیل افزایش معنی‌دار دما، طول دوره‌ی رشد در مراحل مختلف رابین یک تا ۲۰ روز کاهش می‌دهد که این مسئله باعث کاهش نیاز آبی گندم بین ۰/۰۳-٤۲/۷ درصد خواهد شد .اگرچه به تعویق انداختن زمان کاشت در شرایطِ تغییر اقلیم، طول فصل کشت را بین ۱۲ تا ۲۵ روز کاهش می‌دهد، اما نیاز آبی را بین ۱/۲۷ تا ۷۷۸ مترمکعب در هکتار افزایش خواهد داد. بر اساس نتایج، مدیریت تقویم کشت گندم راه‌کاری مؤثر برای دستیابی به کشاورزی پایدار در اقلیم آینده استان سیستان و بلوچستان می‌باشد(جهان تیغ و همکاران،۱۳۹۵). ناصرین و موسوی، تعیین مدل تولید اقلیمی عملکرد گندم دیم شمال استان خوزستان را بررسی نموده‌اند. نتایج نشان داد به برای تخمین میزان محصول گندم دیم در شمال خوزستان، مدل‌های محل نسبت به مدل منطقه‌ای به داده‌های کمتری نیاز دارند. اما، مدل‌های منطقه‌ای نسبت به مدل‌های محل شهرستان‌های مخالف دقت کمتری داشتند. همچنین، تحلیل حساسیت انجام‌شده نشان داد به میانگین دمای حداکثر و بارش در ماه‌های فصل زمستان نسبت به سایر عوامل اقلیم حساسیت بیشتری دارند. به‌علاوه، با افزایش بارش در منطقه میزان محصول افزایش داشت(ناصرین و همکاران، ۱۳۹٦). احمدی و همکاران(۱۳۹٦)، هدف از این پژوهش بررسی اثرات تغییر اقلیم بر روی تقویم زراعی کشت جو دیم(L. Hordeum vulgare) در استان لرستان به‌عنوان یک منطقه و قطب مؤثر درکشت غلات می‌باشد. جهت پیش‌بینی تغییر اقلیم بر مبنای مدل‌های گردش عمومی(GCM) از مدل LARS-WG جهت ریزمقیاس نمایی استفاده شد. داده‌های روزانه دمای کمینه، دمای بیشینه و بارش در دوره آماری ۳۰ سال(۱۹۸۰-۲۰۱۰) برای شش ایستگاه به‌عنوان داده‌های مبنا استفاده شد و با استفاده از مدل LARS-WG و گردش عمومی HadCM3 و سناریوی A 2 تا افق ۲۰۳۰ میلادی موردبررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد تاریخ کشت در تمام ایستگاه‌ها زودتر اتفاق خواهد افتاد و طول دوره رشد در تمام ایستگاه‌ها کاهش می‌یابد، بیشترین کاهش طول دوره رشد در ایستگاه الیگودرز با ٦۲ روز می‌باشد با توجه به نتایج به‌دست‌آمده راهکارهای از قبیل تغییر تاریخ کشت، تغییر تقویم آبیاری، جهت سازگاری و افزایش کشت جو دیم در منطقه که می‌تواند کمک بزرگی به کشاورزان داشته باشد ارائه گردید. گندم یکی از استراتژیک ترین محصولاتی است که در خوزستان کشت می‌شود، و به دلیل خرید تضمینی از سوی دولت کشت این محصول از سوی مردم با استقبال زیادی مواجه می‌شود. خوزستان با داشتن مزارع وسیع و تولید انبوه محصولات کشاورزی نقش بسیار زیادی در خودکفایی گندم در کشور ایفا می‌کند. کشت وسیع گندم در خوزستان باعث شده است تا خوزستان به‌نوعی قطب تولید گندم باشد.

منطقه مورد مطالعه

گستره شهرستان دزفول با مساحت ٤۷٦۲ کیلومترمربع بین ٤۸ درجه و ۲۰ دقیقه تا ٤۸ درجه و ۳۱ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرارگرفته است و بین ۳۲ درجه و ۷۵ دقیقه عرض شمالی از خط استوا قرارگرفته است. این شهرستان از شهرستان‌های استان خوزستان می‌باشد که از شمال به استان لرستان، از غرب به شهرستان اندیمشک از شرق به استان‌های چهارمحال بختیاری از جنوب شرقی به شهرستان مسجدسلیمان و از جنوب به شهرستان‌های شوشتر و گتوند و از جنوب غربی به شهرستان شوش محدود می‌شود(سالنامه آماری، ۱۳۹۵).



شکل ۱: موقعیت شهرستان دزفول

روش تحقیق

برای انجام این تحقیق ابتدا داده‌های ایستگاه دزفول از سایت سازمان هواشناسی کشور اخذ گردید و سپس داده‌های بارش، دمای حداقل و حداکثر در دوره اقلیمی ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۰ مرتب‌سازی گردید و پس از نرمال‌سازی داده‌ها وارد محیط نرم‌افزار LARS-WG گردید و خروجی آن توسط مدل LARS-WG تحت سناریوی انتشار A2 برای دوره اقلیمی ۲۰۱۵ تا ۲۰۴۵ برای چهار پارامتر دمای حداقل، دمای حداکثر، تابش و بارش شبیه‌سازی گردید. همچنین برای دوره آتی محدوده(۲۰۱۵–۲۰۳۰) و (۲۰۳۰–۲۰۴۵) از داده‌های مدل HADGCM2 از خروجی MarkSim استفاده‌شده است. در مطالعات اخیر تغییر اقلیم و گزارش IPCC-AR5 بر اساس واداشت‌های تابشی تغییر اقلیم به‌وسیله داده‌های MarkSim که مولد داده‌های بارندگی مارکوف مرحله سوم(تورنتون، ۱۹۹۳، ۱۹۹۷، ۱۹۹۹، ۲۰۰۰؛ جونز و همکاران، ۲۰۰۲) است. الگوریتم اصلی MarkSim یک شبیه‌ساز بارندگی روزانه است. برای پیش‌بینی وقوع a از یک فرآیند مارکوف مرتبه سوم می‌باشد. Marksim حداکثر و حداقل دمای هوا روزانه را تخمینمی زند و مقادیر تابش خورشیدی روزانه از میانگین ماهانه این متغیرها، با استفاده از روش‌های منشأ ریچاردسون(۱۹۸۱). مقادیر تابش خورشیدی ماهانه از درجه حرارت، طول و عرض جغرافیایی با استفاده از مدل دو ناتلی و کمپبل(۱۹۹۷) استخراج می‌کند. لازم به ذکر است که داده‌ها از سال ۲۰۱۰ تا ۲۱۰۰ میلادی برای ۱۸ مدل گردش عمومی تحت ٤ سناریوهای AR5 (RCP4.5,RCP2.6,RCP8.5,RCP6.0) قابل‌دسترسی می‌باشد. همان‌طور که از عنوان تحقیق مشخص است غایت نهایی کار تهیه تقویم زراعی برای محصول گندم رقم چمران در شهرستان دزفول می‌باشد. معیار اصلی این تحقیق برای کشت گندم تاریخ شروع بارندگی مؤثر برای کشت می‌باشد یعنی روزی که جمع بارندگی به ۵ میلی‌متر برسد به شرطی که پانزده رز بعدازآن خشک نباشد(محمدی، ۱۳۸٤: ١٦). رقم چمران ازنظر طول دوره رشد رقمی متوسط رس محسوب می‌شود و با توجه به اینکه در شرایط آب و هوایی خوزستان، گرمای پایان دوره از حدود اواخر فروردین‌ماه، اساساً برای رشد گندم مناسب نیست، عملاً تاریخ نهایی رشد گندم در این شرایط اواخر فروردین تا حداکثر دهه اول اردیبهشت می‌باشد. گرچه در بسیاری از سال‌ها حتی تا اواسط اردیبهشت ممکن است بخشی از

برگ و پرچم همچنان سبز مانده باشد، اما باید توجه داشت که زمان رسیدگی فیزیولوژیکی یا رسیدگی ناشی از فشار محیطی بخصوص درجه حرارت بالا از طریق سبز بودن برگ پرچم مورد ارزیابی قرار نمی‌گیرد. با توجه به شرایط آب و هوایی خوزستان تاریخ کاشت باید به نحوی تنظیم گردد که گلدهی و گرده‌افشانی در اواسط اسفندماه صورت گیرد.

جدول ۱: مرحله رشد گندم رقم چمران و طول تقریبی دوره رشد در استان خوزستان

	نام رقم	چمران
۱	وزن هزار دانه	۳۹
۲	تیپ رشد	بهاره
۳	مقدار بذر در مترمربع	۳۵۰
٤	مقدار بذر در هکتار	۱۳۰–۱٤۰
٥	تاریخ مناسب کشت	۱۵ آبان تا ۱۵ آذر
٦	زمان رسیدن(برداشت)	اواخر اردیبهشت تا نیمه اول خرداد
۷	طول دوره رویش	۱۸۰ تا ۲۰۰
۸	مقدار کود موردنیاز P	۷۵
۹	مقدار کود موردنیاز N	۱۱۰
۱۰	مقدار کود موردنیاز K	۸۰

محاسبه درجه – روز(GDD) گندم

درجه روزرشد، واحدهای گرمای مؤثر یا واحدهای رشد نیز نامیده می‌شود، معنی ساده آن ارتباط رشد و نمو و بلوغ گیاه با دمای هواست. این مفهوم به‌عنوان پایه مدل‌های پویای جمعیتی و ساختار فنولوژیکی به‌طور وسیعی پذیرفته‌شده است. واحدهای درجه روز معمولاً در علم زراعت به‌ویژه در تخمین یا پیش‌بینی مراحل مختلف رشد و نمو در گیاهان زراعی بکار می‌رود.

روش‌های زیادی برای تخمین درجه روز در منابع متعدد آورده شده است یکی از روش‌های متداول و معمول روش استاندارد بوده که فرمول محاسباتی آن به‌قرار زیر می‌باشد:

$$T_{avg} = (T_{min} + T_{max}) \div 2$$

$$\sum(daily\ GDD) = 0\ when T_{avg} \leq T_{base}$$

$$\sum(daily\ GDD) = \sum(T_{avg} - T_{base})$$

$$when\ T_{base} < T_{avg} < T_{up}$$

$$\sum(daily\ GDD) = \sum(T_{up} - T_{base})$$

$$when\ T_{avg} \geq T_{up}$$

در روابط بالا به ترتیب دمای Tup،Tbase،Tmax،Tmin،Tavg نشان‌دهنده دمای میانگین، دمای کمینه، دمای بیشینه، دمای پایه و دمای حداکثر رشد گیاه می‌باشد(قهرمان و همکاران، ۱۳۹۵).

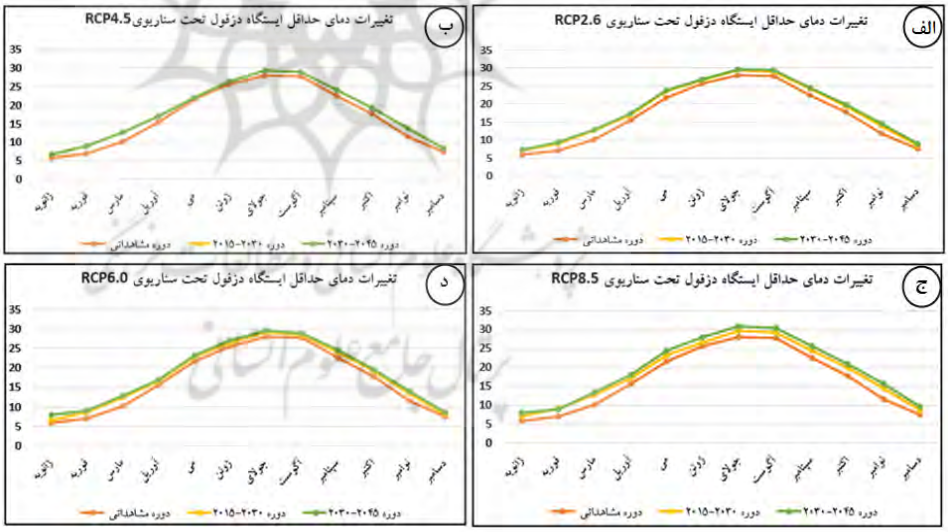
جدول شماره ۲: درجه – روزرشد تجمعی(GDD) و تعداد روز موردنیاز برای مراحل رشد گندم رقم چمران

مرحله نمو	جوانه‌زنی	برجستگی دوگانه	سنبلچه انتهایی	متورم شدن انتهای ساقه	گل‌دهی	پر شدن دانه	رسیدگی فیزیولوژیکی
درجه رشد روز	۲۱۲	٦۳۷	۹۱۰	۱۲۹۲	۱٤۳٤	۱٥٤۸	۲۲٤۰
تعداد روز موردنیاز	۱٤	٤۳	٦۱	۸۳	۹۰	۹٦	۱۲۸

منبع: اندرزیان و همکاران، ۱۳۸۵؛ ۷٦

نتایج و بحث

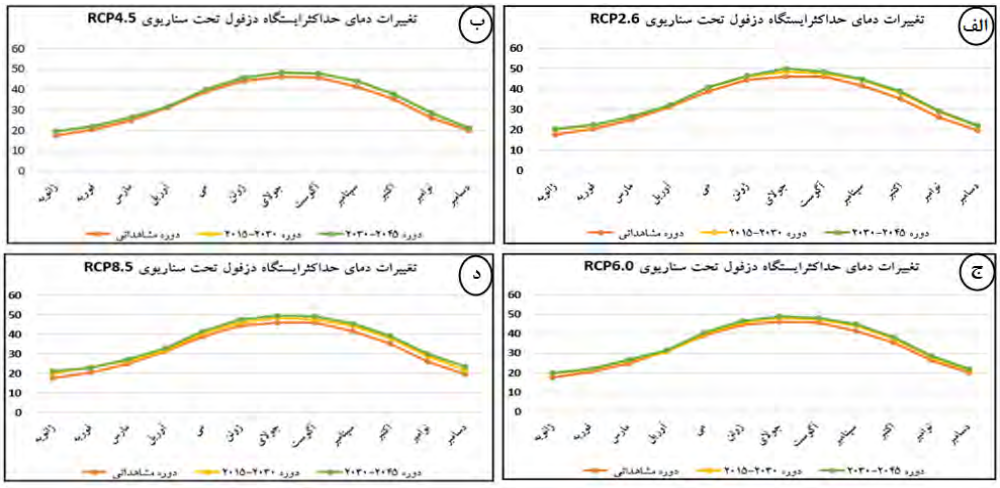
در این بخش ابتدا به بررسی روند تغییرات دمای حداقل، حداکثر و بارش ایستگاه دزفول در شرایط تغییر اقلیم پرداخته‌شده است. برآورد مدل و نتایج شکل(۲ الف) روند تغییرات دمای حداقل تحت سناریوی واداشت تابشی، در سناریوی RCP2.6 در ایستگاه دزفول نشان می‌دهد که دمای حداقل در ماه‌های مختلف سال نسبت به دوره مشاهداتی افزایش را نشان می‌دهد. شکل(۲ ب) روند تغییرات در سناریوی حد وسط RCP4.5 مشابه سناریوی سخت‌گیرانه خواهد بود با این تفاوت که در ماه‌های آوریل، می، ژوئن و جولای تغییرات اندک می‌باشد ولی در ماه‌های زمستان و پاییز این اختلاف دما در دوره مشاهداتی نسبت به اقلیم آینده مقدار افزایشی است. شکل(۲ ج) در سناریوی حد وسط دوم RCP6.0 این اختلاف دما کمتر خواهد بود ولی همچنان روند افزایشی دما نسبت به دوره مشاهداتی دیده می‌شود. تغییرات روند دمای حداقل در چهارمین سناریوی واداشت تابشی در شرایط سناریوی بدبینانه RCP8.5 افزایش این پارامتر را در دو دوره اقلیم آینده نسبت به دوره مشاهداتی نشان می‌دهد و نسبت به سه سناریوی قبل در این سناریو دمای حداقل دوره ۲۰۳۰ تا ۲۰٤٥ نسبت به دوره ۲۰۱۵–۲۰۳۰ و دوره مشاهداتی افزایش چشمگیری را نشان می‌دهد. ضمن اینکه این اختلاف دما در دمای حداقل در ماه‌های ژانویه تا مارس و سپتامبر تا دسامبر در دوره مشاهداتی آینده نسبت به سایر ماه‌ها بیشتر خواهد بود شکل(۲ ج).



شکل ۲: تغییرات دمای حداقل ایستگاه دزفول سناریوهای گزارش پنجم IPCC

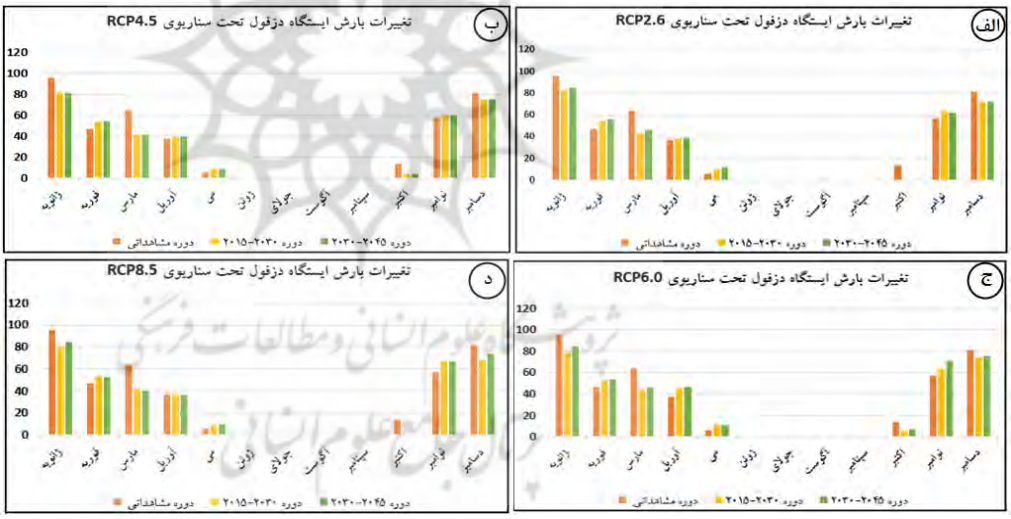
تغییرات دمای حداکثر دما در ایستگاه دزفول در سناریوی سخت‌گیرانه RCP2.6 روندی افزایشی را در دوره‌های آینده نسبت به دوره مشاهداتی از ماه می تا ماه دسامبر نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل(۳ الف) دیده می‌شود روند دما در دوره ۲۰٤٥–۲۰۳۰ نسبت به اقلیم آینده ۲۰۳۰–۲۰۱۵ در ماه‌های جولای بیشتر خواهد بود. تغییرات دمای حداکثر در شرایط اقلیمی در سناریوهای حد وسط RCP4.5 و RCP6.0 در دوره آینده ماه‌های ژوئن، جولای،

آگوست، سپتامبر و نوامبر نسبت به دوره مشاهداتی روند افزایش دما را نشان می‌دهد شکل(۳ ب) و (۳ ج). تغییرات دما در سناریوی بدبینانه RCP8.5 ایستگاه دزفول نشان می‌دهد در اقلیم آتی نسبت به دوره مشاهداتی افزایش دما دیده خواهد شد شکل(۳ د).



شکل ۳: تغییرات دمای حداکثر ایستگاه دزفول سناریوهای گزارش پنجم IPCC

تغییرات پارامتر بارش در ایستگاه دزفول تحت ٤ سناریوی در شکل(٤ الف)، شکل(٤ ب) و(٤ ج)، شکل(٤ د)، در دوره آتی در مقایسه با دوره مشاهداتی در ماه نوامبر و فوریه مقدار افزایشی و در سایر ماه‌ها مقدار کاهشی را نشان می‌دهد.



شکل ٤: تغییرات بارش ایستگاه دزفول سناریوهای گزارش پنجم IPCC

تحلیل تغییر اقلیم بر تغییر تقویم زراعی کشت گندم

در این بخش از تحقیق تقویم زراعی استان برای مراحل مختلف فنولوژیکی گیاه گندم در شرایط تغییر اقلیم محاسبه گردیده است. برای این کار پس از بررسی شرایط کشت گندم رقم‌های چمران و کریم در دوره تغییر اقلیم، با استفاده از خروجی داده‌های مدل LARS-WG بر اساس سناریوی A2 زمان تقریبی هر یک از مراحل کشت و داشت و برداشت به تفکیک هرسال محاسبه گردید. پس از مرتب‌سازی داده‌ها و تبدیل سال‌های میلادی به سال شمسی مطابق

با سال زراعی کشور(سال زراعی مهر تا مهر) برای دوره آماری(۱۳۸۹-۱۳۹۰ تا ۱۴۲۲-۱۴۲۱) محاسبه مرتب‌سازی گردید. در مرحله بعد تمامی مراحل کشت که شامل(کاشت، جوانه‌زنی، برجستگی دوگانه، سنبله چینی، متورم شدن انتهای ساقه، تاریخ گلدهی، پر شدن دانه و درنهایت رسیدگی فیزیولوژیکی) بر اساس درجه روزرشد محاسبه گردید. همان‌طور که در جدول ۳ دیده می‌شود زمان کشت با توجه به تغییرات اقلیمی مورد انتظار در سال‌های آینده به‌تدریج به سمت اوایل آبان ماه جابجا می‌شود. به‌طوری‌که انتظار می‌رود در اکثر سال‌ها تقویم کشت قبل از نیمه آبان انجام شود. حتی در سال‌های انتهایی دوره پیش‌بینی این تقویم با قبل از دهه اول آبان منتقل شود. در مورد تاریخ جوانه‌زنی همان‌طور که دیده می‌شود تا سال ۱۴۰۵ تاریخ جوانه‌زنی تا نیمه دوم و حتی پایان آبان ماه طول می‌کشد ولی در دهه آخر دوره پیش‌بینی عموماً دوره جوانه‌زنی به نیمه اول آبان ماه منتقل می‌شود. همین جابجایی در برجستگی دوگانه و سنبله چینی نیز رخ خواهد داد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود به‌عنوان‌مثال برجستگی دوگانه که در دهه ۱۴۰۰ تاعموما در انتهای آذرماه و گاه تا دی‌ماه طول می‌کشید در دهه انتهایی ۱۴۱۲ تا ۱۴۲۲ عموماً تا قبل از نیمه اول آذر(اول تا ۱۵ آذر) و گاه تا آبان ماه منتقل‌شده است. در مورد سنبله چینی نیز همان‌طور که دیده می‌شود در اوایل دوره مطالعاتی سنبله چینی عموماً بعد از نیمه دوم دی‌ماه انجام می‌شود ولی در انتهای دوره عموماً به قبل از ۱۵ دی‌ماه منتقل‌شده است. به‌این‌ترتیب می‌توان نتیجه گرفت همه مراحل فنولوژیکی از کاشت تا سنبله چینی تا سال ۱۴۲۲ حدود ۱۵ روز زودتر اتفاق خواهد افتاد. این جابجایی و جلو افتادگی در مرحله متورم شدن در انتهای دوره مطالعاتی به‌طور متوسط ۸ تا ۱۰ روز خواهد بود. در مرحله گل‌دهی نیز همان‌طور که دیده می‌شود گل‌دهی در ابتدای دوره عموماً در اسفندماه اتفاق می‌افتد ولی در انتهای دوره گل‌دهی عموماً به بهمن‌ماه منتقل‌شده است. لذا گل‌دهی نیز ازلحاظ تقویمی زودتر از شرایط فعلی رخ خواهد داد. همان‌طور که دیده می‌شود در مرحله پر شدن دانه از ابتدای دوره تا انتهای آن تغییر چشمگیر و قابل‌ذکری بچشم نمی‌خورد. در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی یک نوسان سیکلی بچشم می‌خورد به‌طوری‌که از سال ۱۴۰۰ تا ۱۴۱۰ دوره رسیدگی دانه بین ۲۲ فرودین تا ۳ اردیبهشت در نوسان است. ولی از سال ۱۴۱۰ تا ۱۴۲۰ بین اول فروردین تا ۲۲ فروردین در نوسان می‌باشد به عبارتی دوره رسیدگی بین ۱۰ تا ۱۵ روزبه جلو می‌افتد.

جدول ۳: تقویم زراعی کشت گندم چمران در شرایط تغییر اقلیم تحت سناریوی A2 در ایستگاه دزفول

سال زراعی	کاشت	جوانه زنی	برجستگی دوگانه	سنبله چینی	تاریخ متورم شدن انتهای ساقه	تاریخ گلدهی	پر شدن دانه	رسیدگی فیزیولوژیکی
۱۳۹۰-۱۳۸۹	۲۵ مهر	۸ آبان	۷ آذر	۹ دی	۱ بهمن	۲۹ بهمن	۱۶ اسفند	۱۷ فروردین
۱۳۹۱-۱۳۹۰	۱۴ آبان	۲۶ آبان	۲۵ آذر	۱۴ دی	۶ بهمن	۲۲ بهمن	۱۷ اسفند	۱۵ فروردین
۱۳۹۲-۱۳۹۱	۱۷ آبان	۲۹ آبان	۲۷ آذر	۱۵ دی	۷ بهمن	۲۸ بهمن	۱۰ اسفند	۱۲ فروردین
۱۳۹۳-۱۳۹۲	۹ آبان	۲۳ آبان	۲۱ آذر	۴ دی	۲۷ دی	۲۴ بهمن	۲۷ اسفند	۲۵ فروردین
۱۳۹۴-۱۳۹۳	۱۲ آبان	۲۵ آبان	۲۶ آذر	۲۱ دی	۱۵ بهمن	۱ اسفند	۱۴ اسفند	۱۹ فروردین
۱۳۹۵-۱۳۹۴	۸ آبان	۲۲ آبان	۲۱ آذر	۱۰ دی	۸ بهمن	۲۹ بهمن	۱۷ اسفند	۲۲ فروردین
۱۳۹۶-۱۳۹۵	۲۴ آبان	۶ آذر	۵ دی	۲۶ دی	۱۹ بهمن	۵ اسفند	۲۳ اسفند	۲۹ فروردین

۱۳۹۷–۱۳۹٦	۱۲ آبان	۲۷ آبان	۲۷ آذر	۲٤ دی	۱۸ بهمن	۳ اسفند	۱۸ اسفند	۲۲ فروردین
۱۳۹۸–۱۳۹۷	۲ آبان	۱٦ آبان	۱۵ آذر	۱۰ دی	۱٤ بهمن	۵ اسفند	۲٤ اسفند	۲۰ فروردین
۱۳۹۹–۱۳۹۸	۲٦ مهر	۱۰ آبان	۱۰ آذر	٤ دی	۸ بهمن	۱ اسفند	۱٦ اسفند	۲٤ فروردین
۱٤۰۰–۱۳۹۹	۱۲ آبان	۲٦ آبان	۲۹ آذر	۱۹ دی	۱۸ بهمن	٦ اسفند	۱۹ اسفند	۲۲ فروردین
۱٤۰۱–۱٤۰۰	۱٦ آبان	۳۰ آبان	۳۰ آذر	۱۸ دی	۲۲ بهمن	۱۲ اسفند	۲٦ اسفند	۲۷ فروردین
۱٤۰۲–۱٤۰۱	۹ آبان	۲۲ آبان	۲۱ آذر	۱۲ دی	٤ بهمن	۷ اسفند	۲۹ اسفند	۱ اردیبهشت
۱٤۰۳–۱٤۰۲	۹ آبان	۲٤ آبان	۲۰ آذر	۱٤ دی	۵ بهمن	۱۰ اسفند	۱ فروردین	۳ اردیبهشت
۱٤۰٤–۱٤۰۳	۲ آبان	۱۵ آبان	۱٤ آذر	۲ دی	۲٤ بهمن	٦ اسفند	۲۱ اسفند	۲۸ فروردین
۱٤۰۵–۱٤۰٤	۱٤ آبان	۲۸ آبان	۲۷ آذر	۱٦ دی	۱۸ بهمن	٤ اسفند	۱۸ اسفند	۲۲ فروردین
۱٤۰٦–۱٤۰۵	۲ آبان	۱٦ آبان	۱۷ آذر	۵ دی	۲۸ بهمن	۱۵ اسفند	۲۹ اسفند	۳۰ فروردین
۱٤۰۷–۱٤۰٦	۱٦ آبان	۲۹ آبان	۲۷ آذر	۱۷ دی	۹ بهمن	۲۹ بهمن	۱٤ اسفند	۲۲ فروردین
۱٤۰۸–۱٤۰۷	۲۷ مهر	۹ آبان	۸ آذر	۲۹ آذر	۲۱ دی	۱۳ بهمن	۲ اسفند	۳ فروردین
۱٤۰۹–۱٤۰۸	۲۵ آبان	۸ آذر	۷ دی	۲٦ دی	۱۷ بهمن	٤ اسفند	۲۰ اسفند	۲۱ فروردین
۱٤۱۰–۱٤۰۹	۲ آبان	۱۵ آبان	۱۳ آذر	۱۰ دی	۱٤ بهمن	۳ اسفند	۲۱ اسفند	۱۸ فروردین
۱٤۱۱–۱٤۱۰	٤ آبان	۱۷ آبان	۱٤ آذر	۸ دی	۱۱ بهمن	۱ اسفند	۱۸ اسفند	۱۵ فروردین
۱٤۱۲–۱٤۱۱	۱۳ آبان	۲٦ آبان	۲٤ آذر	۱۲ دی	۱٤ بهمن	۵ اسفند	۱٤ اسفند	۱۳ فروردین
۱٤۱۳–۱٤۱۲	۷ آبان	۲۰ آبان	۱۸ آذر	۹ دی	۱۰ بهمن	۱ اسفند	۱۷ اسفند	۱٤ فروردین
۱٤۱٤–۱٤۱۳	۱۳ آبان	۲۷ آبان	۲٦ آذر	۷ دی	۹ بهمن	۲٤ بهمن	۱۲ اسفند	۸ فروردین
۱٤۱۵–۱٤۱٤	۲۹ مهر	۱۲ آبان	۱۱ آذر	۲ دی	٦ بهمن	۲۸ بهمن	۱٦ اسفند	۱۲ فروردین
۱٤۱٦–۱٤۱۵	۱۵ مهر	۲۹ مهر	۲۸ آبان	۱٦ آذر	۹ دی	۱۰ بهمن	۲ اسفند	۱ فروردین
۱٤۱۷–۱٤۱٦	۱٦ مهر	۳۰ مهر	۲۸ آبان	۱۷ آذر	۸ دی	۱۲ بهمن	٦ اسفند	٤ فروردین
۱٤۱۸–	٤ آبان	۱۸	۱٤ آذر	۸ دی	۱۱ بهمن	۱ اسفند	۱۸ اسفند	۱۲ فروردین

۱٤۱۷		آبان						
۱٤۱۹-۱٤۱۸	۲۹ مهر	۱۲ آبان	۱۱ آذر	۳ دی	٦ بهمن	۲۸ بهمن	۱۵ اسفند	۱٤ فروردین
۱٤۲۰-۱٤۱۹	۳ آبان	۱۵ آبان	۱٤ آذر	۲ دی	۲٤ بهمن	٦ اسفند	۱۹ اسفند	۲۲ فروردین
۱٤۲۱-۱٤۲۰	۱ آبان	۱۳ آبان	۱۰ آذر	٤ دی	۲٦ بهمن	۹ اسفند	۲۱ اسفند	۲۰ فروردین
۱٤۲۲-۱٤۲۱	۲۷ مهر	۱۰ آبان	۲۵ آذر	۹ دی	۱ بهمن	۲٦ بهمن	۱٦ اسفند	۲۷ فروردین

منبع: نگارندگان

نتیجه‌گیری

تغییر اقلیم یکی از چالش‌های جهانی در دهه‌های آینده خواهد بود. صرف‌نظر از باور هر یک از ایده‌های خوش‌بینانه یا بدبینانه مرسوم درباره تغییر اقلیم عقل حکم می‌کند اقدامات پیشگیرانه در جهت سازگاری با شرایط تغییر اقلیم اتخاذ نماییم. آثار و شواهد چند دهه اخیر انسان را به باور تئوری‌های مربوط به تغییر اقلیم ترغیب می‌نماید. درعین‌حال باید پذیرفت که تغییر اقلیم در همه موقعیت‌های جغرافیایی یکسان نخواهد بود. همچنان که آثار و عملکرد آن نیز در همه اقلیم‌ها یکسان نخواهد بود. بررسی و آشکارسازی اثر تغییر اقلیم بر روی گندم در استان خوزستان از جهات مختلف دارای اهمیت می‌باشد. استان خوزستان یکی از استان‌های گندم خیز و قطب‌های تولید گندم کشور است. درعین‌حال گندم به دلیل این‌که قوت غالب اکثر مردم ایران می‌باشد. یکی از محصولات زراعی استراتژیک کشور است. به میزانی که کشور به واردات این محصول وابستگی داشته باشد کشور را در مقابل تهدیدات خارجی شکننده‌تر خواهد کرد. هرگونه تغییری در اقلیم استان حتی در مقادیر خیلی اندک نیز می‌تواند بر کیفیت و عملکرد گندم تأثیرگذار خواهد بود. نتایج این تحقیق نشان داد که در دوره‌های آینده بر اساس اکثر سناریوهای پیش‌بینی دماهای حداقل در فصول زمستان و پاییز که دوره کاشت و جوانه زدن و رشد گیاه گندم است روندی افزایشی است. یا به عبارت دیگر دماهای حداقل در ایستگاه دزفول به‌عنوان نماینده منطقه افزایشی خواهد بود. در مورد دمای حداکثر یا دماهای روز در دوره‌های پیش‌بینی در اکثر سناریوها نسبت به دوره کنونی روند افزایشی خواهد داشت. روند کلی افزایش در هر دو عنصر دمایی بیش از یک تا دو درجه سانتی‌گراد نخواهد بود. ولی این پدیده بیانگر گرم شدن هوا در دوره‌های آینده نسبت به شرایط فعلی خواهد بود. این پدیده می‌تواند تقویم زراعی محصول تأثیرگذار باشد. همان‌طور که ملاحظه شد مقدار بارش در دو دوره پیش‌بینی ۲۰۱۵ تا ۲۰۳۰ و ۲۰۳۰ تا ۲۰٤۵ نسبت به دوره مشاهداتی فعلی بخصوص در ماه‌های ژانویه دسامبر و مارس در تمام سناریوها روند کاهشی خواهد شد. این روند کاهشی بخصوص در دوره پیش‌بینی ۲۰۱۵ تا ۲۰۳۰ محسوس‌تر از دوره پیش‌بینی ۲۰۳۰ تا ۲۰٤۵ خواهد بود. در مقابل در ماه‌های نوامبر، فوریه و آوریل در تمام سناریوها روند افزایشی خواهد داشت. این روند افزایشی در دوره پیش‌بینی ۲۰۳۰ تا ۲۰٤۵ محسوس‌تر از دوره پیش‌بینی ۲۰۱۵ تا ۲۰۳۰ خواهد بود. به‌این‌ترتیب در ماه نوامبر که با دوره کشت و جوانه زدن گندم می‌باشد. افزایش بارش برای توسعه کشت پدیده مثبتی می‌باشد. ولی باید توجه داشت که در ماه‌های دسامبر و ژانویه که با دوره برجستگی و سنبله دهی گندم می‌باشد بارش‌ها بر اساس مدل‌های پیش‌بینی روند کاهشی دارد؛ که این پدیده برای تکامل دوره رشد مناسب نیست. در این تحقیق بر اساس معیار دما و بارش معیار ۵ میلی‌متر تقویم زراعی برای دو دوره پیش‌بینی ۲۰۱۵ تا ۲۰۳۰ و ۲۰۳۰ تا ۲۰٤۵ محاسبه گردید همان‌طور که دیدیم زمان کشت با توجه به تغییرات اقلیمی مورد انتظار در سال‌های آینده به‌تدریج به سمت اوایل آبان ماه جابجا می‌شود. به‌طوری‌که انتظار می‌رود در اکثر

سال‌ها تقویم کشت قبل از نیمه آبان انجام شود. حتی در سال‌های انتهایی دوره پیش‌بینی این تقویم با قبل از دهه اول آبان منتقل شود. در مورد جوانه‌زنی نیز انتظار می‌رود در دهه آخر دوره پیش‌بینی عموماً دوره جوانه‌زنی به نیمه اول آبان ماه منتقل شود. همین جابجایی در برجستگی دوگانه و سنبله چینی نیز رخ خواهد داد. به‌گونه‌ای که در دهه انتهایی ۱٤۱۲ تا ۱٤۲۲ عموماً تا قبل از نیمه اول آذر(اول تا ۱۵ آذر) و گاه تا آبان ماه منتقل‌شده است. درمجموع می‌توان گفت همه مراحل فنولوژیکی از کاشت تا سنبله چینی تا سال ۱٤۲۲ حدود ۱۵ روز زودتر اتفاق خواهد افتاد. این جابجایی و جلو افتادگی در مرحله متورم شدن در انتهای دوره مطالعاتی به‌طور متوسط ۸ تا ۱۰ روز خواهد بود. در مرحله گل‌دهی نیز همان‌طور که دیده می‌شود گل‌دهی در ابتدای دوره عموماً در اسفندماه اتفاق می‌افتد ولی در انتهای دوره گل‌دهی عموماً به بهمن‌ماه منتقل‌شده است. لذا گل‌دهی نیز ازلحاظ تقویمی زودتر از شرایط فعلی رخ خواهد داد.

-

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

۱. احمدی، محمود، فلاحی خوشجی، مصطفی، مفاخری، امید،(۱۳۹٦)، "پیش بینی تغییرات تقویم زراعی جو دیم(Hordeum vulgare L.) در سال‌های ۲۰۳۰-۲۰۱۱ استان لرستان با استفاده از مدل‌های ریز مقیاس کننده LARS-WG و گردش عمومی HadCM3"، نشریه بوم شناسی کشاورزی، جلد ۹، شماره ۲، صص ٤۸۹-٤۷۵.

۲. اسکندری، محمدرضا،(۱۳۸٦)، "بررسی نقش اقلیم در برنامه‌ریزی زراعی شهرستان رامهرمز جهت افزایش تولیدات کشاورزی با تاکید بر محصول گندم"، پایان نامه ارشد اقلیم شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز.

۳. اندرزیان، بهرام،(۱۳۸۵)،" مدلی برای شبیه سازی فرایندهای فتوسنتز، CPRG-Modelتنفس و رشد گیاهان زراعی یک ساله معتدله و گرمسیری ".نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات

٤. جهانتیغ، محمد، کاراندیش، فاطمه، دلبری، معصومه،(۱۳۹۵)، "تحلیل اثرات تقویم کشت بر نیاز آبی گندم در استان سیستان و بلوچستان در شرایط تغییر اقلیم"، نشریه: مجله آبیاری و زهکشی ایران، مهر-آبان، دوره ۱۰، شماره ٤، از صفحه ٤۸۹ تا صفحه ٤۹۸.

۵. خواجه پور، محمدرضا و باقریان نایینی، احمدرضا،(۱۳۷۵)،"واکنش اجزای عملکرد و عملکرد دانه ژنوتیپهای مختلف لوبیا به تأخیر در کاشت. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد پنجم، شماره ٤.

٦. خواجه پور، محمدرضا،(۱۳۷٦)، "اصول و مبانی زراعت". انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان، ٤۱۲ صفحه.

۷. علیلو، علی اصغر، رحیم زاده خویی، فرخ، آلیاری، هوشنگ.، محمدی، ا.بوالقاسم، غفاری، مهدی،(۱۳۸۲) ،" بررسی اثرات تاریخ کاشت، بررسی عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان محلی و هیبرید گلشید در منطقه خوی". پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه تبریز.

۸. قیاسی، مهدی، امیرنیا، رضا، فاضلی منش، معصومه،(۱۳۹٤)،" اثرات تغییر اقلیم بر کشاورزی رایج"، سومین همایش ملی تغییر اقلیم و تأثیر آن بر کشاورزی و محیط زیست، بهمن، ارومیه.

۹. محمدی،حسینمراد،(۱۳۸٤)،" تعیین تقویم مناسب کشت گندم در استان ایلام با استفاده زا شاخص شروع بارندگی"، پژوهش های جغرافیای، شماره ۵۱، از صفحه ۱۵ تا ۳۱.

۱۰. مروت، سیدعلی اصغر، ابراهیمی حسین، بخش کلارستاقی، کیومرث،(۱۳۹۲)،" ارزیابی شرایط تغییر اقلیم و اثر آن بر روی تقویم زراعی کشت گندم در مشهد"، نشریه یافته‌های نوین کشاورزی، تابستان، دوره ۷، شماره ٤(۲۸)، از صفحه ۳۳۹ تا صفحه ۳۵٤.

۱۱. ناصرین، امیر، موسوی، سید محمد سعید،(۱۳۹٦)، "تعیین مدل تولید اقلیمی عملکرد گندم دیم شمال استان خوزستان"، فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب"، سال هشتم، شماره بیست و نهم، پاییز.

۱۲. هلالی،جلیل، قهرمان، نوذر، خلیلی، علی،(۱۳۹۵)،"مقایسه مقادیر درجه روز رشدGDD)) گندم با استفاده از داده های ساعتی و روزانه دما در دو نمونه اقلیمی ایران"، زراعت(پژوهش و سازندگیاز صفحه ۸ تا ۱۸.

13. Carter, T.R., Saarikko, R.A. and Nierni, K. J,(1996)," Assessing the risks and uncertainties of regional crop potential under a changing climate in Finland". Agricultural and Food.

14. Kassie, B. T., S. Asseng, R. P. Rotter, H. Hengsdijk, A. C. Ruane and M. K. Van Ittersum,(2015)," Exploring climate change impacts and adaptation options for maize production in the Central Rift Valley of Ethiopia using different climate change scenarios and crop models". Climatic Change 129: 145-158.

15. Kokic P. Heaney A. Pechey L. Crimp S. and Fisher B.S,(2005)," Predicting the impacts on agriculture: a case study. Climate change 12(1): 12-28.
16. Obsi, G. O. P,(2000)," The Impact of Climate Change on Socio-economic Development in the Third World, Lecture presented at 12P Th General Meeting of the Third World Academy of Science(TWAS), 23 October 2001, Tehran, I.R. Iran.
17. Ortiz, R., K. D. Sayre, B. Govaerts, R. Gupta, G. V. Subbarao, T. Ban, D. Hodson, J.M. Dixon, J. I. Ortiz- Monasterio and M. Reynolds,(2008),"Climate change: Can wheat beat the heat?". Agric. Ecosyst Environ. 126(1): 46-58.
18. Ozdogan, M.(2011)," Modeling the impacts of climate change on wheat yields in Northwestern Turkey", Agriculture Ecosystem & Environment, 141, 1-12.
19. Pimentel, D,(1993)," Climate change and food supplay". FO/11171 fpr Applied Research and Public Policy8: 54-60.
20. Sandhu,S.S., Prabhjyot-Kaur and Gill,K.K,(2013),'Weather Based Agro Indices and Grain Yield of Rice Cultivars Transplanted on Different Dates in Punjab. International Journal of Agriculture and Food Science Technology. 4: 10: 1019-1026.
21. Smith, D.W., van, W., Michael, C., and John, W,(2010)," An analysis of climate change impacts on irrigated crop water requirement in the SA MDB region. CRC for irrigation future. Technical report No 15.10. and CSIRO land and water science, report No 05/10.
22. Wilby, R. L. and S. Dessai.(2010)," Robust adaptation to climate change". Weather 65(7): 180-185.
23. Xu, W., Lowe, S. E., and Adams, R. M.(2014)," Climate change, water rights, and water supply: The case of irrigated agriculture in Idaho". Water Resources Research, 50(12), 9675-9695.
24. Zhang, Y,(1994). "Numerical experiments for the impacts of temperature and precipitation on the growth and development of winter wheat", Journal of Environment science, 5:194-200.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی