

بررسی اثر تغییر اقلیم بر تولید انگور بی دانه سفید در ۲۰۹۶-۲۰۶۶ با استفاده از ریزمقیاس نمایی آماری برونداد مدل HADCM3 (مطالعه موردی: ایستگاه گلکان)

احمد علیزاده^{۱*}، ایمان بابائیان^۲، حمید نوری^۳، محمد علی نجاتیان^۴

^۱ دانشجوی دکتری آب و هواشناسی کشاورزی، گروه پژوهشی علوم محیطی انگور، پژوهشکده انگور و کشمش، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران

^۲ استادیار، گروه پژوهشی مدل سازی و پیش آگاهی اقلیمی، پژوهشکده اقلیم شناسی مشهد، سازمان هواشناسی کشور، مشهد، ایران

^۳ استادیار، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران

^۴ 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 دریافت: ۹۸/۳/۱۹، تاریخ پذیرش: ۹۸/۶/۱۲

چکیده

از اثرات عمده تغییر اقلیم، تاثیر آن بر میزان تولید محصولات کشاورزی می باشد. انگور یکی از محصولات مهم استراتژیک باغی کشور می باشد. در این پژوهش ابتدا مقادیر روزانه دما (حداقل و حداکثر) و بارش براساس مدل HadCM3^۱ در دوره پایه و آینده دوره (۲۰۶۶-۲۰۹۶) براساس سناریوهای واداشت تابشی RCP4.5 و RCP8.5 استخراج و با استفاده از روش عامل تغییر^۲، ریزمقیاس شدند. از داده های روزانه دما (میانگین، کمینه، بیشینه) بارش، ساعات آفتابی، رطوبت کمینه و بیشینه ایستگاه و داده های خروجی ریزمقیاس شده با به کارگرفتن شبکه عصبی پرسپترون در نرم افزار Matlab2018a میزان عملکرد انگور برای آینده شبیه سازی شد. نتایج مدل اقلیمی افزایش دما و کاهش بارندگی در آینده نسبت به دوره پایه را نشان می دهد. افزایش دمای بیشینه در سناریوهای RCP4.5 و RCP8.5 به ترتیب ۳/۹ و ۵/۸ درجه سلسیوس و در دمای کمینه به ترتیب ۲/۵ و ۴/۴ درجه سلسیوس برآورد گردیده است. نتایج شبیه سازی نشان دادند که بارش سالانه در سناریوهای RCP4.5 و RCP8.5 به ترتیب ۴۶ و ۷۰ درصد نسبت به دوره پایه کاهش خواهد یافت. نتایج شبیه سازی عملکرد انگور بی دانه سفید در آینده تحت هر دو سناریوی RCP4.5 و RCP8.5 نشان داد که حداقل عملکرد به ترتیب ۰/۸ و ۱/۰۴ و حداکثر عملکرد ۲/۷ و ۲/۱ تن در هکتار کاهش پیدا می کند. و بطور میانگین عملکرد ۲ و ۲/۳ تن در هکتار کاهش پیدا خواهد نمود. با توجه به یافته های این تحقیق که نشان از کاهش قابل توجه عملکرد انگور دارد، پیشنهاد می شود از برنامه ریزی های لازم توسط سازمان های مرتبط در خصوصی استفاده از گونه های سازگار با کم آبی و یا استفاده از محصولات جایگزین مورد مطالعه قرار گیرد.

کلمات کلیدی: انگور بی دانه سفید، عملکرد، سناریوهای RCP^۴، HadCM3، شبکه عصبی، گلکان

1 - Hadley Coupled Atmosphere-Ocean General Circulation Model

2 - Representative Concentration Pathways (RCP)

3 - Change Factor

4 - RCP Senarios.

5- Intergovernmental Panel on Climate Change

در سال های اخیر فعالیت های انسانی سبب افزایش غلظت CO₂ شده که این وضعیت، گرمایش جهانی زمین و پدیده تغییر اقلیم را در پی داشته است. (IPCC)⁵ براساس گزارش پنجم هیأت بین الدول تغییر اقلیم غلظت های گوناگون گازهای گلخانه ای و میزان واداشت تابشی آنها افزایش میانگین دمای کره زمین را ۰/۶۷ درجه سلسیوس در قرن گذشته و ۶/۴ درجه تا سال ۲۱۰۰ برآورد می کنند. (اکبرزاده و میرحاجی، ۱۳۸۱) افزایش دما و دی اکسید کربن می تواند سبب ایجاد تغییرات اساسی در سیستم کشاورزی شود. (کوینتت و همکاران ، ۲۰۰۹) اگرچه این احتمال خطر، هرگز به طور کامل حذف نمی شود، اما می توان با شناخت پارامترهای مختلف مؤثر در رشد گیاه و محصول و تخمین میزان محصول قبل از فصل برداشت، آنها را به حداقل رساند. (سالینجر ، ۲۰۰۵؛ متا و سد، ۲۰۰۴) آب و هوای نیمه خشک ایران نسبت به تغییرات آینده اقلیمی بسیار آسیب پذیر است. با وجود اقلیم نیمه خشک و نوسان فراوان سالانه و بیشتر از یک سال عوامل اقلیمی، توجه به پیش بینی محصول قبل از فصل برداشت کاملاً احساس می شود، لذا کشاورزی یکی از اولین بخش هایی است که تحت تاثیر تغییرات اقلیمی قرار می گیرد. اگرچه کشاورزان قادر نیستند شرایط اقلیمی را کنترل کنند ولی مدیریت و تغییر در فاکتورهایی چون آبیاری، خاک، رقم محصول، فعالیت ها و تکنولوژی های مورد استفاده در کشت محصولات زراعی می تواند در کاهش اثرات مضر تغییر اقلیم بر رشد، نمو و عملکرد محصولات کشاورزی نقش بسزایی داشته باشد (اوزکان و اکاکوز، ۲۰۰۲). (تقی لو و عدالت، ۲۰۰۸) مو یا تاک که به آن رز نیز گفته می شود گیاهی است دائمی و بسیار قدیمی که دارای گونه های متعددی است که مهم ترین آن ها گونه ویتیس وینفرا^۱ می باشد و به نام انگور دنیای قدیم نامیده می شود. موطن اصلی آنرا کوه های قفقاز می دانند که کاشت آن از جهت شرق به جنوب و جنوب غربی آسیا و از جهت غرب به اروپا، به خصوص نواحی اطراف مدیترانه و شمال آفریقا گسترش

یافته و مورد بهره برداری قرار گرفته است. (کومبه، ۱۹۸۷) رشد محصول انگور نیز به طور وسیعی به شرایط آب و هوا بستگی دارد. نور، دما، دی اکسید کربن و آب از جمله مواردی هستند که توسط هوا کنترل می شوند. از میان عناصر اقلیمی، دما عاملی موثر در چرخه تولید انگور به شمار می آید که بر کمیت و به خصوص در کیفیت انگور تاثیر می گذارد. (لورنزو و همکاران، ۲۰۱۲) در تحقیقی با عنوان تاثیر تغییر اقلیم بر تولید انگور در شمال غربی اسپانیا منطقه ریس بکزاس، تاثیر تغییر پذیری اقلیم بر الگوهای دورپیوندی بررسی نمود او تغییرات شبیه سازی شده برای اقلیم آینده در تولید کیفیت انگور را نیز مورد بررسی قرار داد. برای مناطق موکاری از سه شاخص اقلیم کشاورزی شامل Winkler، Huglin، و شاخص گرمایی Bernon و Levadoux استفاده نمودو در حالی که روند معنی داری در شاخص های Winkler و Huglin وجود داشت اما هیچ روند معنیداری در شاخص های Branas، Bernon و Levadoux در سال های ۱۹۵۸ تا ۲۰۰۵ بدست نیامد. در نتیجه دیگری از این تحقیق برای دهه های آینده، با استفاده از سناریوی A1B، روند مثبت شاخص های Winkler و Huglin ادامه خواهد یافت. در حالی که شاخص های Branas، Bernon و Levadoux روندی منفی دارند. در همه حالت ها، این روندها از تغییرات معنی داری در موکاری منطقه برخوردار هستند. (دهقانی و علیقلی، ۱۳۹۴) در تحقیق ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر روی گیاه انگور با استفاده از مدل LARS-WG (نمونه موردی شهرستان اردبیل) با هدف تعیین تناسب کیفی و کمی اراضی دشت اردبیل برای محصول انگور مورد بررسی قرار داد. در این تحقیق از آمار ۱۰ ساله داده های دمای کمینه روزانه و بیشینه و میانگین دمای ماهانه و دیگر پارامترهای اقلیمی لازم ایستگاه هواشناسی اردبیل استفاده شده است. نتایج نشان داد با توجه به آستانه های دمایی مراحل فنولوژیکی گیاه انگور و طول فصل رویش رقم میان رس و شرایط دمای ماهانه، تاریخ کاشت انگور در فروردین ماه و برداشت آن در مهرماه می باشد. (شارما و همکاران، ۲۰۱۳) در تحقیقی تأثیر تغییر اقلیم بر انگور

مواد و روش‌ها

گلمکان، شهری از توابع بخش گلبهار شهرستان چناران در استان خراسان رضوی که شکل ۱ موقعیت جغرافیایی آن را در سطح کشور و شهرستان چناران را نیز نشان می‌دهد. در فاصله ۴۵ کیلومتری مشهد با وسعتی برابر با ۲۰۰۰ هزار هکتار و از نظر جغرافیایی در عرض، ۲۹،۳۶ و طول ۵۹،۱۷ و در ارتفاع ۱۱۷۶ متر و اقلیم خشک سرد و براساس اقلیم نمای دومارتن خشک بیابانی سرد و بر اساس طبقه بندی اقلیمی آمبرژه نیز به اقلیم خشک سرد طبقه بندی می‌شود. زمستان‌های سرد و مرطوب و تابستان‌های خشک دارد که یکی از ویژگی‌های اقلیم خشک سرد می‌باشد. میانگین دمای سالانه ۱۳/۶ درجه سلسیوس و حداقل مطلق دما ۲۰- درجه سلسیوس، حداکثر مطلق دما ۴۰/۸ درجه سلسیوس، میانگین بارندگی ۲۰۵/۳ میلیمتر و تعداد روزهای یخبندان ۸۵ روز در سال می‌باشد.

در منطقه گلمکان در ۴۰ کیلومتری مشهد مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی خراسان رضوی قرار دارد که این مرکز یک ایستگاه چند کاربره می‌باشد. فعالیت در مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی و سازمان هواشناسی خراسان رضوی مشترک انجام می‌شود. در داخل این مجموعه بزرگ مزارع و باغات متعددی وجود دارد که یکی از محصولات باغی، انگور رقم بی دانه سفید قرار دارد. در سه سال اخیر با همکاری و هماهنگی کارشناسان این مرکز داده برداری تولید محصول در ادامه فعالیت‌های گذشته انجام شد که بخشی از این داده و اطلاعات در پژوهش حاضر مورد استفاده قرار گرفت. سناریوهای تغییر اقلیم در دو بخش مجزای سناریوهای غیر اقلیمی و سناریوهای اقلیمی قابل تفکیک هستند. در حال حاضر معتبرترین ابزار برای مدل‌سازی اثرات گرمایش جهانی و تولید سناریوهای اقلیمی مدل‌های سه بعدی گردش عمومی اتمسفر-اقیانوس می‌باشد که برپایه قوانین فیزیکی (که به وسیله روابط ریاضی آرایه می‌شوند) استوار می‌باشند (IPCC; Wilby and Harris, 2006)

و محصولات ارزش افزوده آن در کشور هند پرداخته شده است. دمای بالاتر ممکن است رسیدن حبه‌ها را جلوتر بیندازد که منجر به تغییر در ترکیبات حبه شده که آن نیز سبب تغییر پارامترهای انگور و کیفیت تولید 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 فن آوری‌های 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 تغییر در الگوی کشت، 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 هکتار در طول سال ۲۰۰۹-۲۰۱۰ و ۱۱/۷ تن در هکتار در طی سالهای ۲۰۱۰-۲۰۱۱ به دلیل باران‌های غیر عادی که منجر به بروز شدید کپک زدگی شد، مشهود است. گریگوری و همکاران، (۲۰۱۴) با بررسی اثر تغییر اقلیم بر تولید انگور در کارولینای جنوبی نشان داد افزایش تدریجی درجه روز رشد در طول تمامی مراحل رشد سالانه انگور وجود خواهد داشت. زمستان گرم منجر به شکفتن زودتر جوانه‌ها در اوایل بهار خواهد شد که احتمال قرارگیری بافت حساس گیاه به سرما در معرض یخبندان بهاره را افزایش خواهد داد. افزایش دما و بارش در طول تابستان و پاییز ممکن است بیماری‌های قارچی را در این محصول افزایش دهد. (بیات و رکشی و همکاران، ۲۰۱۸) با مطالعه اثر پدیده انسو بر عملکرد انگور از طریق داده‌های وزن خوشه‌های آبی و دیم به عنوان عملکرد ثبت شده در ۲۷ استان طی سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۷۸ مورد بررسی قرار گرفت. میانگین عملکرد انگور در فازهای انینو و لانینو نشان داد که وقوع فاز لانینو منجر به افزایش ۲۴/۵ درصد عملکرد انگور آبی نسبت به فاز انینو می‌شود. تحقیق حاضر تلاش دارد با هدف پیش‌نگری تأثیر تغییر اقلیم بر عملکرد انگور بی دانه سفید در منطقه گلمکان، خراسان رضوی را در اقلیم آینده بررسی نموده و میزان تغییرات احتمالی را برآورد نماید.

شبیه سازی شده توسط مدل گردش کلی در دوره مشابه با دوره ۲۰۰۵-۱۹۸۷ برای هر ماه می باشد. برای بارندگی نیز موارد ذکر شده برقرار می باشد (جونز و همکاران ، ۱۹۹۶).

به منظور ریزمقیاس نمایی داده های مکانی منطقه مورد مطالعه، متغیرهای اقلیمی شبیه سازی شده توسط مدل های گردش کلی در دوره پایه به صورت روزانه از سلولی که منطقه مورد نظر در آن واقع شده استخراج می شود. این روش که به روش تناسبی موسوم است و به منظور ریزمقیاس کردن زمانی داده ها از روش عامل تغییر^۲ استفاده می شود. در این روش برای به دست آوردن سری زمانی سناریوی اقلیمی در آینده، سناریوهای تغییر به مقادیر مشاهداتی (۲۰۰۵-۱۹۸۷) افزوده یا ضرب می شود (ویلیبی و هریس ، ۲۰۰۶)

$$T = T_{obs} + \Delta T \quad (3)$$

$$P = P_{obs} * \Delta p \quad (4)$$

در رابطه فوق (۳) T_{obs} بیانگر سری زمانی دمای دوره مشاهداتی در دوره پایه (۲۰۰۵-۱۹۸۷) T سری زمانی حاصل از سناریوی اقلیمی دما در دوره آتی (۲۰۹۶-۲۰۶۶) ΔT سناریوی تغییر اقلیم ریزمقیاس شده می باشد. لازم به ذکر است که برای دمای کمینه و بیشینه به طور جداگانه استفاده می شود. در رابطه (۴) برای بارندگی نیز موارد ذکر شده برقرار می باشد.

سناریوهای RCP که در سال ۲۰۱۰ توسط ای پی سی سی منتشر شد عبارتند از: RCP4.5 ، RCP6 ، RCP8.5 و RCP2.6 که بر اساس مشخصات متفاوت سطح تکنولوژی، وضعیت اجتماعی و اقتصادی، خط مشی های آینده است که در هر شرایطی می تواند منجر به سطح انتشار متفاوت گازهای گلخانه ای و تغییر اقلیم شوند انتخاب گردیده است. در این مطالعه از دو سناریوی RCP4.5 ، RCP8.5 جهت ارزیابی استفاده گردید. در سناریوی RCP 8.5 میزان

(TGICA, 1999, IPCC, 2007). مدل HadCM3 که در کشور انگلیس و موسسه مرکز هادلی طراحی و هدایت می شود. مرکز هادلی انگلیس از سوی سازمان جهانی هواشناسی به عنوان مرکز پیشرو برای پیش بینی های چندسالانه تا دهه ای تایید شده است. داده های مدل از طریق وب سایت شبکه تغییر اقلیم کانادا و پایگاه داده ESGF در دسترس می باشد. خروجی مدل براساس ۳۶۰ روز بوده و داده های آن تحت دو سناریوی RCP8.5 و RCP4.5 در دسترس می باشند. تفکیک مکانی داده های مدل HadCM3 در مقیاس ۲/۵ درجه (عرض جغرافیایی) ۳/۷۵ درجه (طول جغرافیایی) می باشد که داده های آن از سال ۱۹۵۰ تا ۲۰۹۹ در دسترس است. مطالعات متعددی که توسط پژوهشگران با مدل فوق بر روی کشور ایران و همچنین منطقه صورت گرفته است، کارایی این مدل را بر روی ایران تایید کرده اند.

با توجه به بزرگ مقیاس بودن سلول های محاسباتی مدل های گردش کلی و حذف اغتشاش در شبیه سازی نوسانات اقلیمی معمولاً به جای استفاده مستقیم از داده های سناریوهای اقلیمی در محاسبات تغییر اقلیم، از میانگین دوره ای دراز مدت این مدل ها استفاده می شود. در این روش برای محاسبه سناریوی تغییر اقلیم از مقادیر اختلاف برای دما (رابطه ۱) و نسبت برای بارندگی (رابطه ۲) بین متوسط درازت مدت در دوره آتی و دوره شبیه سازی شده دوره پایه (۲۰۰۵-۱۹۸۷) استفاده می شود (جونز و همکاران ، ۱۹۹۶).

$$\Delta T_i = (T_{GCM, fut, i} - T_{GCM, base, i}) \quad (1)$$

$$\Delta P_i = \left(\frac{p_{GCM, fut, i}}{p_{GCM, base, i}} \right) \quad (2)$$

در روابط فوق ΔT_i به ترتیب بیانگر سناریوی تغییر مربوط به دما برای میانگین دراز مدت ۳۰ ساله برای هر ماه (۱ ≤ i ≤ ۱۲) $T_{GCM, fut, i}$ میانگین ۳۰ ساله دمای شبیه سازی شده توسط مدل گردش کلی در دوره آتی برای هر ماه (۲۰۲۰-۲۰۵۰) $T_{GCM, base, i}$ میانگین ۳۰ ساله دمای

غلظت CO_2 تا سال ۲۱۰۰ Ppm 1370 تخمین زده شد. و اثر گازهای گلخانه ای بر واداشت های تابشی تا ۸/۵ وات بر متر مربع تخمین زده است. و سناریوی RCP 4.5، میزان غلظت CO_2 تا سال Ppm 650 ۲۱۰۰ تخمین زده شده است. و اثر گازهای گلخانه ای بر واداشت های تابشی را ۴/۵ وات بر متر مربع تخمین می زنند. میزان جمعیت در سال ۲۱۰۰ در سناریوی RCP8.5 حدود ۱۲ میلیارد نفر خواهد بود که این میزان، جمعیتی بین سناریوی A1 و A2 در سری SRES است. بر اساس سناریوی RCP8.5 میزان تولید ناخالص داخلی در کشورهای توسعه یافته به دلیل افزایش جمعیت و سطح پایین توسعه تکنولوژی پایین است. میزان جمعیت RCP8.5 و نیاز جمعیت ساکن در کره زمین به تأمین انرژی، استفاده از انواع انرژی (به جز انرژی زیستی) در این سناریو بیش از دیگر سناریوها در نظر گرفته شده است. در سناریوی RCP4.5 میزان رشد جمعیت کمتر از سناریوی RCP2.6 تخمین زده شده است. اما در دیگر پارامترهای مؤثر در تغییر اقلیم (مانند نرخ استفاده از انرژی های نو، رشد تکنولوژی و...)، نسبت به سناریو RCP2.6 ضعیف تر در نظر گرفته شده است و در نتیجه سهم انتشار گازهای گلخانه ای تحت این سناریو در واداشت های تابشی بیش از سناریوی RCP2.6 است. با توجه به این که در پژوهش حاضر سه مجموعه داده وجود دارد برای پیاده سازی شبکه عصبی از شیوه با نظارت که در آن آموزش با نظارت به زوج‌هایی نیاز دارد که از بردار ورودی و بردار هدف (خروجی دلخواه) تشکیل می شود استفاده شد. یک بردار ورودی و خروجی دلخواه مربوط به آن، یک زوج آموزشی نامیده می شود. آموزش شبکه های عصبی در واقع تعیین مقادیر بهینه وزن‌ها می باشد تا شبکه کمترین خطا را داشته باشند. 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 می باشد و یک روش مناسب تربیت، وزن‌ها به نحوی تغییر می کنند که شبکه به ازای مقادیر ورودی داده‌ها، مقادیر خروجی را بدهد. مهم‌ترین مراحل فرآیند توسعه مدل‌های تعیین متغیرهای

ورودی مؤثر می باشد. معمولاً همه متغیرهای ورودی دارای اهمیت یکسان نبوده و مقادیر برخی از آنها ممکن است توأم با عدم اطمینان بوده و یا هیچ رابطه معنی‌داری با متغیر خروجی نداشته باشند. در این پژوهش متغیرهای ورودی شامل ساعات آفتابی، رطوبت حداکثر، رطوبت حداقل، دمای میانگین، دمای بیشینه و دمای کمینه می باشد. پس از آزمایشات مکرر شبکه‌ای با یک لایه پنهان و ۲۵ نورون در این لایه و تابع محرک سیگموئید کمترین مقدار خطا را در روند آموزش شبکه اعتبارسنجی و آزمون آن ایجاد نمود. اعتبارسنجی نشان‌دهنده بهترین مقدار میانگین مربعات خطا برای شبکه طراحی شده می باشد 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 می گیرند بهترین اعتبارسنجی در گام هشتم آموزش و با میانگین مربعات خطای ۰/۰۴ حاصل شد. شبکه‌های عصبی عموماً از سه لایه ورودی، میانی و خروجی تشکیل می گردد. لایه ورودی، اطلاعات را دریافت نموده و به مانند یک متغیر مستقل عمل می کند. با توجه به این که در این پژوهش دو متغیر مستقل با دو سناریوی مختلف وجود دارد، بنابراین ۲ لایه ورودی برای هر سناریو تشکیل می گردد. در این لایه، اطلاعات مربوط به داده‌های هواشناسی و داده‌های ریزمقیاس شده آینده به شبکه وارد می شوند و در همین بخش تاثیر آنها بر متغیر وابسته مورد شناسایی قرار می گیرد. به عبارت بهتر این داده‌ها قبلاً برای شبکه عصبی آماده شده‌اند و اکنون در لایه نخست قرار می گیرند تا تاثیر آنها بر لایه خروجی مورد تحلیل قرار گیرد. لایه میانی، وظیفه تنظیم وزن‌ها و یادگیری را بر عهده دارد و لایه خروجی - بیانگر متغیر وابسته می باشد. در این پژوهش ۱ متغیر وابسته (حجم تولید انگور) وجود دارد و بنابراین در شبکه عصبی ۱ لایه خروجی حضور دارد. لایه خروجی شامل مقادیر پیش‌بینی شده حجم انگور تولیدی طی سال‌های ۲۰۲۰ تا ۲۰۵۰ می باشد؛ این لایه نشان می دهد که با فرض تاثیرگذاری متغیرهای مستقل (لایه ورودی)، حجم تولید انگور که

می‌آید. بر این اساس اگر مقدار ضریب حساسیت یک متغیر بیشتر از یک باشد، آن متغیر سهم زیادی در توضیح تغییرپذیری مؤلفه‌های عملکرد دارد. نتایج آنالیز حساسیت برای مؤلفه‌های عملکرد انگور در جدول (۲) ارائه شده است.

نتایج و بحث

الف- ریزمقیاس‌نمایی دما و بارش دوره آتی

جهت بررسی وضعیت متغیرهای اقلیمی دما (کمینه و بیشینه) و بارش ایستگاه ابتدا سری زمانی مقادیر دما و بارش برای دوره مشاهداتی ۱۹۸۷-۲۰۰۵ از ایستگاه استخراج گردید. سپس برای ریزمقیاس‌نمایی دما و بارش در منطقه مورد مطالعه از خروجی‌های مدل HadCM3 به صورت روزانه (متغیرهای خروجی مدل HadCM3 و متغیرهای ثانویه که از فشار هوا در سطوح مختلف محاسبه شده‌اند) برای دست‌یابی به سری زمانی داده‌های روزانه دمای (کمینه و بیشینه) و بارندگی در دوره پایه تحت سناریوهای RCP4.5 و RCP8.5 از پایگاه‌های داده زیر

https://www.earthsystemcog.org/projects/cog/tutorials_web

<https://esgf-node.llnl.gov/projects/esgf-llnl/>

استفاده شده است. در ادامه سری زمانی مقادیر دما و بارندگی روزانه شبیه‌سازی شده توسط مدل گردش کلی در دوره پایه به صورت روزانه از سلولی که منطقه در آن قرار دارد از آدرس فوق برای دوره (۲۰۲۰-۲۰۵۰) برای منطقه استخراج و از برون‌داد مدل یاد شده تحت سناریوهای RCP4.5 و RCP8.5 با استفاده از روش عامل تغییر برای دوره آتی با افق دور (۲۰۹۶-۲۰۶۶) میلادی ریزمقیاس شدند. سپس متوسط بلند مدت دما و بارش شبیه‌سازی شده برای دوره آتی محاسبه شده و با

لایه خروجی یا متغیر وابسته می‌باشد چه تغییری می‌کند. در محاسبات مربوط به شبکه عصبی در پژوهش رابطه (۵) برقرار می‌باشد؛ این رابطه مربوط به زمانی است که هنوز پارامترهای اولیه وارد شبکه نشده‌اند. 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.

$$Y=f(TE, PR) \quad (5)$$

برای تعیین صحت و اعتبار مدل‌ها از آماره‌های ضریب تبیین (R) بین مقادیر اندازه‌گیری شده و پیش‌بینی شده و میانگین مربعات خطا استفاده شد که این آماره از رابطه (۶) قابل محاسبه است (ساکین و تیلن، ۲۰۰۹).

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - x_i)^2 \quad (6)$$

که در آن MSE میانگین مربعات خطا، X_i مقدار شبیه‌سازی شده داده‌ها، 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. داده‌های جدول (۱) نشان می‌دهند که اندازه خطا در شبکه عصبی حدود ۱/۲ درصد می‌باشد که ناچیز و مورد تأیید است.

فرآیند آنالیز حساسیت، میزان حساسیت مدل را نسبت به متغیرهای ورودی آن نشان می‌دهد. در این پژوهش برای انجام آنالیز حساسیت مدل از روش Stat Soft استفاده گردید (استات سافت، ۲۰۰۶). در این روش مقادیر ضریب حساسیت متغیرهای ورودی از تقسیم نمودن خطای کل شبکه در غیاب یک متغیر بر خطای کل شبکه در حضور تمامی متغیرهای ورودی، به دست

جدول ۱: اندازه خطای شبکه عصبی

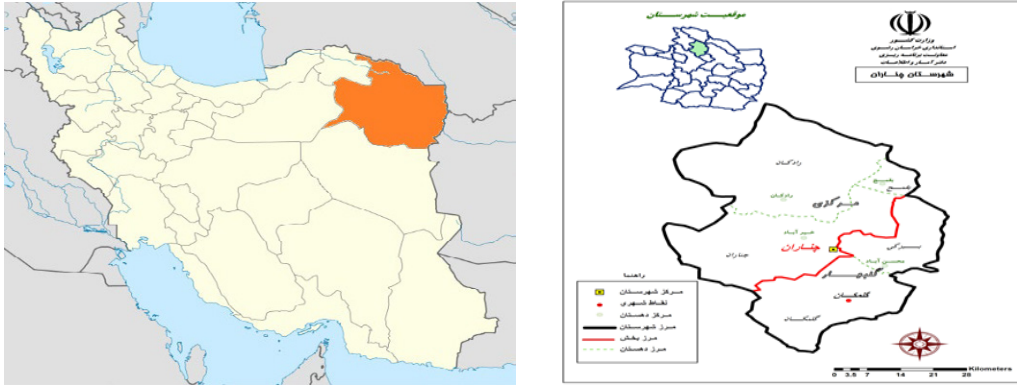
MSE%	R ²
۰/۱۲	۰/۴۴

جدول ۲: حساسیت شبکه عصبی

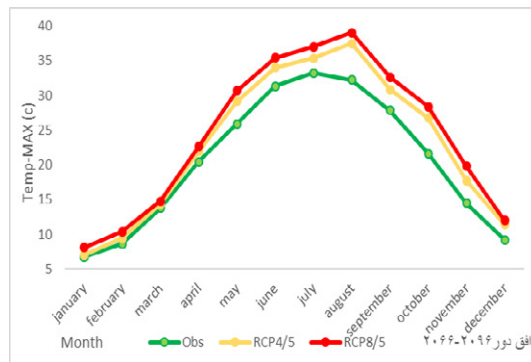
معناداری	حساسیت
۰/۹۸	۰/۲۸

شکل های شماره (۴، ۳، ۲، ۵) ارائه شده است. نتایج مقایسه داده های دوره پایه و دوره آبی نشان دهنده افزایش دما و کاهش بارش تحت هر دو سناریوی اقلیمی

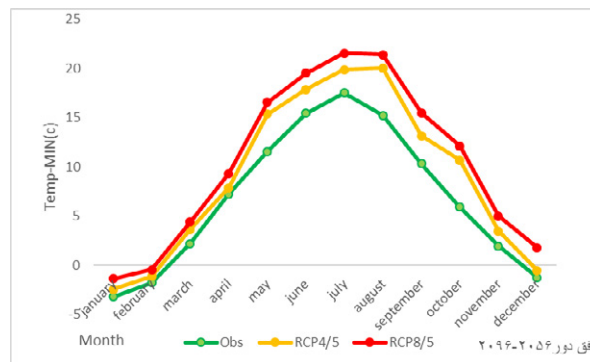
استفاده از مقادیر میانگین بلند مدت دما و بارش تهیه شده برای مدل در دوره پایه با استفاده از روابط (۵) و (۶) سناریوهای تغییر اقلیم دما و بارش منطقه تهیه و در



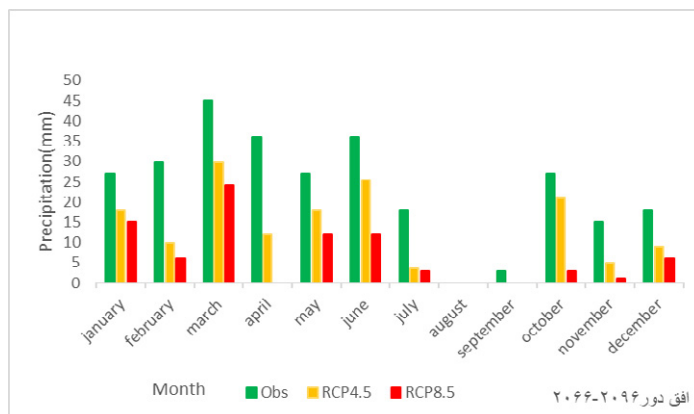
شکل ۱: موقعیت جغرافیایی ایستگاه گلمکان در استان خراسان رضوی و کشور



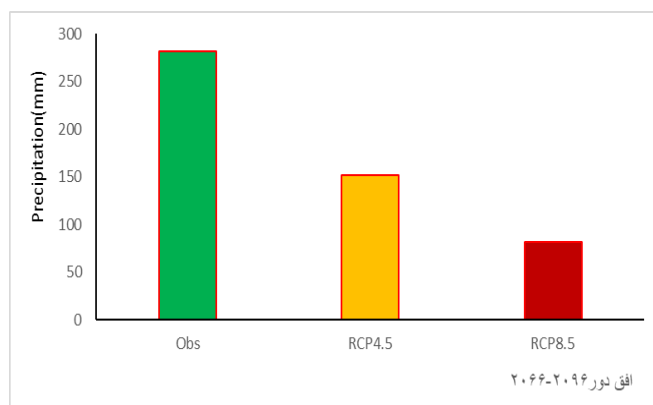
شکل ۲: تغییرات میانگین دمای حداکثر ماهانه دوره مشاهداتی (۲۰۱۷-۱۹۸۷) و ریز مقیاس نمایی دوره آبی با افق (۲۰۶۶-۲۰۹۶) براساس مدل HadCM3 تحت سناریوهای RCP4.5, RCP8.5



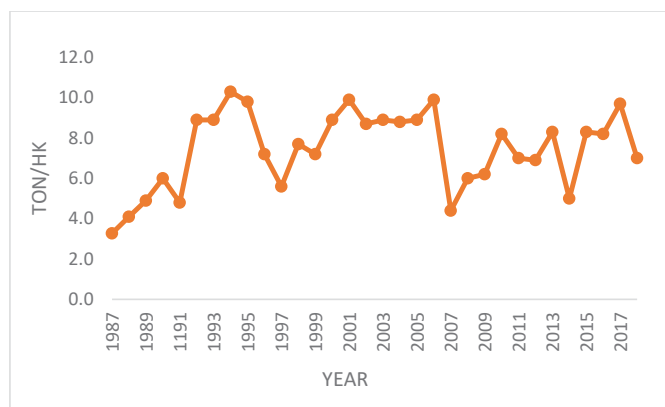
شکل ۳: تغییرات میانگین دمای حداقل ماهانه دوره مشاهداتی (۲۰۱۷-۱۹۸۷) و ریز مقیاس نمایی دوره آبی با افق دور (۲۰۶۶-۲۰۹۶) براساس مدل HadCM3 تحت سناریوهای RCP4.5, RCP8.5



شکل ۴: مقایسه بارندگی ماهانه دوره پایه (۱۹۸۷-۲۰۱۷) و ریز مقیاس نمایی دوره آتی (۲۰۶۶-۲۰۹۶) براساس مدل HadCM3 تحت سناریوهای RCP4.5, RCP8.5



شکل ۵: مقایسه بارندگی دوره پایه (۱۹۸۷-۲۰۱۷) و ریز مقیاس نمایی دوره آتی با افق دور (۲۰۶۶-۲۰۹۶) براساس مدل HadCM3 تحت سناریوهای RCP4.5, RCP8.5



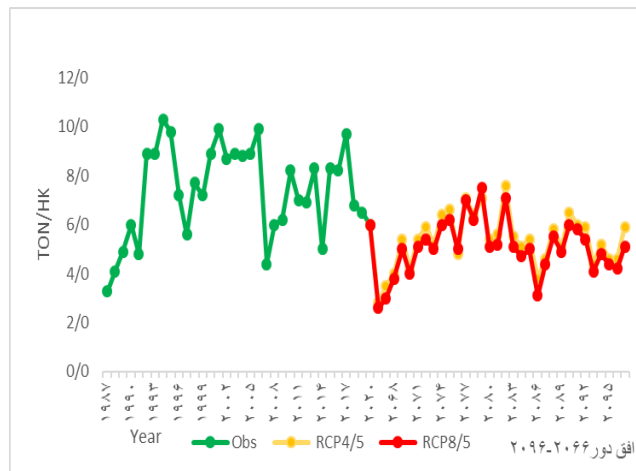
شکل ۶: میانگین عملکرد سالانه انگور بی دانه سفید دوره پایه سال (۱۹۸۷-۲۰۱۸)

RCP4.5 برای دوره آتی نسبت به دوره پایه درجه سلسیوس و RCP8.5 ۵/۸ درجه سلسیوس و دمای کمینه تحت سناریوی RCP4.5 ۲/۵

RCP4.5, RCP8.5 برای دوره آتی نسبت به دوره پایه مقدار این تغییرات در دمای حداکثر تحت سناریوی

جدول ۳. مراحل کالیبره آموزش، آزمایش و نتایج مدل شبکه عصبی

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

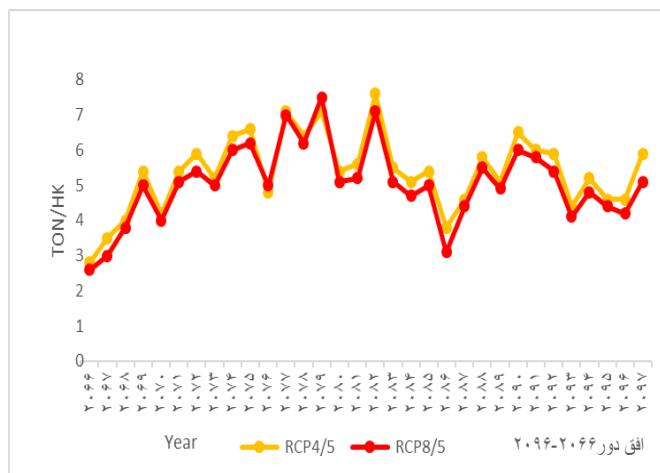


شکل ۷: مقایسه روند عملکرد انگور دوره پایه و شبیه سازی شده دوره آتی با افق دور (۲۰۶۶-۲۰۹۶) براساس سناریوی های RCP4.5, RCP8.5

هواشناسی شامل ساعات آفتابی، رطوبت حداکثر، رطوبت حداقل، دمای میانگین، دمای کمینه و دمای بیشینه و کمیت انگور در دوره پایه شکل (۷)، شبکه عصبی کالیبره شده برای پیش نگرى میزان عملکرد انگور با استفاده از متغیرهای هواشناسی ریزمقیاس شده مورد استفاده قرار گرفت. و در ادامه پیش نگرى میزان کمیت تولید براساس داده‌های RCP5 تحت دو سناریوی واداشت تاشی RCP4.5 و RCP8.5 وارد شبکه عصبی می‌شوند؛ سپس در لایه میانی، عملیات تحلیل بر روی آنها صورت گرفت. سرانجام لایه خروجی متعلق به داده های عملکرد انگور برای آینده پیش بینی شده اند. داده هایی که در شکل (۷) و (۸) آورده شده اند نشان می دهند که شبکه عصبی به صورت معنی داری قادر به پیش بینی میزان عملکرد میزان محصول برای زمان آینده با افق دور می باشد. در

درجه سلسیوس و RCP8.5 ۴/۴ درجه سلسیوس افزایش نسبت به دوره پایه خواهد داشت. بارش سالانه تحت سناریوی RCP4.5 ۴۶ درصد و RCP8.5 ۷۰ درصد کاهش را نسبت به پایه پیش بینی شده است (شکل ۶). با توجه به ذکر تغییراتی که در پارامترهای هواشناسی و اقلیمی در اقلیم آینده حادث خواهد شد، به تبع این تغییرات در پارامترهای هواشناسی و اقلیم شناسی در آینده نسبت به اقلیم حاضر منجر به تغییراتی در میزان تولید انگور بی دانه سفید متناسب با تغییر اقلیم نیز حادث خواهد شد.

ب- شبکه عصبی و عملکرد انگور بی دانه سفید جهت کالیبره کردن شبکه عصبی که مراحل آن در جدول (۳) نیز بیان شده است. جهت شبیه سازی میزان عملکرد انگور با بکارگیری داده های دیدبانی متغیرهای



شکل ۸: پیش بینی و مقایسه میزان عملکرد انگوردوره آتی با افق دور (۲۰۶۶-۲۰۹۶) براساس سناریوهای RCP4.5, RCP8.5

جدول ۴: آزمون آماری مقادیر پایه و پیش بینی شده عملکرد انگور

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 می باشد.

جدول ۵: مقادیر عملکرد انگور در دوره پایه و پیش بینی شده دوره آتی با افق دور (۲۰۶۶-۲۰۹۶) براساس سناریوی های RCP4.5, RCP8.5 و میزان تغییرات آن ها

میانگین		حداکثر		حداقل		عملکرد (براساس تن)
(براساس تن)		(براساس تن)		(براساس تن)		
میزان تغییر	۷/۳	میزان تغییر	۱۰/۵	میزان تغییر	۳/۳	عملکرد دوره پایه
۲	۵/۳	۲/۷	۷/۶	۰/۸	۲/۵	RCP4.5
۲/۳	۵/۱	۲/۹	۷/۵	۱/۰۴	۲/۳	RCP8.5

میانگین عملکرد ۲ و ۲/۳ تن در هکتار کاهش پیدا خواهد نمود. نتایج مشخص نمود که تحت سناریوی RCP4.5 طی دوره زمانی آتی می توان انتظار داشت روند برداشت محصول در کلیه موارد دارای «روند کاهشی» باشند، و تحت سناریوی RCP8.5 تغییرات باروند کاهشی بیشتر از سناریو RCP4.5 می باشد. نتایج حاصل از شبکه عصبی و مقایسه جدول های دوره پایه و دوره آتی نشان دادند که در مجموع کلیه متغیرهای نتایج، بیانگر این می باشد که میزان عملکرد و تولید انگور بی دانه سفید تحت تاثیر پدیده تغییر اقلیم قرار خواهد گرفت، به این معنا که در آینده نمی توان عملکرد مطلوب امروزی را در اقلیم آینده

جدول شماره ۴ مقدار R حاکی از معنی دار بودن آزمون و مقدار P-Value حاکی از تأیید رابطه می باشد. این یافته به این معنی است که میان مقدار انگور پیش بینی شده و پایه، معنیدار است و مقدار پیش بینی شده به صورت معنی داری کمتر است. به عبارت دیگر، این یافته به این معنی است که تغییرات حجم انگور تولیدی در آینده به صورت معنی داری نسبت به زمان حاضر کاهش می یابد. براساس آن چه از نتایج شبکه عصبی حاصل گردید، میزان عملکرد آتی (۲۰۲۰ تا ۲۰۵۰) تحت سناریوهای RCP4.5 و RCP8.5 به ترتیب حداقل عملکرد ۰/۸ و ۱/۰۴، حداکثر عملکرد ۲/۷ و ۲/۱ و

از میوه انگور مورد بررسی انتظار داشت. میزان تغییرات در عملکرد در جدول شماره (۵) نشان داده شده اند.

جمع بندی

نتایج بررسی سناریوهای تغییر اقلیم دما و بارندگی به دست آمده از مدل گردش کلی نشان داد که دمای بیشینه منطقه براساس سناریوی RCP4.5 برای دوره آتی ۳/۹ درجه سلسیوس افزایش و براساس سناریوی RCP8.5 برای دوره آتی ۵/۸ درجه سلسیوس افزایش خواهد داشت. دمای کمینه براساس سناریوی RCP4.5 برای دوره آتی ۲/۵ درجه سلسیوس افزایش و براساس سناریوی RCP8.5 برای دوره آتی ۴/۴ درجه سلسیوس افزایش خواهد داشت. همچنین میانگین بارش سالانه در دوره (۲۰۹۶-۲۰۶۶) نسبت به دوره پایه در دو سناریوی RCP4.5 و RCP8.5 به ترتیب ۴۶ و ۷۰ درصد کاهش می یابد. برای بررسی نحوه تاثیر متغیرهای هواشناسی بر میزان تولید انگور از روش شبکه عصبی استفاده گردید. برای این منظور داده های دوره مشاهداتی به دو بخش آموزش و تست تقسیم شدند و کارایی شبکه عصبی در شبیه سازی متغیرهای کمیت انگور بر اساس داده های مشاهداتی هواشناسی و میزان عملکرد دوره مشاهداتی و با معرفی سری دما و بارش تولید شده براساس سناریوهای RCP4.5 و RCP8.5 تغییر اقلیم با مدل شبکه عصبی، سری دادهای عملکرد انگور برای دوره آتی براساس سناریوهای برای دوره آینده (۲۰۹۶-۲۰۶۶) مورد شبیه سازی قرار گرفته است. مقایسه نتایج میزان تولید دوره پایه با مقادیر پیش بینی شده آتی براساس سناریوهای RCP4.5 و RCP8.5 حاکی از تغییرات معنی داری در میزان عملکرد محصول در آینده را نشان می دهد. به نحوی که میزان عملکرد آتی تحت سناریوهای RCP4.5 و RCP8.5 به ترتیب حداقل عملکرد ۰/۸ و ۱/۰۴، حداکثر عملکرد ۲/۷ و ۲/۱ میانگین عملکرد نیز ۲/۳ تن در هکتار کاهش پیدا خواهد نمود. بنابراین نتیجه گیری می شود گرمایش جهانی که موجب افزایش دما و کاهش بارندگی می گردد. به تبع این پدیده تغییرات پارامترهای اقلیمی

حادث خواهد شد که موجب کاهش عملکرد انگور در دوره آتی تحت سناریوهای RCP4.5 و RCP8.5 نیز خواهد شد. در مجموع میزان عملکرد انگور بی دانه سفید تحت تاثیر پدیده تغییر اقلیم قرار خواهد گرفت و با کاهش میزان تولید محصول مواجه خواهد شد. در نهایت می توان گفت که این گونه مطالعات و بررسی اثر تغییر اقلیم و اثرات آن در میزان عملکرد محصولات باغی را شناسایی نموده و این امکان را برای مدیران و سیاست گزاران بخش کشاورزی در دستگاههای ذیربط فراهم می کند، تا با اتخاذ تمهیدات و اقداماتی همچون مکان گزینی صحیح باغات، تعیین الگوهای کشت مناسب و گونه مناسب با اقلیم احتمالی آینده در جهت تعدیل اثرات سوء احتمالی و بکارگیری روش های جدید به منظور تطبیق و سازگاری با شرایط جدید اقلیم تغییر یافته را فراهم کنند.

منابع

- اکبرزاده، م. و میرحاجی، س.ت. (۱۳۸۱). بررسی فنولوژی چند گونه مهم مرتعی در منطقه پلور. مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، مجموعه مقالات تحقیقات مرتع و بیابان، شماره (7).
- 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، ۵۴۰ مهر ۱۳۹۷، دانشگاه ملایر، ایران.
- تقی لو، حیدر و عدالت، علی (۱۳۸۷). باغبانی (موکاری)، تهران، انتشارات آوای نور، ص ۱۰.
- دهقانی، ط. و علیقلی، س. (۱۳۹۴). ارزیابی تغییرات اقلیمی بر روی گیاه انگور با استفاده از مدل لارس (نمونه موردی شهرستان اردبیل). همایش بین المللی پژوهش های کاربردی در کشاورزی، شرکت تعاونی علم گستران پیشناتاز ایرانیان، ملارد، تهران، ایران.
- Coombe, B.G. (1987). Influence of Temperature on Composition and Quality Grapes, Acta Hort, 206, 23-35.
- Francois, Atlanta (2016). Prognose der Traubenqualität in Frankreich für 2016-2040, vierteljährliche Prognose meteorologischer Daten mit Data Mining Techniken, drittes Jahr, siebte Ausgabe, Nr. 17, 184-173.
- IPPC, (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).
- 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.

- Environmental Change, 14(1), 53-67
- Qian, B. Jong, R.D., Warren, R. Chipanshi, A. and Hill, H. (2009). Statistical Spring Wheat Yield Forecasting for the Canadian Prairie Provinces, *Agricultural and Forest Meteorology*, 149 (2009), p. 1022-1031.
- Sackin, D & Thyllen, S. F (2009). MIT Lincoln Lab. Neural Networks, Robot, New York.
- Sharma, J. Upadhyay, A. K. Sawant, S. Sharma, A.K. Jogaiah, S. Yadav, S.Y. 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. Shankar, K.S., *Climate-Resilient Horticulture: Adaptation and Mitigation Strategies*. Publisher: Springer India.
- Shawkar, März (2018). Studie über die Auswirkungen des Klimawandels auf die Qualität von Weintrauben in Ägypten, *Journal of German Meteorological Studies*, Erstes Jahr, Achte, Nummer 3, Seiten: 25-14.
- Stat Soft, D. R (2006). Neural Network towards Business Forecasting, *Journal of Engineering*, 2 (4):
- 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 <http://www.iiasa.ac.at>.
- https://www.earthsystemcog.org/projects/cog/tutorials_web.
- <https://esgf-node.llnl.gov/projects/esgf-llnl/>.
- <http://ipcc-ddc.cru.uea.ac.uk>.
- IPCC, Climate change. (2007). the physical science basis. Cambridge University Press, Cambridge.
- Jones, G.V., (2006). Past and Future Effect of Climate Change on Wine Quality, *Journal of International3 Wine Business Research Conference*, Montpellier, 6-7-8 July working paper.
- Jones, P.D., and Hulme, M. (1996). Calculating regional climatic times series for temperature and precipitation: methods and illustrations. *International journal of climatology*, 16, 361-377.
- Jones, P.D. and Hulme, M. (1996). Calculating regional climatic times series for temperature and precipitation methods and illustrations. *International journal of climatology*, 16, 361-377.
- Lorenzo.M.N. Taboada.J.J. Lorenzo. J. F& 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.
- Jones, J.W. ,Hoogenboom, G., Porter, C.H.,Boote, K.J., Batchelor, W.D., Hunt, L.A. Wilkens, P.W. Singh, U. Gijssman, A. J. and Ritchie, J.T. (2003). The DSSAT cropping system model. *European Journal of Agronomy*, 18(3), 235-265.
- Ozkan, B. and Akcaoz, H. (2002). Impacts of climate factors on yields for selected crops in southern Turkey. *Mitig Adapt Strat Glob Change* 7: 367–380.
- Parry, M. Rosen Zweig, C. Inglesias, A. Livermore, M. and Gischer, G. (2004). Effects of climate change on global food production under SRES emissions and socio-economic scenarios. *Global and*

Investigating the Effect of Climate Change on the Production of White Seedless Grapes during 2066 -2096 by using the statistical Downscaling of the HadCM3 Model output (Case Study: Golmakan Station)

Ahmad Alizadeh ¹, Iman Babayan ², Hamid Noori ³, Mohammad Ali Najatian ⁴

¹ Ph.D Student, Agricultural and Environmental Sciences, Grape Processing and Preservation Department, Research Institute for Grapes and Raisin (RIGR), Malayer University, Iran/ Expert, Department of Meteorology, North Khorasan, Iran

² Assistant Professor, Ph.D. Climatology, Climate Change Research Group, Mashhad Climatology Research Institute, Iran Meteorological Organization, Iran

³ Assistant Professor, PhD in Climatology, Faculty of Natural Resources and Environment, Malayer University, Malayer, Iran

⁴ Associate Professor, Horticulture Crops Research Department, Qazvin Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Qazvin, Iran

*Corresponding Author Email: alizadh201020@yahoo.com

Received: 9 June 2019, accepted: 21 September 2019

ABSTRACT

Grapes are one of the most important strategic products in agriculture sector. In this study, the daily values of the minimum and maximum temperatures and precipitation were statistically downscaled using change factor method according to the HadCM3 model during the base and future periods based on the RCP8.5 and RCP4.5 scenarios for the future period of 2066-2096. Then the daily data of temperature, precipitation, sunshine, maximum and maximum moisture content of the plant, and the output with the use of the perceptron neural network in the A2018 material. The grape quantity was simulated for the future. The results of the climatic model show a rise in temperature and a decrease in future rainfall compared to the base period. The maximum RCP4.5 and RCP8.5 temperatures were increased by 3.9 and 5.8 °C, respectively, and at least RCP4.5, RCP8.5 increased by 2.5 and 4.4 °C, respectively. Results also showed that mean annual precipitation over the Golmakan station will be decreased by 46 and 70 percent under RCP4.5 and RCP8.5 scenarios. The results of the simulation of white grape vine yield in the future relative to the base period with the RCP4.5 and RCP8.5 scenarios will be reduced at least 0.8- 1.04 ton/ha, and maximum 2.7 and 2.1 ton/hect, respectively, and their average yields will be reduced 2 and 2.3 tons per hectare. The results indicate that grape production will be affected by climate change in the future, and the output of the product will be decreased.

Keywords: White seedless grapes, RCP5 Scenarios, HadCM3, neural network, Golmakan

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Alizadeh, A.; Babayan, I; Noori, H; Najatian, MA. (2019). Investigating the Effect of Climate Change on the Production of White Seedless Grapes during 2066 -2096 by using the statistical Downscaling of the HadCM3 Model output (Case Study: Golmakan Station). *J. Meteorol. Atmos. Sci.*, 2(3): 246-257.

COPYRIGHTS

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to the JMAS Journal. This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

