

بررسی رخدادهای تغییر اقلیم و تأثیر آن بر زمان کاشت و طول دوره رشد گندم دوروم (دیم)

مطالعه موردی: ایستگاه سرارود کرمانشاه

الهام محمدی* - کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی، دانشگاه اصفهان
حجتا.. یزدان‌پناه - استادیار اقلیم‌شناسی، دانشگاه اصفهان
فریبا محمدی - کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی، دانشگاه اصفهان

پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۰۴/۲۴ تأیید نهایی: ۱۳۹۳/۰۴/۰۸

چکیده

در این مطالعه، اثر تغییر اقلیم بر زمان کاشت و طول دوره رشد گندم دوروم در منطقه سرارود کرمانشاه بررسی شده است. ابتدا رخداد تغییر اقلیم برای دوره پایه (۲۰۱۰-۱۹۷۰) در منطقه با استفاده از دو آزمون من - کندال و Sen's slop estimator ارزیابی شد. نتایج نشان داد که متوسط دمای سالانه دارای روند افزایشی به میزان ۲/۲ درجه سانتی‌گراد است، ولی متوسط بارندگی‌های سالانه از روند کاهشی به میزان ۳۵ درصد برخوردار است. در ادامه با کوچک‌مقیاس‌سازی آماری، داده‌های خروجی مدل CCSM4 به کمک نرم‌افزار LARS WG، پارامترهای اقلیمی پیشینه دما، کمینه دما و بارندگی منطقه، تحت سناریوی RCP4.5 در افق سال‌های ۲۰۱۳ تا ۲۰۳۹ شبیه‌سازی شد. نتایج محاسبه طول دوره رشد هم با استفاده از شاخص GDD به دست آمد. یافته‌ها نشان داد که در دوره آبی متوسط دما در تمامی ماه‌های سال، افزایشی بین ۱/۷ تا ۲/۵ تا درجه سانتی‌گراد داشته و تا پایان سال ۲۰۳۹ ادامه می‌یابد. تاریخ‌های کاشت هم با توجه به دو شاخص دما و بارندگی برای دوره پایه و آینده تعیین شد. نتایج نشان داد که تحت شرایط تغییر اقلیم در آینده، طول دوره رشد ۲۵ روز کوتاه‌تر خواهد شد و دوره زمانی مناسب برای کاشت گندم دیم بین ۲۰-۹ روز کاهش خواهد یافت.

کلیدواژه‌ها: تاریخ کاشت، تغییر اقلیم، طول دوره رشد، گندم، مدل اقلیمی.

مقدمه

نگرانی درباره تغییر اقلیم، ابعاد جهانی گرفته و تلاش‌های بین‌المللی از دهه گذشته برای حل این مسئله آغاز شده است. براساس داده‌های ثبت‌شده اقلیمی، متوسط درجه حرارت سطح زمین تا پایان قرن بیستم حدود ۰/۶ درجه سانتی‌گراد

افزایش یافته که بیشترین گرمایش از سال‌های ۱۹۱۰ تا ۱۹۴۵ و از ۱۹۷۶ تا ۲۰۰۰ اتفاق افتاده است. بر اساس مدل‌های گردش عمومی تحت سناریوهای مختلف، پیش‌بینی می‌شود متوسط دمای جهان طی دوره‌های ۱۹۹۰ تا ۲۱۰۰ بین ۱/۴ تا ۵/۸ درجه سانتی‌گراد افزایش یابد که این افزایش دما همراه با تغییراتی در الگوهای مکانی و زمانی بارش خواهد بود (هیئت بین‌الدول تغییر اقلیم^۱، ۲۰۰۱-الف). تغییرات جهانی اقلیم تا اندازه‌ای به افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن مربوط می‌شود. دی‌اکسیدکربن از دسته گازهای گلخانه‌ای است که اشعه مادون قرمز ساطع شده از زمین را جذب کرده و به زمین برمی‌گرداند و به همین دلیل موجب افزایش دما می‌شود. میزان دی‌اکسیدکربن از حدود ۲۸۰ ppm در قبل از انقلاب صنعتی، به ۳۲۵ ppm در سال ۱۹۹۰ و ۳۶۰ در سال ۲۰۰۹ رسیده است. همچنین انتظار می‌رود که غلظت دی‌اکسیدکربن تا سال ۲۱۰۰ به ۶۴۰ ppm برسد که نسبت به شرایط کنونی افزایشی بیش از ۳۰ ppm را نشان خواهد داد (سرافروزه، جلالی، جلالی و جلالی، ۱۳۹۰).

برای شبیه‌سازی واکنش سیستم اقلیم زمین به دو برابر شدن گازهای گلخانه‌ای و تغییرات اقلیمی، از مدل‌های اقلیمی استفاده می‌شود. مدل‌های گردش عمومی پیوندی اقیانوس-اتمسفر (AOGGM)^۲ که در دسته مدل‌های سه‌بعدی قرار دارند، از معتبرترین این مدل‌ها هستند. مدل‌های گردش عمومی پیوندی برای شبیه‌سازی وضعیت اقلیمی آینده زمین، فرایندهای به‌وجودآورنده وضعیت اقلیمی را بررسی کرده و از طریق قوانین فیزیک، شیمی و زیست‌شناسی، شرایط اقلیمی احتمالی در آینده را پیش‌بینی می‌کنند و متغیرهای اقلیمی مانند دما، بارش، سرعت باد، فشار و... را برآورد می‌کنند. تغییر اقلیم همه بخش‌های اقتصادی را تا اندازه‌ای تحت تأثیر قرار می‌دهد و شاید بخش کشاورزی، حساس‌ترین و آسیب‌پذیرترین آن باشد؛ چرا که محصولات کشاورزی وابستگی زیادی به منابع اقلیمی دارند و با توجه به شواهد علمی، تغییر اقلیم آینده، به‌ویژه اثرات ترکیبی افزایش دما و بالا رفتن غلظت CO₂ جو، افزایش احتمال وقوع حوادث حدی (خشکسالی، سیلاب و یخبندان)، می‌تواند آثار قابل ملاحظه‌ای روی محصولات کشاورزی داشته باشد (چپوتید، ۱۹۹۵). در زمینه تغییر اقلیم آینده، مطالعاتی انجام گرفته است که در ادامه به برخی از آنها اشاره می‌شود.

عزیزی و روشنی (۱۳۸۸) به بررسی تغییر اقلیم روی دما و تقویم زراعی برنج در گیلان پرداختند و نتایج حاصل نشان داد که دما در حال افزایش است و این افزایش دما موجب جابه‌جایی فصلی و تغییر تقویم زراعی شده است. واثقی و اسماعیلی (۱۳۸۷) به بررسی اثر اقتصادی تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی (گندم) ایران با استفاده از داده‌های سری زمانی دوره ۱۳۶۳ تا ۱۳۸۳ پرداختند. این مطالعه به‌صورت تلفیقی در هفده استان انجام گرفت. نتایج نشان داد که افزایش دما و کاهش بارندگی تا ۱۰۰ سال آینده (به‌دلیل افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای)، موجب ۴۱ درصد کاهش در بازده (۷۷۷ هزار ریال به‌ازای هر هکتار) کشت گندم کشور می‌شود.

باباییان و همکاران (۱۳۸۸) با استفاده از ریزمقیاس‌نمایی داده‌های مدل ECHO-G تحت سناریوی A1، به ارزیابی تغییر اقلیم کشور در دوره زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۳۹ پرداختند. نتایج حاصل که روی ۴۳ ایستگاه سینوپتیک کشور تجزیه و تحلیل شد، نشان داد که بارش در کل کشور ۹ درصد کاهش خواهد داشت و برعکس بارش‌های سنگین و خیلی سنگین

به ترتیب ۱۳ و ۳۹ درصد افزایش یافته و متوسط دمای سالانه نیز، به میزان ۰/۵ درجه سانتی‌گراد بیشتر خواهد شد. استان‌های خراسان شمالی، آذربایجان شرقی و غربی با بیشترین افزایش دما در دهه‌های ۲۰۲۰ مواجه می‌شوند و همچنین با توجه به کاهش بارش کشور و افزایش آستانه بارش‌های حدی در آینده، بارش‌ها به شکل سنگین و سیل‌آسا است و از سوی دیگر به دلیل افزایش دما از میزان بارش‌های جامد کاسته می‌شود.

سرافروزه، جلالی، جلالی و جلالی، (۱۳۹۱) به مطالعه اثرات تغییر اقلیم پیش‌بینی شده مصرف واقعی آب گیاه گندم تبریز با استفاده از CRORWAT پرداختند. این مطالعه به کمک مدل گردش عمومی Had cm^2 تحت سناریوی A1 و برای دوره‌های ۲۰۴۰-۲۰۶۹ و ۲۰۷۰-۲۰۹۹ انجام گرفت. نتایج نشان داد که در دوره ۲۰۴۰-۲۰۶۰ نسبت به دوره پایه (۱۹۹۰-۱۹۶۱)، میانگین دمای حداکثر و حداقل سالانه به ترتیب به میزان ۲/۷ و ۲/۹ درجه سانتی‌گراد افزایش داشته و میانگین بارندگی سالانه به میزان ۸ درصد کاهش می‌یابد؛ در چنین شرایطی به مقدار مصرف آب گیاه گندم ۸/۳ درصد افزوده خواهد شد. در دوره ۲۰۷۰-۲۰۹۹ میانگین دمای حداکثر و حداقل سالانه هر دو ۴/۴ درجه سانتی‌گراد افزایش می‌یابد و مقدار بارندگی به میزان ۱۶/۳ درصد کاهش خواهد یافت؛ در این شرایط نیز مقدار مصرف آب گیاه گندم ۹/۶ درصد افزایش خواهد یافت.

آبایی، سهرابی، میرزایی، رضوردی نژاد و کریمی (۱۳۸۹)، اثر تغییر اقلیم بر عملکرد گندم و تحلیل ریسک ناشی از آن را در منطقه روددشت اصفهان با استفاده از مدل SWAP مطالعه کردند. ماتسیکو، کروپف و بچلت (۲۰۰۷) روند تغییرات برخی شاخص‌های اقلیمی - کشاورزی (طول فصل رشد، تاریخ آخرین یخبندان بهاره و درجه روزهای بالاتر از صفر درجه قبل از آخرین یخبندان بهاره) را در چند منطقه رومانی مطالعه کردند. نتایج بیانگر افزایش نسبی طول دوره یخبندان و عدم تغییر معنی‌دار طول دوره رشد بوده است.

سالتانا، اکویل و کاهن (۲۰۰۹) با بررسی آسیب‌پذیری و سازگاری تولید گندم به پدیده تغییر اقلیم در چهار ناحیه آب‌وهوایی پاکستان (خشک، نیمه‌خشک، نیمه‌مرطوب و مرطوب)، نتیجه گرفتند که افزایش درجه‌حرارت منجر به کاهش عملکرد محصول در نواحی خشک، نیمه‌خشک و نیمه‌مرطوب خواهد شد، اما در ناحیه مرطوب با افزایش تدریجی درجه‌حرارت نسبت به شرایط فعلی به میزان ۴ درجه سانتی‌گراد، عملکرد دانه گندم افزایشی خواهد بود.

لودیگ و اسنج (۲۰۰۸) اثر تغییر اقلیم را بر هیدرولوژی و تولید محصول گندم در جنوب استرالیا بررسی کردند. با وجود کاهش بارندگی، محصول شبیه‌سازی شده کاهشی نداشت؛ زیرا تغییرات بارندگی منطقه عموماً در دو ماه ژوئن و ژوئیه رخ داده که در این دوره، مقدار بارندگی مازاد بر نیاز محصول بوده است.

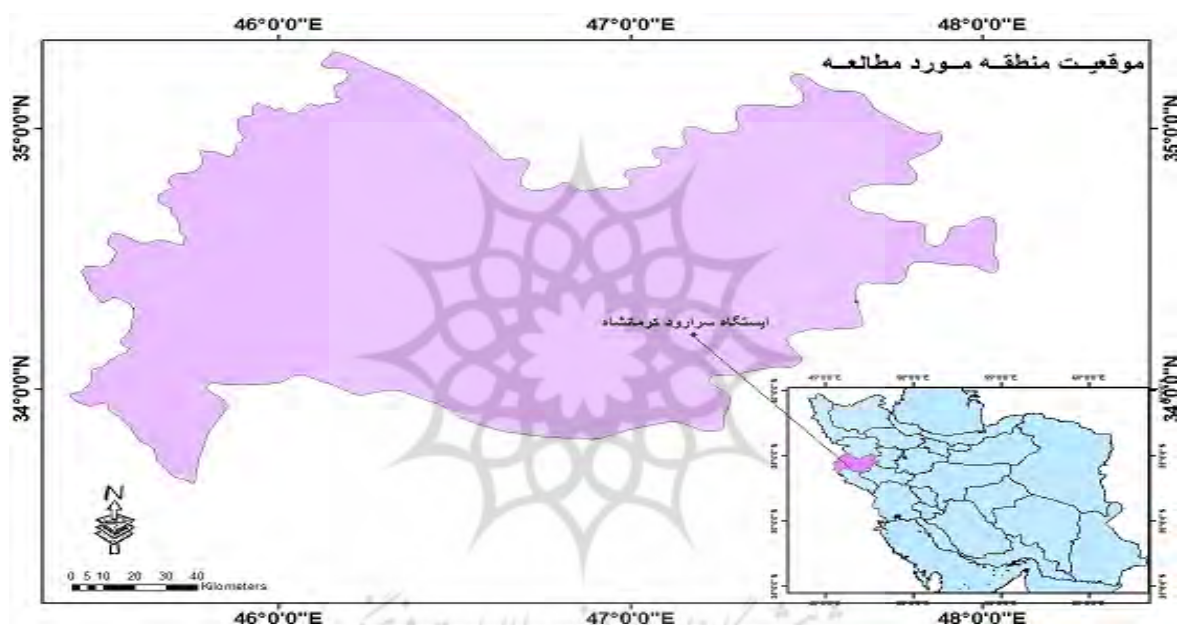
لورا و لانجریدا (۲۰۱۰) از مدل‌های تغییر اقلیم برای ارزیابی اثرات تغییر اقلیم روی زمان گلدهی درختان (توس نقره‌ای، فندق و لیمو) در لیتوانی استفاده کردند. مطالعه آنها به کمک اطلاعات فنولوژیکی سی‌ساله داده‌های دمای هوا و خروجی دو مدل اقلیمی hacm^3 و Ectiaw5، به همراه سه سناریوی AIB، A2 و B1 انجام گرفت. آنها با استفاده از داده‌های بلندمدت نشان دادند که دمای هوا تأثیر معنی‌داری روی آغاز گلدهی درختان، به‌ویژه درختان زودگل دارد.

هاورکورت و ورهاگن (۲۰۰۸) در پژوهشی، تغییر اقلیم و اثرات آن را بر زنجیره تأمین در اروپا بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که در اروپای شمالی، تغییر اقلیم موجب طولانی‌شدن فصل رشد خواهد شد.

در این مقاله تلاش بر این است که علاوه بر بررسی روند پارامترهای اقلیمی در گذشته و آینده، نتایج حاصل از آن روی نوسان تاریخ‌های کاشت گندم دیم و طول فصل رشد در منطقه کرمانشاه (ایستگاه سرارود) بررسی شود.

منطقه مورد مطالعه

ایستگاه سینوپتیک سرارود کرمانشاه دارای موقعیت جغرافیایی ۴۷ درجه و ۲۰ دقیقه طول غربی با ارتفاع ۱۳۵۱/۶ متر از سطح دریاست. بر اساس آمار طولانی‌مدت هواشناسی، متوسط بارندگی ایستگاه ۴۶۳ میلی‌متر و میانگین حداقل مطلق و حداکثر مطلق دما، به ترتیب ۲۴- و ۴۴+ درجه سانتی‌گراد است (شکل ۱).



شکل ۱. نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه

مواد و روش‌ها

آشکارسازی تغییر اقلیم در دوره‌های گذشته

داده‌های اقلیمی بیشینه دما، کمینه دما و بارندگی تاریخی ۴۰ سال (۲۰۱۰-۱۹۷۰) از ایستگاه سینوپتیک سرارود به‌دست آمد و با استفاده از دو آزمون ناپارامتری من - کندال و Sen's slop estimator، روند تغییرات بارندگی و دما به‌منظور آشکارسازی پدیده تغییر اقلیم در منطقه بررسی شد. آزمون ناپارامتری من - کندال با در نظر گرفتن دو فرض H_0 و H_1 برای بررسی تصادفی بودن داده‌ها (عدم وجود روند) در مقابل وجود روند در سری زمانی هیدرولوژیکی و هواشناسی استفاده می‌شود. آماره این آزمون Z بوده و توزیع نرمالی دارد. این آزمون دوطرفه است، بنابراین چنانچه $|Z| \leq Z_{\alpha/2}$ باشد در سطح اطمینان α ، فرض صفر پذیرفته می‌شود و در غیر این صورت، فرض صفر رد خواهد شد. درحالت رد فرض صفر (وجود روند)، چنانچه Z بزرگتر از صفر باشد، سری زمانی دارای روند منفی (نزولی) خواهد بود. مقادیر این آماره در سطح اطمینان ۹۵ درصد و ۹۹ درصد، به ترتیب برابر با ۱/۹۶ و ۲/۵۸ به‌دست آمد.

در روش Sen's slop estimator برای هر جفت، یک سری زمانی از شیب‌های محاسبه‌شده به دست می‌آید که از محاسبه میانه (Q_{med}) این سری زمانی، شیب خط روند حاصل می‌شود. مقدار مثبت میانه صعودی بودن و مقدار منفی آن نزولی بودن روند را نشان می‌دهد. در مرحله بعد پارامتر C_a در سطح اطمینان مورد نظر از رابطه ۱ به دست می‌آید.

$$c_{\alpha} = z_{1-\alpha/2} \sqrt{\text{var}(s)} \quad \text{رابطه ۱}$$

که در آن z آماره توزیع نرمال استاندارد است. $\text{Var}(s)$ واریانس S بوده که از رابطه ۲ محاسبه می‌شود.

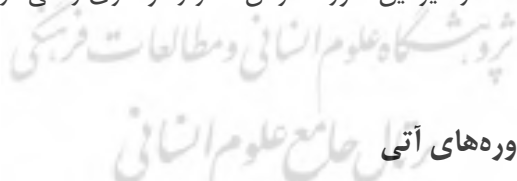
$$\text{var}(s) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{j=1}^m t(t-1)(2t+5)}{18} \quad \text{رابطه ۲}$$

که در آن m تعداد گره‌ها و t تعداد داده‌های هر گره است. منظور از گره این است از یک مقدار داده، بیشتر از یکی وجود داشته باشد، این مقادیر مساوی، تشکیل یک گره را می‌دهند و تعداد این مقادیر مساوی در گره m برابر t است. حال باید حدود اعتماد بالا و پایین M_1 و M_2 با رابطه ۳ برابر شود.

$$M_1 = \frac{N + c_{\alpha}}{2} \quad \text{رابطه ۳}$$

$$M_2 = \frac{N - c_{\alpha}}{2}$$

که در آنها N تعداد شیب‌های محاسبه شده است. حال اگر مقادیر M_1 و $M_2 + 1$ امین شیب (Q_2, Q_1) به گونه‌ای باشد که عدد صفر بین آنها قرار گیرد یا به گفته دیگر، یکی مثبت و دیگری منفی باشد، فرض صفر پذیرفته شده و سری زمانی هیچ‌گونه روندی نخواهد داشت؛ در غیر این صورت فرض صفر رد و سری زمانی در سطح اطمینان مورد آزمون، از روندی معنادار برخوردار است.



تولید سناریوهای اقلیمی در دوره‌های آتی

برای ارزیابی تغییرات اقلیمی آینده کرمانشاه، از مدل گردش عمومی CCSM4^۱ تحت سناریوی RCP4.5^۲ استفاده شده است. مدل مذکور از مجموع سناریوهای جدید منتشره RCP است که هیئت بین‌الدول تغییر اقلیم در تدوین گزارش پنجم ارزیابی خود (AR5)^۳ از آن با عنوان نماینده‌های خطوط سیر غلظت‌های گوناگون گازهای گلخانه‌ای نام برده‌اند. سناریوی RCP4.5 حاکی از این است که واداشت تابشی به دلیل استفاده از فناوری‌های جدید و سیاست‌های کاهش گازهای گلخانه‌ای، بعد از سال ۲۱۰۰ ثابت می‌ماند (جدول ۱). مدل CCSM4 مدل تدوین‌شده مرکز تحقیقات هواشناسی آمریکا است. این مدل از پنج مدل جداگانه اتمسفری، اقیانوسی، زمینی، زمین - یخ و دریا - یخ، به اضافه یک مؤلفه ترکیبی مرکزی تشکیل شده است و هر یک از این مدل‌ها چهار قسمت عمده دارند:

1. Community Climate System Model
2. Representative Concentration Pathways
3. Assessment Report Fifth

الف) مؤلفه فعال^۱: مؤلفه فعال مدل، بخش پویای مدل است که برای پیش‌آگاهی‌ها و تجزیه و تحلیل استفاده می‌شود. در واقع در این بخش، اجرای مدل، آزمون مدل، پارامتریک کردن مدل و همچنین چرخش مدل انجام می‌گیرد.

ب) مؤلفه داده^۲: کار این مؤلفه گرفتن داده است.

ج) مؤلفه غیرفعال^۳: این مؤلفه فقط برای آزمون‌های فنی سیستم به کار می‌رود. در واقع این مؤلفه بخش غیرفعال مدل است که با بخش مؤلفه فعال مدل هیچ وقت ترکیب نمی‌شود.

د) مؤلفه رابط^۴: این مؤلفه نقش رابط را ایفا می‌کند و فقط در مواقعی که نیازی به پیکربندی مدل نیست از آن استفاده می‌شود. مانند زمانی که فقط داده‌های مدل اتمسفری نیاز باشد و احتیاجی به مدل‌های دیگر نباشد، از این مؤلفه استفاده می‌شود. تفکیک مکانی این مدل $1^\circ \times 1^\circ$ طول و عرض جغرافیایی است.

جدول ۱. معرفی سناریوهای انتشار گازهای گلخانه‌ای و فرض‌های به کار رفته و کشور و مؤسسه‌های طراح آن

سناریو	کشور و مؤسسه طراح	فرض‌های کلیدی
RCP8.5	تیم مدل‌سازی MESSAGE و مؤسسه بین‌المللی آنالیز سیستم‌های کاربردی اتریش (IIASA) ^۵	بدون اتخاذ هیچ‌گونه سیاست‌های کاهش آثار و مقابله با پیامدهای اقلیم، آب‌وهوای کره زمین در خط سیر انتشار پیش خواهد رفت؛ به طوری که ادامه این روند منجر به واداشت تابشی به میزان ۸/۵ وات بر مترمربع در سال ۲۱۰۰ می‌شود. در این هنگام غلظت دی‌اکسیدکربن به ۱۰۰۰ ppm رسیده و همچنان روند افزایش خواهد داشت.
RCP6	گروه مدل‌سازی AIM در مؤسسه ملی مطالعات محیطی ژاپن	واداشت تابشی بعد از سال ۲۱۰۰، به دلیل استفاده از فناوری‌های جدید و سیاست‌های کاهش گازهای گلخانه‌ای ثابت می‌ماند.
RCP4.5	گروه مدل‌سازی MiniCAM و مؤسسه (JGCR) در شمال غرب اقیانوس آرام	واداشت تابشی ناشی از گازهای گلخانه‌ای، قبل از سال ۲۱۰۰ در مقدار ۴/۵ وات بر مترمربع ثابت می‌ماند.
RCP3	تیم مدل‌سازی IMAGE از مؤسسه ارزیابی‌های محیطی هلند	واداشت تابشی در اواسط این قرن به حدود ۳/۱ رسیده و سپس کاهش یافته و به ۲/۶ وات بر مترمربع در سال ۲۱۰۰ می‌رسد. برای رسیدن به این سطح واداشت تابشی بایستی گازهای گلخانه‌ای به میزان قابل توجهی کاهش یابند.

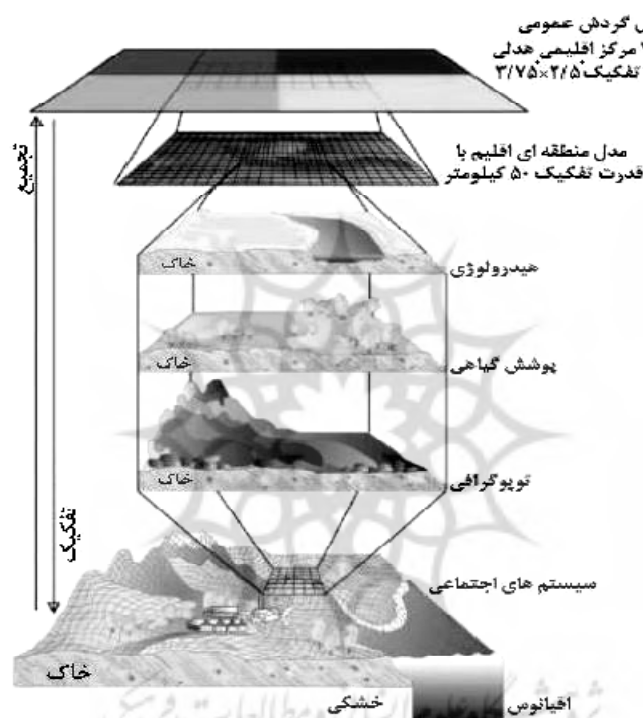
منبع: هیئت بین‌الدول تغییر اقلیم، ۲۰۰۱- ب.

خروجی‌های مدل‌های گردش عمومی برای برآورد مدل‌های منطقه‌ای بزرگ مقیاس به کار می‌روند. دقت مکانی افقی مدل‌ها در سطح خشکی‌های ۱۲۵ تا ۲۵۰ کیلومتر و قدرت تفکیک عمودی آنها برابر ۲۰۰ تا ۴۰۰ است (عساکره، ۱۳۸۶)، اما در مطالعه منطقه‌ای نیاز به داده‌هایی با قدرت تفکیک مکانی بالاتر وجود دارد. روش‌های مختلفی برای ایجاد

1. Active
2. Data
3. Dead
4. Stub
5. International Institute for Applied Systems Analysis
6. Joint Global Change Research Institute

سناریوهای منطقه‌ای ارائه شده که به این روش ریزمقیاس‌نمایی^۱ گفته می‌شود. برای ریزمقیاس‌کردن داده‌های مدل‌های گردش عمومی دو روش اصلی وجود دارد که عبارتند از: روش آماری و روش دینامیکی. این روش‌ها در سال‌های اخیر به‌کار رفته‌اند و توانایی زیاد آنها در ایجاد سناریوهای تغییر اقلیم آینده با قدرت تفکیک بالا، به‌اثبات رسیده است (ویلیبی، چالز، زوریتا، تیمبل و میرنز، ۲۰۰۴ و گیورگی و میرنز، ۱۹۹۹).

در این پژوهش برای ریزمقیاس‌کردن مکانی داده‌ها از مدل LARS WG که یکی از روش‌های آماری به‌شمار می‌رود، استفاده شده است (شکل ۲).



شکل ۲. مفهوم ریزمقیاس‌نمایی مکانی^۲

مدل LARS WG یکی از معروف‌ترین مدل‌های داده‌های تصادفی وضع هواست که برای تولید مقادیر بارش، تابش و دمای بیشینه و کمینه روزانه در یک ایستگاه با اقلیم حاضر و آینده به‌کار می‌رود. اولین نسخه آن در سال ۱۹۹۰ در بوداست مجارستان، به‌منزله ابزاری برای ریزمقیاس‌نمایی آماری ابداع شد. LARS WG برای مدل‌سازی متغیرهای هواشناسی، از توزیع‌های آماری پیچیده بهره می‌برد. بنابراین مدل مذکور برای مدل‌سازی طول دوره‌های خشک، تر، بارش روزانه و سری‌های تابش دارای توزیع نیمه‌تجربی است. سری‌های فوریه، درجه‌حرارت را تخمین می‌زنند. دمای کمینه و بیشینه به‌صورت فرآیندهای تصادفی با میانگین و انحراف معیارهای روزانه که وابسته به وضعیت تر یا

1. Downscaling

۲. بسیاری از فرآیندهایی که اقلیم محلی را کنترل می‌کنند در داخل یک مدل گردش عمومی جو قرار نمی‌گیرد، مانند پوشش گیاهی، توپوگرافی و هیدرولوژی. ارتباط آماری بین متغیرهای محلی و بزرگ‌مقیاس می‌تواند این فرآیندها را هنگام ریزمقیاس‌نمایی دخالت دهد (میکاور، ۲۰۰۴).

خشک‌بودن روز مورد نظر هستند، مدل‌سازی می‌شوند. سری فوریه مرتبه سوم، برای شبیه‌سازی میانگین و انحراف معیار دمای فصلی به کار می‌رود و مقادیر باقی‌مانده‌ها که از تفریق مقادیر میانگین مقدار دیده‌بانی شده به دست می‌آیند، در تحلیل خودهمبستگی زمانی داده‌های کمینه و بیشینه مورد استفاده قرار می‌گیرد. مدل در سه مرحله داده را تولید می‌کند که این مراحل عبارتند از: کالیبره کردن یا واسنجی، ارزیابی و ایجاد داده‌های هواشناسی (عباسی، ملبوسی، باباییان، اثری، برهانی، ۱۳۸۹).

تأثیر تغییر اقلیم بر جابه‌جایی‌های تاریخ کاشت و تغییر طول دوره رشد در آینده

تاریخ شروع بارندگی یکی از عوامل مهم در تعیین کشت محصولات زراعی است. در مناطق خشک و نیمه‌خشک که آب عامل محدودکننده‌ای برای کشت است، با اطلاع از تاریخ شروع، خاتمه و طول دوره بارندگی، نه تنها می‌توان تاریخ کشت را طوری تنظیم کرد که مصرف آب در کشت‌های آبی به حداقل برسد، بلکه با اعمال چند نوبت آبیاری تکمیلی در مراحل فنولوژیکی حساس در برخی مناطق، می‌توان به کشت دیم اقدام کرد. برای گندم زمستانه، شرایط مساعد کشت وابسته به دو متغیر بارندگی و دما است. گندم برای جوانه‌زدن حداقل به ۵ میلی‌متر باران نیاز دارد. همچنین مناسب‌ترین دما برای جوانه‌زنی ۸ تا ۱۴ درجه سانتی‌گراد است (بازگیر، ۱۳۷۸: ۳۹). با توجه به فراهم‌بودن دمای مناسب برای جوانه‌زنی (۸ تا ۱۴ درجه سانتی‌گراد)، در این پژوهش به منظور یافتن مناسب‌ترین زمان شروع بارندگی و کشت گندم دیم برای اقلیم گذشته، فقط عنصر بارش مد نظر قرار گرفته است، اما برای اقلیم آینده علاوه بر عنصر بارش بر عنصر دما هم تأکید شده است. به منظور تعیین تاریخ‌های کشت گندم دیم، تاریخ‌های شروع بارندگی از ایستگاه سینوپتیک سرارود استخراج شد و سپس بر اساس این تعریف که تاریخ کشت به زمانی گفته می‌شود که مجموع بارندگی از اول مهر به ۵ میلی‌متر برسد، به شرطی که پانزده روز بعد از آن خشک نباشد، تاریخ کاشت هم برای اقلیم گذشته و هم آینده تعیین شد. همچنین با توجه به همبستگی هر مرحله رشد گیاه گندم با عامل حرارتی دما، طول دوره رشد گیاه گندم با استفاده از شاخص درجه - روز^۱ بر اساس رابطه ۴ محاسبه شد (نصوحی، ۱۳۸۶؛ رضایی، سلطانی، قادری و زینلی، ۱۳۸۷).

نکته‌ای که باید به آن توجه شود این‌که به دلیل دسترسی نداشتن به آمار مربوط به طول دوره رشد قبل از سال ۱۹۸۸، طول دوره رشد برای دوره پایه از سال ۱۹۸۸ در نظر گرفته شده است.

$$GDD = \sum_{i=1}^n \frac{(T_{max} + T_{min})}{2} - T_{base} \quad \text{رابطه ۴}$$

که در آن؛ T_{min} و T_{max} به ترتیب حداکثر و حداقل دمای روزانه و T_{base} دمای پایه لازم برای رشد گیاه است. دمای پایه گندم در این پژوهش ۴ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شده است. در محاسبه درجه - روز، هر جایی که میانگین دما کمتر از دمای پایه به دست آمده، مقدار درجه - روز صفر در نظر گرفته شده است. سپس از طریق محاسبه میانگین درجه - روز طول رشد اقلیم پایه، طول رشد گندم در دوره‌های آتی به دست آمد.

یافته‌های پژوهش

تغییرات دما و بارندگی در گذشته

نتایج حاصل از دو آزمون در جدول ۲ ارائه شده است. تغییرات بارندگی در اکثر ماه‌های سال دارای روند کاهشی بوده است این روند فقط در ماه مارس و سالانه در سطح احتمال ۹۹ درصد معنی‌دار بوده است.

جدول ۲. آماره‌های حاصل از آزمون من - کندال و Sen's slop estimator متغیرهای مورد مطالعه در دوره پایه (۲۰۱۰-۱۹۷۰)

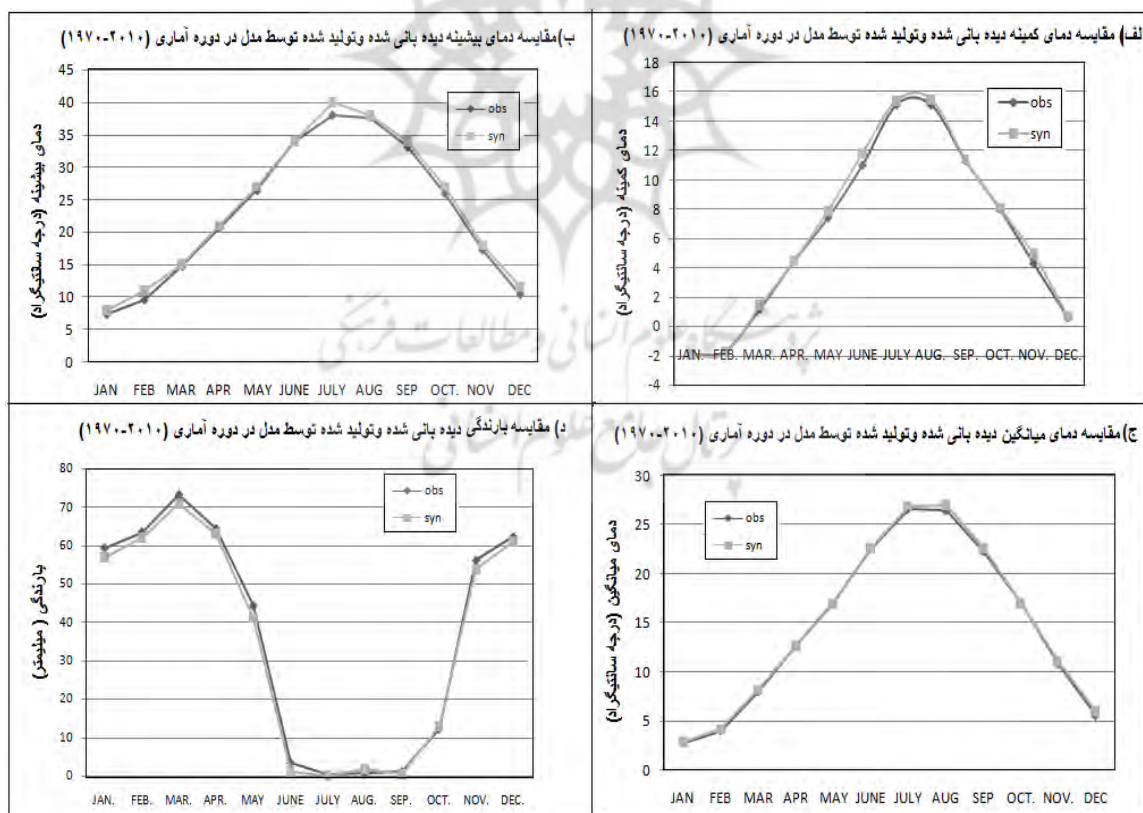
ماه	آزمون	میانگین حداقل دما	میانگین حداکثر دما	میانگین دما	بارندگی
ژانویه	Z	۳/۶۶**	۱/۹۸*	۳/۷۶**	-۱/۷۹
	Q _{med}	۰/۱۵۹**	۰/۰۸۵*	۰/۱۴۱**	-۰/۶۱۳
فوریه	Z	۰/۰۶	۱/۳۷	۰/۵۵	-۰/۶۰
	Q _{med}	۰/۰۰۰	۰/۰۶۴	۰/۱۰۰	۰/۱۶۹
مارس	Z	-۱/۳۷	۲/۳۸*	۰/۳۸	-۳/۰۳**
	Q _{med}	-۰/۱۰۰	۰/۰۶۷*	۰/۳۹	۱/۴۸۸**
آوریل	Z	۰/۷۱	۱/۹۵	۱/۱۵	-۰/۶۴
	Q _{med}	۰/۰۵۵	۰/۰۵۲	۰/۱۱۱	-۰/۳۷۳
می	Z	۲/۰۳*	۲/۰۲*	۲/۴۷**	-۰/۹۸
	Q _{med}	۰/۱۱۰*	۰/۰۵۶*	۰/۱۹۳**	-۰/۴۰۰
ژوئن	Z	۲/۱۱*	۲/۷۱**	۱/۶۴	-۰/۵۴
	Q _{med}	۰/۲۱۴*	۰/۰۵۳**	۰/۱۶۷	۰/۰۰۰
جولای	Z	۱/۵۹	۳/۳۳**	۲/۶۳**	۰/۰۰۰
	Q _{med}	۰/۱۵۵	۰/۰۴۳**	۰/۱۹۳**	۰/۰۰۰
آگوست	Z	۲/۱۳*	۳/۷۸**	۲/۹۶**	۰/۰۰۰
	Q _{med}	۰/۲۲۶*	۰/۰۷۱**	۰/۲۴۶**	۰/۰۰۰
سپتامبر	Z	۱/۳۷	۴/۸۴**	۱/۹۳	۰/۰۰۰
	Q _{med}	۰/۱۲۳	۰/۰۶۷**	۰/۱۱۹	۰/۰۰۰
اکتبر	Z	۵/۰۴**	۳/۲۶**	۵/۲۴**	۰/۰۰۰
	Q _{med}	۰/۱۵۰**	۰/۰۹۵**	۰/۱۲۵**	۰/۰۰۰
دسامبر	Z	-۰/۴۹	۳/۲۶**	-۰/۴۴	۰/۰۰۰
	Q _{med}	-۰/۰۳۳	۰/۰۹۵**	-۰/۰۳۰	۰/۰۰۰
نوامبر	Z	-۰/۶۰	۳/۲۸**	۱/۰۴	۰/۰۰۰
	Q _{med}	۰/۱۰۰	۰/۰۹۷**	۰/۱۰۸	۰/۰۰۰
سالانه	Z	۱/۲۳	۴/۴۳**	۲/۴۲*	-۳/۱۳**
	Q _{med}	۰/۰۸۰	۰/۰۶۴**	۰/۱۳۸*	-۳/۵۵۴**

* در سطح ۹۵ درصد ** در سطح ۹۹ درصد

میانگین حداکثر دما در ماه‌های جولای، آگوست، سپتامبر، ژوئن، اکتبر، دسامبر و سالانه در سطح اطمینان ۹۹ درصد و در ماه‌های ژانویه، مارس و می در سطح اطمینان ۹۵ درصد، روند معنادار و افزایشی دارد. همچنین میانگین حداقل دما در ماه‌های ژانویه و اکتبر در سطح اطمینان ۹۹ درصد و در ماه‌های می، ژوئن و آگوست در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنادار و افزایشی نشان می‌دهد. میانگین دما در ماه‌های ژانویه و اکتبر، می، جولای و آگوست در سطح اطمینان ۹۹ درصد و سالانه در سطح اطمینان ۹۵ درصد، روند معنادار و افزایشی دارد. بنابراین می‌توان ادعا کرد دمای منطقه در دوره‌های گذشته تحت تأثیر عواملی قرار گرفته که باعث افزایش آن شده است.

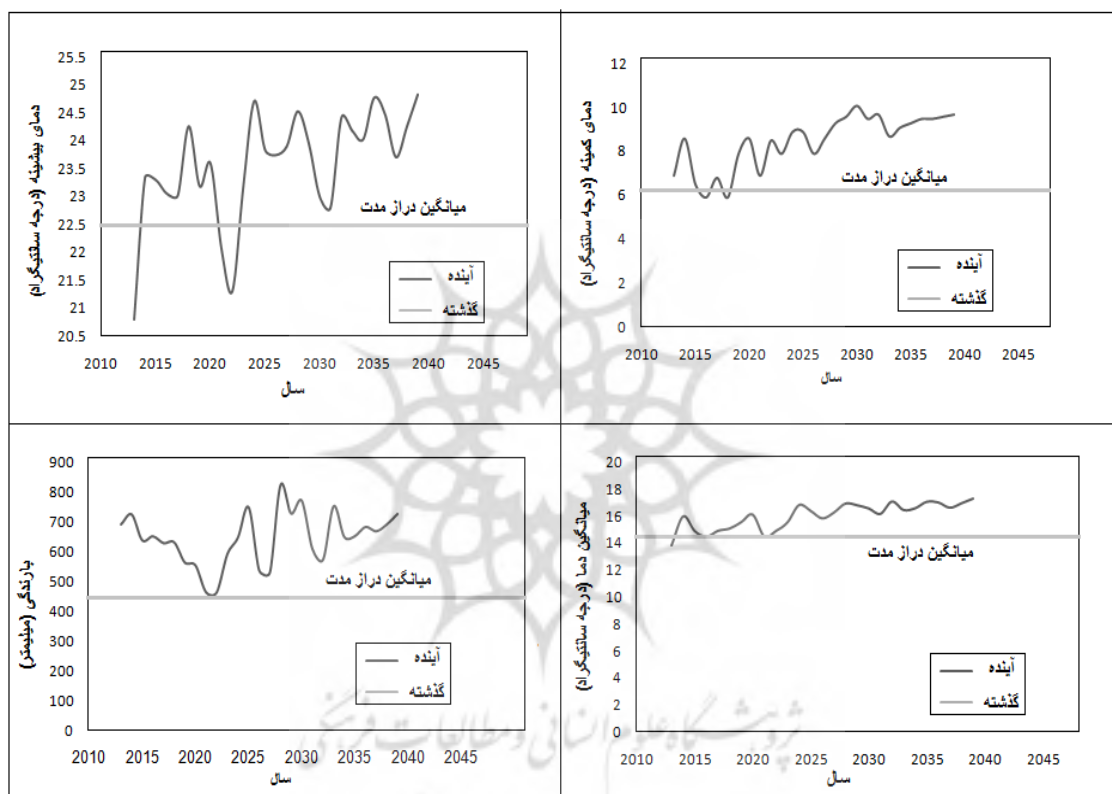
تغییرات دما و بارندگی در دوره آتی

دما و بارش شبیه‌سازی شده در دوره پایه با استفاده از ریزمقیاس‌نمایی اطلاعات مدل CCSM4 و مقادیر مشاهداتی با یکدیگر مقایسه شدند. با تحلیل آماری نتایج مدل‌سازی ایستگاه مورد مطالعه، مشخص شد که بین دمای بیشینه و کمینه و همچنین بارندگی تطابق بسیار خوبی وجود دارد. شکل ۳ نمونه‌ای از مقادیر دمای کمینه، دمای بیشینه و بارندگی حاصل از مدل LARS WG با مقادیر دیده‌بانی را نشان می‌دهد.



شکل ۳. مقایسه دمای کمینه، بیشینه و میانگین دیده‌بانی شده و تولید شده به کمک مدل در دوره آماری (۱۹۷۰-۲۰۱۰)

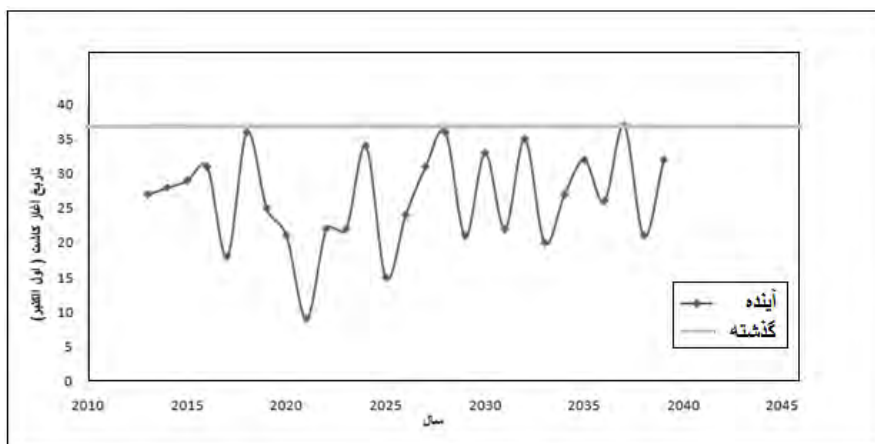
شکل ۴ نتایج ارزیابی تغییر اقلیم منطقه مورد مطالعه در افق سال‌های ۲۰۳۹-۲۰۱۳ را نمایش می‌دهد که در آن رفتار اقلیم دوره پایه با دوره آینده مقایسه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، میانگین بیشینه دما به‌استثنای سال‌های ۲۰۱۳ و ۲۰۲۲ و کمینه دما به‌استثنای سال‌های ۲۰۱۵ و ۲۰۱۸، از میانگین بلندمدت (۲۰۱۰-۱۹۷۰) بیشینه و کمینه دوره پایه کمتر است. همچنین مقدار بارندگی طی همه سال‌های مورد بررسی در آینده، از میانگین بلندمدت آن در دوره پایه بیشتر است. نتیجه اینکه دما و بارش طی سال‌های آینده رو به افزایش است.



شکل ۴. مقایسه میانگین بلندمدت حداقل دما، حداکثر دما، میانگین دما و مجموع بارندگی در دوره گذشته (۲۰۱۰-۱۹۷۰) با دوره آتی (۲۰۳۹-۲۰۱۰)

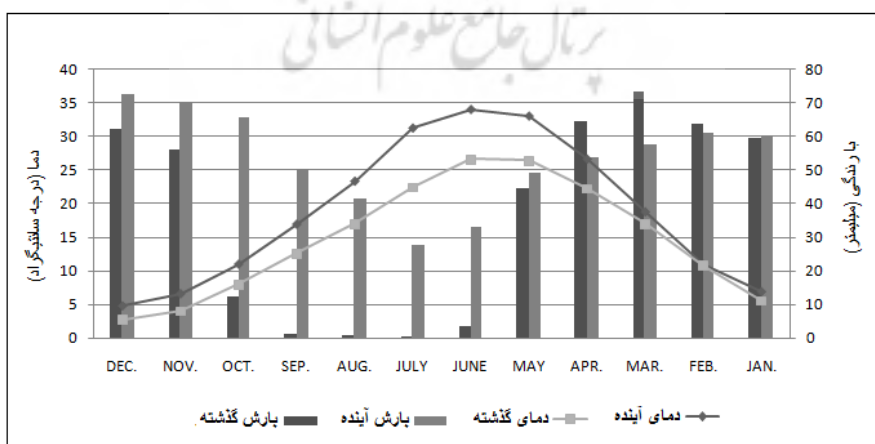
زمان مناسب برای کاشت گندم در شرایط حاضر و دوره‌های آتی

شکل ۵ تاریخ‌های آغاز کشت گندم براساس فاصله از مبدأ (اول اکتبر) را طی سال‌های آینده (۲۰۳۹-۲۰۱۳) نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، کشت گندم طی سال‌های آینده از دهه سوم اکتبر شروع می‌شود. برای بررسی تغییرات زمان‌های آغاز کشت در دوره‌های آینده، به مقایسه میانگین بلندمدت تاریخ آغاز کشت گندم بر اساس فاصله از مبدأ (اول اکتبر) اقلیم پایه با تاریخ‌های آغاز کشت گندم طی سال‌های آینده پرداخته شده است (شکل ۵). نتایج نشان داد که تاریخ کشت در اقلیم آینده نسبت به اقلیم گذشته، زودتر آغاز می‌شود؛ به طوری که تاریخ‌های آغاز کشت در همه سال‌های مورد بررسی در دوره آینده (۲۰۳۹-۲۰۱۳) از میانگین بلندمدت تاریخ‌های آغاز کشت در اقلیم پایه، کمتر است.



شکل ۵. مقایسه میانگین بلندمدت تاریخ‌های آغاز کشت گندم در دو دهه بر اساس فاصله از مبدأ (اول مهر) در دوره پایه (۱۹۸۸-۲۰۱۲) با تاریخ‌های آغاز کاشت در سال‌های آینده (۲۰۱۳-۲۰۳۹)

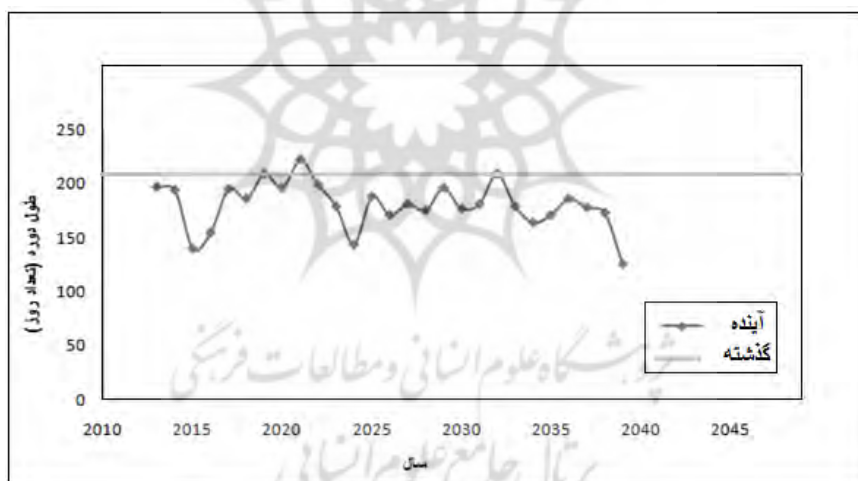
به‌طور میانگین آغاز کشت گندم در اقلیم گذشته در دهه دوم دسامبر است؛ در حالیکه زمان کاشت در اقلیم آتی از دهه سوم اکتبر به بعد آغاز می‌شود. این در حالی است که دما در اقلیم آینده بیشتر از اقلیم گذشته است (شکل ۶). بنابراین می‌توان دلیل زودتر آغاز شدن زمان کاشت در اقلیم آینده را افزایش بارندگی در ماه‌های اکتبر، دسامبر و نوامبر دانست؛ به‌طوری‌که میانگین بارش در ماه اکتبر در اقلیم آتی ۶۵/۶ میلی‌متر و در اقلیم گذشته ۱۲/۵ میلی‌متر است. میانگین دمای ماه اکتبر طی سال‌های آتی ۱۸/۷ سانتی‌گراد و در اقلیم گذشته ۷/۱ درجه سانتی‌گراد است (شکل ۶). علاوه بر این، یکی دیگر از دلایل زودتر آغاز شدن زمان کاشت که می‌تواند اصلی‌ترین علت هم باشد، زودتر آغاز شدن بارندگی‌ها (جلو افتادن بارندگی‌ها) در سال‌های آینده است؛ به‌طوری‌که بارندگی‌ها در اقلیم گذشته حدوداً از دهه دوم دسامبر و در اقلیم آینده از دهه دوم اکتبر شروع می‌شوند.



شکل ۶. مقایسه دما و بارش به تفکیک ماه در سال‌های پایه (۱۹۷۰-۲۰۱۰) با سال‌های آینده (۲۰۱۳-۲۰۳۹)

تغییرات طول دوره رشد

برای بررسی اثر تغییر اقلیم بر دوره طول رشد، ابتدا تاریخ‌های کشت برای دوره گذشته و آینده بر اساس شاخص‌های بارندگی و دما تعیین شد. سپس طول دوره رشد برای اقلیم گذشته را از ایستگاه سینوپتیک سرارود کرمانشاه تهیه کرده و برای اقلیم آینده نیز، طول دوره رشد بر اساس GDD مورد نیاز محاسبه شد. برای بررسی تغییرات طول دوره رشد گندم در دوره‌های آینده، به مقایسه میانگین بلندمدت طول دوره رشد اقلیم پایه با طول دوره رشد گندم در سال‌های آینده پرداختیم (شکل ۷). نتایج نشان داد که طول دوره رشد گیاه گندم در اقلیم آینده نسبت به اقلیم گذشته کاهش می‌یابد، به طوری که طول دوره رشد در همه سال‌های مورد بررسی در آینده (۲۰۳۹-۲۰۱۳) به استثنای سال ۲۰۲۰، از میانگین بلندمدت طول دوره رشد در گذشته کمتر است. میانگین بلندمدت طول دوره رشد در اقلیم گذشته ۲۰۹ روز بوده، اما در اقلیم آینده به ۱۸۴ روز کاهش داشته است. بنابراین می‌توان گفت که به طور میانگین طول دوره رشد گیاه گندم در اقلیم آینده ۲۵ روز کوتاه‌تر خواهد شد که علت آن را می‌توان افزایش دمای اقلیم آتی دانست؛ به طوری که میانگین دما در اقلیم آینده ۱۵/۸ درجه سانتی‌گراد است، اما نتایج در اقلیم گذشته ۱۴/۵ درجه سانتی‌گراد را نشان می‌دهد (شکل ۴).



شکل ۷. مقایسه میانگین بلندمدت طول دوره رشد گندم دیم در دوره پایه (۱۹۸۸-۲۰۱۰) با طول دوره رشد گندم دیم در سال‌های آینده (۲۰۱۳-۲۰۳۹)

بحث و نتیجه‌گیری

مطالعات انجام‌شده نشان می‌دهد که در منطقه سرارود کرمانشاه، بارندگی دوره‌های گذشته دارای روند کاهشی است و همچنین دما در اکثر ماه‌های سال، به‌ویژه ماه‌های سرد، روند افزایشی دارد. همچنین در دوره آتی، دما در همه ماه‌های سال تا پایان ۲۰۳۹، افزایشی بین ۱/۷ تا ۲/۵ درجه سانتی‌گراد را نشان می‌دهد. همچنین تاریخ‌های کاشت مناسب برای دوره گذشته، دهه دوم ماه دسامبر است، اما برای دوره آینده تاریخ مناسب کاشت گندم دیم دهه سوم ماه اکتبر و پس از است. به سبب جابه‌جایی بارش در دوره آینده به سمت ابتدای فصل سرد، تاریخ‌های کاشت گندم در اقلیم آینده نسبت به

اقلیم گذشته زودتر آغاز می‌شود. همچنین نتایج مقایسه طول دوره رشد در دوره آتی و گذشته نشان داد که با وجود اینکه تاریخ آغاز کشت گندم در دوره گذشته دیرتر از دوره آینده شروع می‌شود، اما طول دوره رشد گندم در اقلیم آتی ۲۵ روز کوتاه‌تر از اقلیم گذشته خواهد شد که دلیل آن را می‌توان در افزایش دمای دوره‌های آتی نسبت به گذشته دانست. کوتاه‌شدن طول رشد گیاه، مانع از خوب رسیدن محصول شده و عملکرد آن را پایین می‌آورد. با مطالعه تغییر اقلیم و بررسی اثرات آن روی کشاورزی، می‌توان آثار سوء این پدیده را شناخت و با کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای یا سازش با آن از طریق انتخاب ارقام، محصولات مقاوم و تغییر زمان کاشت محصولات به زمان‌های مناسب‌تر، به مقابله با این پدیده پرداخت.

سپاس‌گزاری

در پایان، از مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم سرارود کرمانشاه و آقای دکتر رضا محمدی که در گردآوری اطلاعات مورد نیاز این مطالعه نهایت همکاری را داشتند، صمیمانه سپاس‌گزاری می‌شود.

منابع

- آبایی، ب.؛ سهرابی، ت.؛ میرزایی، ف.؛ رضوردی نژاد، و.؛ کریمی، ب. (۱۳۸۹). اثر تغییر اقلیم بر عملکرد گندم و تحلیل ریسک ناشی از آن (مطالعه موردی: منطقه روددشت اصفهان)، مجله دانش آب‌و خاک، جلد ۲۰/۱، شماره ۳، صص. ۱۵۰-۱۳۵.
- باباییان، ا.؛ نجفی‌نیک، ز.؛ عباسی، ف.؛ حبیبی نوخندان، م.؛ ادب، ح. و ملبوسی، ش. (۱۳۸۸). ارزیابی تغییر اقلیم کشور در دوره ۲۰۳۹-۲۰۱۰ میلادی با استفاده از ریزمقیاس‌نمایی داده‌های مدل گردش عمومی جو ECHO-G، فصلنامه جغرافیا و توسعه، دوره ۷، شماره ۱۶، صص. ۱۵۲-۱۳۵.
- بازگیر، س. (۱۳۷۸). بررسی پتانسیل اقلیمی زراعت گندم دیم (مطالعه موردی: استان کردستان). پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد رشته آبیاری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.
- رضایی، پ.؛ سلطانی، ا.؛ قادری، ا.؛ زینلی، ا. (۱۳۸۷). کمی‌سازی وقوع تنش‌های دمایی در زراعت گندم دیم (*Triticum aestivum*) در گرگان، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دوره ۱۵، شماره ۴، صص. ۹۸-۸۸.
- سرافروزه، ف.؛ جلالی، م.؛ جلالی، ط. و جلالی، ا. (۱۳۹۱). ارزیابی اثرات تغییر اقلیم آینده بر مصرف آب محصول گندم در تبریز، فصلنامه علمی - پژوهشی فضای جغرافیایی، دوره ۱۲، شماره ۳۷، صص. ۹۶-۸۱.
- عباسی، ف.؛ ملبوسی، ش.؛ باباییان، ا.؛ اثمیری، م.؛ برهانی، ر. (۱۳۸۹). پیش‌بینی تغییرات اقلیمی خراسان جنوبی در دوره ۲۰۳۹-۲۰۱۰ میلادی با استفاده از ریزمقیاس‌نمایی آماری خروجی مدل ECHO-G، مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، دوره ۲۴، شماره ۲، صص. ۲۳۳-۲۱۸.
- عزیزی، ق. و روشنی، م. (۱۳۸۸). تحلیلی بر مفاهیم و اثرات تغییر اقلیم روی دما و تقویم زراعی برنج در گیلان، فصلنامه فضای جغرافیایی، دوره ۴، شماره ۸، صص. ۱۵۵-۱۴۳.
- عساکره، ح. (۱۳۸۶). تغییر اقلیم، زنجان: انتشارات دانشگاه زنجان.
- نصوحی، غ. (۱۳۸۶). هواشناسی و محصولات کشاورزی. چاپ سوم. مشهد: انتشارات رضوی.

- واتقی، ا. و اسماعیلی، ع. (۱۳۸۷). بررسی اثر اقتصادی تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی ایران: روش ریکاردین (مطالعه موردی: گندم). مجله علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی). دوره ۱۲، شماره ۴، صص. ۶۸۵-۶۹۶.
- Ababaei, B., Sohrabi, T.M., Mirzaei, F., Rezaverdinejad, V., Karimi, B., 2010, **Effects of climate change on wheat yield and the risk analysis (case study: the area of the Ruddasht Esfahan)**, Journal of Water and Soil, Vol. 20/1, No.3, PP.135-150.
- Abbasi, F., Malbusi, S.H., Babaeian, E., Asmry, M., Borhani, R., 2010, **Predictions of Climate Change in South Khorasan in the Period 2010-2039, Using a Statistical Downscaling Outgoing Model ECHO-G**, Journal of Soil and Water (Agricultural Sciences and Technology), Vol. 24, No. 2, PP.233-218.
- Asakereh, H., 2008, **Climate Change**, Zanjan University Publishers, Zanjan.
- Azizi, Gh. and Roshani, M., 2008, **Analysis of the Implications and Effects of Climate Change on Temperature and Crop Calendar of Rice in Gilan**, Quarterly of Geographical Space, Vol. 4, No. 8, PP.143-155.
- Babaeian, E., Najafi nik, Z., Abasi, F., Habeibi Nokhandan, M., Adb, H., Malbosi, Sh, 2009, **Examines Climate Change in Country in the Period 2010-2039 Using a Downscaling Detas General Circulation Model ECHO-G**, Quarterly of Geography and Development, Vol. 7, No. 16, PP. 135-152.
- Bazgir, S., 1999, **Examines the Potential of Dryland Wheat Farming Climate Case Study of Kurdistan, Province, M.cs. Thesis**, Irrigation field Faculty of Agriculture, Tehran University,
- Chiotti, Q.P., and Johnston, T., 1995, **Extending the Bound Arics of Climate Change Research**, A Discussion on Agriculture, Journal of Rural Studies, No .11, PP.335-350.
- Giorgi, F. and Mearns, L. O., 1999, **Introduction to Special Section: Regional Climate Modeling Revisited**, Journal of Geophysical Research, Vol. 104, No.D6, PP.6335-6352.
- Haverkort, A.J. and Verhan, A., 2008, **Climate Change and Its Repercussions for the Potato Supply Chain**, Journal of potato Research, Vol. 51 No.3-4, PP.223-237.
- IPCC, 2001a, **Summary for Poliy Makers, Report of working Group I, Climate Change 2001**, The scientific basis. <http://www.meto.gor.ak/scc5/Crdiv/Ipcc/wg1/WGI-sam.pdf>. IPCC, 2001b, **Sepecial Report on the Regional Impacts of Climate Change**, Watson, R. T., Zinyowera, M. C., Moss, R. H., Dokken, D. J. (Eds.), An Assessment of Vulnerability, Cambridge University Press. UK.
- Laura, V., Lngrida, S., 2010, **The Modeling of Climate Chang Influence on Plant Flowering Shift in Lithuania**, Zemdirbyste Agriculre, Vol. 97, No .1, PP.41-48.
- Ludwig, F. and Asseng, S., 2008, **Impacts and Adaptation to Climate Change in Western Australian Wheat Cropping Systems**, Agric, Syst, No. 90, PP.159-179.
- Maciver, D., 2004, **General Circulation Models and Environmental Science**, Environmental Monitoring and Assessment, N. 65, PP.93-100.
- Mateescu, M., Haidu, I., Veronica, S., 2007, **Recent Evolution of some Agro Climatic Indices In Transylvania**, Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca, Animal Science and Biotechnologies, Vol. 63/64. PP. 266-271.
- Matthews, R.B., Kropff, M.J., Bachelet, D., 1994, **Generl Introduction**, In: Matthews, R.B., Kropff M.J., Bbchelet, D. and Vanlaar, H.H. (ed.). Modelin Impact of Climate Change on Rice Production in Asia, CAB International, PP. 3-7.
- Nasvhy, GH. H., 2007, **Weather and Agricultural Crops**, The third Publication, Razavi Publishers, Mashhad.
- Rawlins, S.L., 1991, **Global Environmental Change and Agriculture**, Journal of Production Agriculture, No. 4, PP. 291-239.
- Rezai, p., Soltani, A., Ghadari, A., Zeinali, E., 2007, **Quantification of Thermal Stress Occurring in Dryland Wheat (Triticum Aestivum) in Gorgan**, Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, Vol. 15, No. 4, PP.88-98.
- Srafrvzh, F., Jalali, M., Jalali, T., Jalali, A., 2012, **Assess the Future Impact of Climate Change on Wheat Yields and Water Use in Tabriz**, and Research Geographical Space, Vol. 12, No. 37, PP.81-96.

- Sultana, H., Ali N., Iqbal, M. M., Khan, A., 2009, **Vulnerability and Adaptability of Wheat production in Different Climatic Zones of Pakistan under Climate Change**, Journal of Climatic Change, Vol. 94, No. 1-2, PP.123-142.
- Vasghi, E., Asmeali, A.K., 2008 **Examines Effect Economic Climate Change a Part Agricultural in Iran: Method Rikardin (Case Study: Wheat)**, Journal of Soil and Water (Agricultural Sciences and Natural Resources), Vol. 12, No.4, PP. 685-696.
- Wilby, R.L., Charles, S.P., Zorita, E., Timbal, B., Whetton, P., Mearns, L.O., 2004, **Guidelines for Use of Climate Scenarios Developed from Statistical Downscaling Methods**, Available form: http://www.ipcc-data.org/guidelines/dgm_no1_v1_10-2003.pdf.

