اثر تغییر اقلیم بر مراحل فنولوژیک و عملکرد نخود در شرایط دیم زنجان

امتیاز منظور گردید
مورخ: ۹۳/۱۲/۹
کمیته منتخب دانشکده تولید گیاهی

نسیم مقدادی[۱]، افشین سلطانی[۲]، بهنام کامکار[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد اگرواکولوژی گروه زراعت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۲و۳- استاد و دانشیار گروه زراعت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

NASSIMMEGHDADI@YAHOO.COM

چکیده

تغییر اقلیم ناشی از افزایش CO_2 و سایر گازهای گلخانه‌ای در آینده می‌تواند اثرات قابل توجهی بر تولید محصولات زراعی داشته باشد. هدف از این تحقیق، بررسی اثر تغییر اقلیم آینده بر عملکرد نخود (*Cicer arietinum* L.) تحت شرایط دیم زنجان بود. سناریوهای مورد بررسی عبارت از افزایش ۲ برابری غلظت CO_2هوا، افزایش ۲،۴، ۶ درجه‌ای دما و کاهش ۱۰ درصدی بارندگی بودند. شبیه‌سازی‌ها با استفاده از مدل SSM-iLegume برای هر سناریو و همچنین برای اثر ترکیبی آنها انجام شد. نتایج شبیه‌سازی حاصل از اثر ترکیبی این عوامل نشان داد که در اثر تغییر اقلیم عملکرد دانه‌ای نخود دیم ۵-۳۲ درصد افزایش خواهد یافت. با توجه به نتایج این تحقیق، کاشت این گیاه به صورت دیم در آینده از لحاظ اقتصادی قابل توجیه است.

کلمات کلیدی: تغییر اقلیم، نخود، دی‌اکسیدکربن، شبیه‌سازی، مدلSSM-iLegume

مقدمه

در طول تاریخ، کشاورزان، شیوه‌های زراعی خود را مطابق با تغییرات محیطی تنظیم کرده‌اند، همچنین برای سازگار شدن با تغییرات محیطی از رقم‌های جدید استفاده می‌کرده‌اند (CSSA, 2011). غلظت دی‌اکسیدکربن از حدود ۲۸۰ میکرومول بر مول در قبل از انقلاب صنعتی به ۳۷۹ میکرومول بر مول در حال حاضر افزایش یافته است (IPCC, 2007). مطالعه‌ی اثرات تغییر اقلیم به معنای افزایش درجه حرارت و غلظت CO_2 و تغییر در بارندگی بر سیستم‌های کشت می‌تواند به گسترش استراتژی‌های سازگاری مورد نیاز کمک کند. در نتیجه، این استراتژی‌ها می‌توانند عملکرد بیشتر و پایداری را تولید کنند (قلی‌پور و سلطانی، ۲۰۰۹). برای بررسی اثرات تغییر اقلیم بر تولید گیاهان زراعی می‌توان از مدل‌های گیاهی استفاده کرد؛ در این گونه مطالعات ابتدا آمار هواشناسی سال‌های گذشته مطابق با پیش‌بینی مدل‌های گردش عمومی[۱۵۹] (GCM) برای آینده زمانی که غلظت CO_2افزایش پیدا می‌کند، تغییر داده می‌شوند. سپس واکنش مدل به این آمار تغییر یافته بررسی می‌شود (سلطانی، ۱۳۸۸). برای تجزیه و تحلیل اثر تغییر

[۱۵۹] General Circulation Model

اقلیم می‌توان عملکرد را به عنوان تابعی از منبع محیطی محدود کننده در نظر گرفت (سلطانی و قلی‌پور، ۱۳۸۵). بنابراین در شرایط دیم که منبع محیطی محدود کننده آب می‌باشد، عملکرد را می توان به‌صورت زیر نشان داد:

$$Y = WI \times Ft \times TE \times HI \qquad (1)$$

که در آن Yعملکرد دانه (گرم بر مترمربع)، WI کل آب وارد شده به مزرعه (میلی‌متر)، Ftنسبت تعرق، TEکارایی تعرق (گرم بر میلی‌متر) و HIشاخص برداشت هستند.

مواد و روش‌ها

مدل مورد استفاده:برای شبیه‌سازی اثرات تغییر اقلیم بر تولید نخود از مدل SSM-iLegume استفاده شد. این مدل در سال ۱۹۹۹ با نام CYRUS توسط سلطانی و همکاران طراحی شد. در سال ۲۰۱۲ سلطانی و سینکلر با توجه به داده‌های حاصل از آزمایـ ات مزرعه‌ای، محدودیت‌های مدل را برطرف ساخته و این مدل را دارای قابلیت استفاده در محدوده وسیعی از شرایط محیطی معرفی کردند. ایشان نام مدل اصلاح شده‌ی خود را SSM-iLegume گذاشتند.

سناریوهای تغییر اقلیم:در چهارمین گزارش ارزیابی[۱۶۰] هیات بین‌المللی تغییر اقلیم[۱۶۱] محدوده‌ای از تغییرات اقلیمی حاصل از پیش‌بینی ۲۱ مدل گردش عمومی برای سال‌های ۲۰۸۰ تا ۲۰۹۹ به‌طور خلاصه مطرح شد که برای دما به صورت درجه سانتی‌گراد و برای بارندگی به صورت درصد بیان شده است. بنابراین، ما برای این آزمایش چندین سناریو را در بین محدوده‌های مشخص شده توسط IPCC برای منطقه ایران، تعریف کردیم که شامل افزایش ۲، ۴ و ۶ درجه‌ای درجه حرارت، افزایش CO_2 به میزان دو برابر (۷۰۰ppm)، کاهش ۱۰ درصدی بارندگی و ترکیبی از تمامی حالات ممکن بود. از این بین سناریوهای ۲، ۴ و۶ درجه افزایش دما (**T+4°c**)، افزایش و کاهش ۱۰ درصدی بارندگی (**0.9R**)، جهت بررسی اثرات تغییر اقلیم به صورت جداگانه بررسی و در این مقاله آورده شدند. همچنین سناریوی تغییر اقلیم (**CC**) که ترکیبی از افزایش ۴ درجه‌ای دما، افزایش دو برابر CO_2 هوا و کاهش ۱۰ درصدی بارندگی و یک سناریو نیز به عنوان شاهد(**NORMAL**) و با توجه به داده‌های هواشناسی بلندمدت ایستگاه سینوپتیک شهرستان زنجان مرکز استان زنجان با عرض جغرافیایی ۳۶/۴۱ درجه و طول جغرافیایی ۴۸/۲۹ درجه و ارتفاع ۱۶۶۳ متر از سطح دریا نظر گرفته شد. با اعمال تغییرات ذکر شده در داده‌های واقعی، داده‌های هواشناسی برای شرایط آینده و تحت هر سناریو تولید شدند.

شبیه‌سازی‌ها:مدل SSM-iLegume برای شرایط دیم و تحت سناریوهای مختلف اجرا شد. تراکم بوته در این شرایط ۳۰ بوته در متر مربع و آب خاک در هنگام کاشت در حد ظرفیت زراعی منظور شد. تاریخ کاشت برای تمام سناریوها ۱۵ فروردین در نظر گرفته شد و از پارامترهای رقم جم که در خود مدل موجود می‌باشد(سلطانی و سینکلر، ۲۰۱۱)، استفاده شد.

---

[۱۶۰] Fourth Assessment Report (AR4)
[۱۶۱] Intergovernmental Panel on Climate Change

با اجرای مدل برای هر سال و تحت هر سناریو، عملکرد دانه و پارامترهای تأثیرگذار بر عملکرد از خروجی مدل ثبت شد. تجزیه واریانس در برنامه SAS به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی اجرا شد که در آن، سال‌ها تکرار و سناریوها تیمار در نظر گرفته شدند. میانگین صفات مربوط به سناریوهای مختلف تغییر اقلیم هم با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که در تمام سناریوها به جز سناریو کاهش ۱۰ درصد بارش، عملکرد بیولوژیک تولید شده بیشتر از عملکرد سناریوی شاهد است. احتمالاً بیشتر شدن میزان تولید ماده خشک در جریان افزایش ۴ درجه‌ی دما می‌تواند به پایین بودن دمای منطقه مورد مطالعه در طی فصل رشد نخود مربوط باشد. کوتاه‌ترین فصل رشد بین سناریوهای مختلف مورد مطالعه به سناریوی افزایش ۴ درجه‌ای دما که ۸۴/۷۸ روز و در رده بعد به سناریوی ترکیبی ۸۶/۱۷ روز اختصاص دارد که در مقایسه با تیمار شاهد (۹۸/۵ روز) اختلاف معنی‌داری نشان می دهد. این مساله نشانگر آن است که بیشترین تاثیر در کاهش طول فصل رشد از بین عوامل دما، بارش و دی‌اکسیدکربن عامل دما می باشد. نگاهی به طول مرحله فنولوژیک **R8** نشان دهنده این است که اختلاف روز تا رسیدگی برداشت در بین سناریوهای مورد مطالعه به اختلاف روز تاگلدهی **R1** باز می‌گردد. این مرحله در شکل گیری شاخساره گیاه و جذب نور تاثیر به سزایی دارد. اما نتایج روی حداکثر شاخص سطح برگ به دست آمده نشان داد که علی‌رغم انتظار شاخص سطح برگ در دو سناریوی افزایش ۴ درجه‌ای دما و سناریوی ترکیبی در بالاترین حد قرار دارد. بنابراین احتمالاً افزایش شاخص سطح برگ در تیمار ترکیبی به اثرات سینرژیستیک مثبت بین افزایش دی‌اکسیدکربن و دما بر روی تولید ماده خشک باز می گردد. نگاهی به عملکرد بیولوژیک سناریوی ترکیبی این موضوع را تایید می‌کند، به نحوی که بیشترین تولید ماده خشک در سناریوی ترکیبی مشاهده می‌شود. این مساله می تواند نشان دهد که با توجه به میانگین دمای پایین منطقه مورد مطالعه در طول فصل رشد نخود و نیز افرایش ظرفیت آسیمیلاسیون این گیاه به عنوان گیاه C_3 ترکیب این دو عامل به تولید ماده خشک منجر می گردد. بررسی کارایی تعرق در سناریوهای مورد بررسی و مقابسه آن با نسبت تعرق در سناریوی ترکیبی نیز نشانن داد که سناریو دو برابر شدن غلظت دی‌اکسیدکربن با وجود داشتن کمترین نسبت تعرق، بیشترین کارایی تعرق را نشان داد. این موضوع نشان می‌دهد که افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن سبب افزایش کارایی مصرف آب در نخود در منطقه مورد مطالعه می‌شود. کمترین کارایی تعرق نیز به سناریوی نرمال (شاهد) تعلق داشت. بالا بودن کارایی تعرق در سناریوی ترکیبی نیز حاکی از آن است که افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن به واسطه افزایش تولید ماده خشک، توانسته اثر احتمالی افزایش دما بر کاهش نسبت تعرق را جبران نماید.

در مجموع نتایج مطالعه نشان داد که کشت نخود دیم در منطقه زنجان به علت شرایط اقلیمی در طی فصل رشد نخود از افزایش دما در آینده سود خواهد برد و با توجه بع قابلیت‌های فیزیولوژیک گیاهان C_3، افزایش دی‌اکسیدکربن نیز به شکل همگرا با افزایش دما به افزایش درخور توجه تولید منجر خواهد شد. لذا افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن و دما دارای اثر هم‌افزایی بر تولید این گیاه در زنجان خواهند بود.

جدول ۱- تاثیر سناریوهای مختلف تغییر اقلیم بر عملکرد دانه (Y، گرم بر مترمربع)، شاخص برداشت (HI،%)، آب وارد شده به مزرعه (WI، میلی‌متر)، نسبت تعرق (FT) و کارایی تعرق (TE، گرم بر میلی‌متر) در شرایط دیم زنجان.

برزگر و سلطانی(۱۳۸۶) جنبه های مختلف تغییر اقلیم مانند افزایش غلظت CO_2 اتمسفری، افزایش دما و تغییرات بارندگی را از طریق اثر بر رشد گیاهان زراعی و سرعت تعرق بر عملکرد گیاهان زراعی موثر دانستند و اظهار داشتند اثر قطعی تغییر اقلیم بر عملکرد گیاهان زراعی به اثر متقابل بین این عوامل متفاوت بستگی دارد. نتایج این مطالعه با نتایج بدست آمده در این تحقیق مطابقت داشته و افزایش عملکرد نخود دیم را بر اثر تغییر اقلیم پیش‌بینی کردند.

کوچکی و همکاران (2006) نیز در مطالعه‌یخود این‌گونه نتیجه گرفتند که تغییر اقلیم اثرات مثبتی بر روی سرعت رشد، عملکرد و شاخص برداشت نخود دیم خواهد داشت که با نتایج ما مطابقت داشت.

انتظار می‌رود که خشکسالی، محدود کننده‌ی تولید بیش از نیمی از زمین‌های قابل کشت زمین در ۵۰ سال آینده باشد (Cattivelli et al., 2008)، و رقابت بر سر آب قابل دسترس بین مناطق شهری و مصارف کشاورزی از مشکلاتی است که بوجود خواهد آمد(Rosegrant et al., 2009). بنابراین کشت‌های دیم در آینده از اهمیت ویژه‌ای برخوردار خواهند شد. با توجه به نتایج بدست آمده از این تحقیق می‌توان پیش‌بینی کرد که کشت نخود دیم در شرایط زنجان از لحاظ اقتصادی در آینده توجیه‌پذیر باشد و عملکرد اقتصادی ناشی از این کشت نسبت به شرایط فعلی افزایش پیدا کند.

منابع

سلطانی، ا.، و م. قلی پور. ۱۳۸۵. شبیه سازی اثر تغییر اقلیم بر رشد، عملکرد و مصرف نخود. مجلهٔ علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۱۳، شمارهٔ ۲، ص. ۶۹ تا ۷۹.

سلطانی، ا. مدل‌سازی ریاضی در گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۱۳۸۸. ۱۷۵، صفحه

Cattivelli, L., Rizza, F., Badeck, F.-W., Mazzucotelli, E., Mastrangelo, A.M., Francia, E., Marè, C., Tondelli, A., Stanca, A.M. 2008. Drought tolerance improvement in crop plants: An integrated view from breeding to genomics. Field Crops Research 105:1-1.۴

Gholipoor, M., A. Soltani. 2009. Future climate impacts on chickpea in Iran and ICARDA. Res.J. Environ. Sci. 3: 16-28.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2007. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Summary for Policy Makers.

Koocheki, A., M. Nassiri, A. Soltani, H. Sharifi, and R. Ghorbani. 2006. Effects of climatechange on growth criteria and yield of sunflower and chickpea crops in Iran. Clim.Res. 247-253.

Rosegrant, M.W., Ringler , C., Zhu, T. 2009. Water for Agriculture: Maintaining Food Security Under Growing Scarcity. SSRN eLibrary.

Soltani, A., Sinclair, T.R. A simple model for chickpea development, growth and yield. Field Crops Research.*In Press*. DOI: 10.1016/j.fcr.2011.06.021.