مجله مخاطرات محیط طبیعی، دوره هشتم، شماره بیست و دوم، زمستان ۱۳۹۸

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۱۲/۱۵

تاریخ بازنگری اولیه مقاله: ۱۳۹۷/۰۷/۰۱

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۰۸/۰۵

صفحات: ۵۸ - ۴۱

اثر تغییر اقلیم بر فنولوژی بادام در استان چهار محال و بختیاری

مریم سید عبداللهی[۱]، بهلول علیجانی[۲*]، قاسم عزیزی[۳]، فریده اسدیان[۴]

چکیده

هدف از این پژوهش بررسی اثرات تغییر اقلیم بر فنولوژی بادام در استان چهار و محال بختیاری به عنوان یک منطقه با نوسانات دمایی شدید می باشد. بدین منظور در این تحقیق با استفاده از مدل ریز مقیاس کننده SDSM و داده های بزرگ مقیاس گردش عمومی جو canESM2 استفاده شد. داده‌های روزانه دمای کمینه، بیشینه و بارش در دوره آماری ۳۰ سال (۲۰۱۵-۱۹۸۵) برای چهار ایستگاه به‌عنوان داده های مبنا استفاده شد و با استفاده از مدل SDSM و گردش عمومی canESM2 تحت دو سناریو RCP 4.5 و ۸,۵ از سال ۲۰۲۰ تا ۲۰۵۰ میلادی با مقادیر فعلی مقایسه و تغییرات آن مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که عامل ارتفاع نقش مهمی در تغییر عناصر اقلیمی و به تبع آن تغییرات زمانی مراحل فنولوژی بادام در منطقه پژوهش شده است. بررسی سناریوهای مورد بررسی نشان می دهد که تحت تأثیر تغییرات اقلیمی تقویم زراعی محصول بادام تغییر می‌کند و تاریخ مراحل فنولوژی محصول زودتر اتفاق می‌افتد. همچنین طول دوره‌ی رشد به علت گرم شدن منطقه و زودتر کامل شدن درجه روزهای رشد مورد نیاز کاهش پیدا می‌کند. الگوی مکانی تغییرات مراحل فنولوژی نشان داد که در هر دو سناریو میزان تغییرات در قسمت‌های جنوبی استان بیشتر و به سمت شمال از میزان تغییرات کاسته می‌شود. با توجه به اینکه در دوره پیش‌بینی مرحله‌ی شکفتن جوانه‌ها زودتر اتفاق می‌افتد و با یخبندان‌های دیررس بهاره درخت بادام همزمان است و این مرحله در مقابل سرما حساس است باید اقدامات مراقبتی افزایش داده شود. نتایج نشان داد در مناطقی که مراحل فنولوژی زودتر اتفاق می‌افتد، میزان تأثیرپذیری مراحل فنولوژی کشت بادام از تغییرات اقلیمی بیشتر است. در مناطق جنوبی استان مراحل فنولوژی استان زودتر از سایر قسمت ها اتفاق می‌افتد و این مناطق تأثیرپذیری بیشتری از تغییر اقلیم دارند.

واژگان کلیدی: بادام، فنولوژی، سناریو، رابطه کشت بادام با اقلیم، چهارمحال و بختیاری.

[۱]- دانشجوی دکتری آب و هواشناسی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران m.seydabdollahi@gmail.com

[۲]- استاد، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه خوارزمی تهران(نویسنده مسئول) alijani@khu.ac.ir

[۳]- دانشیار، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تهران ghazizi@ut.ac.ir

[۴]- استادیار، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران Farideh_asadian@yahoo.com

مقدمه

تغییر جهانی اقلیم یکی از مواردی است که در دهه‌های اخیر توجه محققان را به خود معطوف کرده است. بسیاری از مطالعات اخیر حاکی از تأثیر شگرف انسان بر اقلیم جهانی است. نتایج مطالعات مربوط به تغییر اقلیم که در طی سال‌های اخیر در ایران انجام‌شده این پدیده را تأیید می‌کند (علیجانی و همکاران، ۱۳۸۹؛ کوچکی و کمالی، ۱۳۸۹؛ اسماعیلی و همکاران، ۱۳۹۰). تغییر اقلیم باعث تغییراتی در الگوهای بارش و دما و مقدار آنها می شود و این تغییرات می تواند عملکرد گیاهان را تحت تاثیر قرار دهد .به‌طور یقین بخش کشاورزی بیشترین ارتباط و تأثیرپذیری را از شرایط محیط اطراف و به‌خصوص اقلیم دارد، به‌گونه‌ای که ویژگی‌های اقلیمی (پتانسیل و محدودیت‌های اقلیمی) در بلندمدت، منجر به تعیین الگوی کشت و توجیه پراکنش گونه‌های گیاهی مختلف شده است. متأسفانه بخش کشاورزی به دلیل قدرت سازگاری کم، بیشترین تأثیر را از تغییرات اقلیمی متحمل خواهد شد. آگاهی از چگونگی واکنش گیاهان زراعی و باغی به گرمایش جهانی و پیش بینی اثرات آن بر عملکرد و قلمرو کشت گیاهان زراعی و باغی در آینده مستلزم آگاهی از اثرات تغییر اقلیم بر فنولوژی این گیاهان است. پیش‌بینی می‌شود در اثر تغییرات اقلیمی و گرم شدن هوا، مناطق جنگلی به سمت شمال سوق پیدا کنند، بنابراین جغرافیای کشاورزی در این مناطق، تحت تأثیر تغییر اقلیم قرار گیرد (کوچکی، ۱۳۷۷). اثرات تغییرات بر تولیدات کشاورزی توجه بسیاری از محققان را به خود جلب کرده است. خشکسالیهای شدید و افزایش دما توسعه گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد و این امر می‌تواند یکی از دلایل کاهش محصولات کشاورزی باشد (ریدسما[۱]،۲۰۰۷؛ ساکلاسکین[۲]، ۲۰۰۸). بسیاری از محققین تفسیرهای متفاوتی از پیامدهای تغییر دما بر روی مراحل مختلف فنولوژی بیان نموده‌اند (کرول[۳] و همکاران، ۲۰۰۹؛ ارلاندی[۴] و همکاران، ۲۰۰۵). به همین دلیل، دانشمندان از محاسبات مختلف برای تعیین پیامدهای تغییر دما بر گیاهان استفاده می‌کنند (کریپنسک[۵]، ۲۰۰۶؛ ویلگولاسکی[۶]،۱۹۹۹). با توجه به اهمیت وضع هوا و اقلیم بر بخش کشاورزی، دستیابی به پیش‌بینی‌های بلندمدت اقلیمی در این بخش ضروری است.

تعداد و شدت بیشتر بارندگیها، افزایش دما، خشکسالی و انواع دیگر مخاطرات آب و هوایی مورد انتظار، بر عملکرد و کیفیت محصولات کشاورزی اثر می گذارند (هاتفیلد[۷] و همکاران، ۲۰۱۱). معتبرترین ابزار، جهت بررسی اثرات پدیده تغییر اقلیم بر سیستمهای مختلف، استفاده از متغیرهای اقلیمی شبیه سازی شده توسط مدلهای جفت شده گردش عمومی جوی- اقیانوسی می باشد (آبکار و همکاران، ۱۳۹۲). پیدایش مدل‌های اقلیم جهانی[۸](GCM) و منطقه‌ای[۹](RCM) این امکان را به وجود آورده است تا محققان بتوانند تأثیر آب‌وهوا را در مقیاس‌های زمانی بلند-مدت بر محصولات مختلف کشاورزی بررسی نمایند. برخی تغییرات در دوره رشد گیاهی در پاسخ به تغییر شرایط

[1]- Reidsma
[2]- Sakalauskiene
[3]- Carroll
[4]- Orlandi
[5]- Crepinsek
[6]- Wielgolaski
[7]- Hatfield
[8]- General circulation models
[9]- Regional circulation model

اقلیمی، در مقیاس محلی و منطقه‌ای قابل‌مشاهده است عنوان مثال در جنوب فرانسه، دوره گلدهی درختان هلو و زردآلو به میزان ۲ تا ۳ هفته به جلو افتاده است.

توسعه روش‌های مدل‌سازی، جایگزینی مناسب و کم‌هزینه برای این نوع مطالعات است که در حال حاضر موردتوجه محققین است. مدل‌های گردش عمومی ابزار مناسب درعین‌حال دقیقی برای پیش‌بینی شرایط اقلیمی آینده بوده و داده‌های لازم برای اجرای مدل‌های شبیه‌سازی و رشد و نمو محصولات زراعی تحت شرایط تغییر اقلیم را فراهم می‌سازند (جونز و همکاران،۲۰۰۳). بر اساس بررسی‌های هیئت بین‌الدول مهم‌ترین عواقب تغییر اقلیم عبارت‌اند از؛ تشدید بحران‌های اقلیمی، گرم شدن عرض‌های جغرافیایی بالا، کاهش قابلیت دسترسی به آب و پیشرفت باران‌های موسمی به سمت قطب (مرکز تحقیقات برنامه ریزی و اقتصاد کشاورزی[1]، ۲۰۰۶). با توجه به اهمیت اثر تغییر اقلیم بر کشاورزی مطالعات زیادی در این زمینه انجام شده است، فنگمی و همکاران (۲۰۰۹) با استفاده از سناریوی B2 و مدل‌های اقلیم منطقهای پیامدهای تغییر اقلیم بر روی برنج در طی سال‌های ۲۰۹۰-۲۰۷۰ میلادی را موردبررسی قراردادند. آن‌ها نشان دادند که با در نظر گرفتن اثر مستقیم دی‌اکسید کربن عملکرد برنج در همه ایستگاه افزایش می‌یابد، اما در نظر گرفتن اثر غیرمستقیم دی‌اکسید کربن عملکرد برنج کاهش پیدا می‌کند.

لورا و همکاران (۲۰۱۰) از مدل‌های تغییر اقلیم برای ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر روی تغییر زمان گلدهی درختان در لیتوانی استفاده کردند. در این تحقیق از اطلاعات فنولوژی ۳۰ ساله، دمای هوا و خروجی دو مدلECHAM5 و HadCM3 استفاده شد و سه سناریو B1, A2, A1B مدنظر قرار گرفت. نتایج آن‌ها نشان داد که دمای هوا تأثیر معنی‌داری بر روی آغاز گلدهی مخصوصاً درختان زود گل، دارد. اسمیت و همکاران (۲۰۱۰) برای ارزیابی پیامدهای تغییر اقلیم بر روی نیاز آبی محصولات کشاورزی در جنوب ایتالیا از ۱۵ مدل اقلیم جهانی و سه سناریو 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 جنبه‌ای کاربردی میزان تغییرات پیش‌بینی‌شده بر بخش‌های کشاورزی پرداخته‌شده است. مؤمنی (۱۳۸۳) نقش تغییرات اقلیمی و تأثیرات آن بر ناپایداری اکولوژیکی را موردبررسی قرارداد و نتیجه گرفت تغییر اقلیم بر ناپایداری اکولوژیکی مؤثر بوده و نظام طبیعی آن را دگرگون ساخته است. نتایج پیش‌بینی اثر تغییر اقلیم بر آینده اقلیم استان خراسان توسط دو مدل NASA-GISS و NASA-GFDL نشان داد تغییرات ممکن است اثرات قابل‌توجهی بر اکوسیستم‌های زراعی داشته باشد (غفاری و همکاران،۲۰۰۷). براثر تغییر اقلیم، میانگین بارش سالانه، مجموع بارش سالانه در طول دوره رشد گیاه و متوسط دمای روزانه در منطقه رودشت اصفهان در دو سناریو B1 و A2 افزایش خواهند یافت. در هر دو سناریو به‌ویژه سناریوی B1 احتمال (ریسک) کاهش محصول نسبت به مقدار میانگین دور مبنا افزایش می‌یابد (آبابایی و همکاران، ۱۳۸۹). پیش‌بینی اثر تغییر اقلیم بر ذرت با

[1]- Agricultural Research Institute of Planning & Economy

استفاده از مدل LARS-WG نشان داد که این مدل پیش‌بینی مناسبی برای پارامترهای اقلیمی و شبیه‌سازی فصل رشد احتمالی در شرایط تغییر اقلیم آینده دارد و همچنین طول دوره کاشت تا گلدهی و همچنین طول دوره رسیدگی فیزیولوژیک ذرت تحت تأثیر تغییر اقلیم در اکثر سناریوهای مورداستفاده کاهش را نشان می‌دهد. نتایج این شبیه‌سازی نشان داد که عملکرد ذرت تحت تأثیر تغییر اقلیم از ۱۱ تا ۳۸ درصد نسبت به شرایط کنونی کاهش می‌یابد (مرادی و همکاران، ۱۳۹۳).

ایران به عنوان یکی از خاستگاه‌های بادام و با دارا بودن سابقه چندین هزارساله در پرورش آن از گذشته‌های دور مقام ویژه‌ای را در بین کشورهای تولیدکننده این محصول به خود اختصاص داده است. بادام به دلیل مقاومت نسبی به کم‌آبی و نیاز آبی پایین و رشد در خاک‌های فقیر و آهکی از قدیم‌الایام موردتوجه باغداران بوده است (محسنی، ۱۳۹۰). اهمیت این محصول در تولید، اشتغال و ارزش صادراتی و اثرات زیست‌محیطی آن‌قدر قابل‌توجه است که بسیاری از کشورها نسبت به کشت این‌گونه گیاهی اقدام نموده‌اند. استان چهارمحال و بختیاری با ۲۰ درصد تولید بادام ایرانی، رتبه اول تولید این محصول را دارد. اسدی بروجنی و محمدی (۱۳۸۴) در واکاوی مناطق مستعد کشت حبوبات در استان چهار محال و بختیاری دریافتند که برای احداث باغ های جدید بادام، از رقم های مناسب به ویژه رقم هایی که زمان گلدهی آنها در فروردین ماه باشد استفاده گردد. همچنین بررسی نیاز های اقلیمی و حرارتی حبوبات و بادام استان نشان داد که مناطق جنوب غربی و شمال شرقی بیشرین پتانسیل را برای کشت حبوبات و بادام دارند.

بنابراین با توجه به اینکه وسعت زیادی از اراضی استان چهارمحال و بختیاری به کشت بادام اختصاص دارد و کشت این محصول نقش مهمی در اقتصاد این منطقه دارد و نیز با توجه به اهمیت اثر تغییر اقلیم بر تولید کشاورزی و نقش آن در اقتصاد کشور اهمیت موضوع نمایان هست. هدف این مطالعه موردی پیش‌بینی اثر تغییر اقلیم بر مراحل فنولوژی درخت بادام در دوره‌ی ۲۰۲۰-۲۰۵۰ است.

داده‌ها و روش‌ها

استان چهارمحال و بختیاری با مساحت ۱۶۴۴۲۱ کیلومتر مربّع وسعت معادل یک درصد از کل وسعت ایران، منطقه موردمطالعه می‌باشد. این استان ازجمله مناطق کوهستانی فلات مرکزی ایران محسوب می‌شود و بین ۳۱ درجه و ۹ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۳۸ دقیقه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۲۶ دقیقه طول شرقی گرینویچ قرار دارد . .با توجه به اختلاف ارتفاع در سطح استان، زمان و مکان بارندگی‌ها از شرایط یکسانی پیروی نمی‌نمایند و به این لحاظ میانگین بلندمدت سالانه بارندگی در سطح استان نوسانی از ۲۵۰ تا ۱۴۹۱ میلی‌متر را دارد و در ارتفاعات مجاور کوهرنگ میزان سالانه بارندگی در حدود ۱۸۰۰ میلی‌متر برآورد می‌شود.

با توجه به اینکه IPCC در گزارش آخر خود سناریوهای جدید واداشت تابشی به عنوان نماینده خط سیر غلظت گازهای گلخانه ای[1] (RCP) را منتشر کرده است و توصیه نموده است در تحقیقات جدید از این سناریو ها استفاده شود، در این تحقیق برای ریزمقیاس نمایی آماری، چون سایر مدل های آماری هنوز توانایی ریزمقیاس نمایی این سناریو ها را ندارد، از مدل SDSM استفاده شد. در این مدل ریزمقیاس نمایی تنها با استفاده از مدل CanESM2 (داده‌های بزرگ‌مقیاس مدل گردش عمومی) انجام می شود، لذا از این مدل برای ریزمقیاس نمایی توسط SDSM تحت سناریوهای RCP4.5 و RCP8.5 استفاده شد. RCP4.5 به‌عنوان یک سناریو متعادل و سناریوی RCP8.5 به‌عنوان یک سناریوی بدبینانه استفاده شد. با توجه به اهمیت اقتصادی کشت بادام در منطقه جهت بررسی اثرات تغییر اقلیم بر مراحل فنولوژی بادام در دوره‌ی آینده ابتدا این مراحل مشخص شد که شامل مرحله اول (ظهور جوانه)، مرحله دوم (شکفتن جوانه)، مرحله سوم (گلدهی)، مرحله چهارم (رشد میوه) و مرحله پنجم (رسیدن میوه) است. برای اجرای مدل SDSM نیز از داده های دمای کمینه، دمای بیشینه و بارش در دوره آماری ۳۰ سال (۲۰۱۵-۱۹۸۵) که به عنوان دوره پایه برای شبیه سازی اقلیم آینده (۲۰۲۰-۲۰۵۰)، مورد استفاده قرار گرفت. در مرحله بعد اقدام به تعیین مراحل فنولوژی برای دوره مشاهداتی و دوره پیش‌بینی شد. برای تعیین تقویم در دوره پایه از آمار بلندمدت ایستگاه‌های استان استفاده شد و آزمون تصادفی بودن (Run test) برای صحت و همگنی داده‌ها به کار برده شد. درجه روزهای رشد لازم محصول برای گذر از هر مرحله فنولوژی در مراحل مختلف رشد در جدول (۱) نشان داده شده است.

جدول ۱: درجه – روز مورد نیاز هر یک از مراحل فنولوژی بادام

مراحل فنولوژی	میزان درجه- روز (GDD)
پیدایش جوانه	۱۵۳
شکفتن جوانه	۱۴۱
گل دادن و تشکیل میوه	۲۰۵
رشد میوه	۱۵۴۹
رسیدن میوه	۱۶۷۶

درجه – روز رشد

یک درجه - روز عبارت است از متوسط دمای روزانه بالاتر از دمای پایه، در این تحقیق برای محاسبه درجه روز رشد[2] GDD، دمای پایه یا درجه روز رشد محصول ۴/۵ درجه سلسیوس در نظر گرفته شد. برای محاسبه مراحل فنولوژی از

[1]- Representative Concentration Pathway
[2]- Growth Degree Days

روش درجه روزهای رشد (GDD) طبق معادله (۲) استفاده شد، مبنای کار در این روش جمع‌بندی درجه حرارت‌های مؤثر یعنی درجه حرارت‌هایی است که بالاتر از صفر پایه یا صفر فیزیولوژیکی گیاه است (Quantum, 1975).

$$HU=\sum_1^N = \left[\frac{TM+Tm}{2}\right] - Tt \qquad (۱)$$

HU= تعداد درجه حرارت‌های مؤثری که طیn روز جمع‌آوری شده است. Tm = درجه حرارت حداقل روزانه، TM = درجه حرارت حداکثر روزانه، Tt = درجه حرارت پایه یا صفر فیزیولوژیکی گیاه، N = تعداد روزها در یک زمان مشخص. به‌منظور تعیین بهترین زمان‌های وقوع هریک از مراحل فنولوژی، داده‌های هریک از ایستگاه‌ها از طریق نرم-افزار Smada با تمام توزیع‌ها پردازش شد که از بین آنها توزیع پیرسون[1] نوع ۳ بهترین پردازش را برای تمام ایستگاه‌ها و در تمام مراحل داشت. به‌این‌ترتیب مراحل فنولوژی برای دوره پیش‌بینی و مشاهداتی محاسبه گردید.

صحت سنجی مدل

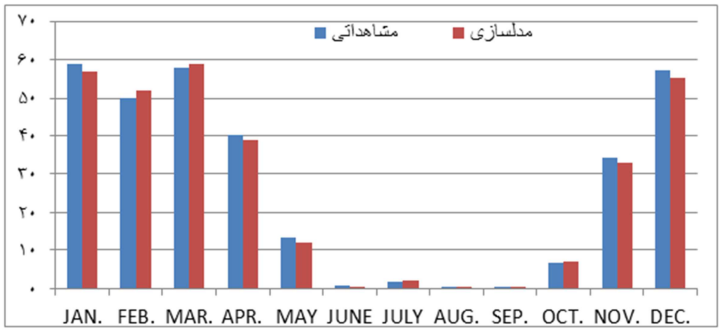
در هرگونه مدل‌سازی که انجام می‌شود باید مدل مورد آزمایش قرار بگیرد تا توان مدل آزمون گردد. در این مطالعه نتایج ایستگاه شهرکرد موردبررسی قرار گرفت. داده‌های مشاهداتی مورداستفاده شامل دمای کمینه، بیشینه و بارش است. ابتدا از بین پیش‌بینی کننده‌های بزرگ‌مقیاس جوی مرکز ملی اقیانوسی و جوی ایالات متحده آمریکا[2] غربالگری انجام گرفت و پیش‌بینی کننده‌های قوی که با دمای کمینه، بیشینه و بارش ارتباط قوی داشتند انتخاب گردید (جدول ۲).

جدول ۲: پیش‌بینی کننده‌های انتخابی در پژوهش

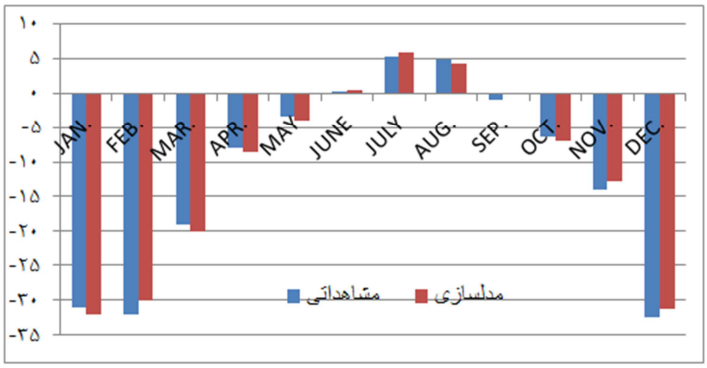
	بارش		دما کمینه		دما بیشینه
۰,۶۰	رطوبت نسبی نزدیک سطح	-۰,۷۵	میانگین فشار تراز دریا	-۰,۷۳	میانگین فشار تراز دریا
۰,۷۲	رطوبت نسبی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال	۰,۷۰	ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال	۰,۸۵	ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال
۰,۵۹	باد مداری تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال	۰,۸۱	میانگین دمای ۲ متری سطح	۰,۹۰	میانگین دمای ۲ متری سطح

بعدازاینکه پیش‌بینی کننده‌های قوی انتخاب گردید برای اطمینان از مدل یک‌بار دوره‌ای پایه با استفاده از پیش‌بینی کننده‌ها شبیه‌سازی شد تا قدرت مدل مشخص گردد. همان‌طور که (شکل‌های ۱ تا ۳) نشان می‌دهد مدل در بازسازی داده‌های مشاهداتی بسیار قوی عمل کرده و توانایی پیش‌بینی برای آینده را دارد.

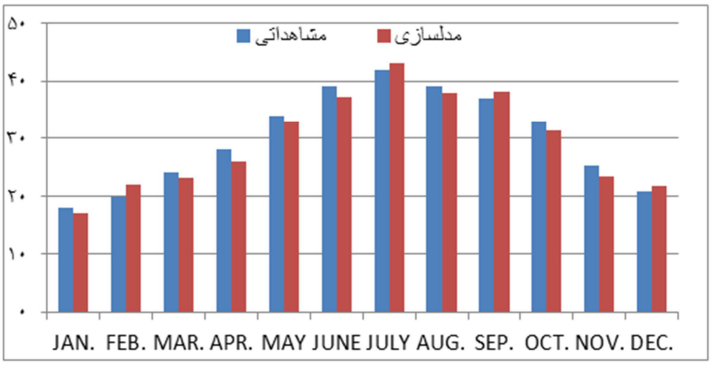
[1]- Pearson
[2]- National Oceanic and Atmospheric Administration U.S



شکل ۱: نمودار بارش ماهیانه مشاهداتی و شبیه‌سازی ۱۹۸۵-۲۰۱۵ ایستگاه شهرکرد



شکل ۲: نمودار دمای حداقل مشاهداتی و شبیه‌سازی ۱۹۸۵-۲۰۱۵ ایستگاه شهرکرد



شکل ۳: نمودار دمای حداکثر مشاهداتی و شبیه‌سازی ۱۹۸۵-۲۰۱۵ ایستگاه شهرکرد

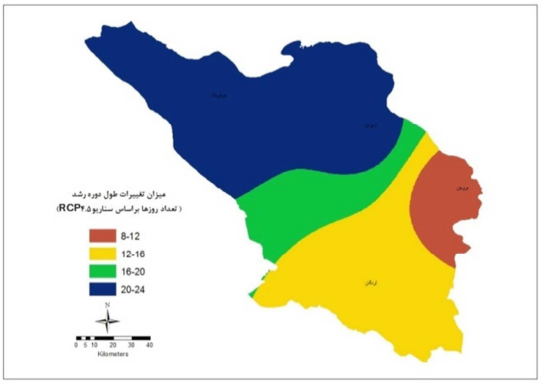
یافته‌های تحقیق

طول دوره‌ی رشد

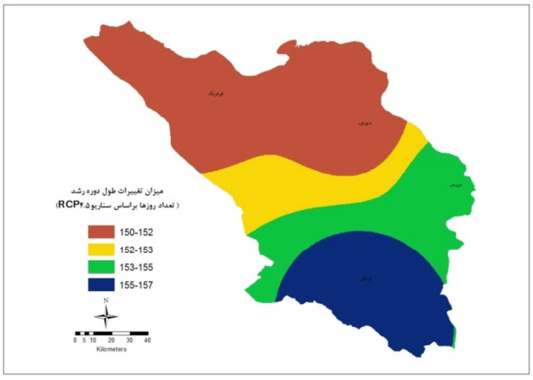
در دوره‌ی مشاهداتی طول دوره‌ی رشد در ایستگاه‌های موردمطالعه ۱۶۳ تا ۱۷۴ روز است. در دوره‌ی پیش‌بینی در سناریو RCP4.5 طول دوره‌ی رشد تحت تأثیر تغییرات اقلیمی قرارگرفته و کاهش پیدا می‌کند به‌طوری به ۱۵۰ تا ۱۵۷ روز می‌رسد و در تمام ایستگاه‌ها کاهش پیدا می‌کند. بیشترین کاهش در ایستگاه شهرکرد است. در سناریو RCP8.5. میزان این تغییرات بیشتر است و در ایستگاه شهرکرد به ۳۳ روز می‌رسد. در هر دو سناریو قسمت‌های شمالی استان بیشترین کاهش طول دوره رشد را دارند (جدول ۳). با توجه به اشکال ۴ و ۵ نیز ملاحظه می شود که مقادیر طول دوره رشد از شمال به جنوب استان به طول دوره رشد افزوده می شود. این پراکنش نقش ارتفاع و عرض جغرافیایی را در تغییرات پارامترهای آب و هوایی و به تبع آن تغییرات طول دوره رشد در منطقه مورد پژوهش را در پی داشته است.

جدول ۳: محاسبه طول دوره رشد استان چهارمحال و بختیاری

مرحله-ایستگاه	لردگان	بروجن	شهرکرد	کوهرنگ
طول دوره رشد در دوره مشاهداتی	۱۷۰	۱۶۳	۱۷۲	۱۷۴
طول دوره رشد در دوره پیش‌بینی(RCP4.5)	۱۵۷	۱۵۵	۱۵۰	۱۵۱
طول دوره رشد در دوره پیش‌بینی(RCP8.5)	۱۴۲	۱۴۹	۱۳۹	۱۴۵



شکل۴: میزان تغییرات طول دوره رشد (سناریو RCP4.5)



شکل۵: میزان تغییرات طول دوره رشد (سناریو RCP8.5

تغییرات مراحل فنولوژی

با توجه به فنولوژی کشت بادام در منطقه و آستانه‌ی دمایی برای کشت این محصول زودترین تاریخ کشت در ایستگاه‌های لردگان و بروجن رخ می‌دهد. در این ایستگاه‌ها مرحله‌ی جوانه‌زنی در تاریخ ۱ تا ۵ مارس اتفاق می‌افتد و

در ایستگاه‌های شهرکرد و کوهرنگ به ترتیب در تاریخ ۹ تا ۱۶ مارس اتفاق می‌افتد (جدول ۴). با توجه به مدل‌سازی انجام‌گرفته تقویم زراعی مراحل فنولوژی درخت بادام در دوره‌ی آینده نشان داد که در تمام ایستگاه‌ها آغاز جوانه زدن بادام در زمان زودتری اتفاق می‌افتد به‌طوری‌که زودترین تاریخ جوانه زدن مربوط به ایستگاه‌های لردگان و بروجن است که به ترتیب ۱۵ و ۱۹ روز زودتر اتفاق می‌افتد بعدازآن مربوط به ایستگاه‌های شهرکرد و کوهرنگ است که به ترتیب ۱۲ و ۱۱ روز زودتر مرحله‌ی جوانه‌زنی آغاز می‌شود. مرحله‌ی رسیدن میوه که آخرین مرحله‌ی فنولوژی درخت بادام است در دوره‌ی آینده تحت تأثیرات اقلیمی قرار می‌گیرد. به‌طوری‌که در دوره‌ی مشاهداتی مرحله‌ی رسیدن میوه در ایستگاه‌های لردگان و بروجن زودتر از سایر ایستگاه‌ها و در تاریخ ۷ تا ۱۰ اوت و در دو ایستگاه شهرکرد و کوهرنگ دیرتر و در تاریخ ۲ تا ۱۰ سپتامبر روی می‌دهد. با توجه به مدل‌سازی پارامترهای اقلیمی این مرحله در دوره‌ی پیش‌بینی در تمام ایستگاه‌ها زودتر اتفاق می‌افتد. در ایستگاه‌های لردگان و بروجرد به ترتیب ۲۳ و ۲۰ روز زودتر و در تاریخ ۱۳ تا ۲۰ جولای روی می‌دهد و در ایستگاه‌های شهرکرد و کوهرنگ ۱۷ و ۱۵ روز زودتر و در تاریخ ۱۵ و ۲۵ اوت رخ می‌دهد،

در سناریو RCP 8.5 میزان تغییرات مکانی مراحل فنولوژی مانند سناریو RCP4.5 می‌باشد، به‌طوری‌که در تمام ایستگاه‌ها مراحل فنولوژی زودتر و در زمان کوتاه‌تری روی می‌دهد. ولی میزان تغییرات در این سناریو بیشتر است. بیشترین میزان تغییرات در مرحله جوانه زدن در ایستگاه لردگان می‌باشد که ۲۶ روز زودتر مرحله جوانه‌زنی اتفاق می‌افتد. کمترین تغییرات نیز مربوط به ایستگاه کوهرنگ و بروجن است که ۱۵ روز زودتر روی می‌دهد. در مرحله شکفتن جوانه‌ها ایستگاه شهرکرد بیشترین تغییرات با میزان ۱۵ روز را دارد، کمترین تغییرات نیز مربوط به ایستگاه‌های بروجن و کوهرنگ می‌باشد. در مرحله‌ی گل دادن ایستگاه لردگان با ۱۳ روز تغییر بیشترین تغییرات و ایستگاه کوهرنگ با ۳ روز تغییر کمترین تغییرات را دارد. ایستگاه لردگان در مرحله‌ی رشد میوه نیز بیشترین تغییرات را دارد و کمترین تغییرات مربوط به ایستگاه شهرکرد و کوهرنگ است. مرحله‌ی میوه دادن در بین مراحل فنولوژی بیشترین تغییرات را دارد در این مرحله ایستگاه لردگان با ۳۲ روز زودتر اتفاق افتادن مرحله‌ی میوه دادن بیشترین تغییرات را دارد و کمترین تغییرات نیز مربوط به ایستگاه کوهرنگ با ۲۲ روز می‌باشد (جدول ۵).

جدول ۴: مراحل فنولوژی بادام در دوره‌ی مشاهداتی

مرحلـــــــــه- ایستگاه	جوانه زدن	شکفتن جوانه ها	گل دادن و تشکیل میوه	رشد میوه	رسیدن میوه
لردگان	۱ مارس	۱۹ مارس	۲۸ مارس	۲۴ آوریل	۷ اوت
بروجن	۵ مارس	۲۴ مارس	۱ آوریل	۲۶ آوریل	۱۰ اوت
شهرکرد	۹ مارس	۳۰ مارس	۵ آوریل	۳۰ آوریل	۲ سپتامبر
کوهرنگ	۱۶ مارس	۳۰ مارس	۴ آوریل	۳۰ آوریل	۱۰ سپتامبر

جدول ۵: مراحل فنولوژی بادام در دوره‌ی پیش‌بینی ۲۰۲۰-۲۰۵۰

مرحله-ایستگاه	سناریو	جوانه زدن	شکفتن جوانه ها	گـــــل دادن و تشکیل میوه	رشد میوه	رسیدن میوه
لردگان	RCP4.5	۱۲ فوریه	۱۰ مارس	۲۳ مارس	۱۰ آوریل	۱۳ جولای
	RCP8.5	۴ فوریه	۵ مارس	۱۵ مارس	۵ آوریل	۵ جولای
بروجن	RCP4.5	۲۰ فوریه	۱۵ مارس	۲۶ مارس	۱۵ آوریل	۲۰ جولای
	RCP8.5	۱۲فوریه	۱۲ مارس	۲۰ مارس	۱۲ آوریل	۱۷ ج.لای
شهرکرد	RCP4.5	۲۷ فوریه	۲۰ مارس	۲۹ مارس	۲۰ آوریل	۱۵ اوت
	RCP8.5	۲۰ فوریه	۱۵ مارس	۲۶ مارس	۱۷ آوریل	۷ اوت
کوهرنگ	RCP4.5	۵ مارس	۲۱ مارس	۱ آوریل	۲۰ آوریل	۲۵ اوت
	RCP8.5	۱ مارس	۱۸ مارس	۱ آوریل	۱۹ آوریل	۱۸ اوت

الگوی مکانی تغییرات مراحل فنولوژی کشت بادام

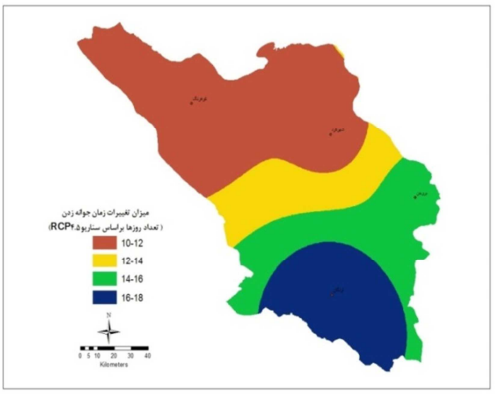
در دوره پیش‌بینی مرحله‌ی جوانه‌زنی در نیمه‌ی جنوبی استان زودتر اتفاق می‌افتد در قسمت‌های جنوبی استان میزان تغییرات نسبت به سایر مناطق بیشتر است و تعداد روزهایی که مرحله جوانه زدن زودتر اتفاق می‌افتد به سمت شمال کاهش پیدا می‌کند. در هر دو سناریو RCP این الگوی مکانی را دنبال می‌کنند با این تفاوت که میزان تغییرات در سناریو RCP8.5 بیشتر از سناریو RCP4.5 است، شکل (۶ و۷). مرحله جوانه زدن در مناطق شمالی و پر ارتفاع استان ۱۶ روز زودتر و از ۱ مارس شروع می‌شود؛ که با راستایی شمال غرب به جنوب شرق و منطبق بر کاهش ارتفاع، شروع دوره جوانه زدن به تعویق می‌افتد (شکل ۸).

در مرحله‌ی شکفتن جوانه‌ها الگوی مکانی در سناریو RCP4.5 در سطح استان مشاهده نمی‌شود و در تمام سطح استان میزان تغییرات ۸-۱۰ روز می‌باشد؛ اما در سناریو RCP8.5 میزان تغییرات بیشتر و ازلحاظ مکانی شمال غرب و جنوب غرب میزان تغییرات کمتری نسبت به سایر قسمت‌ها دارند(شکل ۹و۱۰). اما مرحله شکفتن بر عکس مرحله جوانه زدن بوده به نحوی که در نیمه شمالی استان ۱۱ روز مرحله شکفتن دیرتر نسبت به ایستگاه‌های نیمه جنوبی آغاز می‌گردد که با این تغییر، بازه زمانی جوانه زدن تا شکفتن در نیمه شمالی استان ۳۰ روز طول کشیده است؛ اما در نیمه جنوبی این دوام تنها ۳ روز بوده است و در نیمه جنوبی این مرحله زودتر شروع‌شده است (شکل ۱۱).

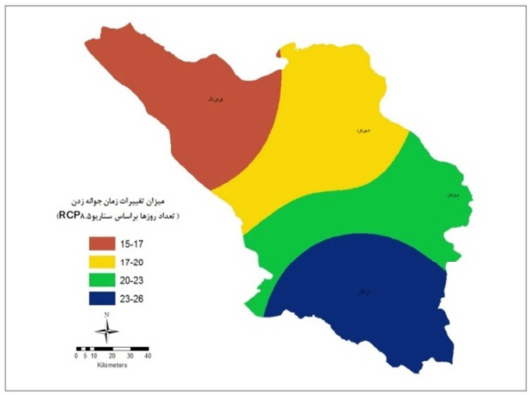
در مرحله‌ی گل دادن و تشکیل میوه در سناریو RCP4.5 میزان تغییرات در شمال شرق بیشتر و در شمال غرب کمتر از سایر مناطق است؛ اما در سناریو RCP8.5 میزان تغییرات در جنوب استان بیشتر از سایر مناطق است. مناطق با کمترین تغییرات در این سناریو همانند سناریو RCP4.5 در شمال غرب استان قرار دارد، (شکل های۱۲ و ۱۳). در مرحله گل دادن تغییرات برعکس شده است به نحوی که فاصله شکفتن تا گل دادن در نیمه شمالی استان تنها ۵ روز دوام داشته است اما در نیمه جنوبی تا ۹ روز به طول انجامیده است. مرحله گل دادن هم در نیمه جنوبی زودرس تر از نیمه شمالی استان بوده است (شکل ۱۴).

در مرحله‌ی رشد میوه در نیمه‌ی جنوبی استان میزان تغییرات بیشتر از سایر مناطق است به سمت شمال از میزان این تغییرات کاسته می‌شود. الگوی مکانی در سناریو RCP8.5 مانند سناریو RCP4.5 است با این تفاوت که میزان تغییرات در سناریو RCP8.5 بیشتر است شکل (۱۵و۱۶). در مرحله رشد، بازه زمانی گل دادن تا رشد در سراسر استان به صورت برابر با هم ۲۶ روز طول کشیده است؛ اما علی رغم این برابری شروع مرحله رشد در نیمه جنوبی نسبت به سایر مناطق استان زودتر شروع شده است (شکل۱۷). در مرحله‌ی رسیدن میوه در هر دو سناریو قسمت‌های شمالی استان میزان تغییرات کمتر از سایر قسمت‌ها می‌باشد و به سمت جنوب میزان تغییرات افزایش می‌یابد (شکل های ۱۸ و ۱۹). در مرحله آخر یعنی رسیدن میوه، فاصله زمانی رشد تا رسیدن میوه، در نیمه شمالی ۱۳۰ روز و در نیمه جنوبی استان ۱۰۳ روز دوام داشته است. در نیمه جنوبی استان مرحله رسیدن میوه هم زودتر رخ داده است و هم اینکه بازه زمانی کوتاه تری از رشد تا رسیدن، پیموده است (شکل۲۰). نتایج نشان داد در مناطقی که مراحل فنولوژی زودتر اتفاق می‌افتد، میزان تأثیرپذیری مراحل فنولوژی کشت بادام از تغییرات اقلیمی بیشتر است. در مناطق جنوبی استان مراحل فنولوژی استان زودتر از سایر قسمت‌ها اتفاق می‌افتد و این مناطق تأثیرپذیری بیشتری از تغییر اقلیم دارند.

نتایج این تحقیق با مطالعات (احمدی و همکاران، ۱۳۹۶؛ یزدان پناه و سلیمانی تبار،۱۳۹۲؛ دیوید[1] و همکاران، ۲۰۰۸؛ کامیل و گری[2]، ۲۰۰۲) که نشان دادند فنولوژی محصولات کشاورزی تحت تاثیر تغییرات اقلیمی قرار می گیرد و این تغییرات باعث می شود که طول دوره ی رشد محصول کاهش پیدا کند. همچنین با افزایش دما مرحله ی رسیدن میوه زودتر اتفاق می افتد، مطابقت دارد.

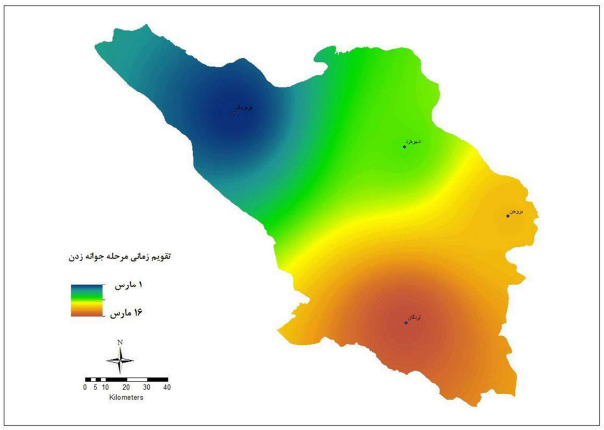


شکل ۶: میزان تغییرات زمان جوانه زدن (سناریو RCP4.5)



شکل۷: میزان تغییرات زمان جوانه زدن (سناریو RCP8.5)

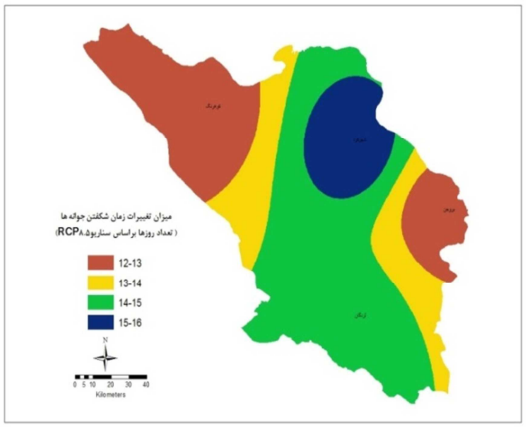
[1]- David
[2]- Camille and Gary



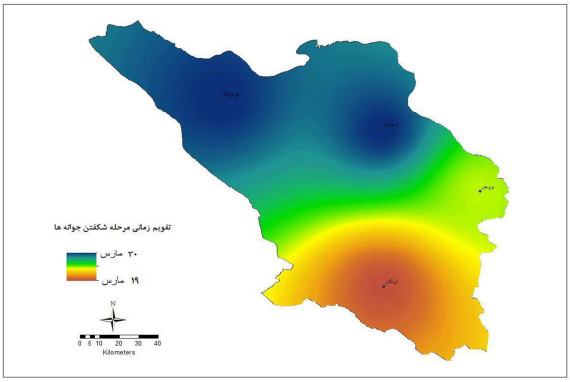
شکل۸: میزان تغییرات زمان جوانه زدن دوره مشاهداتی



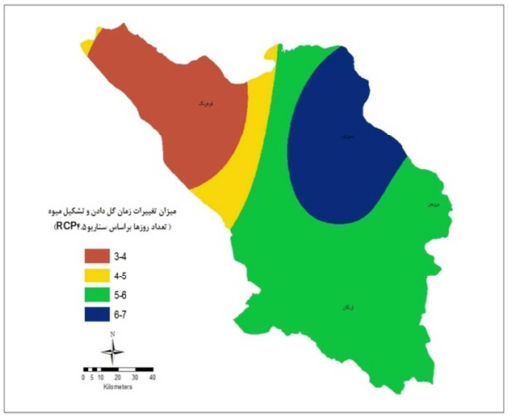
شکل۹: میزان تغییرات زمان شکفتن جوانه (سناریو RCP4.5)



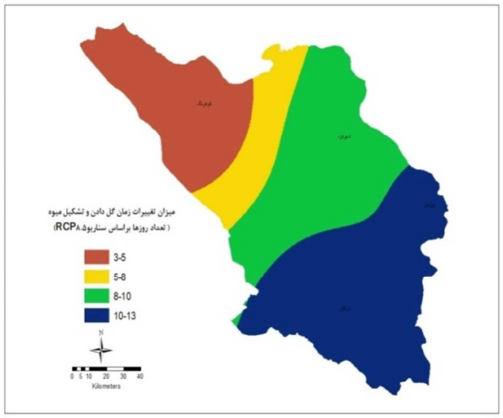
شکل۱۰: میزان تغییرات زمان شکفتن جوانه (سناریو RCP8.5)



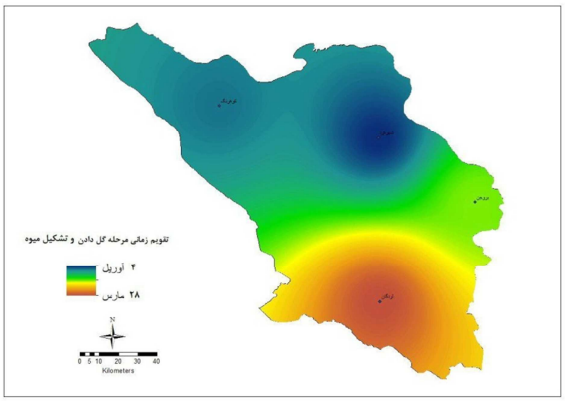
شکل۱۱: میزان تغییرات زمان شکفتن جوانه در دوره مشاهداتی



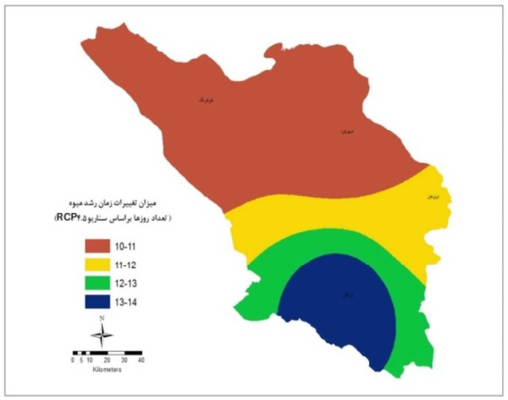
شکل۱۲: میزان تغییرات زمان گل دادن (سناریو RCP4.5)



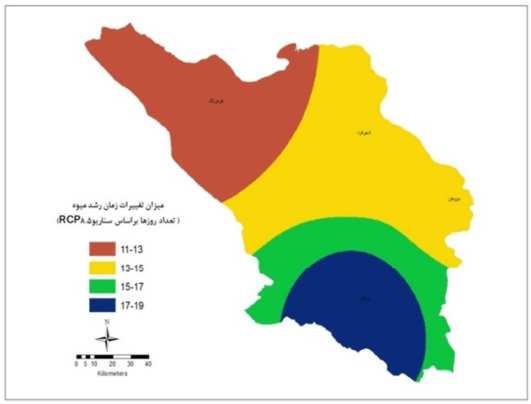
شکل۱۳: میزان تغییرات زمان گل دادن (سناریو RCP8.5)



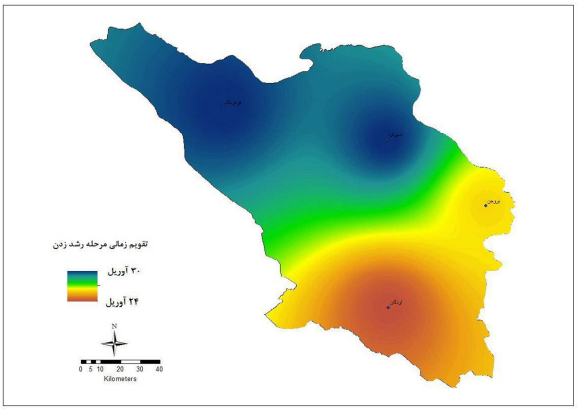
شکل۱۴: میزان تغییرات زمان گل دادن در دوره مشاهداتی



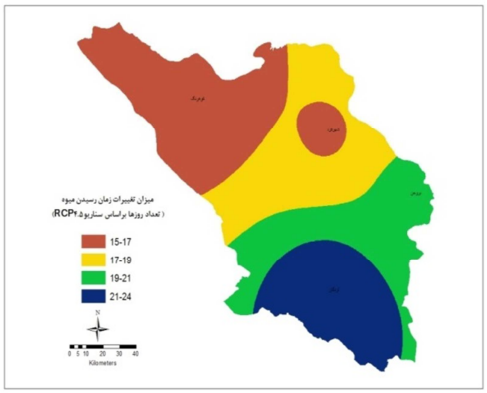
شکل۱۵: میزان تغییرات زمان رشد میوه (سناریو RCP4.5)



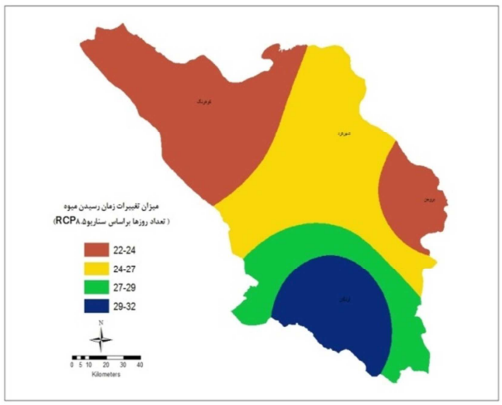
شکل۱۶: میزان تغییرات زمان رشد میوه (سناریو RCP8.5)



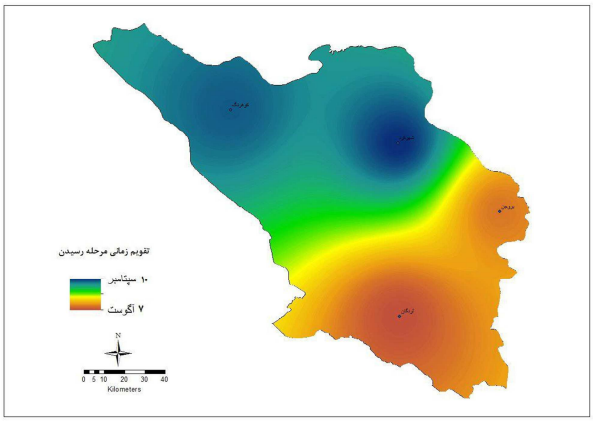
شکل۱۷: میزان تغییرات زمان رشد میوه در دوره مشاهداتی



شکل۱۸: میزان تغییرات زمان رسیدن میوه (سناریو RCP4.5)



شکل۱۹: میزان تغییرات زمان رسیدن میوه (سناریو RCP8.5)



شکل۲۰: میزان تغییرات زمان رسیدن میوه در دوره مشاهداتی

نتیجه‌گیری

این مقاله با تحلیل زمانی- مکانی اثر تغییر اقلیم بر فنولوژی بادام در سناریوی وضعیت موجود (۲۰۱۵- ۱۹۸۵) و دو سناریوی RCP ۴,۵ و ۸,۵ (۲۰۵۰- ۲۰۲۰) بر اساس داده‌های مشاهده‌شده و مدل canESM2 را در استان چهارمحال و بختیاری شبیه‌سازی نموده است. بر اساس نتایج حاصل از جداول (۴ و ۵) کل مراحل جوانه زدن تا رسیدن میوه در دوره آینده نسبت به دوره مشاهداتی با زودرسی مواجه می‌شوند. به‌نحوی‌که در مرحله جوانه زدن مربوط به ایستگاه لردگان در سناریوی RCP ۸,۵ با ۲۶ روز، مرحله شکفتن جوانه‌ها در ایستگاه شهرکرد با ۱۵ روز و مراحل گل دادن، رشد و رسیدن میوه به ترتیب با ۱۳، ۱۹ و ۳۲ روز در ایستگاه لردگان بیشترین کاهش بازه زمانی را در دوره آینده نسبت به دوره مشاهداتی در سطح استان را به خود اختصاص داده‌اند؛ اما کمترین تغییرات ازنظر زودرس بودن مراحل فنولوژی بادام بین دوره آینده و مشاهداتی مربوط به مرتفع‌ترین ایستگاه یعنی کوهرنگ است. مقادیر پیش‌بینی‌شده در هر مرحله فنولوژی بادام در سناریوی RCP ۸,۵ نسبت به سناریوی RCP ۴,۵ بیشتر بوده است.

اما بازه زمانی جوانه زدن - شکفتن و شکفتن - گل دادن در ایستگاه‌های موردبررسی در دوره آینده نسبت به دوره مشاهداتی افزایش‌یافته است؛ اما بازه زمانی گل دادن- رشد میوه و رشد - رسیدن میوه با کاهش مواجه شده است. بیشترین افزایش بازه زمانی در مرحله جوانه زدن - شکفتن مربوط به ایستگاه لردگان از ۱۸ به ۳۸ روز، مرحله شکفتن - گل دادن از ۵ به ۱۳ روز در ایستگاه کوهرنگ بوده است. بیشترین کاهش بازه زمانی مرحله گل دادن- رشد از ۲۶ روز به ۱۷ روز در ایستگاه لردگان و مرحله رشد - رسیدن میوه نیز از ۱۴۰ به ۱۱۹ روز در ایستگاه کوهرنگ بوده است. با زودرس شدن مراحل جوانه‌زنی و شکفتن و رسیدن آن از اواخر زمستان به اواسط زمستان در استان چهارمحال و بختیاری با توجه به ارتفاع زیاد و رخداد موج‌های سرما و یخبندان شدید در این استان (کریمی و همکاران، ۱۳۹۱) و رشد میوه از اواخر به اوایل بهار با یخبندان‌های دیررس بهاره (براتی، ۱۳۷۸) مواجه می‌شود که می‌تواند آسیب جدی را در بخش محصولات باغی و کشاورزی بر جای بگذارد. در مقابل هم زودرس شدن زمان رسیده میوه از اواخر به اواسط تابستان با پدیده گرمازدگی محصولات به‌ویژه در مناطق شمالی استان مواجه می‌شویم. همچنین نتایج حاصل از این تحقیق در زمینه کاهش طول دوره رشد و مراحل مختلف آن با تحقیق میرعباسی و نجف آبادی و همکاران (۱۳۹۴) برای شهرستان نجف آباد و جوادی و همکاران (۱۳۹۳) برای شهرستان سبزوار منطبق است.

از محصولات عمده کشاورزی در استان چهار حال بختیاری بادام می‌باشد که با عرضهٔ آن به بازار جهانی موجب اشتغال در منطقه شده و توان اقتصادی کشاورزان پیشرفت قابل‌ملاحظه‌ای یافته است. تغییر اقلیم باعث تغییر در عملکرد محصولات کشاورزی می‌شود، ازجمله محصولاتی که در مقابل تغییر اقلیم آسیب‌پذیر است بادام می‌باشد. در این تحقیق اثرات تغییر اقلیم بر فنولوژی بادام در دوره‌ی ۲۰۲۰-۲۰۵۰ مدل‌سازی گردید.

منابع

احمدی، محمود؛ مصطفی فلاحی خوشجی و امید مفاخری (۱۳۹۶). پیش بینی تغییرات تقویم زراعی جو دیم (Hordeum vulgare L) در سال های ۲۰۳۰-۲۰۱۱ استان لرستان با استفاده از مدل های ریز مقیاس کنندهLARS-WG و گردش عمومیHadCM3 ، مجله بوم شناسی کشاورزی، دوره ۹، شماره ۲، صص ۴۷۵- ۴۸۹.

آبابایی، بهنام؛ تیمور سهرابی، فرهاد میرزایی، وحید رضاوردی نژاد و بختیار کریمی (۱۳۸۹). اثر تغییر اقلیم بر عملکرد گندم و تحلیل ریسک ناشی از آن (مطالعه موردی: منطقه روددشت اصفهان)، مجله دانش آب و خاک، دوره ۲۰، شماره ۳، صص ۱۳۵-۱۵۰.

اسماعیلی، رضا؛ امیر گندمکار و حسنعلی غیور (۱۳۹۰). پهنه بندی میزان تغییرات اقلیمی از دیدگاه کشاورزی در دوره اقلیمی آینده مطالعه موردی: استان خراسان رضوی، مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، دوره۲۲، شماره ۱، صص ۳۵-۵۲.

اسدی بروجنی، اسماعیل و شهرام محمدی ده چشمه (۱۳۸۴). مکان یابی مناطق مستعد کشت تعدادی از حبوبات در استان چهارمحال و بختیاری با توجه به نیازهای حرارتی، اولین همایش ملی حبوبات، پژوهشکدهٔ علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد، ۲۹ و ۳۰ آبان، مشهد، ایران.

ایوزیان، مجید و ابوافضل واقفی (۱۳۸۷). مبانی احتمالات و آمار مهندسی، انتشارات ترمه، چاپ اول،۱۸۹ص.

براتی، غلامرضا (۱۳۷۸). روابط سیستمی پرفشارهای مهاجر و یخبندان های بهاره ایران، مجله تحقیقات جغرافیایی، شماره ۵۵، صص ۱۳۲-۱۵۰.

جعفری مقدم، مجید؛ حسین حاجیزاده، افشین سلطانی و ابراهیم زینلی (۱۳۸۶). پیش بینی اثر تغییر اقلیم جهانی برآب و هوای آینده خراسان. دومین همایش ملی کشاورزی و بوم شناختی، ۱۷ و ۱۸ اردیبهشت، تهران، ایران.

جوادی، زهرا؛ غلامعباس فلاح قالهری و علیرضا انتظاری (۱۳۹۳). نقش پارامترهای آب و هوایی بر عملکرد محصول بادام مطالعه موردی: سبزوار، مجله پژوهش های اقلیم شناسی، دوره ۵، شماره ۱۷، صص ۱۴۱-۱۲۵.

علیجانی، بهلول؛ احمد روشنی، فاطمه پرک و روح الله حیدری (۱۳۹۱). روند تغییرپذیری فرین‌های دما با استفاده از شاخص های تغییر اقلیم در ایران، مجله جغرافیا و مخاطرات محیطی، دوره اول، شماره، صص۱۷-۲۳.

کریمی، صادق؛ حسین نگارش، تقی طاووسی و بهلول علیجانی (۱۳۹۱). تحلیل همدید امواج سرماهای فراگیر ایران، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۲۹، صص۷۶-۵۵.

کوچکی، علیرضا و کمالی، غلامعلی (۱۳۸۹). تغییر اقلیم و تولید گندم دیم در ایران. مجله پژوهش های زراعی ایران. شماره ۸، صص ۵۲۰-۵۰۸.

کوچکی، علیرضا؛ حمیدرضا شریفی و اسکندر زند (۱۳۷۷). پیامدهای اکولوژیکی تغییر اقلیم، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه فردوسی مشهد، چاپ اول، ۲۲۵ ص.

محسنی، علی (۱۳۹۰). بررسی وضعیت بادهای باردار در ایران، دومین همایش ملی بادام. تهران، ایران.

مرادی، روح اله؛ علیرضا کوچکی و مهدی نصیری محلاتی (۱۳۹۲). تاثیر تغییر اقلیم بر تولید ذرت و ارزیابی تغییر تاریخ کاشت بعنوان راهکارسازگاری در شرایط آب و هوایی مشهد، مجله دانش کشاورزی و تولید پایدار، دوره ۲۳، شماره۴، صص ۱۳۰-۱۱۱.

مومنی، محمد (۱۳۸۲). تغییر اقلیم و اثرات آن بر ناپایداری اکولوژیکی ایران، سومین کنفرانس منطقه ای تغییر اقلیم، تهران، ایران.

میرعباسی نجف آبادی، زهرا؛ سعید موحدی و علی براتیان (۱۳۹۴). تأثیر اقلیم بر فنولوژی بادام در شهرستان نجف آباد در دمای فعال، مجله آب و هواشناسی کاربردی، دوره ۲، شماره۱، صص ۱۶-۱.

هاشمی نسب خبیصی، فریده؛ محمد موسوی بایگی، بهرام بختیاری و کامران داوری (۱۳۹۲). پیش بینی تغییرات بارش ۲۰ سال آینده در استان کرمان با استفاده از مدل های ریز مقیاس کننده LARS-WG و گردش عمومی HADCM3، فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب، سال سوم، شماره۱۲، صص ۵۷-۴۳.

یزدان پناه، حجت الله و مریم سلیمانی تبار (۱۳۹۲). بررسی اثرات تغییر اقلیم بر مراحل فنولوژی سیب در شمال شرق ایران، نخستین کنفرانس ملی آب و هواشناسی، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته، کرمان، ایران.

Camille, P., Gary, Y (2003). A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems, Journal of Nature volume 421, pp 37– 42.
Carroll, E., Sparks, T., Donnelly, A., Cooney, T (2009). Irish phenological observations from the early20th century reveal a strong response to temperature, Journal of Biology and Environment, volume 109, pp 116-126.
Charron, I (2014). A Guidebook on Climate Scenarios: Using Climate Information to Guide Adaptation Research and Decisions, publication of Ouranos, 86 p.
Crepinsek, Z., Kajfez-Bogataj, L., Bergant, K (2006). Modeling of weather variability effect on phytophenology, Journal of Ecological Modelling, volume 194, pp 256-265.
David, W (2008). Effects of climate change on phenology, frost damage, and floral abundance of montane wildflowers, Journal of Ecology, volume 89, No 2, pp 353–362
Fengmei, Y., Yinglong, X., Erda, L., Masayuki, Y., Jiahua, Z (2007). Assessing the impacts of climate change on rice yields in the main rice areas of China, Journal of Climatic Change, Volume 80, pp 395-409.
Jones, J.W., Hoogenboom, G., Porter, C.H., Boote, K.J., Batchelor, W.D., Hunt, L.A., Wilkens, P.W., Singh, U., Gijsman, A.J., Ritchie, J.T (2003). The DSSAT cropping system model, Journal of Europe Agronomy, volume 18, pp 235-265.
Laura, V., Ingrida, S., Aruna, B (2010). The modeling of climate change influence on plant flowering shift in Lithuania. Zemdirbyste, Journal of Agriculture, volume 97, pp 41-48.
Orlandi, F., Ruga, L., Romano, B., Fprnaciari, M (2005). Olive flowering as an indicator of local climate changes. Journal of Theoretical and Applied Climatology, volume 81, pp 169-176.
Reidsma, P, Evert, F., Lansink, A.O (2007). Analysis of farm performance in Europe under different climatic and management conditions to improve understanding of adaptive capacity, Climate Change, volume 84, pp 403-422.
Sakalauskiene, S., Brazathe ityte, A., Sakalauskaite, J (2008). Complex influence of different humidity and temperature regime on PEA photosynthetic indices in VI-VII organogenesis stages, pp.106the.the Abstracts of International Scientific Conference, actualities in plant physiology, 12-13 June Lithuanian University of Agriculture, Babtai.
Smith, D.W., van, W., Michael, C., John, W (2010). An analysis of climate change impacts on irrigated crop water requirement in the SA MDB region. CRC for irrigation future, Technical 10. report No 15.10. and CSIRO land and water science, report No 05.
Tatsumi, K., Oizumi, T., Yamashiki, Y (2013). Introduction of daily minimum and maximum temperature change signals in the Shikoku region using the statistical downscaling method by GCMs, Journal of Hydrological Research Letters, Volume 7, No 3, pp 48-53.
Wiel, Golaski, FE (1999). Starting dates and basic temperatures in phenological observation ons of plants. International Journal of Biometeorology, Volume 42, pp 158-168.
Wilby, R.L., Tomlinson, O.J., Dawson, C.W (2007). Multi-site simulation of precipitation by condition resampling, Journal of Climate Research, Volume 23, pp 183-194.

Research Article

The Effect of climate Change on Almond Phenology in Chaharmahal and Bakhtiari province

Maryam Seyyed Abdolahi[1], Bohloul Alijani*[2], Ghasem Azizi[3], Farideh Asadian[4]

Received: 06-03-2018 Revised: 23-09-2018 Accepted: 27-10-2018

Abstract

The purpose of this study is analyzing the climate changing effects on almond phenology in a region with severe temperature fluctuation in Chaharahal and Bakhtiari province. For this purpose in this study, small-scale model SDSM and large-scale data of atmospheric general circulation canESM2 were used. Daily minimum, maximum temperature data, and precipitation in the statistical period of 30 years (1985-2015) for 4 stations were used as a basic data. And with using the SDSM model and general circulation under 2 scenario RCP4.5 and 8.5 from 2020-2050 compared with current amounts and its changes was evaluated. The results showed that the height factor had an important role in changing climatic elements and consequently temporal changes of almond phonological stages in the study region. Analyzing the reviewed scenarios showed that by affecting the climate changing, almond cultural calendar change and dates of crop phonological stages will happen sooner. Also the growth period will decrease; due to warming up of the region and early completion degree of required growth days. Special pattern of phonological stages changing showed that in both scenarios changes rates are more in the southern parts of the province and amounts changes decrease to the north. As regards in the forecasting period, the flowering stage occurs sooner and it coincides with the late spring frost of an almond tree. And because this stage is sensitive to cold, care proceedings should be increased. The results showed that in the regions where phonological stages occur sooner, the Impressionability of almond cultivation phonological stages is more than climate changing. In the province's southern regions the phonological stages occur sooner than other parts. And these regions have a greater impact from climate change.

Keywords: Almond, Phenology, Scenario, The relation of almond cultivation withClimate, Chaharmahal va Bakhtiari.

[1]- Ph.d Student of Climatology, Department of Natural Geography, Islamic Azad University, Science and Research Branch of Tehran, Iran
[2]*- Professor, Department of Natural Geography, Kharazmi University of Tehran, Iran Email: alijani@khu.ac.ir
[3]- Associate professor, Department of Natural Geography, University of Tehran, Iran
[4]- Assistant Professor, Department of Natural Geography, Islamic Azad University, Science and Research Branch of Tehran, Iran

References

References (in Persian)

Ahmadi, M., Falahi Khoshji, M., mafakheri, O (1396). Forecasting changes of barely cultivation calendar-(Hordeum vulgare L) in the years of 2011-2030 of Lorestan province with using micro-scaling model-LARS-WG and general circulation HadCM3, Journal of Agricultural ecology, 9-(2), pp 475-489. [In Persian[

Barati, G.R (1378). System relations emigration high pressure and Iran's spring frosts, Journal of Geographical researches, 55, pp 132-150. [In Persian[

Esmaieli, R., Gandomkar, A., Ghayor, H (1390). The zoning of climate changing values from agricultural perspective in the future climatic period, Case study: Khorasan Razavi province, Journal of Geography and environmental planning, 22, pp35-52. [In Persian[

Eyvazian, M., Vaghefi, A (2008). Fundamentals of probability and engineering statistic, Termeh publishing, Tehran. [In Persian[

Jafari Moghadam, M., Hajizadeh, H., Soltani, A., Zeinali, E (1386). Prediction of the impact of global climate changing on the future climate of Khorasan, Second national conference of agriculture and Iran's ecology,Tehran. [In Persian[

Javadi, Z., Fallah ghalehri, G.A., Entezari, A (2014). The role of climate parameter on almond yield. Case study: Sabzevar, Journal of Climatology research, 5(17), pp 125-141.

Aligani, B., Roshani, A., Parak, F., Heidari, R (2012). The trend of variability of temperature by using climate change indices in Iran, Journal of Geography and environmental hazards, 1, 17, pp 2-23. [In Persian[

Karimi, S., Negaresh, H., Tavoosi, T., Alijani, B (2012). Synoptic analysis of Iran's pervasive cold waves, Journal of Geography and development, 76, pp 29-55. [In Persian[

Koochaki, A., Kamali, G.A (2010). Climate change and dry land wheat production in iran, journal of agricultural research, 8, pp 508-520. [In Persian[

Koochaki, A., Sharifi, H.R., Zand, E (1998). climate change ecological consequences, first published, Jihad publishing,Ferdowsi university, Mashhad. [In Persian[

Mohseni, A (2011) the condition of pregnant winds in Iran, Second national almond conference, Tehran, Iran. [In Persian[

Moradi, R., Koochaki, A., Mahalati Nasiri, M (2013). the impact of climate change on corn production and changing assessment of the date of cultivation as compatibility approach in Mashhad weather conditions, Journal of Agricultural knowledge and sustainable production, 23(4), pp 111-130. [In Persian[

Momeni, M (2003). climate change and its impact on Iran's instability ecological, third climate change regional conference, Tehran. [In Persian[

MirAbbasi Najaf Abadi, Z., Movahedi, S., Baratian, A (2015) climate impact on Almond phenology in Najaf Abad county at active temperature, Applied climatology, 2(1):1-16.

Hashemi Nasab Khasibi, F., Mosaves Baygi, M., Bakhtiari, B., Davari, K (2013) the forecast of precipitation changing in 20 future years at Kerman province with using micro scaling model LARS-WG and general circulation HADCM3, journal of irrigation and water, 3, 12, pp 43-57. [In Persian[

Yazdan panah, H.A., Soleimani tabar, M (2013). Analyzing the impact of climate change on apple phonological stages in north east of Iran, first climatology national conference, University of advanced technology and industrial graduate, Kerman. [In Persian]

References (in English)

Camille, P., Gary, Y (2003). A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems, Journal of Nature volume 421, pp 37– 42.

Carroll, E., Sparks, T., Donnelly, A., Cooney, T (2009). Irish phenological observations from the early20th century reveal a strong response to temperature, Journal of Biology and Environment, volume 109, pp 116-126.

Charron, I (2014). A Guidebook on Climate Scenarios: Using Climate Information to Guide Adaptation Research and Decisions, publication of Ouranos, 86 p.

Crepinsek, Z., Kajfez-Bogataj, L., Bergant, K (2006). Modeling of weather variability effect on phytophenology, Journal of Ecological Modelling, volume 194, pp 256-265.

David, W (2008). Effects of climate change on phenology, frost damage, and floral abundance of montane wildflowers, Journal of Ecology, volume 89, No 2, pp 353–362

Fengmei, Y., Yinglong, X., Erda, L., Masayuki, Y., Jiahua, Z (2007). Assessing the impacts of climate change on rice yields in the main rice areas of China, Journal of Climatic Change, Volume 80, pp 395-409.

Jones, J.W., Hoogenboom, G., Porter, C.H., Boote, K.J., Batchelor, W.D., Hunt, L.A., Wilkens, P.W., Singh, U., Gijsman, A.J., Ritchie, J.T (2003). The DSSAT cropping system model, Journal of Europe Agronomy, volume 18, pp 235-265.

Laura, V., Ingrida, S., Aruna, B (2010). The modeling of climate change influence on plant flowering shift in Lithuania. Zemdirbyste, Journal of Agriculture, volume 97, pp 41-48.

Orlandi, F., Ruga, L., Romano, B., Fprnaciari, M (2005). Olive flowering as an indicator of local climate changes. Journal of Theoretical and Applied Climatology, volume 81, pp 169-176.

Reidsma, P, Evert, F., Lansink, A.O (2007). Analysis of farm performance in Europe under different climatic and management conditions to improve understanding of adaptive capacity, Climate Change, volume 84, pp 403-422.

Sakalauskiene, S., Brazathe ityte, A., Sakalauskaite, J (2008). Complex influence of different humidity and temperature regime on PEA photosynthetic indices in VI-VII organogenesis stages, pp.106the.the Abstracts of International Scientific Conference, actualities in plant physiology, 12-13 June Lithuanian University of Agriculture, Babtai.

Smith, D.W., van, W., Michael, C., John, W (2010). An analysis of climate change impacts on irrigated crop water requirement in the SA MDB region. CRC for irrigation future, Technical 10. report No 15.10. and CSIRO land and water science, report No 05.

Tatsumi, K., Oizumi, T., Yamashiki, Y (2013). Introduction of daily minimum and maximum temperature change signals in the Shikoku region using the statistical downscaling method by GCMs, Journal of Hydrological Research Letters, Volume 7, No 3, pp 48-53.

Wiel, Golaski, FE (1999). Starting dates and basic temperatures in phenological observation ons of plants. International Journal of Biometeorology, Volume 42, pp 158-168.

Wilby, R.L., Tomlinson, O.J., Dawson, C.W (2007). Multi-site simulation of precipitation by condition resampling, Journal of Climate Research, Volume 23, pp 183-194.