مجله آمایش جغرافیایی فضا
فصلنامه علمی- پژوهشی دانشگاه گلستان
سال سوم/ شماره مسلسل هفتم/ بهار ۱۳۹۲

تغییرات زمانی درجه– روز مورد نیاز گیاه سویا بر مبنای دگرگونی‌های اقلیمی دهه‌های آینده مطالعه موردی شهرستان گرگان

***اسماعیل شاهکویی[۱] و غلامرضا روشن[۲]**
[۱]استادیار اقلیم شناسی، گروه جغرافیا، دانشگاه گلستان
[۲]استادیار اقلیم شناسی، گروه جغرافیا، دانشگاه گلستان
تاریخ دریافت: ۹۲/۲/۲۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۰/۲۴

چکیده

امروزه گرم شدن جهانی و تاثیر آن بر عرصه‌های مختلف همانند کشاورزی، اقتصاد، انرژی، سیاست و غیره.. مورد توجه پژوهشگران می باشد. یکی از این عرصه‌ها تاثیر گرمایش جهانی بر روی کشاورزی و امنیت غذایی انسان‌هلست. در این بین محصول سویا از جمله محصولات استراتژیک و با اهمیت و درآمد زا برای نواحی مختلف از جمله گرگان می‌باشد. لذا در این تحقیق داده‌های روزانه، ماهانه و سالانه حداقل و حداکثر دما برای دوره مشاهداتی و درازمدت ۱۹۶۱ تا ۱۹۹۰ از سازمان هواشناسی تهیه گردید. در این پژوهش برای ارزیابی تاثیر گرمایش جهانی برای دو بازه زمانی ۲۰۴۹-۲۰۳۵ و ۲۰۷۹-۲۰۶۵ بر روی مقادیر درجه- روز مورد نیاز گیاه سویا، از مدل گردش عمومی جو HadCM3 استفاده شد، ولی خروجی‌های این مدل با استفاده از نرم‌افزار Lars-WG در مقیاس روزانه و ایستگاهی ریزمقیاس گردید. برای این تحقیق جهت ارزیابی نقش سناریوهای مختلف تغییر اقلیم از سه سناریوی انتشار A1، A1B و B2 استفاده شد. با توجه به خروجی‌های دما برای سناریوهای مختلف، بدبینانه ترین نتایج که معادل بیشترین افزایش مقدار دما می باشد، مربوط به سناریوی A2 به میزان افزایش دمایی معادل ۰/۶۴ درجه سانتی‌گراد برای دوره ۲۰۴۹-۲۰۳۵ و ۰/۶۰ درجه سانتی‌گراد برای دوره ۲۰۶۵ تا ۲۰۷۹ شبیه سازی گردید. بهرحال بر اساس افزایش دما، روند کلی مقادیر درجه- روز برای اکثر سناریوها و سالهای شبیه سازی شده افزایش خواهد یافت. هرچند که این مقادیر میانگین برای ماه‌های اواخر تابستان و اوایل پاییز که مصادف با کشت تابستانه می‌باشد، نسبت به دوره مشاهداتی کاهش مقدار درجه-روز را نشان می‌دهد، اما بر مبنای آمار درازمدت ۲۰۱۱ تا ۲۱۰۰، روند درجه-روز برای کشت بهاره افزایشی و برای کشت تابستانه کاهشی و معنادار است. پس توصیه می‌شود که در دهه‌های آینده با توجه به تغییرات اقلیم، کاشت زود هنگام کشت تابستانه اعمال گردد. زیرا بر این اساس گیاه سویا می‌تواند میزان درجه-روز مورد نیاز خود را در فاصله زمانی کوتاه و مناسبتری تامین نماید.

واژه‌های کلیدی: دگرگونی اقلیمی، سناریوهای تغییر اقلیم، گیاهان زراعی، درجه- روز، سویا

*مسئول مکاتبه: shahkooeei@gmail.com

مقدمه

در حال حاضر کشاورزی یکی از مهم‌ترین بخش‌های اقتصادی کشور به شمار می‌آید، تا جایی که می‌توان گفت رشد اقتصادی کشور بدون رشد کشاورزی امکان‌پذیر نیست. بخش کشاورزی بیش از ۲۵ درصد تولید خالص داخلی، ۲۵ درصد اشتغال، بیش از ۸۰ درصد نیازهای غذایی، ۳۵٪ صادرات غیرنفتی و ۹۰ درصد از نیازهای صنایع را تأمین می‌نماید (شاهکوئی، ۱۳۸۸). در این میان استفاده غیر صحیح انسان از اراضی قابل بهره‌برداری به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در بروز مشکلات و مسائل به وجود آمده امروزی قلمداد می‌گردد. جلگه‌ی گلستان و شهرستان گرگان هر ساله شاهد خسارات سنگین ناشی از پدیده‌ها و عناصر اقلیمی تاثیرگذار بر محصولات کشاورزی می باشد. بدین صورت که در بعضی از مزارع سویا، به جای غلاف‌گیری و دانه‌بندی، علوفه‌ای شده و صرف تغذیه و چرای گوسفندان گردیده و خسارات جبران ناپذیری به کشاورزان وارد می‌کند و در نهایت موجب هدر رفتن سرمایه‌های مملکت می‌گردد. شناخت تغییرات زمانی درجه-روز مورد نیاز گیاه سویا، به‌عنوان یکی از مولفه‌های آب و هوایی تاثیرگذار بر رشد و بازده محصول سویا، امری ضروری است. بگونه‌ای که با شناخت صحیح از این تغییرات زمانی در بستر گرمایش جهانی، می توان زمان مناسب کاشت و برداشت محصول را مشخص، و با توجه به تقویم زراعی جدید، حداکثر بازده را به ارمغان آورد. با توجه به اهمیت غذایی محصول سویا، محققان بسیاری در ایران و جهان درباره‌ی سویا تحقیق کرده‌اند. اما هر کدام از زاویه‌ای خاص با توجه به مطالعات خود به مراحل مختلف کشت، سازش وانطباق این محصول در نواحی مختلف کره زمین به صورت توصیفی و بعضاً کمی پرداخته‌اند.

"به‌عنوان مثال گارنر[1] و الارد[2] (۱۹۲۳) در مطالعات مربوط به اثر فتوپریودهای مختلف بر تولیدات گیاهی مثل سویا مشاهده کردند که برای تشکیل گل، این گیاه به ده روز کوتاه نیازمند است. سپس گل دادن با قرار دادن بعدی گیاه در معرض روزهای بلند ادامه خواهد یافت. نتایج پژوهش پاکروبورسیک[3] (۱۹۳۹) و همچنین نتیجه کار روبرتسل[4] (۱۹۴۳) نشان داد که درجه حرارت، خلال دوره تاریکی، اهمیت بیشتری از دوره روشنایی دارد. شروع گل‌دهی وقتی که درجه حرارت برگ، در خلال دوره تاریکی برابر ۱۸ درجه سانتی‌گراد بود، به وضع خوبی رخ داد. اما وقتی که درجه حرارت کمتر از ۱۳ درجه سانتی گراد بود، اثری از گل دادن مشاهده نشد. در این بررسی وادار کردن گیاهان، به شروع گل‌دهی در روز ۱۶ ساعته، با تغییر درجه حرارت ممکن نگردید.

1- Garner
2- Alard
3- Pakroborsic
4- Robertsol

نتایج بدست آمده از آزمایش وان دوبن[1] (۱۹۶۲) نشان می‌دهد، موقعی که درجه حرارت از ۱۶ به ۲۵ درجه سانتی‌گراد برسد رشد رویشی در مراحل اولیه رشد به میزان زیادی تسریع می‌یابد. ابیل[2] (۱۹۶۱) در ایالت کالیفرنیای امریکا نشان داد که مجموع روزهای از کاشت تا مرحله گلدهی بر زودرس‌ترین واریته‌ها در تمام تاریخ‌های کشت دو هفته در میان از دوم ماه مه تا دوم ماه اوت مساوی بوده است. واریته‌های دیررس با تاخیر در کشت، تعداد روز بیشتری را تا مرحله گلدهی سپری کردند. بیشترین میزان برداشت توسط واریته‌های دیررس و متوسط رس در زمان کشت ماه مه (اردیبهشت) به دست آمده است. همچنین قد گیاه در ماه مه افزایش یافته و ورس با تاخیر در کشت، تنزل کرد. استاکی[3] (۱۹۷۶) با توجه به اینکه حرارت زیاد سبب کاهش درصد خروج نهال از خاک می‌شود، اثر عمق کشت و حرارت زیاد بر خروج نهال از خاک را مورد مطالعه قرار داد (لطیفی، ۱۳۷۲).

داموتا[4] (۱۹۹۶) تحقیق ارزنده‌ای در مورد سویا و آب و هوا انجام داده است. ایشان ضمن بررسی عناصر آب و هوایی بر روی رشد سویا، به این نتیجه رسید که میزان رشد و نمو در ۱۰ درجه سیلسیوس صفر و در کمتر از این مقدار رشد و نمو را منفی در نظر می‌گیرد. سوسانا[5] و ارمادا[6] (۲۰۰۳) دریافتند که در دمای بالاتر از ۴۰ درجه سانتی‌گراد، تشکیل غلاف ۵۷ تا ۷۱ درصد کاهش می‌یابد. لوزماریا[7] و پااوکار مناکو (۲۰۰۹) در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند که رشد سویا در دمای حدود ۱۰ درجه سانتی‌گراد متوقف می‌شود، همچنین آنها اضافه می‌کنند که در دمای کمتر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد، گلدهی به طور ضعیف انجام می گیرد و با بالا رفتن آن تا ۳۲ درجه سانتی گراد گل‌دهی افزایش می‌یابد.

اما در این میان محققان داخلی نیز مطالعاتی در مورد فنولوژی سویا انجام داده اند. بعنوان نمونه شاه حیدر (۱۳۶۹) در خصوص شرایط آب و هوایی سویا و دیگر مراحل رویشی آن به این نتیجه رسید که حرارت کمتر از ۱۰ درجه برای رشد سویا مناسب نیست و حرارت بیش از ۳۸ درجه نیز ممکن است به سویا صدمه وارد کند. به‌هرحال جدای از مطالعات قبلی، امروزه استفاده از مدل‌های گردش عمومی جو و شبیه سازی شرایط آب و هوایی آینده و ارزیابی تغییرات مولفه‌های اقلیمی مورد نیاز محصولات

1- Vandobin
2- Ebil
3- Estaki
4- Dauta
5- Sosana
6- Armada
7- Losmaria

کشاورزی، کاری مهم به شمار می‌آید. در این زمینه محققانی چون روشن[1] و گرب[2] (۲۰۱۲)با استفاده از مدلهای گردش عمومی جو نظیر INMCM-30، UKHADCM3، CNRM-CM3 مقادیر نیاز آبی را برای گیاه گندم و برای دوره مطالعاتی ۲۰۲۵، ۲۰۵۰، ۲۰۷۵ و ۲۱۰۰ محاسبه نمودند. کوچکی و کمالی در سال (۱۳۸۹)، تاثیر تغییر اقلیم را بر کشت گندم دیم برای ایران شبیه سازی کردند. آنها در کار خود با استفاده از مدل گردش عمومی GISS، دو دوره زمانی ۲۰۲۵ و ۲۰۵۰ را مورد واکاوی قرار دادند.

بنابراین در تحقیق حاضر هدف آن است که ابتدا تغییرات مولفه دما با مدل‌های گردش عمومی جو و سناریوهای مختلف آب و هوایی، برای دهه‌های آینده و ایستگاه گرگان شبیه سازی گردد و در نهایت بر مبنای آن، مقادیر درجه-روز مورد نیاز سویا محاسبه شود. بدین وسیله می توان ارزیابی نمود که آیا تغییرات زمانی در تقویم کشت سویا، در جهت انطباق و سازگاری برای تامین نیاز درجه-روز سویا وجود دارد و بهترین دوره برای شروع کشت چه دوره‌ای می‌تواند باشد.

داده‌ها و روش انجام تحقیق

این پژوهش از سه مرحله اساسی تشکیل شده است: ابتدا شبیه‌سازی مولفه دما و ریزگردانی داده‌های GCM تحت سناریوهای انتشار با استفاده از مدل‌های ریزمقیاس نمایی آماری، گام دوم برآورد مقادیر درجه- روز مورد نیاز سویا بر مبنای دماهای شبیه‌سازی شده و در نهایت مرحله سوم مقایسه تغییرات زمانی در جهت تامین درجه-روز مورد نیاز سویا، برای دو دوره گذشته (پایه) و دوره‌های شبیه‌سازی شده می‌باشد.

داده‌های مورد استفاده: برای انجام این تحقیق از داده‌های روزانه، ماهانه و سالانه حداکثر، حداقل و متوسط دمای ایستگاه سینوپتیکی گرگان برای دوره مطالعاتی ۱۹۹۰-۱۹۶۱ استفاده شده است. نحوه دسترسی به این داده‌ها از طریق سایت سازمان هواشناسی کشور یا www.irimet.net بوده است. همچنین برای ترسیم نمودارها و تجزیه و تحلیل برخی از پارامترهای آماری از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

معرفی مدل گردش عمومی جو، سناریوهای پیشنهادی و مدل ریزگردانی داده‌ها: در این تحقیق از خروجیهای مدل HadCM3 استفاده شده است. این مدل در مرکزهادلی توسعه یافته و نسبت به مدل HadCM2، کامل تر می باشد. مدل HadCM3، دارای اقلیم شناسی کنترلی پایدار بوده و از تنظیم شار استفاده نمی‌کند. تفکیک افقی و تعداد ترازهای قائم جو در این مدل، بگونه‌ای

1- Roshan
2 -Grab

می‌باشد که مولفه اقیانوسی در جهت قائم ۲۰ تراز داشته و تفکیک افقی آن ۱/۲۵× ۱/۲۵ درجه است. لذا با این تفکیک می‌توان ساختار جریانات اقیانوسی را با جزئیات مهم آن نمایش داد. جزئیات دیگر این مدل، بدین‌گونه است که اثرات گازهای گلخانه ای فرعی همراه با دی اکسید کربن، بخار آب، ازن و همچنین پارامتره سازی ساده هوامیزهای زمینه را در بر دارد. طرحواره سطح زمین، اثر انجماد و ذوب در رطوبت خاک، رواناب سطحی و زهکشی خاک را شامل می‌شود.

همچنین آنکه در این تحقیق از نتایج سه سناریوی خانواده A2، B2 و A1B استفاده گردیده است. بطور خلاصه موضوع در بر گیرنده سناریوهای خانواده A2 تقویت نیروهای جمعیتی منطقه‌ای با تاکید بر ارزش خانواده‌ها و رسوم خانوادگی، رشد زیاد جمعیت و همچنین وابستگی کمتر به پیشرفت سریع اقتصادی می‌باشد. اما در سناریوی B2 تاکید بر راه حل‌های منطقه‌ای برای تقویت مسائل اقتصادی، اجتماعی و محیط زیست می‌باشد. این یک دنیای ناهمگون با سرعت تغییرات تکنولوژی کمتر، اما با تنوع بیشتر می‌باشد. اما تاکید قوی در این سناریو بر ابتکار عمل جامعه و نوآوری‌های آن برای یافتن راه‌حل‌های منطقه‌ای نسبت به راه‌حل‌های جهانی می‌باشد. در نهایت سناریوی A1B بوده که در این خانواده به مسائل اقتصادی نسبت به محیط زیست بیشتر تاکید شده و دیدگاه‌ها بجای منطقه‌ای، جهانی می‌باشد. حال آنکه در این سناریو، استفاده از منابع فسیلی و غیر فسیلی بصورت متعادل می‌باشد.

اما همانگونه که مشخص است، خروجی مدل‌های گردش عمومی جو، در ابعاد بزرگ می‌باشند که برای استفاده از خروجی آنها در حد و مقیاس روزانه و نقطه‌ای (ایستگاهی)، باید آنها را ریز مقیاس نمود. برای انجام این فرایند دو روش دینامیکی و آماری وجود دارد که بدلیل سادگی، سریع‌الوصول و کم هزینه بودن، روشهای آماری در نزد محققان مورد پذیرش و استفاده بیشتری می باشد. لذا در این تحقیق برای ریزگردانی داده‌های مدل HadCM3 از مدل LARS-WG نسخه 5.11 استفاده شده است. بطور خلاصه آنکه جهت دستیابی به داده‌های شبیه سازی شده حداقل، حداکثر دما، بارش و مقادیر ساعت تابش برای دهه‌های آینده، باید یک دوره‌ای را که شامل داده‌های تجربی منطقه باشد، را به‌عنوان ورودی به مدل معرفی نمود. در این تحقیق داده‌های تجربی و ورودی مدل مربوط به سال‌های ۱۹۸۲ تا ۲۰۰۷ می‌باشد و دوره‌های شبیه‌سازی شده شامل سال‌های ۲۰۳۵ تا ۲۰۴۹ به‌عنوان اولین دوره شبیه‌سازی شده و دوره دوم، مربوط به سال‌های ۲۰۶۵ تا ۲۰۷۹ است. اما جهت مقایسه تغییرات اقلیم بر روی مقادیر درجه- روز مورد نیاز گیاه سویا، لازم می‌باشد که یک دوره، به‌عنوان دوره پایه انتخاب گردد و تغییرات درجه-روز دهه‌های آینده نسبت به آن مورد ارزیابی قرار گیرد. بنابراین بر اساس کارهای مشابه (روشن و گرب، ۲۰۱۲؛ روشن و همکاران،۲۰۱۳)، دوره ۱۹۶۱ تا ۱۹۹۰ به‌عنوان دوره پایه انتخاب گردید. لازم به توضیح می باشد که در ادامه، جهت دستیابی به یک نتیجه کلی، از تغییرات روند درجه-روز مورد نیاز سویا، تغییرات این مولفه برای دوره ۲۰۱۱ تا ۲۱۰۰ نیز مورد واکاوی

قرار گرفته است. در ادامه برای کسب اطلاعات بیشتر، از مدل لارس، پیشنهاد می‌گردد به پژوهش‌های زیر رجوع شود (سیمنوف[1] و همکاران، ۱۹۹۸، سجادخان[2] و همکاران، ۲۰۰۶، ضرغامی[3] و همکاران، ۲۰۱۱).

معرفی رابطه پیشنهادی برای محاسبه درجه-روز مورد نیاز گیاه سویا: برای محاسبه مقادیر درجه- روز مورد نیاز سویا از معادله یک استفاده شده است.

در این معادله GDD مقدار درجه-روز، T_{max} و T_{min} به‌ترتیب، حداکثر و حداقل دمای روزانه هستند. همچنین در معادله بالا T_{base} همان صفر فیزیولوژیکی گیاه است که با توجه به کارهای انجام شده در ایران مقدار آن ۱۰ درجه سانتی‌گراد انتخاب شده است (نشریه دانه‌های روغنی، ۱۳۵۵).

رابطه (۱)
$$GDD = \frac{T_{max}+T_{min}}{۲} - T_{base}$$

هر چند هدف این تحقیق بیان کلیتی از تغییرات میزان درجه- روز مورد نیاز گیاه سویا در حالت کلی می باشد، اما در عین حال تمرکز بیشتری بر روی دو گونه ویلیامز و هیل انجام پذیرفته است. همچنین در این پژوهش تغییرات درجه- روز دو نوع کشت بهاره و تابستانه مدنظر می‌باشد. در عین حال مطالعات میدانی در اراضی کشاورزی منطقه، نشان دهنده ی تفاوتهای بسیار جزئی در تاریخ آغاز کشت و زمان برداشت می باشد که بر مبنای آن می توان زمان آغاز و برداشت کشت بهاره را بصورت تقریبی از ۱۵ اردیبهشت تا ۳۱ شهریور و برای کشت تابستانه از ۷ تیرماه تا ۷ آبان‌ماه در نظر گرفت. در ادامه در جدول (۱)، حالت‌های ایده‌ال میزان درجه- روز و دمای مورد نیاز سویا آورده شده است.

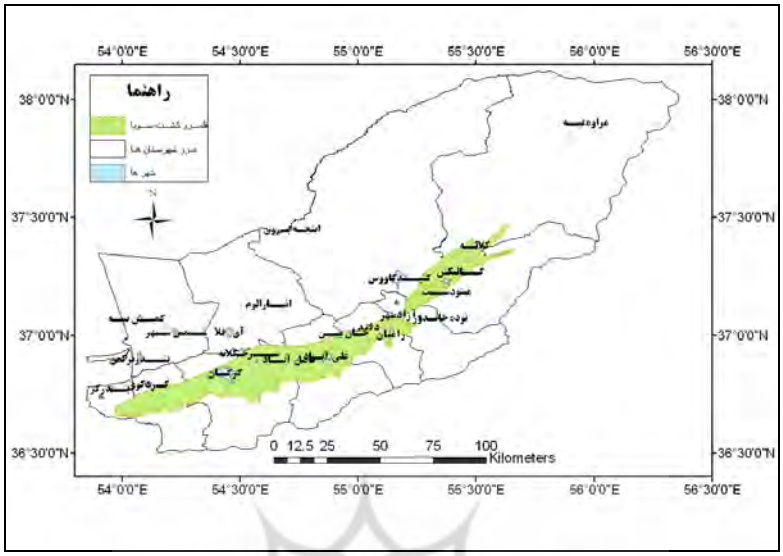
جدول ۱. نیازهای حرارتی سویا از زمان کاشت تا شروع دورهٔ گلدهی بر حسب درجه - روز ایستگاه گرگان

تعداد درجه روز - موثر	تعداد درجه روز - فعال	دمای متوسط
۲۳۳۸	۲۳۰۰ -۲۶۰۰	۱۷/۶

محدوده مورد مطالعه

استان گلستان در شمال ایران، جنوب شرقی دریای مازندران، بین ۵۳ درجه و ۵۰ دقیقه و ۲۵ ثانیه تا ۵۶ درجه و ۱۱ دقیقه و ۵۲ ثانیه طول جغرافیایی شرقی و ۳۶ درجه و ۲۵ دقیقه و ۳۸ ثانیه تا ۳۸ درجه و ۸ دقیقه و ۳۸ ثانیه عرض جغرافیایی شمالی قرار دارد (شکل ۱).

1- Semenov
2- Sajjad Khan
3- Zarghami



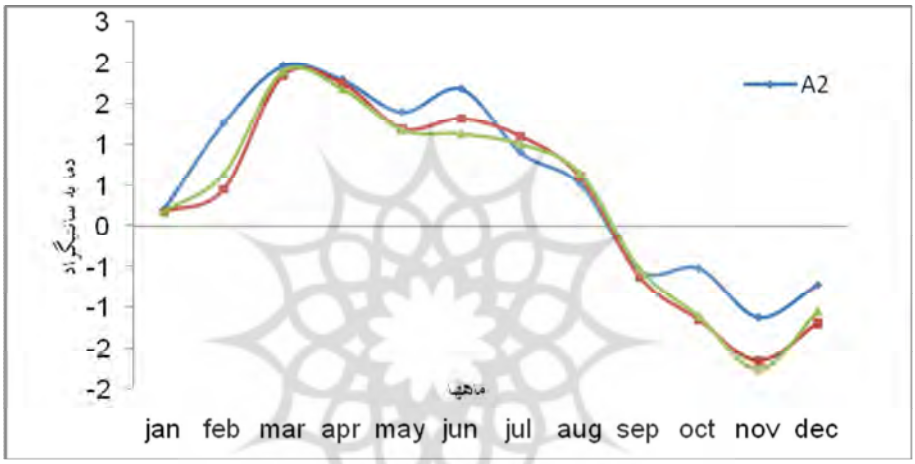
شکل ۱. مناطق زیر کشت سویا در استان گلستان

یافته‌های پژوهش

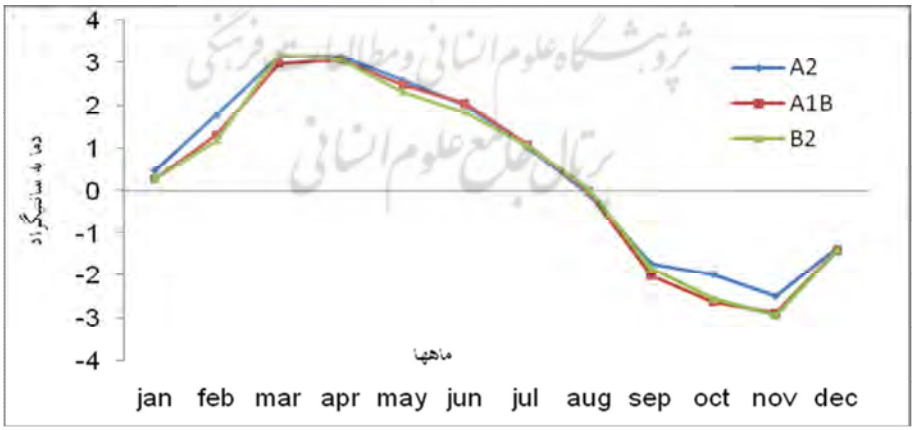
تغییرات آستانه‌های دمایی ایستگاه گرگان: در اولین گام برای انجام این تحقیق، مقادیر سالانه دما برای دوره پایه ۱۹۶۱ تا ۱۹۹۰ محاسبه گردید که این مقدار شامل۱۷,۷۴ درجه سانتی‌گراد بود. اما بر مبنای سناریوهای مختلف، مقادیر سالانه دما برای دوره مطالعاتی ۲۰۳۵ تا ۲۰۴۹ به‌ترتیب بر اساس سناریوهای A1B، A2 و B2 شامل ۱۸,۱۳، ۱۸,۳۸ و ۱۸,۱۴ درجه سانتی‌گراد می‌باشد، حال آنکه میانگین دمای سالانه برای دوره ۲۰۶۵ تا ۲۰۷۹ نیز بترتیب شامل ۱۸,۱۷، ۱۸,۳۵ و ۱۸,۱۷ درجه سانتی‌گراد شبیه‌سازی شده است. نکات قابل توجه برای این شبیه‌سازی‌ها بدین گونه می‌باشد که بدبینانه ترین سناریو که گویای بیشترین مقادیر دمایی است، مربوط به سناریوی A2 است. اما علی‌رغم این نکته، قابل توجه است که سناریوی A2 با میانگین سالانه دما برای دوره ۲۰۶۵ تا ۲۰۷۹ نسبت به دوره ۲۰۳۵ تا ۲۰۴۹ به اندازه ۳ صدم درجه کاهش نشان می‌دهد.

بر اساس محاسبات انجام شده، برای داده‌های ماهانه دوره مطالعاتی ۲۰۳۵ تا ۲۰۴۹، حداکثر افزایش دما نسبت به دوره پایه ۱۹۶۱ تا ۱۹۹۰ برای ماه مارس شبیه سازی شده که به‌ترتیب این افزایش دما برای سناریوی A2، A1B و B2 شامل ۱,۹۷، ۱,۸۵ و ۱,۸۹ درجه سانتی‌گراد می‌باشد حال آنکه در ماه دسامبر بیشترین کاهش دما به میزان ۱,۱۲- درجه سانتی‌گراد برای سناریوی A1، ۱,۶۵- درجه سانتی‌گراد برای سناریوی A1B و در نهایت کاهش ۱,۷۵- درجه سانتی‌گراد برای سناریوی B2 نسبت به میانگین درازمدت ۱۹۶۱-۱۹۹۰ دیده می‌شود (شکل ۱). بررسی‌های انجام شده برای دوره

زمانی ۲۰۶۵ تا ۲۰۷۹ گویای حداکثر افزایش دما برای دو ماه آوریل و مارس می باشد. این افزایش دما بر مبنای سناریوی A2 به میزان ۳,۱۵ درجه سانتی‌گراد و با توجه به سناریوی A1B به مقدار ۳,۰۵ درجه سانتی‌گراد برای ماه آوریل شبیه‌سازی شده است. ولی خروجی‌های سناریوی B2، نشان‌دهنده حداکثر افزایش دما به میزان ۳,۲۲ درجه سانتی‌گراد برای ماه مارس می باشد. در دوره مطالعاتی ۲۰۶۵ تا ۲۰۷۹، همانند دوره ۲۰۴۹-۲۰۳۵، حداقل کاهش دما بر مبنای سه سناریوی پیشنهادی در ماه دسامبر مشاهده می گردد. بنابراین به‌ترتیب این کاهش دما برای سناریوی A1، A1B و B2 شامل ۲,۴۹-، ۲,۸۷- و ۲,۹۳- درجه سانتی‌گراد است (شکل ۲).



شکل ۲. تغییرات افزایشی-کاهشی دما برای ماه‌های مختلف در دوره مطالعاتی ۲۰۴۹-۲۰۳۵ نسبت به دوره پایه ۱۹۹۰-۱۹۶۱.



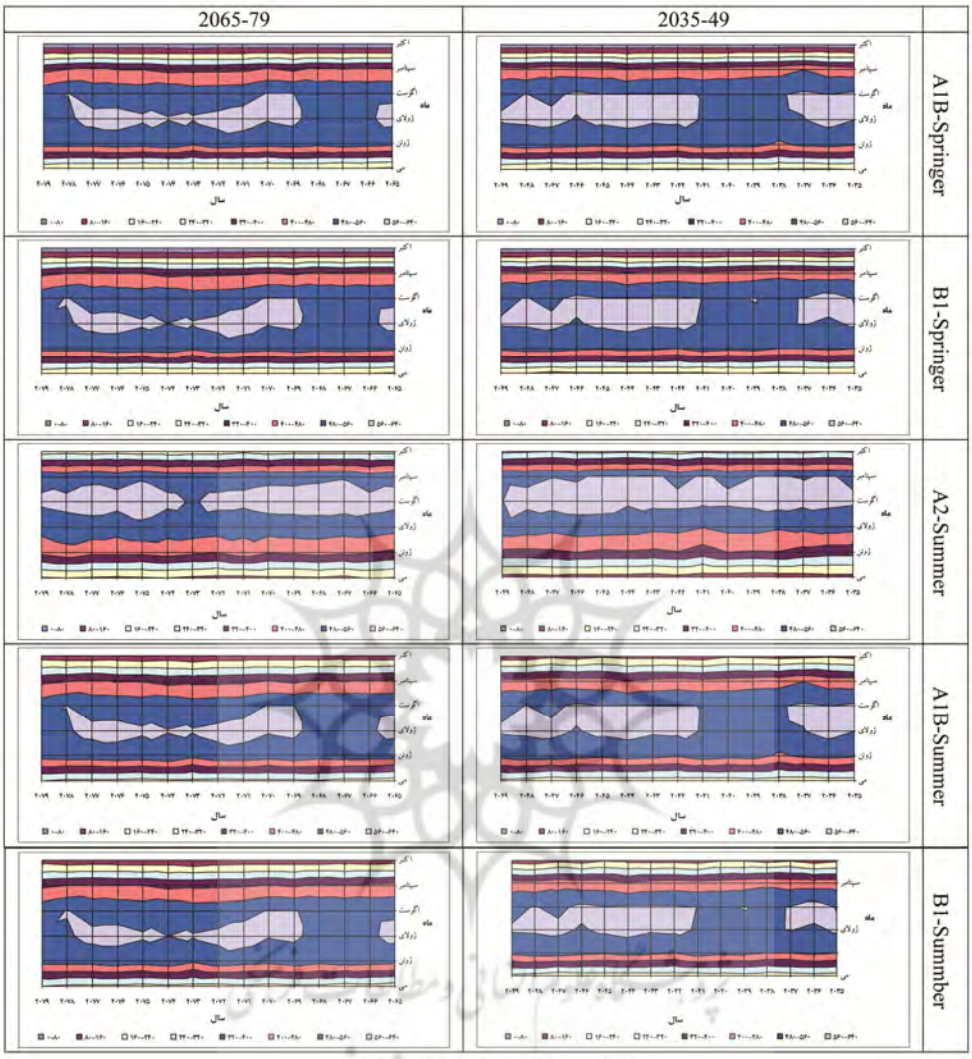
شکل ۳. تغییرات افزایشی- کاهشی دما برای ماههای مختلف در دوره مطالعاتی ۲۰۷۹-۲۰۶۵ نسبت به دوره پایه ۱۹۹۰-۱۹۶۱.

به هرحال با توجه به شکل‌های (۲و۳)، ملاحظه می‌گردد که در دو دوره شبیه سازی شده، تمام سناریوها گویای روند افزایشی دما از ابتدای فصل زمستان نسبت به دوره پایه ۱۹۹۰-۱۹۶۱ می‌باشد. بر این مبنا علی‌رغم مقادیر افزایشی دما برای ماههای فصل بهار و تابستان، اما قابل تامل است که این روند از ابتدای فصل بهار تا پایان دوره گرم سال بصورت نزولی بوده، به‌طوری‌که از اواخر تابستان که مصادف با سپتامبر می‌باشد تا اواخر پاییز، میانگین ماهانه دماهای شبیه‌سازی شده کمتر از دوره پایه ۱۹۹۰-۱۹۶۱ می‌باشد (شکل ۲ و۳).

گرگونی و نوسانات مقادیر درجه-روز مورد نیاز سویا بر مبنای سناریوهای مختلف تغییر اقلیم

- **کشت بهاره**

در این مرحله، ابتدا تغییرات سری زمانی درجه- روز برای کشت بهاره دوره ۱۹۹۰-۱۹۶۱ مورد واکاوی قرار گرفت (شکل ۵). بر مبنای این دوره مطالعاتی، روند تغییرات بصورت کاهشی می‌باشد اما این روند کاهشی با r= -۰/۲۰ نشان از تصادفی بودن تغییرات است. بهرحال بر مبنای این نوع کشت، میانگین محاسباتی مقدار ۱۸۸۹ درجه- روز کالری را برای دوره پایه ۱۹۹۰-۱۹۶۱ نشان می‌دهد. حال آنکه تغییرات میانگین شبیه سازی شده برای دوره مطالعاتی ۲۰۳۵/۲۰۴۹ نشان می‌دهد که بر اساس سناریوی A2، میانگین درجه- روز به ۱۷۴۳,۱ کاهش خواهد یافت. در عین حال، سری زمانی نشان از روند افزایشی با r= -۰/۷۱ با سطح معناداری یک درصد است. اما برای همین دوره، دو سناریوی A1B و B2، هر دو میانگین افزایش مقدار درجه- روز را با مقادیر ۲۰۱۰,۷ و ۲۰۰۳,۳ نسبت به دوره ی پایه نشان می‌دهند که این روند افزایشی بترتیب با مقادیر (r=۰/۴۰) و (r=۰/۳۶) به حداقل سطح معناداری که باید r= ۰/۴۴ باشد، بسیار نزدیک می باشند. ولی روند درازمدت ۲۰۱۱ تا ۲۱۰۰ برای سه سناریوی مورد مطالعه، گویای مقدار افزایشی و معنادار میزان درجه- روز برای کشت بهاره با توجه به گرمایش جهانی است(شکل۵). در ادامه ضریب همبستگی بین مقادیر درجه-روز با سال برای هر سه سناریوی A1، A1B و B2 به‌ترتیب شامل r=۰/۷۵، r=۰/۶۶ و r=۰/۶۵ محاسبه گردید.



شکل ۴. تغییرات نمودار ماه- سال مقادیر درجه- روز مورد نیاز گیاه سویا بر اساس سناریوهای مختلف

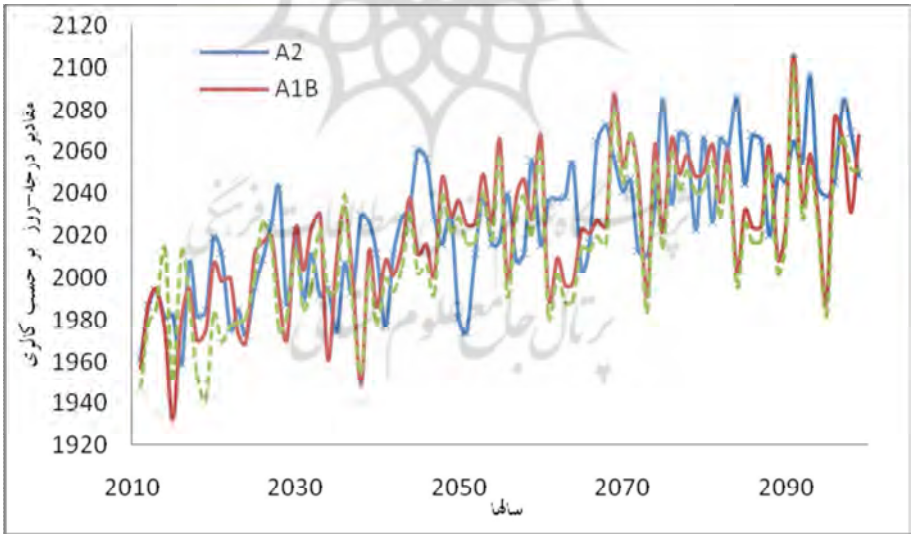
در ادامه بررسی‌های انجام شده برای دوره مطالعاتی ۲۰۶۵ تا ۲۰۷۹ این نتایج را برای سناریوهای مختلف ارائه می‌کند: ابتدا اینکه با توجه به سناریوی A2، مقدار میانگین شبیه سازی شده برای گیاه سویا در دوره ۲۰۶۵ تا ۲۰۷۹ به میزان ۶۲ درجه- روز کالری کاهش خواهد یافت و برای دو سناریوی A1B و B2، به‌ترتیب با مقادیر ۱۵۴ و ۱۴۷ درجه- روز کالری افزایش می‌یابد.

- **کشت تابستانه**

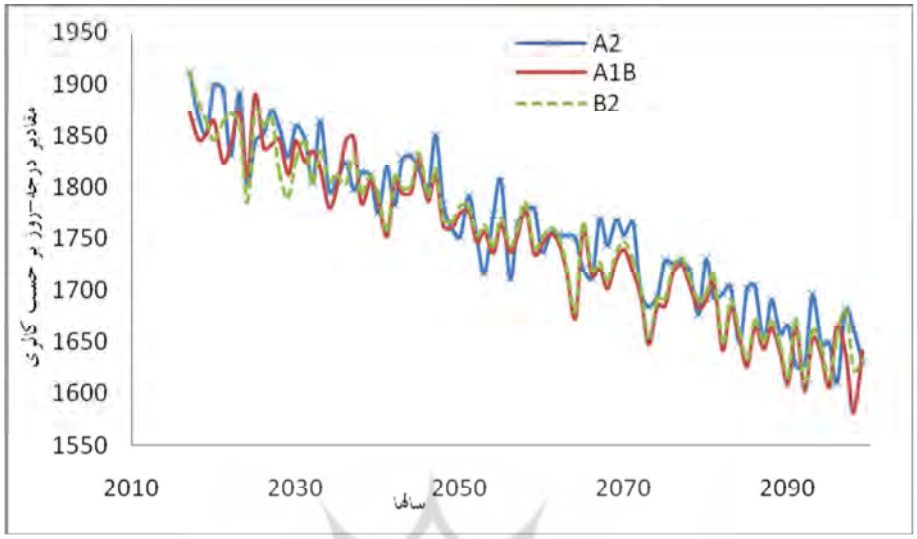
در کشت تابستانه، میانگین داده‌های مشاهداتی ۱۹۶۱ تا ۱۹۹۰، مقدار ۱۷۵۸ درجه- روز کالری را نشان می‌دهند (شکل ۶) و روند این سری زمانی نیز با r=۰/۰۷ گویای تصادفی بودن این سری زمانیست. بهرحال برای اولین دوره شبیه‌سازی شده و با توجه به ۳ سناریوی مختلف تغییر اقلیم، میانگین مقادیر درجه- روز بصورت افزایشی است بگونه‌ای که در سناریوی A2، ۲۱۴ درجه- روز، در سناریوی A1B، ۱۳ درجه- روز و در نهایت برای سناریوی B2، ۱۵ درجه- روز کالری افزایش میزان درجه- روز دیده می‌شود.

اما خروجی‌ها برای دوره دوم شبیه سازی که شامل دوره ۲۰۶۵ تا ۲۰۷۹ است تا حدودی تغییر می‌نماید. در این دوره تنها بر اساس خروجی‌های سناریوی A2، میانگین درجه- روز به میزان ۱۸۹ کالری افزایش خواهد یافت و در دو سناریوی A1B و B2 کاهش میانگین به‌ترتیب با مقادیر ۷۷ و ۷۰ درجه- روز کالری محاسبه شده است.

به‌هرحال آنچه روند درازمدت ۲۰۱۱ تا ۲۱۰۰ برای سه سناریوی مورد مطالعه آشکار می سازد، بیان کننده مقدار کاهشی و معنادار میزان درجه- روز برای کشت تابستانه با توجه به گرمایش جهانی است(شکل). در ادامه مقادیر ضریب همبستگی ما بین درجه- روز با مولفه سال، برای سناریوی A1 برابر با r =-۰/۹۴ و برای دو سناریوی A1B و B2 بصورت مشترک r =-۰/۹۶ محاسبه گردیده است.



شکل ۵. سری زمانی شبیه سازی شده مقدار درجه- روز مورد نیاز گیاه سویا بر مبنای کشت بهاره



شکل ۶. سری زمانی شبیه سازی شده مقدار درجه- روز مورد نیاز گیاه سویا بر مبنای کشت تابستانه

نتیجه‌گیری تحقیق

در حال حاضر کشاورزی یکی از مهم‌ترین بخش‌های اقتصادی کشور به شمار می‌آید، تا جایی که می‌توان گفت رشد اقتصادی کشور بدون رشد کشاورزی امکان‌پذیر نیست.

در این بین بعضی از نواحی شبیه گرگان دارای پتانسیل‌های قابل‌توجهی برای کشت و برداشت بعضی از محصولات استراتژیک همانند سویا است. از آنجا که شناخت صحیح از تغییر اقلیم آینده می‌تواند کمک شایانی به مدیریت ریسک در حوزه امنیت غذایی ایفا نماید، لذا در این تحقیق بر مبنای ۳ سناریوی تغییر اقلیم و دو دوره شبیه‌سازی شده، تغییرات زمانی درجه-روز مورد نیاز گیاه سویا مورد واکاوی قرار گرفت. بر اساس مطالعه انجام شده، در دو دوره شبیه‌سازی شده، نتایج تمام سناریوها بیان کننده ی روند افزایشی دما از ابتدای فصل زمستان نسبت به دوره پایه ۱۹۹۰-۱۹۶۱ می‌باشد. بر این مبنا علی‌رغم مقادیر افزایشی دما برای ماههای فصل بهار و تابستان، اما این روند از ابتدای فصل بهار تا پایان دوره گرم سال بصورت نزولی بوده، بطوری‌که از اواخر تابستان که مصادف با سپتامبر می‌باشد تا اواخر پاییز، میانگین ماهانه دماهای شبیه‌سازی شده کمتر از دوره پایه ۱۹۹۰-۱۹۶۱ می باشد. از جمله نتایج این تحقیق آنکه اگر چه سناریوی A2 با میانگین دمای سالانه ۱۸,۳۸ و ۱۸,۳۵ درجه سانتی‌گراد برای دو دوره شبیه سازی شده بیشترین مقدار افزایش دما را نشان می‌دهد، ولی نباید فراموش نمود که این افزایش دما بصورت سالانه می‌باشد. وقتی صحبت از کشت تابستانه و بهاره می شود منحصر به ماهها و فصول خاصی است. بنابراین واضح است که اگر در کشت بهاره، کاهش مقدار درجه-روز برای

سناریوی A2 دیده می‌شود، بدلیل آن است که این ماه‌ها، دقیقاً مصادف است با کاهش دما و در نهایت درجه- روز نسبت به دیگر سناریوها و ماههای مطالعاتی دیگر می‌باشد. علی‌رغم اینکه در دیگر ماه‌ها مقادیر دما و درجه-روز در سناریوی A2، بیشتر از دو سناریوی پیشنهادی A1B و B2 می باشد.

نکته قابل تامل دیگر اینکه، روند درازمدت و پیوسته سری زمانی درجه- روز از سال ۲۰۱۱ تا ۲۱۰۰ گویای روند افزایشی و معنادار بودن این تغییرات برای هر سه سناریو در کشت بهاره می‌باشد. لذا دلیل تصادفی بودن روند اکثر سناریوها برای هر دو دوره مطالعاتی ۲۰۴۹-۲۰۳۵ و ۲۰۷۹-۲۰۶۵ بصورت جداگانه، بر این اساس می‌باشد که هر کدام از این دوره‌ها می‌تواند بصورت یک نوسان دوره‌ای در سری زمانی درازمدت ظاهر شوند. منظور آنکه در سری زمانی پیوسته و درازمدت روند غالب افزایشی و معنادار است حال آنکه اگر این دو دوره بصورت جدا نگریسته شود فقط تغییرات دوره‌ای مورد توجه است که می‌تواند در جهت موافق یا مخالف روند کلی ظاهر گردد. از طرف دیگر روند غالب برای سری زمانی ۲۰۱۱ تا ۲۱۰۰ کشت تابستانه، نتایج عکسی را نشان می‌دهد که بیان‌کننده کاهش معنادار مقدار درجه-روز برای این نوع کشت با توجه به دهه‌های آینده است

به هرحال بر مبنای نتیجه غالب این تحقیق، مقدار میانگین درجه- روز بر اساس تاثیر گرمایش جهانی در ایستگاه گرگان با توجه به کشت تابستانه در حال کاهش است. بر اساس نتایج تحقیقات پیشین (شاهکویی، ۱۳۸۸) کشت‌های تابستانه سویا، در اکثریت قریب به اتفاق موارد، عموماً و کشت دیر هنگام واریته گرگان ۳، خصوصاً دچار پدیده علوفه‌ای شدن می‌گردد. بنابراین برای رهایی از این خطر مهلک که همه ساله باعث کاهش عملکرد و خسارت کلی به محصول می‌گردد، کشت به موقع اواخر اردیبهشت‌ماه و اوایل خردادماه (یعنی زمانی که آب و هوا و رطوبت خاک برای کشت فوق العاده مناسب است) پیشنهاد می‌شود. با توجه به نتایج این تحقیق مبنی بر کاهش معنی‌دار ۷۰ و ۷۷ درجه- روز کالری در دو سناریوی پیشنهادی A1B و B2 برای کشت‌های تابستانه، آینده اطمینان بخشی برای توسعه مزارع سویا در گرگان و جلگه گلستان و رفع پدیده علوفه‌ای شدن به ارمغان خواهد آورد.

پس با توجه به کاهش میانگین درجه- روز در ابتدای پاییز و اواخر تابستان، بهتر است که کشت تابستانه کمی زودتر آغاز گردد تا گیاه سویا بتواند میزان درجه- روز مورد نیاز خود را در فاصله زمانی کوتاه و مناسبتری تامین نماید. حال آنکه همین فرایند تغییر تاریخ زمان کاشت برای بهار هم می تواند وجود داشته باشد که البته کاشت زود هنگام در مورد کشت بهاره نباید باندازه و مقیاس تابستانه زمان کشت آن جلو انداخته شود. در پایان نباید فراموش کرد که این تغییرات کاشت، فقط بر مبنای درجه- روز مورد نیاز گیاه سویا مورد توجه بوده و مابقی مولفه‌های تاثیر گذار مانند نیاز آبی، بارش و غیره... مورد توجه قرار نگرفته‌اند. پس پیشنهاد می‌گردد که ابتدا تحلیلی کامل از تغییرات تمام مولفه‌های

اقلیمی تاثیرگذار بر روی کشت محصول سویا انجام پذیرد و در نهایت ساز و کار مدیریتی جهت کشت زود هنگام و یا با تاخیر محصول سویا ارائه شود.

منابع

۱-حکمت شعار، حسن، می ناردجی، هیل، دیویدام، اورکات، ترجمه، ۱۳۷۲. فیزولوژی گیاهان در شرایط دشوار، چاپ نیکنام تبریز

۲-خدابنده، ناصر، ۱۳۷۲. غلات، چاپ سوم، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.

۳-خواجه پور، محمدرضا، ۱۳۷۰. تولید نباتات صنعتی، اصفهان، دانشگاه صنعتی.

۴-سعادت لاجوردی، ناصر، ۱۳۵۹. دانه‌های روغنی، انتشارات دانشگاه تهران.

۵-شاه حیدر، حسن، ۱۳۷۶. سویا و کاشت آن در ذرفول، سازمان هواشناسی کشور، تهران، ایران.

۶-شاهکویی، اسمعیل، مِرا، را برتو، ترجمه، سال ۲۰۰۶م. تز کارشناسی‌ارشد از دانشگاه ایالتی کارولینالی شمالی، آمریکا.

۷-شاهکویی، اسمعیل، ۱۳۸۸. بررسی نقش عناصر اقلیمی در علوفه ای شدن سویا، رساله ی دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران.

۸-شهابیان احمد، ترجمهٔ، اف اس داموتا، ۱۳۷۵. سویا و آب و هوا، انتشارات سازمان آب و هواشناسی کشور.

۹-کوچکی، عوض، ۱۳۷۳. اکولوژی گیاهان زراعی، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۱۰-کوچکی، محلاتی، حسینی، کی یر، آی، دی، ترجمه، ۱۳۷۲. رابطه آب و خاک در گیاهان زراعی، انتشارات دانشگاه مشهد.

۱۱-کوچکی، علیرضا و امیدوار، کمالی، ۱۳۸۹. تغییر اقلیم و تولید گندم دیم در ایران، نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، ۵۵-۶۵.

۱۲-محمدی، حسین، سال ۱۳۸۵. آب و هواشناسی کاربردی، انتشارات دانشگاه تهران. تهران. ایران

۱۳-معطوفی، عبداله، ۱۳۷۳. گزارش مطالعه و بررسی رشد ۳ واریتهٔ سویا، اداره دانه‌های روغنی گرگان، تقی‌آباد.

۱۴-لطیفی، ناصر، جفری نورمن ای، ترجمه، ۱۳۷۲. زراعت سویا، جهاد دانشگاهی مشهد.

۱۵-لاهوتی، مهدی، جی، ری نوگل، جرج ژ، فرتیز، ترجمه، ۱۳۷۱. اصول فیزیولوژی گیاهی، جلد دوم، چاپ دوم، انتشارات آستان قدس

۱۶-نشریه دانه‌های روغنی، زراعت سویا، ۱۳۵۵.

۱۷-ناصری فرشتهٔ، واس، آی، آ، ترجمه، ۱۳۷۰. دانه‌های روغنی، انتشارات آستان قدس.

18. Blanc, Elodie. (2012). The Impact of Climate Change on Crop Yields in Sub-Saharan Africa, American Journal of Climate Change, 1, 1-13

19. Bengoechea, Carlos, Arrachid, Abdessamad, Guerrero, Antonio, E. Hill, Sandra, and R. Mitchell, John. 2007. Relationship between the glass transition temperature and the melt flow behavior for gluten, casein and Soya Science. Journal of cereal science. Vol. 45, May 2007, 275-284pp.

20. Claudine A Rasolohery, Monique Berger, Anatoliy V Lygin, Vera V Lozovaya, Randall LNelson, Jean Dayde. 2007. Effect of temperature and water availability during late maturation of the soybean seed on germ and cotyledon is oflavone content and composition. Journal of the Science of Food. Vol. 88 Issue 2, Pages 218-228.
21. Dexiao, Li, Pengyin, Chen, Ainong, Shi, Ehsan, Shakiba, Rose, Gergerich, and Yaofeng Chen. 2009. Temperature Affects Expression of Symptoms Induced by Soybean Mosaic Virus in Homozygous and Heterozygous Plants. Journal of Heredity Advance Access originally published onlineonJanuary6**,** Journal of Heredity. Vol. 100, No. 3, 348-354pp.
22. Ishizu, M., Kitade, Y. and Matsuyama. M. 2008. Characteristics of the cold-water belt formed off Soya Warm Current, journal of Geophysics. *Res.*, 113, C12010, Pages 123-126.
23. Li, Dexiao, Chen, Pengyin, Shi, Ainong; Shakiba, Ehsan, Gergerich, Rose, Chen, Yaofeng. (2009). Temperature Affects Expression of Symptoms Induced by Soybean Mosaic Virus in Homozygous and Heterozygous Plants. Journal of Heredity, Vol. 100, No. 3, 16, 348-354(7).
24. Roberto Javier Mera. 2006. The Effect of Multiple Environmental Changes on crop Model Response and Potential Improvements of Dynamical land surface Models. North Carolina University, USA, 235.pp.
25. Roshan GHR, Grab SW. 2012. Regional climate change scenarios and their impacts on water requirements for wheat production in Iran. Int. J. Plant Prod 2:239–265.
26. Roshan, GH.R, Ghanghermeh, A., Nasrabadi, T, and Meimandi, J. 2013. Effect of Global Warming on Intensity and Frequency Curves of Precipitation, Case Study of Northwestern Iran, Water Resource Manage, DOI10.1007/s11269-013-0258-7.
27. Sajjad Khan, M., Coulibaly, P., Dibike, Y., 2006. Uncertainty analysis of statistical down scaling methods. Journal of Hydrology, 319, 357–382.
28. Sean F. O'keefe. 2006. Temperature Effect on Binding of Volatile Flavor Compounds to Soy Protein in Aqueous Model Systems. Journal of Food Science Wiley Inter-Science Vol. 56, Issue 3, 802-806pp.
29. Semenov, M.A., Brooks, R.J., Barrow, E.M., Richardson, C.W. 1998. Comparaison of the WGEN and LARS-WG stochastique weather generators in diverse clamâtes. Climate Research 10, 95–107.
30. Seth, L. Naeve and Sheri C. Huerd. 2008. Year, Region, and Temperature Effects on the Quality of Minnesota's Soybean. American Society of Agronomy. Crop 690-695 pp.
31. Susana P. Armada, Rosa Farto, María J. Pérez and Teresa P. Nieto. 2003. Effect of temperature salinity and nutrient content on the survival responses of *Vibrio splendidus* biotype I. Journal of Microbiology, 149: 369-375pp.

32. Villarino, A., Bouvet, O.M.M., Regnault, B., Martin-Delautre, S. and Grimont, P.A.D. 2000. Exploring the frontier between life and death in Escherichia coli: evaluation of different viability markers in live and heat- or UV-killed cells. Res Microbiol, 151, 755–768.
33. Zarghami M., Abdi A., Babaeian I., Hassanzadeh Y., and Kanani R. 2011. Impacts of climate change on runoffs in East Azerbaijan, Iran. Global Planet Change 78:137–146.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی