

صص ۵۴-۳۵

بررسی اثر تغییر اقلیم بر مراحل فنولوژی و عملکرد انگور بی دانه سفید (مطالعه موردی: ایستگاه هواشناسی کشاورزی گلماکان)

احمد علیزاده*

دانشجوی دکتری آب و هواشناسی کشاورزی، گروه پژوهشی علوم محیطی انگور، پژوهشکده انگور و کشمش، دانشگاه ملایر، ایران

ایمان بابائیان

استادیار گروه پژوهشی مدل سازی و پیش‌آگاهی اقلیمی، پژوهشکده اقلیم‌شناسی مشهد، سازمان هواشناسی کشور، ایران

حمید نوری

استادیار دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه ملایر، ایران

محمدعلی نجاتیان

دانشیار بخش تحقیقات علوم زراعی-باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، قزوین، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۷/۱۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۳/۵

چکیده

مطالعه با هدف ارزیابی پتانسیل تأثیرات تغییر اقلیم بر مراحل فنولوژی و عملکرد انگور صورت گرفته است. ابتدا مقادیر روزانه دما (حداقل، حداکثر) و بارش روزانه بر اساس مدل HADCM3 در دوره پایه و آینده بر اساس سناریوهای واداشت تابش^۲ RCP4.5، RCP8.5 برای اقلیم آتی دوره (۲۰۲۰-۲۰۵۰) استخراج و با روش عامل تغییر^۳، ریزمقیاس شده است. سپس با استفاده از داده‌های ایستگاه و خروجی‌های مدل ریزمقیاس نمایی و با به کار گرفتن شبکه عصبی پویا مراحل فنولوژی و پرسپترون عملکرد در نرم‌افزار مطلب^۱ ۲۰۱۸ شبیه‌سازی شدند. خروجی مدل اقلیمی افزایش دما و کاهش بارندگی در آینده نسبت به دوره پایه را نشان می‌دهد. افزایش دمای حداکثر در سناریوهای RCP4.5 و RCP8.5 به ترتیب ۲/۷ و ۳/۲ درجه سانتی‌گراد و در دمای حداقل به ترتیب ۱/۸ و ۲/۹ درجه سانتی‌گراد برآورد شده است. نتایج شبیه‌سازی نشان دادند که بارش سالانه در سناریوهای RCP4.5 و RCP8.5 به ترتیب ۳۰ و ۴۹ درصد نسبت به دوره پایه کاهش خواهد یافت. مراحل فنولوژی شامل شکفتن جوانه‌ها تا رسیدن میوه تحت هر دو سناریو و در کلیه مراحل فنولوژی در دوره آینده نسبت به دوره پایه در زمان جلوتری تکمیل خواهند شد، به طوری که در RCP4.5 به مدت ۱۵ روز و RCP8.5 تا ۲۴ روز جلوتر رخ خواهند داد. شبیه‌سازی عملکرد انگور تحت سناریوی RCP4.5 و RCP8.5 به ترتیب حداقل عملکرد ۲/۰۴، ۲/۷ و حداکثر عملکرد ۲،۳/۳ و میانگین عملکرد ۰/۵۴، ۰/۸۶ تن در هکتار کاهش خواهند یافت. نتایج نشان می‌دهد با تغییر در زمان رخ داد طول دوره رشد موجب تغییر در کلیه مراحل فنولوژی و همچنین کاهش عملکرد انگور در آینده تحت تأثیر تغییر اقلیم در منطقه قرار خواهند گرفت.

Email: Alizadh201020@yahoo.com

* نویسنده مسئول: ۰۹۱۵۵۸۴۷۶۱۳

^۱ Hadley Coupled Atmosphere-Ocean General Circulation Model

^۲ Representative Concentration Pathways (RCP)

واژگان کلیدی: Hadcm3، سناریوهای RCP5، انگور، عملکرد، فنولوژی، گل‌مکان

مقدمه

در سال‌های اخیر فعالیت‌های انسانی سبب افزایش غلظت دی‌اکسید کربن شده که این وضعیت، گرمایش زمین و پدیده تغییر اقلیم را در پی داشته است. بر اساس گزارش پنجم هیئت بین‌الدول تغییر اقلیم، غلظت‌های گوناگون گازهای گلخانه‌ای و میزان واداشت تابشی آن‌ها افزایش میانگین دمای کره زمین را ۰/۶۷ درجه سانتی‌گراد در قرن گذشته و ۶/۴ درجه سانتی‌گراد تا سال ۲۱۰۰ پیش‌بینی می‌کنند (IPCC^۱). افزایش دما و دی‌اکسید کربن می‌تواند سبب ایجاد تغییرات اساسی در سیستم کشاورزی شود (اکبر زاده و میر حاجی ۱۳۸۱). مو یا تاک که به آن رز نیز گفته می‌شود، گیاهی دائمی و بسیار قدیمی از خانواده^۲ Vitaceae است. انواع موهایی که در دنیا کاشته می‌شوند دارای گونه‌های متعددی هستند که مهم‌ترین آن‌ها گونه ویتیس وینفرا ۲ است و به نام انگور دنیای قدیم نامیده می‌شود. موطن اصلی آن را کوه‌های قفقاز می‌دانند (تقی لو و عدالت، ۱۳۸۷). با توجه به این که انگور یکی از محصولات استراتژیک کشاورزی است و آب و هوای نیمه‌خشک ایران نسبت به تغییرات اقلیمی آینده بسیار آسیب‌پذیر می‌باشد، لذا جهت دستیابی به واکنش‌های محصول انگور نسبت به تغییرات آب و هوایی با توسعه روش‌های مدل‌سازی، جایگزینی مناسب و کم‌هزینه برای این نوع مطالعات است که در حال حاضر مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است و بسیاری از این مطالعات با استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی گیاهان زراعی و داده‌های مدل‌های مولد آب و هوا انجام شده است (بانایان و هوگن بوم، ۲۰۰۸). مدل‌های گردش عمومی هوا (GCM^۳) ابزار مناسب و دقیقی برای پیش‌بینی شرایط اقلیمی آینده بوده و داده‌های لازم برای اجرای مدل‌های شبیه‌سازی رشد و نمو محصولات زراعی تحت شرایط تغییر اقلیم را فراهم می‌سازند (جونز و همکاران، ۲۰۰۳). البته از آنجا که این مدل‌ها قابل استفاده در مطالعات کاربردی با ابعاد کوچک‌تر از خود نیستند، لازم است که خروجی آن‌ها ریزمقیاس شود. امروزه استفاده از انواع مدل‌های ریزمقیاس‌نمایی آماری برای مدل‌سازی رفتار اقلیم در نقاط مختلف جهان معمول بوده و مطالعات زیادی نیز در این زمینه صورت گرفته است (پایمرد و همکاران، ۱۳۹۵). با انتشار گزارش پنجم هیئت بین‌دولتی تغییر اقلیم (ای پی سی‌سی)، پژوهش‌های جدید عمدتاً بر اساس سناریوهای جدید Rcp انجام می‌شود. قدرت تفکیک مکانی این سری از داده‌ها (Cmip5) نسبت به سری‌های قبلی یعنی Cmip4 و Cmip3 افزایش یافته و از حدود ۲/۵ در ۲/۵ درجه به حدود ۰/۵ در ۰/۵ درجه ارتقاء یافته‌اند، اما این داده‌ها را نمی‌توان به مدل‌های آماری مثل Lars-Wg و SDSM خوراند. دو مدل اخیر هنوز برای این داده‌ها به‌روز نشده‌اند برای ریزمقیاس‌نمایی آن‌ها می‌توان از روش عامل تغییر استفاده کرد (رویتر، ۲۰۱۲)؛ بنابراین با در اختیار داشتن اطلاعات خروجی از مدل‌های اقلیمی می‌توان فرآیندهای مرتبط با رشد گیاهان زراعی در اثر تغییر اقلیم را با سرعت زیاد

1- Intergovernmental Panel on Climate Change

2 - VitisVinifera

3 -Global Circulation Models

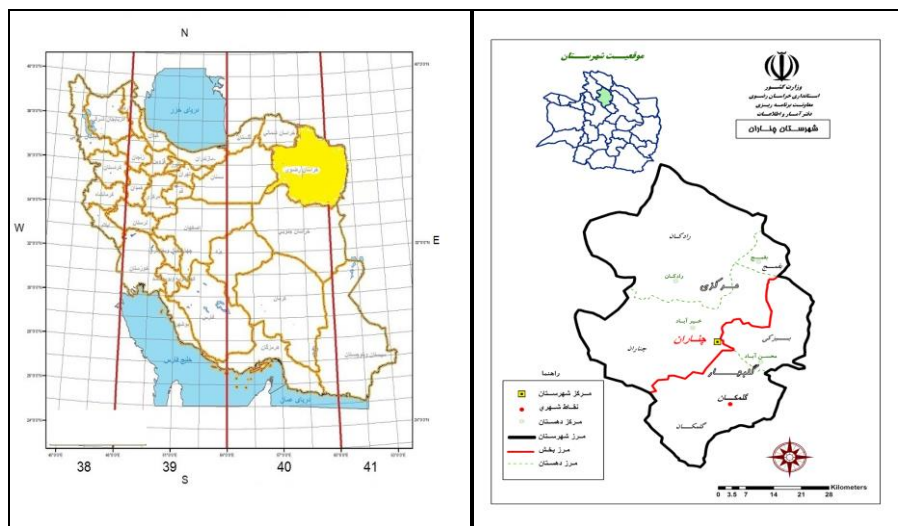
و هزینه کم پیش‌بینی نمود، در این راستا از شبکه عصبی پرسپتون برای شبیه‌سازی رشد و نمو گیاهان باغی با استفاده از خروجی مدل‌های اقلیمی استفاده می‌شود (پایمرد و همکاران، ۱۳۹۵). افزایش دما، سرعت رشد و نمو گیاهان زراعی را افزایش خواهد داد. اگرچه شواهد تجربی نشان داده است که تحت این شرایط مدت زمان رسیدگی فیزیولوژیک کاهش خواهد یافت (پری و همکاران، ۲۰۰۴). افزایش درجه حرارت در طول فصل رشد، منجر به رشد سریع و گلدهی زودتر گیاه می‌شود (رابرتز و سومر فیلد، ۲۰۰۷). دمای هوا اغلب عمده‌ترین فاکتور مؤثر بر فازهای فنولوژیکی درختان میوه در اقلیم‌های معتدله به شمار می‌رود (گرب و کاپرو، ۲۰۱۱). اثرات ریزگردهای نمکی بر اراضی کشاورزی و عملکرد محصول انگور از برآورد عملکرد نسبی محصولات کشاورزی به صورت تابع خطی EC محلول خاک استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که عملکرد انگور در باغات منطقه به ازای افزایش یک واحد در شوری خاک ۹/۵ درصد کاهش نشان می‌دهد (مشکوه و همکاران، ۲۰۱۲). مطالعات بر روی درخت سیب نشان داد که تغییر زمان در رخداد مرحله فنولوژیکی گل‌دهی رخ خواهد داد. به نحوی که زمان رخداد مرحله فنولوژیکی درخت سیب در شرایط تغییر اقلیم آینده نسبت به دوره پایه ۷ تا ۱۵ روز زودتر تکمیل خواهد شد (احمدی، ۱۳۹۶). مطالعات بر روی اثرهای تغییر اقلیم بر عملکرد و مراحل فنولوژیکی گیاه کلزا نتایج بیانگر تغییر و کاهش در زمان رخداد مرحله فنولوژیکی کلزا تأیید شده است. آن‌ها مشخص کردند که با RCP4.5 دوره فنولوژی ۹ روز با RCP8.5 ۱۰ روز این دوره زودتر شروع خواهد شد؛ که بیشترین میزان کاهش در دوره گلدهی کلزا، در واقع، ظهور زود هنگام با سناریوی RCP8.5 دیده می‌شود (حیدری بنی و همکاران، ۱۳۹۷). با بررسی و مطالعات فنولوژیکی می‌توان تاریخ و زمان گذر مراحل فنولوژیکی را در هر منطقه مشخص و از هدر رفت منابع و سرمایه جلوگیری کرد (فلاح قاله‌ری و احمدی، ۱۳۹۶). جهت ارزیابی اثرات احتمالی تغییر اقلیم بر شاخص‌های اقلیمی از روش ریزمقیاس‌نمایی با LARS-WG بر اساس سناریوهای A2 و B1 مدل گردش عمومی جو (HADCM3) پیامدهای تغییر اقلیم آینده بر روی مراحل فنولوژی گلدهی درختان سیب، انگور و هلو نشان داد که تاریخ گلدهی درختان مورد مطالعه در اقلیم آینده نسبت به دوره گذشته زودتر به وقوع خواهد پیوست. طبق سناریو B1 احتمال سرمازدگی بهاره در درختان سیب و هلو در منطقه مورد مطالعه بیشتر خواهد شد (رحیم‌پور، ۱۳۹۶). در مقاله‌ای با عنوان تأثیر تغییر اقلیم بر تولید انگور در شمال غربی اسپانیا منطقه ریس بکراس پرداخته شده است. جهت تأثیر تغییرپذیری از اقلیم با استفاده از الگوهای تله ارتباطی هوا سنجی که بر مناطق اقیانوس اطلس شمالی مؤثر می‌باشند با استفاده از تغییرات روزانه گردش هوایی از طریق بررسی تأثیر گونه‌های آب و هوایی ایجاد شده توسط یک دسته‌بندی روزانه خودکار بررسی شده است. برای مناطق مو کاری از سه شاخص اقلیم کشاورزی شامل: Winkier و Huglin و شاخص گرمایی Bernon و Levadoux استفاده شده است در حالی که روند معناداری در شاخص‌های Winkler و Huglin وجود داشت اما هیچ روند معناداری در شاخص‌های Bernon، Branas و Levadoux در سال‌های ۱۹۵۸ تا ۲۰۰۵ وجود نداشته است. برای دهه‌های آینده با استفاده از سناریوهای A1B ارزیابی شده توسط مدل‌های استفاده شده در پژوهش Ensembles، روند مثبت شاخص‌های Winkler و Huglin ادامه می‌یابد، در حالی که Bernon، Branas و

Levadoux روندی منفی دارند. در همه حالت‌ها، این روندها از تغییرات معناداری در مو کاری منطقه برخوردار هستند (لورنزو و همکاران، ۲۰۱۲). در مقاله‌ای با عنوان تأثیر تغییر اقلیم بر انگور و محصولات ارزش افزوده آن در کشور هند پرداخته شده است. تغییرات آب و هوایی ممکن است مشکلات جدی موجود از نظر در دسترس بودن آب‌شور را جهت آبیاری و شوری خاک تشدید کند. بالا رفتن سطح CO₂ ممکن است باعث افزایش بهره‌وری در مناطق خشک و نیمه‌خشک شود اما تنش خشکی ناشی از افزایش تبخیر زیاد ممکن است اثرات مفید افزایش CO₂ در جو را از بین ببرد مگر اینکه آبیاری افزایش یابد تا جبران افزایش تبخیر زیاد شود. درجه حرارت بالاتر ممکن است رسیدن حبه‌ها را جلوتر ببرد که منجر به تغییر در ترکیبات حبه می‌شود که آن نیز سبب تغییر پارامترهای انگور و کیفیت شراب می‌گردد. تولید انواع انگور با تحمل گرما و ریشه‌های قابل تحمل به نمک و خشک‌سالی هر چند ضروری است اما به دوره طولانی نیاز دارد تا زمان توسعه انواع فناوری‌های جدید برای بهبود بهره‌وری در مصرف آب و مقابله با شوری بر گسترش تکنیک‌های تولید محصول موجود که می‌تواند تأثیر تغییرات آب و هوایی را کاهش دهد تأکید می‌شود. با احتمال تغییر در الگوی کشت با اشکال غذایی و همچنین شیوع آفات حشرات مانند تریپس و کنه وجود دارد. به‌طور مشابه الگوی شیوع بیماری نیز ممکن است با تغییر آب و هوا تحت تأثیر قرار گیرد. این امر با کاهش بهره‌وری در سال‌های اخیر از بیش از ۲۵ تن در هکتار به ۸/۳ تن در طول سال ۲۰۰۹-۲۰۱۰ و ۱۱/۷ تن در هکتار در طی سال‌های ۲۰۱۰-۲۰۱۱ به دلیل باران‌های غیرعادی که منجر به بروز شدید کپک‌زدگی می‌شود مشهود است (شارما و همکاران، ۲۰۱۳). در مقاله‌ای با عنوان ارزیابی اثرات تغییرات اقلیمی بر روی گیاه انگور با استفاده از مدل لارس (نمونه موردی شهرستان اردبیل) با هدف تعیین تناسب کیفی و کمی اراضی برای محصول انگور از آمار ۱۰ ساله داده‌های دمای روزانه حداقل و حداکثر و دمای ماهانه ... تجزیه و تحلیل داده‌ها در محیط نرم‌افزارهای آماری EXCEL، SPSS و LARS - WG انجام شده است. برای تحلیل داده‌های روزانه و تعیین تقویم اقلیمی کشت و تاریخ تکمیل هر کدام از مراحل فنولوژی محصول از شاخص ضریب حرارتی سیستم فعال واحدهای گرمایی (GDD) استفاده شده است. همچنین با نرم‌افزار اسمادا (SMADA) سری زمانی داده‌ها را با پنج روش نرمال، لوگ نرمال، پیرسون، لوگ پیرسون و گمبل، توزیع و احتمال رخداد و دوره بازگشت سری داده‌ها به دست آورده است. نتایج نشان داد با توجه به آستانه‌های دمایی مراحل فنولوژیکی گیاه انگور و طول فصل رویش رقم میان‌رس و شرایط دمای ماهانه تاریخ کاشت انگور در فروردین‌ماه و برداشت آن در مهرماه می‌باشد (دهقانی و علیقلی، ۱۳۹۴). بررسی اثر پدیده انسو بر عملکرد انگور، از داده‌های وزن خوشه آبی و دیم به‌عنوان عملکرد ثبت شده در ۲۷ استان استفاده شد. میانگین عملکرد انگور در فازهای نینو و لانینای شاخص‌های منتخب نشان داد که وقوع فاز لانینا منجر به افزایش ۲۴/۵ درصد عملکرد انگور آبی نسبت به فاز نینو شده است (بیات ورکشی و همکاران، ۱۳۹۷)؛ بنابراین پژوهش حاضر تلاش دارد با هدف پیش‌نگری تأثیر پدیده تغییر اقلیم بر مراحل فنولوژی و عملکرد انگور بی‌دانه سفید در استان خراسان رضوی منطقه گل‌مکان را در اقلیم آینده مورد بررسی قرار داده، روند و میزان تغییرات احتمالی را آشکار نماید.

داده‌ها و روش‌ها

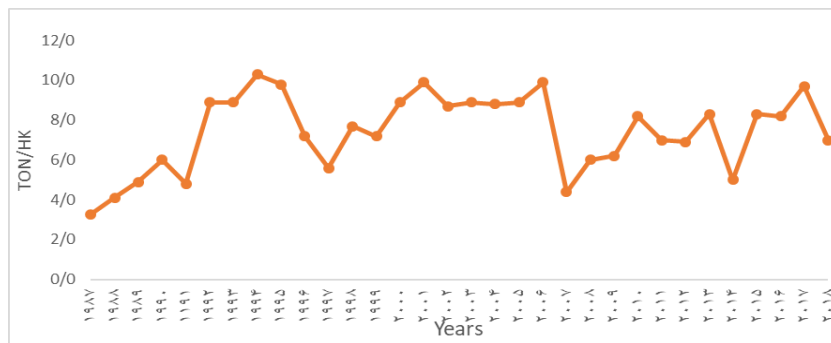
موقعیت منطقه مورد مطالعه

گلمکان شهری از توابع بخش گل‌بهار شهرستان چناران در استان خراسان رضوی در فاصله ۴۵ کیلومتری مشهد با وسعتی برابر با ۲۰۰۰ هزار هکتار می‌باشد و از نظر جغرافیایی در عرض ۳۶، ۲۹ و طول ۵۹، ۱۷، در ارتفاع ۱۱۷۶ متری با اقلیم خشک سرد، بر اساس اقلیم نمای دومارتن خشک بیابانی سرد و بر اساس طبقه‌بندی اقلیمی آمبرژه نیز به اقلیم خشک سرد طبقه‌بندی می‌شود. زمستان‌های سرد و مرطوب و تابستان‌های خشک دارد. در این منطقه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی قرار دارد، این مرکز با سازمان هواشناسی خراسان رضوی مشترک می‌باشد. شکل (۱). سازمان هواشناسی از آن به‌عنوان ایستگاه هواشناسی سینوپتیک تکمیلی و مرکز تحقیقات هواشناسی کشاورزی استفاده می‌نماید که کلیه شاخص‌های هواشناسی و هواشناسی (اقلیم) کشاورزی در داخل مجموعه و در کنار مزارع زراعی و باغی ثبت و داده‌برداری می‌شود. در داخل این مجموعه بزرگ مزارع و باغات متعددی وجود دارد که یکی از محصولات باغی، انگور رقم بی‌دانه سفید است که در سال ۱۳۶۲ کشت شده است و دارای ۳،۵ هکتار مساحت، فاصله بوته‌ها ۳ متر و در هر هکتار ۱۶۷۰ اصله بوته با سیستم آبیاری قطره‌ای که هر ساله فرم تربیت بوته‌ها به‌صورت پاچراغی، کود دهی، شخم بین ردیف‌ها و سم‌پاشی ضد قارچ صورت می‌گیرد. سن درختچه‌ها ۲۸ ساله می‌باشند. میزان عملکرد انگور در دوره پایه بر اساس شکل (۲) می‌باشد.



مأخذ: نگارندگان

شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه



مأخذ: نگارندگان

شکل ۲: میانگین عملکرد سالانه انگور بی‌دانه سفید دوره پایه ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۸

روش‌های اقلیمی

الف- مدل گردش کلی HadCM3

هرگونه تغییر در میزان غلظت گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر زمین باعث برهم خوردن تعادل بین اجزای سیستم اقلیم کره زمین می‌گردد؛ اما اینکه در آینده چه مقدار از گازهای گلخانه‌ای توسط جوامع بشری وارد اتمسفر زمین شده و به تبع آنچه وضعیتی برای سیستم اقلیم کره زمین رخ خواهد داد معین و قطعی نیست و تحت سناریوهای مختلفی ارائه شده است. این سناریوها در دو بخش مجزای سناریوهای غیر اقلیمی و سناریوهای اقلیمی قابل تفکیک هستند. در حال حاضر معتبرترین ابزار جهت تولید سناریوهای اقلیمی مدل‌های سه‌بعدی گردش عمومی اتمسفر- اقیانوس می‌باشند که بر پایه قوانین فیزیکی (که به وسیله روابط ریاضی ارائه می‌شوند) استوار می‌باشند (ای پی سی سی (TGICA)، ۱۹۹۹)، ویلی و هریس، ۲۰۰۶) و ای پی سی سی، ۲۰۰۷). مدل HadCM3 از نوع مدل‌های گردش عمومی جفت شده جوی- اقیانوسی (AOGCM) است که در مرکز هادلی سازمان هواشناسی انگلیس طراحی و توسعه یافته است؛ و از دو مؤلفه جوی و اقیانوسی به نام‌های HadAM3 (مدل جوی) و HadOM3 (مدل اقیانوسی) که دارای یک مدل یخ- دریا می‌باشد، تشکیل شده است. نیازی به تنظیمات شار سطحی (شار مصنوعی اضافی برای سطح اقیانوس) برای بهبود شبیه‌سازی ندارد (گوردن و همکاران، ۲۰۰۰). مؤلفه‌های جوی این مدل عبارت‌اند از: دما، سرعت باد مداری و نصف‌النهاری، فشار سطح، ظرفیت آب مایع و آب مایع موجود و مؤلفه‌های مدل اقیانوسی آن دما، شوری، مؤلفه‌های افقی سرعت باد در جو بارو کلینیک و عمق لایه اختلاط است (اشرف و همکاران، ۱۳۹۰). لذا با توجه به اینکه مدل ۳۶۰ روزه و برای سناریوهای RCP4.5 و RCP8.5 مناسب می‌باشد در این مطالعه استفاده شده است.

ب- ریزمقیاس نمایی

به منظور ریزمقیاس نمایی داده‌های مکانی منطقه مورد مطالعه، متغیرهای اقلیمی شبیه‌سازی شده توسط مدل‌های گردش کلی جو در دوره پایه به صورت روزانه از سلولی که منطقه مورد نظر در آن واقع شده استخراج می‌شود. این روش که به

روش تناسبی موسوم است و به منظور ریزمقیاس کردن زمانی داده‌ها از روش عامل تغییر^۴ استفاده می‌شود. در این روش برای به دست آوردن سری زمانی سناریوی اقلیمی در آینده، سناریوهای تغییر اقلیم به مقادیر مشاهداتی (۱۹۸۷-۲۰۰۵) افزوده می‌شود (ویلیبی و هریس، ۲۰۰۶).

$$T = T_{obs} + \Delta T \quad (۱)$$

$$p = P_{obs} + \Delta p \quad (۲)$$

در رابطه فوق (۱) سری زمانی حاصل از سناریوی تغییر اقلیم ۲۰۲۰-۲۵۰، T_{obs} سری زمانی دمای مشاهداتی دوره پایه (۱۹۸۷-۲۰۰۵)، ΔT سناریوی تغییر اقلیم کوچک مقیاس شده می‌باشد (لازم به ذکر است که برای دمای حداقل و حداکثر به طور جداگانه استفاده می‌شود). در رابطه (۲) برای بارندگی نیز موارد ذکر شده برقرار است (ویلیبی و هریس، ۲۰۰۶).

روش‌های باغبانی

الف- مراحل فنولوژی

برای جمع‌آوری اطلاعات مربوط به مراحل فنولوژی و درجه روزهای رشد لازم انگور بی‌دانه سفید برای گذر از هر مرحله فنولوژی در مراحل مختلف رشد، تاریخ آغاز و پایان مراحل مختلف فنولوژی در ایستگاه مورد مطالعه شناسایی شده است. از اطلاعات دیده‌بانی و اندازه‌گیری شده مراحل فنولوژی انگور بی‌دانه سفید در ایستگاه هواشناسی کشاورزی گل‌مکان استفاده شده است، این اطلاعات منطبق بر مراحل اصلی مقیاس BBCH5 می‌باشد (جدول (۱) (کورنلیوس، ۲۰۱۰). طی جدیدترین بررسی‌ها مراحل فنولوژی انگور بی‌دانه سفید شامل پنج مرحله بدین شرح: مرحله اول (ظهور جوانه)، مرحله دوم (برگ دهی)، مرحله سوم (گل‌دهی)، مرحله چهارم (رشد غوره) و مرحله پنجم (رسیدن میوه) است (جدول ۱). در این پژوهش از اطلاعات آب و هوایی پایه نظیر دما و درجه روزهای رشد جهت تفکیک هر مرحله فنولوژی استفاده شده است. به‌عنوان مثال برای گذر از مرحله اول به مرحله دوم، ۳۱ درجه روز لازم است که در صورت تأمین شدن این نیاز گرمایی، مرحله دوم فنولوژی (برگ دهی) آغاز می‌شود. حرارت مورد نیاز برای مرحله دوم رشد ۱۶۴/۲ درجه روز است به همین ترتیب، میانگین درجه روز برای مراحل سوم، چهارم و پنجم رشد به ترتیب برابر ۲۵۱/۲، ۵۹۰/۲ و ۶۷۸/۴ درجه روز است (امینی، ۱۳۹۲). برای شبیه‌سازی مراحل فنولوژی دوره اقلیمی آتی ۲۰۲۰-۲۰۵۰ تحت سناریوهای RCP4.5 و RCP8.5 از روش شبکه عصبی (پویا) برای شبیه‌سازی و تولید مراحل فنولوژی استفاده شد. شبکه عصبی یکی از روش‌های علمی برای پیش‌بینی داده‌ها برای آینده است. شبکه عصبی چندلایه و شبکه عصبی پویا دو نوع از رایج‌ترین شبکه‌های عصبی می‌باشند که کاربرد زیادی در پیش‌بینی داده‌های جغرافیایی و منطقه‌ای دارند؛ که جهت شبیه‌سازی داده‌های مراحل فنولوژی از شبکه عصبی پویا استفاده شده است. این نوع از شبکه به این دلیل انتخاب شده که در

لایه‌های میانی، نیازی به نرمال‌سازی داده نداریم. چرا که تعداد آن‌ها بسیار محدود می‌باشند. شبکه عصبی پویا دارای سه لایه است. لایه نخست شامل لایه ورودی داده‌ها است و لایه خروجی شامل نتیجه‌ای است که از پیش‌بینی داده‌ها حاصل می‌آید. در لایه میانی نیز محدودیت‌هایی بر شبکه اعمال می‌شوند که از درون داده‌ها به دست می‌آیند. منظور این است که در اینجا نیازی به نرمال‌سازی داده‌ها نیست. بلکه محقق از داده‌هایی که به‌عنوان داده‌های مضاعف در اختیار دارد برای پیش‌بینی داده‌ها استفاده می‌کند. لایه میانی در این پژوهش شامل دو بخش است: ۱- نخست داده‌های مضاعف که در ستون اول جدول (۱) با عنوان واحدهای حرارتی مورد نیاز می‌باشد؛ ۲- داده‌های ریزمقیاس، نیز داده‌هایی که بر اساس سناریوهای تغییر اقلیم ریزمقیاس شده‌اند. داده‌ها وارد شبکه می‌شوند و مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند؛ و سپس مراحل فنولوژی برای اقلیم آتی دهه نزدیک (۲۰۵۰-۲۰۲۰) شبیه‌سازی می‌شوند.

جدول ۱: مراحل فنولوژی و نیازهای آب و هوایی پایه انگور (کورنلیوس و همکاران، ۲۰۱۰ و امینی، ۱۳۹۲).

نام مرحله فنولوژی	شرح	واحدهای حرارتی مورد نیاز (درجه-روز)	واحدهای حرارتی تجمعی (درجه-روز)
اول	ظهور جوانه	۳۱	۳۱
دوم	شکفتن جوانه برگ (برگ دهی)	۱۶۴/۲	۱۹۵/۲
سوم	شکفتن جوانه گل (گل دهی)	۲۵۱/۲	۴۴۶/۴
چهارم	رشد غوره	۵۹۰/۲	۱۰۲۶/۶
پنجم	رسیدن میوه	۶۷۸/۴	۱۷۱۵

ب- عملکرد

جهت شبیه‌سازی داده‌های عملکرد از شبکه عصبی پرسپترون استفاده شده است. شبکه‌های عصبی پرسپترون عموماً از سه لایه ورودی، میانی و خارجی تشکیل می‌گردد. لایه ورودی، اطلاعات را دریافت نموده و به‌مانند یک متغیر مستقل عمل می‌کند. با توجه به این‌که در این پژوهش دو متغیر مستقل با دو سناریوی مختلف وجود دارد، بنابراین ۲ متغیر در لایه ورودی برای هر سناریو وجود دارد؛ متغیر نخست شامل مقادیر ریزمقیاس‌نمایی شده دمای روزانه حداکثر و حداقل و متغیر دوم مقادیر ریزمقیاس‌نمایی شده بارش روزانه در بازه زمانی ۳۰ ساله است. به این ترتیب در لایه ورودی، اطلاعات مربوط به داده‌های ریزمقیاس‌نمایی شده آینده (شامل دمای حداقل، دمای حداکثر و بارش روزانه) به شبکه وارد می‌شوند. این داده‌ها قبلاً برای شبکه عصبی آماده شده‌اند و در لایه نخست قرار می‌گیرند تا تأثیر آن‌ها بر لایه خروجی مورد تحلیل قرار گیرد. لایه میانی، وظیفه تنظیم وزن‌ها و یادگیری را بر عهده دارد؛ در این لایه متغیر خاصی قرار نمی‌گیرد اما کلیه تغییراتی که قرار است بر روی داده‌های لایه نخست صورت گیرد تا آن‌ها برای تحلیل و شناسایی تأثیرگذاری آماده شوند، در این لایه بر روی داده‌ها انجام می‌گیرد. این تغییرات شامل نرمال‌سازی یا استانداردسازی داده‌ها است. منظور از نرمال‌سازی، یکنواخت کردن داده‌ها و حذف کردن واحد آن‌ها است. به‌عنوان مثال دما با سانتی‌گراد و بارش با میلی‌متر سنجیده شده است. از آنجائی که ۲ درجه سانتی‌گراد با ۲ میلی‌متر بارش متفاوت است و برای شبکه عصبی قابل ادراک

نیست از این رو لازم است واحد داده‌ها از میان بروند تا شبکه قادر به تحلیل بهتر داده‌ها باشد. استانداردسازی باعث می‌گردد تا واحد هر متغیر حذف گردد و به این ترتیب داده‌ها با یکدیگر قابل مقایسه شوند (ساکین و تیلن، ۲۰۰۹). استانداردسازی با استفاده از شیوه Z (رابطه ۳) صورت گرفته است؛ که نرمال‌سازی داده‌ها متکی بر محاسبه واریانس، انحراف معیار و میانگین داده‌ها می‌باشد. مسئله اصلی در نرمال‌سازی داده‌ها این است که داده‌های یکسانی به دست آیند که از یک سو امکان مقایسه میان آن‌ها و از سوی دیگر امکان انجام تحلیل‌های آماری برای آن‌ها وجود دارد. نرمال‌سازی باعث می‌گردد که سایر مراحل به یکنواخت انجام شوند. پس از نرمال‌سازی می‌توان داده‌ها را وارد شبکه عصبی کرد و نشان داد که هر داده متعلق به یک کاربر در آینده به چه خوشه‌ای تعلق می‌گیرد.

$$Z = \frac{Xi - \bar{X}}{N} \quad (3)$$

در این رابطه X میانگین دامنه و Xi مقدار داده‌ها و N تعداد داده‌ها نشان داده می‌شوند (رحیم زاده، ۱۳۹۰)؛ که در آن هر عدد، از میانگین مجموعه آن کم شده و سپس بر تعداد داده‌ها تقسیم شده است. به این ترتیب واحد داده‌های متغیرها از میان می‌روند و داده‌ها قابلیت مقایسه با یکدیگر را پیدا می‌کنند؛ این لایه به‌عنوان لایه مخفی نیز نامیده می‌شود؛ بنابراین در این پژوهش یک لایه مخفی وجود دارد. سومین و آخرین لایه در شبکه عصبی، بیان‌گر متغیر وابسته است که در این پژوهش یک متغیر وابسته (حجم تولید انگور) می‌باشد و بنابراین در شبکه عصبی یک لایه خروجی با یک متغیر حضور دارد. لایه خروجی شامل مقادیر پیش‌بینی شده حجم انگور تولیدی طی سال‌های ۲۰۲۰ تا ۲۰۵۰ است؛ این لایه نشان می‌دهد که با فرض تأثیرگذاری متغیرهای مستقل (لایه ورودی)، حجم تولید انگور که لایه خروجی یا متغیر وابسته می‌باشد چه تغییری می‌کند. در محاسبات مربوط به شبکه عصبی در پژوهش رابطه (۴) برقرار است؛ این رابطه مربوط به زمانی است که هنوز پارامترهای اولیه وارد شبکه نشده‌اند.

$$Y=f(TE, PR) \quad (4)$$

در این رابطه، Y به مفهوم حجم تولید انگور است که می‌باید مقدار آن مورد پیش‌بینی قرار گیرد و TE و PR به ترتیب مربوط به مقدارهای دما و بارش می‌باشند (استات سافت، ۲۰۰۶). در شبکه عصبی داده‌ها برای واسنجی و ارزیابی نتیجه نهایی، به صورت ۷۰ به ۳۰ تقسیم شده‌اند؛ که ۷۰ درصد از داده‌ها برای آموزش و ۳۰ درصد برای واسنجی (۱۵ درصد) و آزمایش (۱۵ درصد) و ارزیابی نتیجه بررسی شده‌اند. ۷۰ درصد نخست و ۳۰ درصد دوم به صورت تصادفی از میان مجموعه داده‌ها انتخاب شده‌اند. آموزش شبکه‌های عصبی در واقع تعیین مقادیر بهینه وزن‌ها می‌باشد تا شبکه کمترین خطا را داشته باشد. به این ترتیب که در ابتدا یک سری وزن‌ها به صورت تصادفی انتخاب شده و سپس با توجه به اطلاعات آموزشی که شامل ورودی و خروجی‌های مرتبط است و یک روش مناسب آموزش، وزن‌ها به نحوی تغییر می‌کنند که شبکه به ازای مقادیر ورودی داده‌ها، مقادیر خروجی را بدهد. برای تعیین صحت و اعتبار مدل‌ها از آماره‌های

ضریب همبستگی (R) بین مقادیر اندازه‌گیری شده و پیش‌بینی شده و میانگین مربعات خطا استفاده شد که این آماره از رابطه (۵) قابل محاسبه است (ساکین و تیلن، ۲۰۰۹).

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \hat{x}_i)^2 \quad (5)$$

که در آن X_i مقدار شبیه‌سازی شده داده‌ها، \hat{x}_i مقدار اندازه‌گیری شده داده‌ها، i شمارشگر و ۱ تعداد داده‌های اندازه‌گیری شده است. هر چه مقدار میانگین مربعات خطا کمتر باشد، بیان‌گر آن است که نتایج شبیه‌سازی شده مدل به مقادیر اندازه‌گیری شده نزدیک‌تر است (ساکین و تایلن، ۲۰۰۹). اعتبارسنجی نشان‌دهنده بهترین مقدار میانگین مربعات خطا برای شبکه طراحی شده می‌باشد و زمانی روند آموزش شبکه صحیح بوده که مقدار میانگین مربعات خطای منحنی آموزش کمتر از این مقدار باشد و نیز منحنی‌های مربوط به مقادیر اعتبارسنجی و آزمون نزدیک یکدیگر قرار می‌گیرند جدول (۲)، بهترین اعتبارسنجی در گام هشتم آموزش با میانگین مربعات خطای ۰,۰۴ حاصل شده است.

جدول ۲: داده‌های حاصل از چرخش شبکه عصبی

گام	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
اندازه آزمون	۰/۴۰	۰/۳۶	۰/۲۵	۰/۲۴	۰/۳۵	۰/۴۰	۰/۴۲	۰/۴۸	۰/۴۱	۰/۳۹
مربع خطا	۰/۱۲	۰/۰۸	۰/۱۶	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۱۵	۰/۱۹	۰/۰۴	۰/۲۰	۰/۰۷

مأخذ: نگارندگان

داده‌های جدول (۳) نشان می‌دهند که اندازه خطا در شبکه عصبی حدود ۱/۲ درصد می‌باشد که ناچیز و مورد تأیید است.

جدول ۳: اندازه خطای شبکه عصبی

MSE	R2
۰/۰۱۲	۰/۴۴

مأخذ: نگارندگان

نتایج و بحث

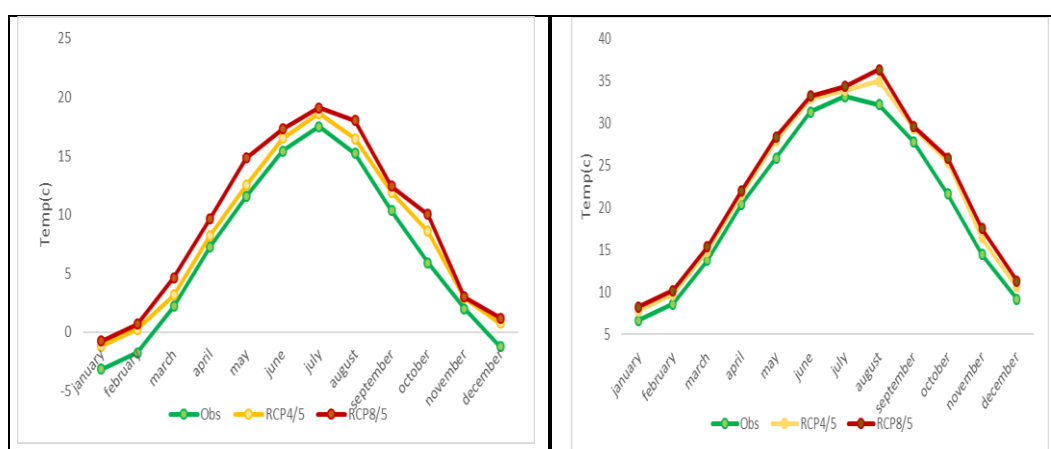
ریز‌مقیاس‌نمایی دما و بارش دوره آینده توسط مدل Hadcm3

جهت بررسی وضعیت متغیرهای اقلیمی دما (حداقل و حداکثر) و بارش ابتدا لازم بود تا سری زمانی مقادیر فوق برای دوره مشاهداتی ۲۰۰۵-۱۹۸۷ از ایستگاه استخراج گردد. سپس برای ریزمقیاس‌نمایی سری زمانی دما و بارش از خروجی‌های مدل HADCM3 به‌صورت روزانه (متغیرهای خروجی مدل ذکر شده و متغیرهای ثانویه که از فشار هوا در سطوح مختلف محاسبه شده‌اند) برای دستیابی به سری زمانی داده‌های روزانه دمای (حداقل، حداکثر) و بارندگی

مدل‌های گردش کل جو در دوره پایه تحت سناریوهای RCP8.5, RCP4.5 از پایگاه اطلاعاتی^۱ استفاده می‌شود. در ادامه سری زمانی مقادیر دما و بارندگی روزانه شبیه‌سازی شده توسط مدل گردش کلی جو در دوره پایه به صورت روزانه از سلولی که منطقه در آن قرار دارد از آدرس فوق برای دوره (۲۰۲۰-۲۰۵۰) استخراج می‌گردد. از برون‌داد مدل با استفاده از روش عامل تغییر برای دوره آتی (۲۰۲۰-۲۰۵۰) میلادی ریزمقیاس می‌شوند. سپس متوسط بلند مدت دما و بارش شبیه‌سازی شده برای دوره آتی محاسبه شده و با استفاده از مقادیر میانگین بلند مدت دما و بارش تهیه شده برای مدل در دوره پایه با استفاده از روابط (۱ و ۲) سناریوهای تغییر اقلیم دما و بارش منطقه ریزمقیاس می‌شوند. تغییرات دمای حداقل و حداکثر) و بارش ماهانه دوره آینده نسبت به دوره پایه بر اساس سناریوی RCP4.5 RCP8.5 در مقایسه با دوره پایه به صورت نمودار در شکل‌های (۳ و ۴) ارائه شده است. با بررسی نتایج سناریوهای تغییر اقلیم بر اساس پارامترهای دما و بارندگی به دست آمده از مدل گردش کلی جو نشان داد که میزان دمای هوا در الگوی واداشتی بدبینانه RCP8.5 و حد وسط RCP4.5 نسبت به دوره پایه افزایش خواهند داشت. این میزان افزایش در RCP8.5 بیشتر از RCP4.5 مشاهده می‌شود. میزان این تغییرات در دمای حداکثر تحت سناریوی RCP4.5 برای دوره آتی ۲/۷ درجه سانتی‌گراد افزایش، بر اساس سناریوی RCP8.5 برای دوره آتی ۳/۲ درجه سانتی‌گراد افزایش، دمای حداقل بر اساس سناریوی RCP4.5 برای دوره آتی ۱/۸ درجه سانتی‌گراد افزایش و سناریوی RCP8.5 برای دوره آتی ۲/۹ درجه سانتی‌گراد افزایش نسبت به دوره پایه خواهد داشت. میزان افزایش دما در فصول تابستان و پاییز بیشتر از دیگر فصول رخ خواهد داد به خصوص تابستان‌های گرم‌تری را تجربه خواهیم کرد و همچنین زمستان‌های ملایمی را نیز در پیش رو خواهیم داشت. نوسانات بارش دوره آتی نسبت به دوره پایه بر اساس سناریوی RCP4.5 ۳۰ درصد کاهش و بر اساس سناریوی RCP8.5 ۴۹ درصد کاهش بارش را برای دوره آتی نسبت به دوره پایه نشان می‌دهد. مطالعات ذیل نیز در تأیید این نتایج می‌باشند. بررسی‌های هیئت بین‌الدول تغییر اقلیم در گزارش پنجم نشان داد که میانگین دمای جهانی در دوره ۲۰۱۸ تا ۲۱۰۰ بر اساس سناریوی RCP4.5 ۰/۵ تا ۱/۸ درجه سانتی‌گراد و بر اساس سناریوی RCP8.5 ۰/۷ تا ۳/۷ درجه سانتی‌گراد نسبت به دوره ۱۹۸۶-۲۰۰۵ افزایش خواهد یافت (ونگ و همکاران، ۲۰۱۵). در مطالعه شبیه‌سازی عملکرد بخش کشاورزی دشت هشتگرد، دوره آتی (۲۰۲۰-۲۰۴۹) نتایج نشان داد درجه حرارت سالانه به‌طور متوسط در دوره آتی تحت سناریوهای RCP2.6, RCP4.5, RCP6 و RCP8.5 به ترتیب ۱/۳۴، ۱/۶۹، ۱/۵۲ و ۱/۸۱ درجه سلسیوس نسبت به دوره پایه افزایش می‌یابد. نتایج بارش نیز حاکی از عدم روند منظم صعودی یا نزولی در تغییرات ماهانه بارندگی می‌باشد (مهر آذر و همکاران، ۱۳۹۷). از نظر توانمندی مدل‌های CMIP5 و پایگاه داده جهانی Mark Sim GCM افزایش دمای هوا تا ۴/۲ درجه سانتی‌گراد تا افق ۲۰۹۰ در آینده در الگوی بدبینانه بر اساس مدل‌های CMIP5 تأیید شده است (احمدی و همکاران، ۱۳۹۷). در مناطق کشت انگور در ایران تحت سناریوی واداشتی RCP8.5 بدبینانه‌ترین حالت در دوره آینده میانی و دور به ترتیب ۱/۶ و ۴/۲ درجه سانتی‌گراد و در سناریوی RCP4.5 حد وسط

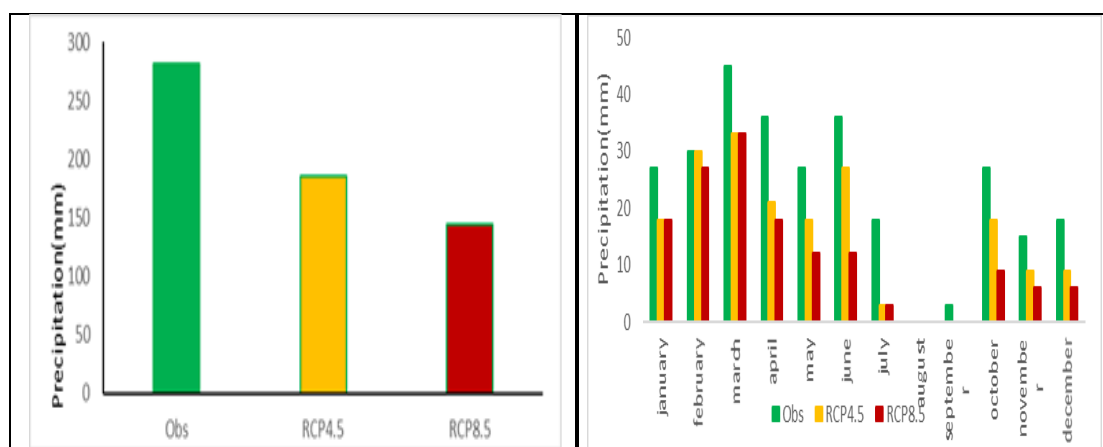
^۱(https://www.earthsystemcog.org/projects/cog/tutorials_web) – (<https://esgf-node.llnl.gov/projects/esgf-llnl/>)

در دوره آینده میانی و دور به ترتیب ۱/۲ و ۲/۳ درجه سانتی‌گراد دمای کمینه نسبت به دوره پایه افزایش خواهد یافت (شجاعی و همکاران، ۱۳۹۹). نتایج مقایسه داده‌های دوره پایه و دوره آتی نشان‌دهنده افزایش دما (حداقل و حداکثر) و کاهش بارش تحت هر دو سناریوی اقلیمی برای دوره آتی نسبت به دوره پایه است؛ بنابراین دما در دوره آینده در منطقه گلمکان افزایش قابل ملاحظه‌ای خواهد داشت. همچنین بارش نیز درخور توجهی کاهش پیدا خواهد نمود. به‌نحوی که تغییر اقلیم در آینده موجب تغییر در زمان رخ داد همه فصول و همچنین تغییر ماهیت هر یک از فصول سال خواهد شد. لذا با توجه به ذکر تغییراتی که در پارامترهای هواشناسی و اقلیمی در اقلیم آینده حادث خواهد شد، به‌تبع این تغییرات منجر به تغییراتی نیز در مراحل فنولوژی و میزان تولید انگور بی‌دانه سفید متناسب با تغییر اقلیم حادث خواهد شد.



مأخذ: نگارندگان

شکل ۳: تغییرات میانگین دمای حداکثر ماهانه (سمت راست) دمای کمینه ماهانه (سمت چپ) در دوره آینده نسبت به دوره پایه تحت سناریوهای RCP4.5, RCP8.5



مأخذ: نگارندگان

شکل ۴: مقایسه تغییرات بارندگی ماهانه (سمت راست) و بارندگی سالانه (سمت چپ) در دوره آینده نسبت به دوره پایه تحت سناریوهای RCP4.5, RCP8.5

اثر تغییر اقلیم بر مراحل فنولوژی و عملکرد انگور

مراحل فنولوژی

شبکه عصبی پویا دارای سه لایه است. لایه نخست شامل لایه ورودی داده‌ها، لایه میانی و لایه خروجی شامل نتیجه‌ای است که از پیش‌بینی داده‌ها حاصل می‌شود با استفاده از داده‌های لایه میانی ۱- داده‌های مضاعف درجه روز رشد (GDD) ۲- داده‌های ریزمقیاس شده برای شبیه‌سازی داده‌ها استفاده می‌شود؛ و در هر محاسبه، داده‌ها تحت سناریوی‌های RCP4.5 و RCP4.5 وارد شبکه می‌شوند. به واسطه تأثیرگذاری داده‌های لایه میانی بردادهای پایه تعداد روز هر مرحله وارد شبکه عصبی می‌گردد. به این ترتیب در مرحله نخست داده‌های مربوط به تعداد روز هر مرحله وارد شبکه عصبی می‌شوند سپس داده‌های GDD و در مرحله سوم داده‌های مربوط به ریزمقیاس شده به شبکه منتقل می‌شوند؛ و در نتیجه خروجی شبکه عصبی شبیه‌سازی مراحل فنولوژی برای دوره آتی به دست می‌آید. مقادیر شبیه‌سازی شده مراحل مختلف و میزان تغییرات آن در جدول (۴) آورده شده است.

جدول ۴: مقایسه تعداد روزهای مراحل فنولوژی دوره پایه با مقادیر شبیه‌سازی شده و میزان تغییرات دوره آتی بر اساس سناریوی‌های RCP4.5, RCP8.5

RCP8.5		RCP4.5		تعداد روز (دوره پایه)	مرحله فنولوژی
میزان تغییر	تعداد روز (دوره آتی)	میزان تغییر	تعداد روز (دوره آتی)		
-۶	۹۴	-۴	۹۶	۱۰۰	اول- ظهور جوانه
-۱۱	۱۴۴	-۷	۱۱۸	۱۲۵	دوم- شکفتن جوانه برگ(برگ دهی)
-۱۸	۱۳۲	-۱۰	۱۴۰	۱۵۰	سوم- شکفتن جوانه گل(گل دهی)
-۲۲	۱۶۸	-۱۳	۱۷۷	۱۹۰	چهارم- رشد غوره
-۲۴	۲۰۶	-۱۵	۲۱۵	۲۳۰	پنجم- رسیدن میوه

مأخذ: نگارندگان

تعداد روز از مرحله ظهور جوانه تا رسیدن میوه برای انگور بی‌دانه سفید بر اساس مدل یاد شده و تحت سناریوهای مورد بررسی در کلیه مراحل فنولوژی نسبت به دوره پایه کاهش رانشان می‌دهد؛ به عبارت دیگر نتایج پیش‌بینی تعداد روز از ظهور جوانه تا رسیدن میوه تحت تأثیر تغییرات اقلیمی قرار گرفته و مراحل فنولوژی جلوتر رخ خواهد داد. میانگین طول دوره رشد تا مرحله رسیدن در دوره پایه ۲۳۰ روز می‌باشد که بر اساس سناریوی RCP4.5 به ۲۱۵ روز خواهد رسید که بر این اساس به میزان ۱۵ روز جلوتر رخ خواهد داد. همچنین بر اساس سناریوی RCP8.5 به ۲۰۶ روز خواهد رسید که به میزان ۲۴ روز جلوتر رخ خواهد داد. به عبارتی مراحل فنولوژی زودتر از پایه رخ خواهد داد (جدول ۴). به‌طور میانگین تحت هر دو سناریو ۶/۷ روز مراحل فنولوژی زودتر تکمیل خواهند شد؛ و به ازای هر ۱ درجه سانتی‌گراد افزایش دمای متوسط به مدت ۵ روز زمان مراحل فنولوژی به جلو کشیده خواهد. این داده‌ها نشان می‌دهند که سناریوی RCP8.5 تغییرات بیشتری نسبت به سناریوی RCP4.5 را در پی خواهد داشت. در تأیید نتایج این پژوهش از نظر اثر

تغییر اقلیم بر مراحل فنولوژی دوره آینده نسبت به دوره پایه در مطالعات ذیل نیز مورد تأیید می‌باشند. زمان رخداد مرحله فنولوژیکی گل‌دهی بر اثر تغییر اقلیم دوره آینده نسبت به دوره پایه تغییر پیدا می‌کند (ونگ و همکاران، ۲۰۱۵). در مطالعه ارزیابی اثرهای تغییر اقلیم بر ریسک یخبندان و شرایط گُلدهی درخت انگور مشخص کردند که خطر یخبندان‌های دیررس بهاره در شرایط تغییر اقلیم آینده به دلیل ظهور زودهنگام جوانه‌زنی انگور به دلیل گرمای انتهایی فصل زمستان افزایش می‌یابد (موزدیل و همکاران، ۲۰۱۵). تغییر زمان رخداد مرحله فنولوژیکی گُلدهی برای درختان میوه خزان کننده از جمله انگور است (رمیزر و کارلال، ۲۰۱۵). در کشور اسپانیا با مطالعه تغییر وضعیت مراحل فنولوژیکی درخت انگور در آینده بر اساس سناریوهای RCP4.5 و RCP8.5 نیز تأیید شده است. وی مشخص کرده است که تغییرات فنولوژیکی بسته به وارثه درخت انگور تقریباً متفاوت بوده و به‌طور متوسط در آینده دور تا ۱۶ روز زمان رخداد فنولوژی انگور از جمله گُلدهی تغییر خواهد کرد. هرچقدر به دهه‌های پایانی قرن حاضر پیش برویم، ظهور زود هنگام مراحل فنولوژیکی از جمله گُلدهی زودتر رخ خواهد داد (راموس، ۲۰۱۷). مطالعه بر روی تغییر وضعیت مرحله فنولوژیکی گل‌دهی بهاره در اسپانیا نیز نشان داده که زمان گل‌دهی جلوتر رخ می‌دهد (هیدالگو- گالوز و همکاران، ۲۰۱۸). اثرات تغییر اقلیم بر، طول دوره رشد چهار محصول غالب گندم، جو، ذرت و یونجه دشت هشتگرد، بررسی نموده‌اند که نتایج نشان داد طول دوره رشد محصولات کشاورزی در اثر تغییر اقلیم در دوره آتی کاهش خواهد یافت که حداکثر کاهش طول دوره رشد برای گندم، جو، ذرت و یونجه به ترتیب ۱۹، ۱۲، ۱۴ و ۱۲ روز رخ خواهد داد (مهر آذر و همکاران، ۱۳۹۷). نتایج مطالعات نشان داده که تغییرات پیش‌نگری شده برای مراحل فنولوژی در دوره آینده همسان و یکنواخت نخواهد بود و بیشترین اثرهای افزایش دمای هوا در مناطق مرتفع رخ خواهد داد (الیکادیک و همکاران، ۲۰۱۹). نتایج مطالعات (الیکادیک و همکاران ۲۰۱۹) نیز نشان داده که بیشترین اثرهای افزایش دمای هوا در مناطق مرتفع آشکار خواهد شد و عامل ارتفاع موجب نایکنواختی تغییرات زمان رخداد مراحل فنولوژیکی دوره آینده خواهد شد. این شرایط مباحث می‌شود این درختان را در مراحل حساس فنولوژیکی از قبیل جوانه‌زنی و گل‌دهی در مصاف با سرماهای دیررس بهاره قرار بدهد. نتایج مطالعات نشان داده که تسریع بیشتر در وضعیت فنولوژیکی درخت انگور بیشتر در وارثه‌های کشت شده در مناطق مرتفع مشاهده خواهد شد (الیکادیک و همکاران، ۲۰۱۹). مطالعات در مورد اثرهای تغییر اقلیم بر وضعیت فنولوژی انگور هم‌خوانی دارد. مطالعات آن‌ها نشان داده که تغییر اقلیم آینده موجب ظهور زودهنگام مراحل فنولوژی درخت انگور می‌شود (الیکادیک و همکاران، ۲۰۱۹). در نتایج مطالعه آستانه زیستی بر اساس الگوی واداشتی بدینانه در آینده میانی ۸ تا ۱۶ روز و زمان گُلدهی ۷ تا ۱۶ روز، زمان رخداد آن‌ها جلوتر رخ خواهد داد (شجاعی و همکاران، ۱۳۹۹).

ب- عملکرد انگور

جهت کالیبره کردن شبکه عصبی جهت شبیه‌سازی میزان عملکرد انگور با به‌کارگیری داده‌های دیدبانی متغیرهای هواشناسی شامل ساعات آفتابی، رطوبت حداکثر، رطوبت حداقل، دمای میانگین، دمای حداکثر و دمای حداقل و جدول

کمیت انگور در دوره پایه، شبکه عصبی کالیبره شده برای پیش‌نگری میزان عملکرد انگور با استفاده از متغیرهای هواشناسی ریزمقیاس شده مورد استفاده قرار گرفت؛ و در ادامه پیش‌نگری میزان عملکرد تولید بر اساس داده‌های RCP5 تحت دو سناریوی واداشت تا شی RCP4.5 و RCP8.5 وارد شبکه عصبی می‌شوند؛ سپس در لایه میانی، عملیات تحلیل بر روی آن‌ها صورت می‌گیرد. جدول (۵) مراحل مختلف مدل شبکه عصبی را نشان می‌دهد.

جدول ۵: مراحل کالیبره آموزش و آزمایش و نتایج شبکه عصبی

آزمایش		آموزش		تعداد لایه پنهان	متغیر خروجی	متغیر ورودی	سناریو
ریشه میانگین مربعات خطا	ضریب تبیین	ریشه میانگین مربعات خطا	ضریب تبیین				
۰/۰۱	۰/۳۶	۰/۰۴	۰/۴۸	۱	پیش‌بینی آینده	دمای حداقل، حداکثر روزانه و بارش	RCP4.5
۰/۰۱	۰/۴۲	۰/۰۵	۰/۶۲	۱	پیش‌بینی آینده	دمای حداقل و حداکثر روزانه و بارش	RCP8.5

مأخذ: نگارندگان

سرانجام لایه خروجی متعلق به داده‌های عملکرد تولید انگور برای آینده پیش‌بینی شده‌اند. داده‌هایی که در شکل (۵) و (۶) آورده شده‌اند نشان می‌دهند که شبکه عصبی به‌صورت معناداری قادر به پیش‌بینی میزان عملکرد میزان محصول برای زمان آینده است. در جدول (۶) مقدار R حاکی از معنی‌دار بودن آزمون و مقدار P-Value حاکی از تأیید رابطه می‌باشد.

جدول ۶: آزمون آماری مقادیر عملکرد در دوره پایه و پیش‌بینی شده

سناریو	R	Paired T Test	P-Value	فاطمه اطمینان ۹۵ درصد
RCP4.5	۰/۹۶***	۱/۴۴	۰/۰۸	۴۰-۸۰
RCP8.5	۰/۹۰***	۱/۲۴	۰/۰۷	۳۰-۷۰

*** به مفهوم معناداری ۹۹ درصد است.

مأخذ: نگارندگان

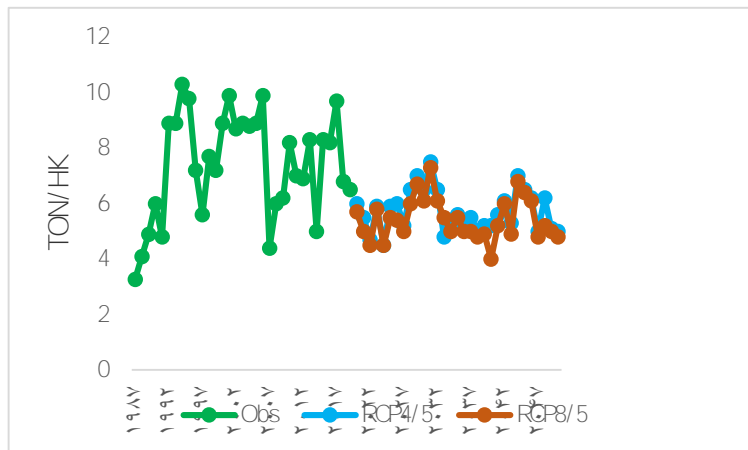
این یافته به این معنا است که رابطه مقدار انگور پیش‌بینی شده و پایه، معنادار است و مقدار پیش‌بینی شده به‌صورت معناداری کمتر است؛ به عبارت دیگر، این یافته به این معنا است که تغییرات حجم انگور تولیدی در آینده به‌صورت معناداری نسبت به زمان حاضر کاهش می‌یابد. بر اساس آنچه از نتایج شبکه عصبی حاصل می‌گردد، میزان عملکرد آتی (۲۰۲۰ تا ۲۰۵۰) تحت سناریوهای RCP4.5 و RCP8.5 به ترتیب حداقل عملکرد ۲/۲،۰۴/۷ و حداکثر عملکرد ۲،۳/۳ و میانگین عملکرد ۰/۰،۸۶/۵۴ تن در هکتار کاهش پیدا خواهد نمود. مشخص شد که تحت سناریوی RCP4.5 طی دوره

زمانی آتی می‌توان انتظار داشت روند برداشت محصول در کلیه موارد دارای «روند کاهشی» می‌باشند و همچنین تحت سناریوی RCP8.5 تغییرات با روند کاهشی بیشتر از سناریو RCP4.5 است. نتایج حاصل از شبکه عصبی و مقایسه جدول‌های دوره پایه و دوره آتی نشان می‌دهند که میزان عملکرد انگور بی‌دانه سفید تحت تأثیر پدیده تغییر اقلیم قرار خواهد گرفت و این به این معنا است که در آینده نمی‌توان انتظار عملکرد مطلوب امروزی را در اقلیم آینده از میزان تولید میوه انگور مورد بررسی داشت. مقادیر عملکرد در دوره پایه و شبیه‌سازی شده دوره آتی و میزان تغییرات آن تحت سناریوی‌های مورد مطالعه در جدول (۷) جهت مقایسه نتایج آورده شده است. در تأیید صحت نتایج حاصله در این پژوهش از نظر اثر تغییر اقلیم بر عملکرد محصولات کشاورزی در اقلیم آینده نسبت به دوره پایه در مطالعات پژوهشگران ذیل نیز تأیید شده است. در مطالعه بررسی تأثیر تغییر اقلیم بر طول دوره رشد و مراحل فنولوژیک رشد گندم در منطقه زابل نتایج نشان داده است که تغییر اقلیم بر مراحل فنولوژیک رشد گندم منطقه را تحت تأثیر قرار خواهد داد. سناریوهای محتمل افزایش دما ۲ تا ۵ درجه سانتی‌گراد را نشان می‌دهند. همچنین طول دوره رشد به میزان ۲۰ تا ۲۵ روز کوتاه‌تر می‌شود. وقوع این تغییرات و کوتاه شدن طول دوره رشد به میزان ۲۵ روز باعث می‌شود گیاه در مرحله پر شدن دانه به تنش حرارتی کمتری برخورد کرده اما از طرفی مدت زمان بهره‌برداری از منابع کاهش می‌یابد که می‌تواند باعث کاهش عملکرد نیز گردد (محمدی و همکاران، ۱۳۹۷). در مطالعه‌ای به بررسی اثرات تغییر اقلیم بر تولید پتانسیل چهار محصول گندم، جو، ذرت و یونجه دشت هشتگرد پرداخته‌اند؛ که نتایج بیانگر کاهش عملکرد محصولات در دوره اقلیمی آتی خواهد داشت به نحوی که حداکثر کاهش در تولید گندم، جو، ذرت و یونجه به ترتیب ۱۲/۱۵، ۱۰/۱۲، ۸/۱- و ۸/۱ درصد می‌باشد (مهر آذر و همکاران، ۱۳۹۷). در مطالعه‌ای به اثرهای تغییر اقلیم بر عملکرد و مراحل فنولوژیکی گیاه کلزا پرداخته‌اند، نتایج بیانگر این است که افزایش میانگین عملکرد کلزا تحت هر دو سناریوی RCP4.5، RCP8.5 تا ۱۶/۵ درصد افزایش پیدا می‌کند (حیدری بنی و همکاران، ۱۳۹۷).

جدول ۷. مقایسه مقادیر عملکرد دوره پایه و شبیه‌سازی شده آتی و میزان تغییرات آن تحت سناریوی‌های RCP8.5، RCP4.5

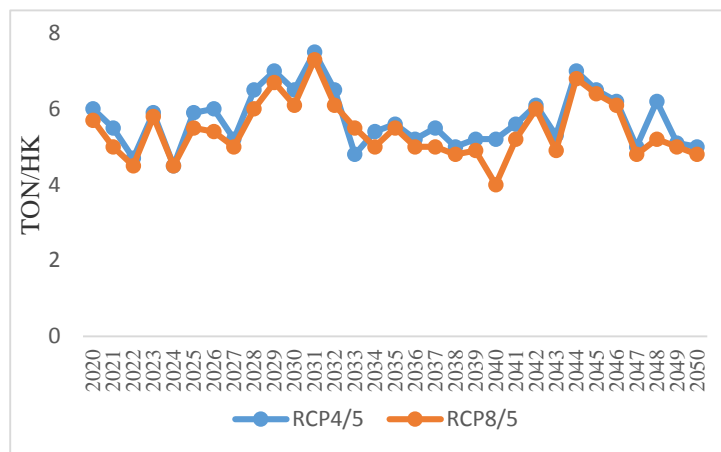
میانگین (بر اساس تن)		حداکثر (بر اساس تن)		حداقل (بر اساس تن)		عملکرد	
۷/۵		۱۲/۶		۶		عملکرد دوره پایه	
میزان تغییر		میزان تغییر		میزان تغییر		شبیه‌سازی عملکرد دوره آتی (۲۰۲۰-۲۰۵۰)	
۰/۵۴	۶/۹	۲/۳	۱۰/۳	۲/۷	۳/۳		RCP4.5
۰/۸۶	۶/۶	۳	۹/۶	۲/۰۴	۲/۹		RCP8.5

مأخذ: نگارندگان



مأخذ: نگارندگان

شکل ۵: مقایسه روند عملکرد انگور دوره پایه و شبیه‌سازی شده دوره آتی بر اساس سناریوهای RCP8.5, RCP4.5



مأخذ: نگارندگان

شکل ۶: شبیه‌سازی و مقایسه میزان عملکرد انگور دوره آتی بر اساس سناریوهای RCP8/5, RCP4/5

نتیجه‌گیری

با بررسی نتایج سناریوهای تغییر اقلیم بر اساس پارامترهای دما و بارندگی به دست آمده از مدل گردش کلی جو نشان داد که دمای حداکثر تحت سناریوی RCP4.5 برای دوره آتی ۲/۷ درجه سانتی‌گراد افزایش، بر اساس سناریوی RCP8.5 برای دوره آتی ۳/۲ درجه سانتی‌گراد افزایش، پیدا می‌کند. دمای حداقل بر اساس سناریوی RCP4.5 برای دوره آتی ۱/۸ درجه سانتی‌گراد افزایش و تحت سناریوی RCP8.5 برای دوره آتی ۲/۹ درجه سانتی‌گراد افزایش خواهد داشت. نوسانات بارش دوره آتی نسبت به دوره پایه بر اساس سناریوی RCP4.5 ۳۰ درصد کاهش و بر اساس سناریوی RCP8.5 ۴۹ درصد کاهش بارش را برای دوره آتی نسبت به دوره پایه نشان می‌دهد. نتایج مدل اقلیمی بیانگر افزایش دما و کاهش بارندگی در دوره آتی نسبت به دوره پایه می‌باشد. جهت بررسی تأثیر متغیرهای هواشناسی بر مراحل فنولوژی و عملکرد انگور از روش شبکه عصبی استفاده گردیده است. بدین نحو که از روش پویا برای تحلیل

مراحل فنولوژی و پرسپترون چند لایه برای ارزیابی عملکرد استفاده شده است. برای این منظور داده‌های دوره مشاهداتی به دو بخش آموزش و تست تقسیم شدند. کارایی شبکه عصبی در شبیه‌سازی متغیرهای مراحل فنولوژی و کمیت بر اساس داده‌های مشاهداتی هواشناسی و طول دوره مراحل فنولوژی و عملکرد دوره پایه با معرفی سری دماها و بارش تولید شده بر اساس سناریوهای مذکور تغییر اقلیم به مدل شبکه عصبی، مراحل فنولوژی و عملکرد انگور برای دوره آتی بر اساس سناریوها برای دوره (۲۰۲۰-۲۰۵۰) مورد شبیه‌سازی قرار گرفته است. نتایج شبیه‌سازی طول دوره مراحل مختلف فنولوژی در هر دو سناریو و در کلیه مراحل فنولوژی نسبت به دوره پایه کاهش دوره را نشان می‌دهند؛ که بر اساس سناریوی RCP4.5 روز جلوتر رخ خواهد داد؛ و بر اساس سناریوی RCP8.5 به میزان ۲۴ روز جلوتر رخ خواهد داد. به عبارتی مراحل فنولوژی زودتر از پایه رخ خواهد داد. به‌طور میانگین تحت هر دو سناریو ۶/۷ روز مراحل فنولوژی زودتر تکمیل خواهند شد. نتایج نشان می‌دهند که سناریوی RCP8.5 تغییرات بیشتری نسبت به سناریوی RCP4.5 را در پی خواهد داشت. همچنین مقایسه نتایج میزان عملکرد دوره پایه با مقادیر پیش‌بینی شده آتی بر اساس سناریوها نیز حاکی از تغییرات معنی‌داری در میزان عملکرد محصول در آینده است، به نحوی که میزان عملکرد آتی تحت سناریوهای RCP4.5 و RCP8.5 به ترتیب حداقل عملکرد ۲/۰۴ و ۲/۷ حداکثر عملکرد ۲/۳ و ۳ میانگین عملکرد ۰/۵۴ و ۰/۸۶ تن در هکتار کاهش پیدا خواهد کرد؛ بنابراین بررسی نتایج بیانگر اثرات تغییر اقلیم باعث کاهش طول دوره مراحل فنولوژیک و همچنین کاهش عملکرد انگور بی‌دانه سفید در منطقه مورد مطالعه در شرایط آینده می‌شود؛ و در آینده نمی‌توان انتظار عملکرد امروزی را از محصول انگور مورد بررسی داشت. در نهایت می‌توان گفت که این‌گونه مطالعات با بررسی اثر تغییر اقلیم بر طول دوره مراحل فنولوژی و میزان عملکرد محصولات باغی را شناسایی کرده و این امکان را برای مدیران و سیاست‌گذاران بخش کشاورزی در دستگاه‌های ذیربط فراهم می‌کند تا با اتخاذ تمهیدات و اقداماتی همچون مکان‌گزینی صحیح باغات، تعیین الگوهای کشت مناسب و گونه مناسب با اقلیم احتمالی آینده در جهت تعدیل اثرات سوء احتمالی و به‌کارگیری روش‌های نوین جهت تطبیق و سازگاری با شرایط جدید اقلیم تغییر یافته و متفاوت را فراهم کنند.

منابع

- ۱- احمدی، ح. (۱۳۹۶). بررسی اثرات تغییر اقلیم بر روی درخت سیب در ایران، پایان‌نامه دکتری، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، گروه آب و هواشناسی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار.
- ۲- احمدی، ح. فلاح قالمهری، غ. باعقیده، م. و امیری، م.ا. (۱۳۹۷) بررسی اثرات تغییر اقلیم بر الگوی انباشت گرمایی مناطق کشت درخت سیب در ایران، نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، ۵(۲): ۳۵-۵۴.
- ۳- اکبر زاده، م و میر حاجی، س.ت. (۱۳۸۱) بررسی فنولوژی چندگونه مهم مرتعی در منطقه پلور. مجله تحقیقات مراتع و بیابانی ایران، ۹.

- ۴- اشرف، ب. موسوی بایگی، م. غلامعلی کمالی، غ. ع. و داوری، ک. (۱۳۹۰). پیش‌بینی تغییرات فصلی پارامترهای اقلیمی در ۲۰ سال آتی با استفاده از ریزمقیاس نمایی آماری داده‌های مدل HadCM3 (مطالعه موردی: استان خراسان رضوی). مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی) ۲۵ (۴): ۹۴۰-۹۵۲.
- ۵ - امینی، ر. (۱۳۹۲). امکان‌سنجی اقلیمی کشت انگور در شمال شرق کشور، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، رشته اقلیم‌شناسی در برنامه‌ریزی محیطی، استاد راهنما کرمی، م. دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران.
- ۶- بیات ورکشی، م. محمدی، ک. و نوری، ح. (۱۳۹۷). بررسی اثر الگوی بزرگ مقیاس گردش جوی- اقیانوسی بر عملکرد انگور. مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس ملی صنعت انگور و کشمش ایران، ۴ و ۵ مهر ۱۳۹۷، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران.
- ۷- پایمرد، ص. بیناییان اول، م. و صادق آبادی، ر. (۱۳۹۵). بررسی تأثیر تغییرات آب و هوا بر مراحل فنولوژی و عملکرد گندم در شرایط آب و هوایی خراسان رضوی. مجموعه مقالات دومین کنگره ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۱۳-۱۴ مرداد، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران.
- ۸- تقی لو، حیدر و عدالت، علی (۱۳۸۷). باغبانی (مو کاری)، انتشارات آوای نور، تهران، ایران.
- ۹- حیدری بنی، م. یزدان پناه، ح. محنت کش، ع. ا. (۱۳۹۷). بررسی اثرات تغییر اقلیم بر عملکرد و مراحل فنولوژیکی کزرا (مطالعه موردی: استان چهارمحال و بختیاری). پژوهش‌های جغرافیای طبیعی. ۵۰ (۲): ۳۷۳-۳۸۹.
- ۱۰- دهقانی، ط. و علیقلی، س. (۱۳۹۴). ارزیابی تغییرات اقلیمی بر روی گیاه انگور با استفاده از مدل لارس (نمونه موردی شهرستان اردبیل). همایش بین‌المللی پژوهش‌های کاربردی در کشاورزی، شرکت تعاونی علم گستران پیش‌تاز ایرانیان، ملارد، تهران، ایران.
- ۱۱- رحیم زاده، ف (۱۳۹۰). روش‌های آماری در مطالعات هواشناسی و اقلیم‌شناسی. چاپ اول، انتشارات سید باقر حسینی، تهران، ایران.
- ۱۲- رحیم‌پور، پ (۱۳۹۶). تأثیر تغییرات آب و هوا در مرحله گلدهی درختان سیب، انگور و هلو در مشکین شهر، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. رشته جغرافیا گرایش آب و هواشناسی کاربردی، استاد راهنما سبحانی، ب. دانشکده ادبیات و علوم انسانی، گروه جغرافیا، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
- ۱۳- شجاعی، ط. فلاح قاهری، غ. کاشکی، ع. (۱۳۹۹). بررسی اثرات تغییر اقلیم بر زمان رخداد آستانه زیستی و مرحله گل‌دهی درخت انگور در ایران. پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۲۵ (۱): ۱۲۹-۱۴۵.
- ۱۴- فلاح قاهری، غ. احمدی، ح. (۱۳۹۶) بررسی روند تغییرات نیازهای سرمایی و طول مراحل فنولوژیک درخت سیب (مطالعه موردی: منطقه کرج). نشریه هواشناسی کشاورزی، ۵ (۱): ۵۷-۷۰.
- ۱۵- محمدی، ح. ر. رمرودی، م. بنایان، م. اصغری پور، م. ر. فناپی، ح. ر. (۱۳۹۷). اثر تغییر اقلیم بر طول دوره رشد و مراحل فنولوژیک رشد گندم در منطقه زابل. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۱۰ (۳۴): ۱-۱۰.
- ۱۶- مشکوه، ر. مهرجو، س و بخشنده، م. (۱۳۹۱). بررسی تأثیر تغییر اقلیم و ریزگردهای نمکی بر عملکرد باغات انگور در منطقه آذربایجان. مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی انگور و کشمش، ۲۹ شهریور، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران.
- ۱۷- مهر آذر، آ. مساح بوانی، ع. ر. مشعل، م. رحیمی خوب، ح. (۱۳۹۷) بررسی اثرات تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی دشت هشتگرد با تأکید بر عدم قطعیت مدل‌های AOGCM گزارش ارزیابی پنجم IPCC. علوم و مهندسی آبیاری. ۴۱ (۳) صص ۴۵-۵۹.
- 18- Alikadic, A. Pertot, I. Eccel, E. Dolci, C. Zarbo, C. Caffarra, A. And Furlanello, C. (2019). The Impact Of Climate Change On Grapevine Phenology And The Influence Of Altitude: A Regional Study, Agricultural And Forest Meteorology, 271: 73-82.
- 19- Bannayan, M. And Hoogenboom, G. (2008). Weather Analogue: A Tool For Real-Time Prediction Of Daily Weather Data Realizations Based On A Modified K-Nearest Neighbor Approach. Environmental Modelling And Software, 23(6), 703-713.
- 20- Cornelius, C. Estrella, N. And Menzel, A. (2010). Continuous Monitoring Of Seasonal Phonological Development By BBCH Code, International Conference On Phnology: Plant Ecology And Diversity, 7th - 9th April 2010, Scottish Agricultural College, Edinburgh.
- 21- Gordon, C. Cooper, C. Senior, C.A. Banks, H. Gregory, J.M. Johns, T.C. Mitchell, J.F.B. And Wood, R.A. (2000). The Simulation Of SST, Sea Ice Extents And Ocean Heat

- Transports In A Version Of The Hadley Centre Coupled Model Without Flux Adjustments. *Clim, Dyn.* 16, Pp.147–168.
- 22- Grab, S. And Craparo, A. (2011). Advance Of Apple And Pear Tree Full Bloom Dates In Response To Climate Change In The Southwestern Cape, South Africa: 1973–2009. *Agricultural And Forest Meteorology*, 151:406-413.
- 23- Hidalgo Galvez, M.D. García Mozo, H. Oteros, J. Mestre, A. Botey, R. And Galán, C. (2018). Phenological Behaviour Of Early Spring Flowering Trees In Spain In Response To Recent Climate Changes, *Theoretical And Applied Climatology*, 132(1-2): 263-273.
- 24- IPCC, (1999), General Guidelines On The Use Of Scenario Data For Climate Impact And Adaptation Assessment, Task Group On Data And Scenario Support For Impact And Climate Assessment (TGICA).
- 25- IPCC, (2007), Climate Change 2007: Impacts Adaptation And Vulnerability, Contribution Of Working Group II To The Fourth Assessment Report Of The Intergovernmental Panel On Climate Change. Edited By M. Parry Et Al. Cambridge University Press, UK.
- 26- 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. And Ritchie, J.T. (2003). The DSSAT Cropping System Model. *European Journal Of Agronomy*, 18(3), 235-265.
- 27- Lorenzo, M.N. Taboada, J.J. Lorenzo, J. Fand Ramos, A. M. (2012). Influence Of Climate On Grape Production And Wine Quality In The Ri'As Baixas, Northwestern Spain. Springer-Verlag Berlin Heidelberg December 2012.
- 28- Mosedale, JR. Wilson, RJ. And Maclean, IMD. (2015). Climate Change And Crop Exposure To Adverse Weather: Changes To Frost Risk And Grapevine Flowering Conditions, *Plos ONE* 10(10). E0141218. Doi:10.1371/Journal.Pone.0141218.
- 29- Parry, M. Rosenzweig, C. Inglesias, A. Livermore, M. Gischer, G. (2004). Effects Of Climate Change On Global Food Production Under SRES Emissions And Socio-Economic Scenarios. *Global And Environmental Change*, 14(1), 53-67.
- 30- Ramirez, F. And Kallarackal, J. (2015). Responses Of Fruit Trees To The Global Climate Change, Springer Cham Heidelberg New York, Dordrecht London. ISBN. 978-3-319-14199-2.
- 31- Ramos, M.C. (2017). Projection Of Phenology Response To Climate Change In Rainfed Vineyards In Northeast Spain, *Agricultural And Forest Meteorology*, 247: 104-115.
- 32- Roberts, E.H. & Summerfield, R.J. (2007). Measurement And Prediction Of Flowering In Annual Crops. In: Atherton, J.G. (Ed.), *Manipulation Of Flowering*. Butterworth, London, England, Pp.17–50.
- 33- Ruiter, A. (2012). Delta Change Approach For CMIP5 Gems. (Trainee Report) Royal Netherlands Meteorological Institute, 336.
- 34- Sackin, D & Thyllen, S. F (2009). MIT Lincoln Lab. Neural Networks, Robot, New York.
- 35- Stat Soft, D. R (2006). Neural Network Towards Business Forecasting, *Journal Of Engineering*, 2 (4): 24-30.
- 36- Sharma, J. Upadhyay, A. K. Sawant, S. Sharma, A.K. Jogaiah, S. Yadav, S.Y. And Ramteke, S.D. (2013). Effect Of Climate Change On Grape And Its Value-Added Products, (Pp.67-80) Singh, H. P. Sri Nivasrao, N. K. Shiva, K. S. 33- Shankar, K.S. *Climate-Resilient Horticulture: Adaptation And Mitigation Strategies*. Publisher: Springer India.
- 37- Wilby, R.L. And Harris, I. (2006). A Frame Woke For Assessing Uncertainties In Climate Change Impact: Low -Flow Scenarios For The River Thames, UK. *Water Resources Research*. First Published Feb 28, 2006, From <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1029/2005WR004065>.
- 38- Wang, B. Liu, D.L. Asseng, S. Macadam, I. And Yu, Q. (2015). Impact Of Climate Change On Wheat Flooding Time In Sastern Australia. *Agriculture And Forest Meteorology*, 210: 11-21.
- 39- Wang, H. Ge. Q. Dai, J. And Tao, Z. (2015). Geographical Pattern In First Bloom Variability And Its Relation To Temperature Sensitivity In The USA And China. *Int J Biometeorology*, 59: 961-969.