Archive of SID

دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال یازدهم، شماره سی و نهم، ۱۳۹۸

تأثیر تغییر اقلیم بر مراحل رشد ماشک برگ درشت (*Vicia narbonensis* L.) و جو (*Hordeum vulgare* L.) (مطالعه موردی: خرم آباد)

خسرو عزیزی[۱]، علیرضا دارائی مفرد[۲]، بهروز نصیری[۳]، محمد فیضیان[٤]

دریافت: ۹٦/۲/۱۰ پذیرش: ۹۷/٦/۲۹

چکیده

مطالعه مزرعه‌ای، بر اساس سناریوهای استاندارد مورد تأیید IPCC (A1B، A2، B1) توسط مدل گردش عمومی جو ($HadCM_3$) با استفاده از مدل ریز مقیاس (LARS-WG) با هدف بررسی اثر تغییر اقلیم بر پاسخ مراحل فنولوژیک گیاهان سه کربنه، در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان در دو سال زراعی ۹۳ و ۹٤ در یک مکان با تیمار اجزاء مکمل مخلوط ماشک برگ درشت و جو در ۵ سطح، علف هرز در چهار سطح و کمپوست نیز در چهار سطح با آزمایش فاکتوریل ٤×۵ در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی برای سال هدف ۲۰۵۵ میلادی (۱٤٤۵ شمسی) به‌صورت دیم اجراء شد. پارامترهای اقلیمی دما، بارندگی و تابش روزانه در دوره زمانی مورد مطالعه با استفاده از مدل LARS-WG شبیه سازی شدند. نتایج نشان داد که در آینده، نوسان درجه حرارت کمینه و بیشینه، مطلوب رشد گیاهان سه کربنه (ماشک و جو) بوده، متوسط بارندگی نیز اندکی بیشتر خواهد شد و کاهش طول دوره رشد و عدم برخورد با دماهای فوق مطلوب و فرار از تنش‌های خشکی آخر فصل به علت منطبق بودن دوره رشد با فصل رشد، کاهش ریسک مخاطرات محیطی در سال های آتی را سبب شده و پایداری عملکرد نیز حاصل می‌گردد. بنابراین با وجود کاهش احتمالی تبخیر و تعرق گیاهان مرجع، شرایط زراعی آینده در خرم آباد به‌منظور تولید علوفه ارگانیک و کنترل بیولوژیک علف‌های هرز تحت اثر تغییرات اقلیمی، حاکی از میسر بودن امکان کشت بوده و اثرات منفی تغییر اقلیم بر تولید محصول کاسته می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پایداری عملکرد، تبخیر و تعرق، فنولوژی

عزیزی، خ.، ع. دارایی منفرد، ب. نصیری و م. فیضیان. ۱۳۹۸. تأثیر تغییر اقلیم بر مراحل رشد ماشک برگ درشت (*Vicia narbonensis* L.) و جو (*Hordeum vulgare* L.) (مطالعه موردی: خرم آباد). مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۳۹: ۱۱۰-۱۰۰.

۱- دانشیار اکولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران

۲- دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران- مسئول مکاتبات. armofrad@yahoo.com

۳- استادیار اقلیم شناسی، گروه جغرافیا، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران

٤- استادیار خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

بخش کشاورزی در اقتصاد ملی و تأمین غذای جامعه نقش حیاتی دارد و در جهت دستیابی به پایداری در این بخش، ضروری است که از منابع و ابزار تولید به بهترین شکل استفاده نمود (مهاجرانی و همکاران، ۲۰۱۱). مدل‌های گردش عمومی[5] ابزاری مناسب و دقیق برای پیش بینی شرایط اقلیمی آینده بوده و داده‌های لازم برای اجرای مدل‌های شبیه سازی شده اقلیم را جهت رشد و نمو گیاهان زراعی فراهم می سازند (جونز و همکاران، ۲۰۰۳).

چندین پارامتر اقلیمی نظیر دما، بارش، باد و ساعات آفتابی از جمله عوامل اصلی و موثر بر تولید محصول هستند که بدیهی است هر گونه تغییر در این عوامل، بر رشد، نمو و عملکرد گیاهان زراعی موثر خواهد بود (علیزاده و همکاران، ۲۰۱۰). تردیدی نیست که در شرایط تغییر اقلیم، شاخص‌های اقلیمی کشاورزی نیز دستخوش تغییر می شوند و می توان با این شاخص‌ها، واکنش گیاهان زراعی به شرایط اقلیمی آینده را بررسی نمود. یک شاخص حساس و قابل پایش از پاسخ گیاه به تغییر اقلیم، تغییرات در نمو و طول مراحل فنولوژی گیاهی است (فریچ و همکاران، ۲۰۰۲).

متأسفانه داده های بسیار کمی از اندازه گیری های فنولوژی گیاهی برای بررسی ارتباط با تغییر اقلیم وجود دارد با این وجود بدیهی است که این تغییرات، الگوی رشد را به شدت تحت تأثیر قرار می دهند (برادلی و همکاران، ۱۹۹۹). بیشترین اطلاعات ما از تغییر اقلیم آینده مربوط به مطالعاتی است که با استفاده از مدل های اقلیمی صورت گرفته است. مدل های اقلیمی بیان ریاضی پیچیده بسیاری از فرآیندهای شناخته اقلیمی هستند و توزیع متغیرهای جهانی مانند دما، باد، ابر و باران را شبیه سازی می کنند (هیئت بین المللی تغییر اقلیم، ۱۹۹۵). از مدل های مختلفی برای پیش بینی تغییرات آینده اقلیمی در جهان استفاده شده است که اکثر آن ها بر افزایش دما به عنوان پی آمد اصلی تغییر اقلیم در آینده تأکید دارند (کلاین، ۲۰۰۸).

کشاورزی نه تنها تحت تأثیر تغییرات اقلیمی قرار می گیرد، بلکه اقلیم را نیز از خود متأثر می کند، به‌عبارتی، کشاورزی و اقلیم دارای اثرات دو جانبه هستند، تغییر اقلیم بر کشاورزی از طریق تغییر متوسط درجه حرارت، بارندگی، تغییرات کاتاستروفی (امواج حرارتی)، فعالیت آفات و امراض، دی اکسید کربن و ازون اتمسفر، کیفیت برخی مواد غذائی و سطح آب دریاها اثر گذار است (آنکس، ۲۰۱٤) و این تغییرات در آینده احتمالاً اثرات منفی بر کشاورزی (تولید) در عرض‌های جغرافیائی پائین خواهند داشت کرد (کلاین، ۲۰۰۸).

در ایران مطالعات اندکی در رابطه با تغییر اقلیم در بخش کشاورزی صورت گرفته و در مورد پاسخ محصولات زراعی به شرایط اقلیمی آینده اطلاعات کمی در اختیار میباشد (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۰؛ نصیری محلاتی و کوچکی، ۱۳۸٤؛ نصیری محلاتی و همکاران، ۱۳۸۵؛ کوچکی و کمالی، ۱۳۸۹ و ریدزما و همکاران، ۲۰۱۰).

ترانکا و همکاران (۲۰۰٤)، نیگل سئو و مندلسون (۲۰۰۸)، گیبونس و رامسدن (۲۰۰۸)، مزا و سیلوا (۲۰۰۹)، لو و همکاران (۲۰۰۹) و بایش و همکاران (۲۰۱۰) به اتفاق بیان داشتند که اثر تغییر اقلیم بر کشاورزی می تواند با استفاده از تغییر تاریخ کاشت، الگوی کاشت، به کارگیری ارقام پر محصول، مقاوم و نیز ترویج گیاهان جدید (گیاهان فراموش شده و یا کمتر استفاده شده) کاهش یابد.

بنابراین با توجه به اهمیت و جایگاه گیاهان علوفه ای سه کربنه و تولید ارگانیک (کنترل بیولوژیک علف‌های هرز و کود کمپوست) محصولات در نظام زراعی، این تحقیق با هدف ارزیابی شرایط اقلیمی خرم آباد در ۵۰ سال آتی و بررسی تغییرات مراحل فنولوژیکی ماشک برگ درشت (*Vicia narbonensis* L.) و جو (*Hordeum vulgare* L.) در واکنش به شرایط اقلیمی انجام شد.

مواد و روش ها

خرم آباد با طول جغرافیائی °٤٨ و ٢٦́ و عرض جغرافیائی °٣٣ و ٢٦́ با ارتفاع از سطح دریا (متر) ۱۱٤۷/۸ و ۵۰ درجه و ۳ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ و ۳۲ درجه و ۳۷ دقیقه تا ۳٤ درجه و ۱۲ دقیقه عرض شمالی با اقلیم نیمه خشک واقع شده است. نتایج تجزیه فیزیکوشیمیائی خاک مزرعه آزمایشی جهت مطالعه اثر اقلیم در دو سال آزمایش به ترتیب در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است.

5- General Circulation Models (GCM)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکوشیمیائی خاک مزرعه آزمایشی در سال اول (۹۴-۱۳۹۳)

O.C درصد	K a.v.a $Mg.kg^{-1}$	P a.v.a $Mg.kg^{-1}$	Total N درصد	CEC $Cmol(+).kg^{-1}$	Clay درصد	Silt درصد	Sand درصد	Sp درصد	b.d $gr.cm^{-3}$	p.d $gr.cm^{-3}$	T.N.V درصد	pH	E.C $ds.m^{1}$
۰/٦۲۱	۲٦٥	۱٦/٤٥	۰/۰٥۱	۲۳/۲	۳٦/۰	٤۸/۰	۱٦/۰	٤٥	۱/۲۱	۲/۷۲	۲٦/۳	۷/٥۲	۰/٦۰۰

جدول ۲- نتایج تجزیه فیزیکوشیمیائی خاک مزرعه آزمایشی در سال دوم (۹۵-۱۳۹٤)

O.C درصد	P a.v.a $Mg.kg^{-1}$	P a.v.a $Mg.kg^{-1}$	Total N درصد	CEC $Cmol(+).kg^{-1}$	Clay درصد	Silt درصد	Sand درصد	Sp درصد	b.d $gr.cm^{-3}$	p.d $gr.cm^{-3}$	T.N.V درصد	pH	E.C $ds.m^{1}$
۰/٦٤٤	۲۸۱	۱۷/۲	۰/۰٦۲	۲٤/٦	۳٦/۰	٤۸/۰	۱٦/۰	٤٦	۱/۱٥	۲/٦۱	۲۷/٥	۷/٦٤	۰/٦۳٥

تیمار اجزاء مکمل مخلوط در دو آزمایش، مشابه بود که شامل ۵ سطح (کشت خالص ماشک، ۴۰:۱۰۰ (ماشک:جو)، ۷۰:۱۰۰، ۱۰۰:۱۰۰ و کشت خالص جو) اما کود کمپوست در چهار سطح (شاهد، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ تن/هکتار) و علف هرز نیز در چهار سطح وجین کامل، یکبار و دو بار وجین و عدم وجین در نظر گرفته شد.

مطالعه مزرعه‌ای، با استفاده از مدل گردش عمومی جو و نیز روش توصیفی-تحلیلی به‌منظور بررسی اثر تغییر اقلیم بر مراحل رشد ماشک برگ درشت و جو در قالب سیستم کشت مخلوط افزایشی متأثر از علف‌های هرز و کود کمپوست (زراعت ارگانیک) در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان در سال های زراعی ۹۴-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹۴ بصورت فاکتوریل ۵×۴ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی (RCBD) با سه تکرار و در یک مکان در شرایط دیم اجراء شد.

شاخص‌های اقلیمی کشاورزی با داده‌های ایستگاه هواشناسی خرم آباد به‌عنوان معرف مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان (نزدیکترین ایستگاه در مجاورت دانشکده) برای سال هدف ۲۰۵۵ میلادی (۱۴۴۵ شمسی) بر اساس سناریوهای استاندارد مورد تأئید IPCC[6] (A1B، A2، B1) توسط مدل گردش عمومی $HadCM_3$ با استفاده از مدل ریز مقیاس (نمائی آماری LARS-WG) که یکی از مشهورترین مدل‌های مولد داده‌های تصادفی وضع هوا می‌باشد مورد بررسی قرار گرفت (میشل و همکاران، ۱۹۹۵). این داده ها، مقادیر بارش روزانه، دمای حداقل، دمای حداکثر روزانه و تابش را تحت تأثیر شرایط اقلیم پایه و آینده مشخص می نمایند. در این مطالعه، دوره آماری ایستگاه، ۴۴ سال در نظر گرفته شد.

واسنجی مدل

پس از واسنجی، صحت سنجی و شبیه سازی داده ها (مدل ریز مقیاس نمائی آماری LARS-WG) در ایستگاه خرم آباد، جهت تعیین کارآئی مدل ها از نظر میزان انطباق داده های مشاهده شده با داده‌های شبیه سازی شده از پارامترهای آماری $R2$[7] (ضریب تبئین)، RMSE[8] (ریشه میانگین مربعات خطا) و MAE[9] (میانگین خطای مطلق) جهت مقایسه استفاده گردید و اثبات شد که مدل، کارایی لازم جهت تولید داده‌های روزانه را دارد، در مرحله بعد پس از اطمینان از کارایی مدل در شبیه سازی پارامترهای هواشناسی، داده‌های سه سناریوی A1B (سناریوی حد وسط)، A2 (سناریوی حداکثر) و B1 (سناریوی حداقل) مدل $HadCM_3$ در دوره ۲۰۰۵ تا ۲۰۵۵ با مدل آماری LARS-WG کوچک مقیاس گردید.

در این آزمایش شاخص‌های ارزیابی تفاوت داده‌های مشاهده شده و شبیه سازی شده با استفاده از R2، RMSE و MAE محاسبه گردید (صلاحی و همکاران، ۱۳۹۳).

6- Intergovernment panel on climate change

7- Coefficient of determination
8- Root Mean square error
9- Mean absolute error

www.SID.ir

Archive of SID

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^{n}|x_i - y_i|}{n} \qquad R^2 = \frac{\sum_{m=1}^{k} x_M \, y_M}{\sqrt{\sum_{m=1}^{k} x_m^2 \, y_m^2}}$$

که P و O داده‌های شبیه سازی و مشاهده شده، $\bar{O}$ میانگین داده-های مشاهده شده و n تعداد مشاهدات است.(در این آزمایش از روش شبیه ساز اقلیمی پایه (زمان حال) و آینده با استفاده از داده های اقلیمی ٤٤ سال گذشته به‌منظور برآورد اثر تغییرات اقلیم در ۵۰ سال آتی بر مراحل رشد دو گیاه علوفه ای ماشک و جو با استفاده از مدل آماری شبیه ساز LARS-WG استفاده شده و از شبیه ساز رشد گیاهان استفاده نشده)

نتایج و بحث

سناریوهای تغییر اقلیم بر اساس شبیه سازی و توصیف و تحلیل

نتایج به‌دست آمده نشان داد (جداول ٤ و ۵) ترکیبی از روند افزایشی در داده‌های بارش، دما و تابش ماهانه وجود دارد، روند تغییر بارش در دوره پایه در ژانویه (دی ماه) ٨٤/٦ و بارش شبیه

$$RMSE = \frac{100}{O-} * \sqrt{\sum_{i}^{n}=1(Pi-Oi)^2} \Big/ n$$

سازی شده در این ماه ۸۷/۵ میلی‌متر بود، این روند در دوازده ماه سال برای الگوی پیش‌بینی شده افزایشی بود و بیشترین افزایش به ترتیب در بهمن و آذر ماه رخ داد (۹۱/۵ و ۹۹/۲ میلی متر برای سال هدف، ۲۰۵۵) در حالیکه بارش در این دو ماه ٨٤/٦ و ٨٦/٨ میلی متر بود (برای دوره پایه محاسبه شده از سال ۱۹٦۱ تا ۲۰۰۵)، بین بارش در دو ماه مذکور (بهمن و آذر) ۷/۵٤ و ۱۲/۵ درصد اختلاف محاسبه شد که بیانگر روند مثبت بارندگی و افزایش آن در الگوی پیش بینی شده بود، بیشترین تغییرات فصلی بارش در بهار و سپس پائیز دیده شد. با توجه به نتایج بدست آمده از ایستگاه هواشناسی و نتایج حاصل از صحت سنجی، تغییرات دمای ماهانه نیز مشاهده شد، به این صورت که دمای کمینه پایه بین ۰/۰۷- (ژانویه، دی ماه) تا ۱۹/۳ (جولای، تیر ماه) درجه سانتی‌گراد متغیر بود.

جدول ۳- نتایج حاصل از آماره‌های واسنجی جهت ارزیابی مدل LARS-WG در دوره پایه (۲۰۰۵-۱۹٦۱) با استفاده از شاخص‌های ارزیابی تفاوت داده‌ها

ایستگاه	پارامترهای آماری	بارش(mm)	حداقل دما(c)	حداکثر دما(c)	ساعت آفتابی(h)
خرم آباد	MAE	۲/۳	۰/۱۸	۰/۳۷	۰/٤۲
	R2	۰/۹۳	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹
	RMSE	۲/۳	۰/۲۲	۰/٤۲	۰/٤۱

جدول ٤- نتایج حاصل از صحت سنجی داده‌های مشاهداتی و شبیه سازی شده دوره پایه(۲۰۰۵-۱۹٦۱)

ماه	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
بارش پایه	٨٤/٦	۷٤/۳	۸۹/۱	۷۰/۵	۳۱/۰٦	۰/۸	۰/۲	۰/۲	۰/۸	۲۰/۷	۵۸/۰٤	٨٦/٨
بارش شبیه سازی شده	۸۷/۵	۷۵/۹	۹۱/۵	۷۲/۵	۳۷/٤	۳/۹	۰/۲	۰/٤	۰/۹	۲۳/۳	۵۹/۹	۹۹/۲
دمای کمینه پایه	-۰/۰۷	۰/۹	٤/۱	۸/۰۱	۱۱/۵	۱۵/۲	۱۹/۳	۱۸/٦	۱۳/۸	۹/۸	۵/۱	۱/٦
دمای کمینه شبیه سازی	۰/۲٦	۱/۱	٤/٤	۸/۱	۱۱/۷	۱۵/٤	۱۹/٤	۱۸/٤	۱۳/۹	۹/۹	۵/۳	۱/۹
دمای بیشینه پایه	۱۰/۸	۱۳/۱	۱۷/۲	۲۲/۵	۲۸/۷	۳۵/۸	۳۹/٤	۳۹/۱	۳٤/۸	۲۷/۷	۱۹/۳	۱۳/۰٤
دمای بیشینه شبیه سازی	۱۰/۹	۱۲/۸	۱۷/٤	۲۲/۸	۲۹/۱	۳۵/۵	۳۹/٦	۳۹/۱	۳٤/٦	۲۷/۵	۱۹/٦	۱۳/۱
ساعت آفتابی پایه	۳/۸	٤/٤	٤/۵	۵/۰۷	٦/۵	۷/۹	۷/۷	۷/۷	۷/۲	٦/۱	٤/۷	۳/۸
ساعت آفتابی شبیه سازی	۳/۷	٤/٤	٤/۳	٤/۹	٦/۳	۸/۱	۷/۹	۸/٦	۷/٦	٦/۳۷	۵/۲۵	۳/۸۹

بر این اساس درصد اختلاف بین حداقل و حداکثر دمای پایه و شبیه سازی شده بیشبینه، ۰/۹۱ و ۰/۵ بود و در مقایسه با اختلاف ۱۲٦/۹۲ درصدی ناشی از دمای کمینه می توان چنین بیان داشت که علیرغم تغییرات اندک در میزان بارش و دمای ماهانه، روند تغییرات ٤٤ ساله عناصر اقلیمی (۲۰۰۵-۱۹٦۱) برای خرم آباد نشان می دهد که دمای این منطقه روند افزایشی داشته، به-

www.SID.ir

Archive of SID

طوری‌که دمای بیشینه و کمینه مشاهده و شبیه سازی شده بر یکدیگر منطبق بوده و انحراف معیار تابش مشاهده شده بر اساس پیش بینی سناریوها (A2، B1، A1B) و نه بر اساس شرایط ابری و یا صاف بودن آسمان، بیش از شبیه سازی شده بود که این امر بیانگر کوتاه شدن طول روز (حدود ۰/٦ ساعت) و نوسان تدریجی بارش در ۵۰ سال آینده بوده و از این طریق موضوع تغییر اقلیم برای خرم آباد به اثبات رسید.

تغییرات ایجاد شده در دمای حداقل بر اساس کوتاه و بلند شدن طول روز در منطقه بوضوح مشخص بود (جداول ٤ و ٥)، بین این دو حداقل دمای پایه، تقریباً ۱۰ درصد اختلاف بدست آمد. اما، دمای کمینه شبیه سازی شده در مقایسه با کمینه پایه، در تمام ماه‌های سال روند مثبت و افزایشی نشان داد (روند این تغییر در الگوی شبیه سازی شده و در مرداد ماه، ۰/۲ درجه سانتی‌گراد نسبت به کمینه پایه در همین ماه کاهش داشت) که این اختلاف ناشی از کمینه شبیه سازی شده است. همچنین، همانند روند تغییرات در کمینه، دمای بیشینه نیز از تغییرات اندکی برخوردار بود، با این تفاوت که دمای بیشینه شبیه سازی شده در مقایسه با پایه در ماه‌های بهمن (فوریه)، خرداد (ژانویه)، شهریور (سپتامبر) و مهر (اکتبر) به ترتیب ۱۲/۸، ۳۵/۵، ۳٤/٦ و ۳۷/۵ درجه سانتی-گراد کمتر می باشد (این داده ها حاصل محاسبه دوره پایه بوده و با سناریوها که برای برآورد اقلیم آینده به‌کار می روند ارتباطی ندارند).

هر چند سه سناریو، الگوهای متفاوتی را بر اساس تعریف جهانی بیان می‌کنند اما به طور کلی می توان گفت که طبق این نتایج، شرایط اقلیمی خرم آباد در ۵۰ سال آینده تفاوت محسوسی با شرایط فعلی خواهد داشت و برنامه ریزی‌های بلند مدت و استراتژیک برای مدیریت این شرایط ضروری به‌نظر می‌رسد.

با نگاهی اجمالی به تغییرات ماهانه پارامترهای ایستگاه‌های مورد نظر در جدول (٤) ، مشاهده می‌شود که بر اساس برآورد مدل، میزان دمای کمینه و بیشینه در همه ماه‌های سال روند افزایشی داشته و افزایش دمای کمینه از افزایش دمای بیشینه بیشتر است. همچنین میزان بارندگی در اغلب ماههای سال به استثناء ماه ژانویه و مارس در سناریوی A1 و ماه فوریه در سناریوی A2، روندی افزایشی داشته است. ساعات آفتابی این شهر نیز در اغلب ماهها کاهش خواهد یافت که منطبق بر افزایش بارندگی ناشی از افزایش میزان ابرناکی است. بیشترین میزان تغییرات در همه پارامترها مربوط به سناریوی A2 می‌باشد. تغییرات فصلی پارامترهای اقلیمی ایستگاه نیز معرف افزایش دمای کمینه ودمای بیشینه در هر سه سناریو در همه فصل‌ها می‌باشد. بارش نیز همین روند را به استثناء سناریوی A2 در فصل بهار نشان داده است به طوری‌که در فصل پاییز به بیشترین میزان خود می‌رسد. ساعت آفتابی نیز در فصل زمستان و پاییز(به‌جزء سناریوی A1B)، کاهش یافته و در فصول دیگر افزایش بسیار جزئی داشته است.

از طرفی چنین استنباط شد که تغییرات آینده اقلیمی در خرم آباد برای گیاهان زراعی آسیب پذیر نخواهد بود. به عبارتی، نتیجه گرفته شد که بیشترین تغییرات دمای کمینه و بیشینه بر اساس سه سناریوی مورد نظر، اسفند ماه به بعد و از طرفی بیشترین تغییرات تابش در ماه های سرد سال رخ می دهد و این امر بیانگر مطلوب بودن تغییرات در سال‌های آتی برای بروز فرآیندهای فنولوژیک ماشک برگ درشت و جو (مطالق با نیازهای اکولوژیک) در منطقه خرم آباد می باشد.

تغییر اقلیم و رشد و نمو ماشک برگ درشت و جو

در این تحقیق اثر تغییر اقلیم از دیدگاه اکوفیزیولوژی و از بعد توصیفی-تحلیلی مورد بحث قرار گرفته است. میزان درصد تغییرات پیش بینی شده ۵۰ سال آتی با استفاده از مدل $HadCM_3$ نشان می‌دهد که بیشترین میزان تغییرات مربوط به دمای کمینه و کمترین میزان تغییرات مربوط به پارامتر تابش است (بر اساس کالیبراسیون ارائه شده در جدول ۵). بر اساس سناریوی A1B میزان دمای کمینه در ایستگاه خرم آباد حدود ۰/۹ درجه، دمای بیشینه ۰/۸ درجه، بارش حدود ۹/۷ درصد و تابش ۰/۰٦ ساعت افزایش خواهد یافت. در حالی که در سناریوی A2 میزان دمای کمینه و بیشینه حدود یک درجه، بارش حدود ۹/۳ درصد و ساعت آفتابی ۰/۰۳ ساعت افزایش و سناریوی B1 دمای کمینه و بیشینه حدود ۰/۹ درجه، بارش ۱۷/۰۲ درصد و تابش ۰/۰۹ ساعت، در ۵۰ سال آینده روندی افزایشی خواهد داشت، همچنین شدیدترین تغییرات مربوط به سناریوی A2 می باشد.

بنابراین با توجه به برخی نیازهای اکولوژیک ماشک برگ درشت (در شرایط اقلیمی گرم و خشک با بارندگی سالانه کمتر از ۳۵۰ میلی متر و با تغییرات اندک درجه حرارت در زمستان بخوبی رشد می کند) (مبارکیا و همکاران، ۲۰۱۳؛ سانچز و همکاران، ۲۰۰۹) و جو آبیدر (روزهای بلند،۱۳-۱۲ ساعت، بهترین درجه حرارت برای جوانه زنی ۱۵°C، حداقل بارندگی در طول دوره رشد ۲۵۰-۲۰۰ میلی متر و ...) (محمد بیگی، ۱۳۹۷). بررسی تغییر اقلیم بر اساس آمار پایه و نیز نتایج پیش‌بینی شده حاکی از تأمین این نیاز توسط سناریوهای مورد مطالعه می باشد.

با توجه به دوره رشد ماشک برگ درشت و جو (مهر تا اوایل اردیبهشت ماه) فصل رشد جهت تولید علوفه بین ۷ تا ۸ ماه

www.SID.ir

Archive of SID

خواهد بود بنابراین تغییر عناصر اقلیمی مورد مطالعه (دما، بارش و تابش) در این آزمایش عمدتاً معطوف مهر تا اردیبهشت می باشد، بر این اساس، بیشترین تغییرات دما در مهر ماه و اردیبهشت ماه (فصل زراعی و رشد فعال گیاهان مورد مطالعه) رخ داد، در مهر ماه این تغییرات حاصل سناریوی A1B و B1 بود، بیشترین تغییر دمای بیشینه ۱/٤٥ و بیشترین تغییر دمای کمینه (در سناریوی B1) معادل ۱/۲٦ تعیین شد (اطلاعات تکمیلی در ارتباط با تغییرات تابش، بارش و دما در طول فصل رشد، در جداول ٤ و ٥ به تفکیک ماه و فصل (پائیز، زمستان، بهار و تابستان) ارائه شده است).

در این آزمایش چنین استنباط شد که دمای کمینه و بیشینه عمدتاً متأثر از سناریوی A1B و B1 بوده و سناریوی A2 در محدوده متوسط اثر گذاری در آینده قرار خواهد داشت.

تفاوت مراحل فنولوژیکی دو گیاه مورد آزمایش (ماشک و جو) نیازهای مدیریتی را تغییر می دهد، بنابراین به نظر می‌رسد که به کارگیری سیستم مخلوط گیاهان زراعی می تواند گامی در جهت تطابق زراعت با شرایط اقلیمی باشد و به عبارتی مدیریت اکولوژیک سیستم های زراعی می تواند در کاهش اثرات مضر تغییر اقلیم بر رشد، نمو و عملکرد محصولات کشاورزی نقش بسزائی داشته باشد.

نتایج حاصل از پیش بینی سناریوی مورد مطالعه نشان داد که شرایط اقلیمی در آینده، مطلوب رشد گیاهان سه کربنه (مانند ماشک برگ درشت و جو) بوده و احتمالاً یکی از دلایل این امر را می توان به تغییر دما در محدوده ۰/۹ تا ۱/۰۳ درجه سانتی گراد طی ٥۰ سال آینده در خرم آباد نسبت داد، همچنین مشاهده پیش بینی تغییرات دما در ارتباط با نیاز اکولوژیک ماشک برگ درشت و جو نشان می دهد که روند تغییرات کمینه و بیشینه پیش بینی شده از پائیز تا بهار (فصل رشد) منطقی بوده، به این‌صورت که کمترین دمای کمینه بر اساس سناریوی A1B (به ترتیب در پائیز، زمستان و بهار ۰/۷۲، ۰/٦۷ و ۱/۰۲) و B1 (۰/۷۰، ۰/٦۱ و ۱/۱۰) و نیز کمترین تغییرات دمای بیشینه از همین سناریوها به ترتیب (A1B در پائیز، زمستان و بهار ۰/۷۲، ۰/٦ و ۱۰/٤ و B1 ۰/٦۸، ۱/۰٤ و ۰/۷٥) نسبت به دمای پایه به‌دست آمد.

بر اساس داده‌های دوره پایه و نتایج پیش بینی شده می توان نتیجه گرفت که حتی اگر ویژگی‌های فیزیولوژیک گیاهان مورد آزمایش در ٥۰ سال آینده حفظ شود تغییرات محسوس و مناسب اقلیم (دما و ...) در راستای تأمین نیازهای اکولوژیک گیاهان زراعی بوده و احتمالاً ویژگی‌های مورفولوژیک آن تمایل به تغییر نخواهد داشت، بنابراین تغییرات اقلیمی به ویژه بر مبنای سناریوهای A1B و B1 در بهبود عملکرد آن‌ها سهم زیادی خواهند داشت، به عبارتی نتیجه این تغییر اقلیم در بهتر سبز شدن گیاهان زراعی و احتمالاً برتری رشد علف‌های هرز خواهد بود، همچنین می توان نتیجه گرفت که با افزایش دما و نیز افزایش متعادل دی اکسید کربن (بر اساس سناریوهای مدل $HadCM_3$) رقابت بین اجزاء مخلوط (با علف هرز) و تحت کاربرد کود کمپوست (زراعت ارگانیک) تغییر خواهد کرد.

همچنین، می توان بیان داشت که با توجه به متغیر بودن عوامل محیطی در طول زمان و مکان، گیاهان در سیستم‌های زراعی مختلف نسبت به این تغییرات واکنش متفاوت نشان داده و نقش تغییرات در تشکیل کانوپی، فتوسنتز و تولید محصول اهمیت خود را نشان می دهد.

بنابراین چنین اثرات متقابلی همواره پیچیده هستند (زیرا روابط متقابل بین گیاهان زراعی و محیط غیر زنده بسیار فراوان و گسترده است). لذا برای مطالعه هر اکوسیستم زراعی باید عناصر اکولوژیکی و اقلیمی که تأثیر مستقیم بر رشد گیاهان دارند را بررسی نمود، از طرفی می توان استنباط کرد که اقلیم و مجموعه عوامل محیطی در تعیین نوع گونه گیاهی سازگار در هر منطقه مؤثر هستند، این نتایج با نتایج ارائه شده توسط ازکان و آکائوز (۲۰۰۲)، ورج و همکاران (۲۰۰۷)، شیفرا و همکاران (۲۰۰۹) و روزنویک و توبیلو (۲۰۰۷) مبنی بر اثر کشاورزی ارگانیک بر کاهش اثرات اقلیمی مطابقت دارد.

بنابراین می توان نتیجه گرفت که فصل رشد برای نمود مراحل فنولوژیک دو گیاه زراعی مورد مطالعه تغییرات مثبت داشته و با توجه به افزایش جزئی دمای کمینه و بیشینه نسبت به دوره پایه، آب و هوای نسبتاً سرد منطقه (خرم آباد) یا به‌عبارت بهتر، زمستان معتدل، رشد این گیاهان را تعدیل می کند (ماشک و جو بیشترین رشد را در پائیز و زمستان داشته و در اوایل بهار وارد گلدهی می‌شوند، از طرفی جو نیازمند سرمای زمستان بوده و به ویژه در ارقام پائیزه به‌مدت ۲ تا ۱۰ هفته نیازمند دمای زیر ٥ درجه فارنهایت می‌باشد) لذا سناریوی A1B و B1 نشان دهنده سازگار بودن تغییرات اقلیمی در ٥۰ سال آینده برای زراعت این گیاهان می باشد، و می توان چنین اظهار داشت که افزایش درجه حرارت در رابطه با فصل رشد در عرض جغرافیائی بالاتر از ٤۰ درجه اثر مثبت داشته و با افزایش بارندگی، به نفع گیاهان سه کربنه عمل خواهد کرد و این امکان وجود خواهد داشت که در آینده ماشک برگ درشت و جو توانائی رقابت بیشتر با علف‌های هرز و در نتیجه تولید داشته باشند.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج حاصل از بررسی مدل مذکور در ارتباط با کاشت تا برداشت علوفه ماشک و جو نشان داد که اثر فاکتور دما (در صورت عدم محدودیت آب) می تواند تاریخ بهینه کشت را در ۵۰ سال آینده فراهم نموده و سبز شدن به موقع و برتری بر رشد علف‌های هرز را همانند سال‌های زراعی ۹۵-۱۳۹۳ ایجاد نماید و این پیش بینی اقلیمی نشان می دهد که دمای پایه برای نمو فنولوژیکی گیاهان مورد آزمایش در ۵۰ سال آینده فراهم خواهد شد (به ویژه در سناریوهای A1B و B1)، این به معنی مفید بودن برای آن‌ها می باشد و بنابراین تغییر اقلیم، بیشتر به نفع گیاهان زراعی خواهد بود (بر اساس ویژگی سناریوهای مورد مطالعه).

لائوکس و همکاران (۲۰۱۰) با شبیه سازی اثرات تغییر اقلیم بر تولید گیاهان زراعی چهار کربنه (ذرت) نتیجه گرفتند که سناریوی A2 و B1 برای دوره ۲۰۸۰ کاهش بیوماس را نشان داده و تأئید کردند که اثرات مضر دما با گذشت زمان مشهودتر خواهد شد.

باید چنین نتیجه‌گیری کرد که علاوه بر دما، افزایش (تغییر) دی اکسید کربن هم می تواند سبب تغییرات اساسی در طی زمان (۵۰ سال آینده) شود، به‌عبارتی گرمتر شدن اقلیم ممکن است که انتشار و سازگاری گیاه را تغییر داده و بر این اساس به سمت مناطق شمالی تمایل یابند، و از طرفی افزایش CO_2 تحمل به دمای پائین در برخی گونه‌ها را افزایش خواهد داد، همچنین با توجه به نتایج حاصل از این پیش بینی باید ذکر نمود که افزایش دما، بارش و کاهش ۰/٦ ساعتی طول روز، منجر به کاهش تعداد روزهای سرد و یخبندان خواهد شد (۵۰ سال آینده) و این امر می تواند علیرغم اثرات متغیر اقلیم بر فنولوژی، فیزیولوژی و یا نیازهای اکولوژیک گیاهان مورد آزمایش، قدرت رقابتی آن ها با علف‌های هرز را افزایش داده و به عبارتی گسترش علف‌های هرز ممکن است که در آینده بدلیل افزایش قدرت رقابتی این گیاهان (ماشک و جو) کاهش یابد، و احتمالاً عواقب کمتری ناشی از رقابت علف‌های هرز ایجاد شود.

بنابراین، برخلاف نتایج متفاوت در این آزمایش می توان چنین نتیجه گرفت که تغییر اقلیم بر اساس مدلسازی حاضر، در جهت بهبود راندمان تولید خواهد بود (البته لازم بذکر است که دی اکسید کربن را به عنوان نهاده یا کود در نظر می گیریم، اما در این رابطه، اگر اثرات جانبی تغییر اقلیم مانند گرم شدن را در نظر بگیریم، باز هم گیاه مجبور به خنک شدن از طریق تعرق خواهد بود (اثر متضاد). بنابراین، اثرات کودی CO_2 زمانی مفهوم می یابد که همراه با مهیا بودن مواد غذائی و دمای بالا (مطلوب) باشد که این شرایط با سناریوی A1B و B1 فراهم خواهد شد.

علیرغم اثرات متغیر اقلیم بر فنولوژی، فیزیولوژی و یا نیازهای اکولوژیک گیاهان مورد آزمایش، احتمالاً قدرت رقابتی آن ها با علف‌های هرز افزایش یافته و به عبارتی گسترش علف‌های هرز ممکن است که در آینده بدلیل افزایش قدرت رقابتی این گیاهان (ماشک و جو) کاهش یابد، لی و همکاران (۲۰۱۱) با بررسی تغییر اقلیم تا سال ۲۰۳۰ نشان دادند که افزایش دما منجر به کاهش عملکرد ذرت در چین و آمریکا خواهد شد.

با شبیه سازی اثرات تغییر اقلیم بر تولید گیاهان زراعی چهار کربنه (ذرت) نتیجه گرفته شد که سناریوی A2 و B1 برای دوره ۲۰۸۰ کاهش بیوماس را نشان داده و تأئید کردند که اثرات مضر دما با گذشت زمان مشهودتر خواهد شد (لائوکس و همکاران، ۲۰۱۰). لازم بذکر است که نتایج محققین بالا مربوط به غلات (ذرت) دانه‌ای می باشد و بدلیل کمبود مطالعات در ارتباط با اثر تغییرات اقلیمی بر گیاهان علوفه‌ای (و سیستم کشت مخلوط)می توان بیان داشت که اثرات تغییر دما بر این گیاهان (ماشک و جو علوفه ای سه کربنه) در آینده مفید خواهد بود. بدیهی است که نتایج حاصل از این مدلسازی غالباً تخمینی است اما شرایط مطلوب رشد برای گیاهان مورد آزمایش در هر سه سناریو (بخصوص A1B و B1) تعیین شده است، به عبارتی این سناریوها احتمالاً تا حدودی مطالعاتی را در طبیعت برآورد می نمایند و می توان کمتر به روش های آزمایشگاهی متوسل شد، و بر این اساس می توان نیازهای اکولوژیکی گیاهان را مبتنی بر تغییرات فیزیولوژیک یا فنولوژیک آن ها برای سال‌های آینده مشخص نمود.

همچنین مدلسازی نشان می دهد که در اکثر موارد، سناریوی A1B و B1 اثرات مفید و مؤثرتری بر تغییر اقلیم و پیش بینی رشد گیاهان زراعی در آینده دارند، که علت امر را احتمالاً می توان به تعادل غلظت دی اکسید کربن در این دو سناریو (به ترتیب ۱۵ گیگاتن و تغییرات اندک) نسبت داد، زیرا نسبت CO_2 در سناریوی A2 (۳۰ گیگاتن) باعث تعادل در تغییرات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی ماشک و جو شده (مانند کاهش تعداد روزنه، تغییر در مسیر تخصیص مواد فتوسنتزی، افزایش رشد بخش رویشی یا علوفه، افزایش رشد ریشه، تعادل و ثبات CO_2 در داخل اتاقک روزنه، تبخیر و تعرق کمتر، افزایش راندمان مصرف آب، تعادل در تجمع عناصر غذائی و نشاسته ای ساختار گیاه، افزایش و تعادل در مواد آلی خاک، تعادل در کیفیت علوفه یا نسبت نیتروژن و پروتئین، تعادل در فعالیت

www.SID.ir

Archive of SID

میکروارگانیسم‌های خاک، تثبیت کننده‌های بیولوژیک، تعادل در تنفس و ...).

بنابراین پیش بینی شرایط زراعی آینده در خرم آباد به منظور تولید علوفه ارگانیک و کنترل بیولوژیک علف‌های هرز تحت اثر تغییرات اقلیمی، حاکی از میسر بودن امکان کشت بوده و اثرات منفی تغییر اقلیم بر تولید محصول کاسته خواهد شد و به نظر می رسد تغییراتی که در اقلیم (۵۰ سال آتی) رخ می دهد، پاسخ های متنوعی از علف‌های هرز را بوجود خواهد آورد، اما احتمالاً با توجه به پیش بینی حاضر، تعیین پاسخ گونه‌های گیاهی مختلف (زراعی و علف هرز) در این آزمایش، که صفات فیزیولوژیک و نیازهای اکولوژیک مشابه دارند، کار مشکلی می باشد.

جدول ۵- پیش بینی تغییرات فصلی پارامترهای اقلیمی خرم آباد در ۵۰ سال آتی با استفاده از ریز مقیاس نمایی آماری سناریوهای مدل $HadCM_3$

پارامتر	سناریو	پائیز	زمستان	بهار	تابستان
	دوره پایه	۵/۵٤	۱/٦۹	۱۱/٦۱	۱۷/۲٦
دمای کمینه	A1B	٦/٤۲	۲/٤۷	۱۲/۷۰	۱۸/٤٦
	A2	٦/٦۷	۲/٦٥	۱۳/۰۱	۱۸/٤۳
	B1	٦/٤۰	۲/٤۱	۱۲/۷۸	۱۸/۳۷
تغییرات	A1B	۰/۷۲	۰/٦۷	۱/۰۲	۱/۲۱
	A2	۰/۹٦	۰/۸٤	۱/۳۳	۱/۱۸
	B1	۰/۷۰	۰/٦۱	۱/۱۰	۱/۱۱
دمای بیشینه	دوره پایه	۲۰/۰۲	۱۳/۷۳	۲۹/۰٥	۳۷/۸۲
	A1B	۲۰/۷٤	۱٤/۳۳	۳۰/۰۹	۳۸/۹۸
	A2	۲۰/۹٦	۱٤/۷۱	۳۰/۳۱	۳۸/۹۷
	B1	۲۰/۷۰	۱٤/٤۸	۳۰/۰۹	۳۸/۹۱
تغییرات	A1B	۰/۷۲	۰/٦۰	۱۰/٤	۱/۱٦
	A2	۰/۹٤	۰/۹۸	۱/۲۷	۱/۱٥
	B1	۰/٦۸	۰/۷٥	۱/۰٤	۱/۱۰
بارش	دوره پایه	٥٥/۲۲	۸۲/۷۲	۳٤/۱٥	۰/٤٤
	A1B	٦۷/۳۸	۸۳/۳۰	۳۷/۹۰	۰/۷٤
	A2	٦٦/٦٦	۸۷/٦٥	۳۳/۱۸	۱/۲۳
	B1	۷٤/٦۱	۸۷/۸۹	۳۷/۷٤	۱/٦۷
تغییرات	A1B	۱۲/۱٦	۰/٥۷	۳/۷٥	۰/۳۰
	A2	۱۱/٤٤	٤/۹۲	-۰/۹۷	۰/۷۹
	B1	۱۹/۳۹	٥/۱۷	۳/٥۹	۱/۲۳
تابش	دوره پایه	٤/۹۲	٤/۲٤	٦/٥۱	۷/٥۹
	A1B	٥/۰۸	٤/۲۱	٦/٥۹	۷/٦۲
	A2	٤/۹۰	٤/۱٥	٦/٦۳	۷/۷٤
	B1	٤/۸۸	٤/۰۹	٦/٦۰	۷/۷۱
تغییرات	A1B	۰/۱٦	-۰/۰۳	۰/۰۹	۰/۰۳
	A2	-۰/۰۲	-۰/۰۹	۰/۱۳	۰/۱٥
	B1	-۰/۰٤	-۰/۱٦	۰/۱۰	۰/۱۲

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

تغییرات اقلیمی ناشی از این مطالعه، بیانگر رفع برخی محدودیت‌های رشد محصولات زراعی در منطقه خرم آباد در سال‌های آینده بوده و در راستای بهبود شرایط نشو و نمای گیاهان C_3 پیش خواهد رفت (بدلیل نوسان مطلوب عناصر اقلیمی نسبت به دوره پایه) و ایجاد تنوع گونه‌ای در واحد سطح (کشت مخلوط، به ویژه گیاهان زراعی سه کربنه) می‌تواند عاملی به‌منظور استفاده بهتر از این تغییرات محسوب شود.

منابع

صلاحی، ب.، ف. س. فاطمی نیا و س. م. حسینی. ۱۳۹۳. ارزیابی تغییرات اقلیمی آینده استان اصفهان با استفاده از مدل‌های BCM_2 و $HadCM_3$ در محیط ریزگردان LARS-WG. مطالعات جغرافیائی مناطق خشک. **سال ۵**: شماره ۱۶.

کوچکی، ع و غ. ع. کمالی. ۱۳۸۹. تغییر اقلیم و تولید گندم دیم در ایران .مجله پژوهش‌های زراعی ایران .**جلد ۸**: ۵۲۰-۵۰۸.

کوچکی، ع و م. نصیری محلاتی. ۱۳۸۷. تاثیر تغییر اقلیم همراه با افزیش غلظت دی اکسید کربن بر عملکرد گندم در ایران و ارزیابی راهکارهای سازگاری. مجله پژوهش‌های زراعی ایران .**جلد ٦**: صفحه ۱۵۳-۱۳۹.

کوچکی، ع.، م، نصیری محلاتی.، ح. ر. شریفی.، ا. زند و غ. ع. کمالی. ۱۳۸۰. شبیه سازی رشد، فنولوژی و تولید ارقام گندم در اثر تغییر اقلیم در شرایط مشهد .مجله بیابان .**جلد ٦**: ۱۲۷-۱۱۷.

محمد بیگی، ع. ۱۳۹۷. جو. مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان اصفهان.

نصیری محلاتی، م و ع. کوچکی. ۱۳۸٤ .اثرتغییراقلیم بر شاخص‌های اگروکلیماتیک مناطق کشت گندم دیم در ایران. مجله پژوهش‌های زراعی ایران .**جلد ۳**: ۳۰۳-۲۹۱.

نصیری محلاتی، م.، ع. کوچکی.، غ. ع. کمالی و س. ح. مرعشی. ۱۳۸۵. .بررسی اثرات تغییر اقلیم بر شاخص‌های اقلیمی کشاورزی .ایران .مجله علوم و صنایع کشاورزی. **جلد ۲۰**: ۸۲-۷۱.

Alizadeh, A., H. Dehghani-Sanij, and M. Moosavi. 2010. The effect of using on farm real time climatic data for calculating irrigation requirement on water use effeciency of corn. Iranian Journal of lrrigation and drainage 4(2): 308-318.

Annex, I.N.C. 2014. 6th national communications (NC6) from Parties included in to the Convention including those that are also Parties to the Kyoto Protocol, United Nations Framework Convention on Climate Change.

Bradley, N.L., A.C. Leopold, J. Ross, and H. Wellington. 1999. Phenological changes reflect climate change in Wisconsin. Proceedings of the National Academy of Sciences, USA 96: 9701-9704.

Byjesh, K., S. N. Kumar, and P. K. Aggarwal. 2010. Simulating impacts, potential adaptation and vulnerability of maize to climate change in India. Mitigation Adaptation Strategies Global Change. 15: 413-431.

Cline, W.R. 2008. Global Warming and Agriculture. Finance and Development (International Monetary Fund). 45: 1.

Frich, P., L.V. Alexavder., P. Della-Marta., B. Gleason., M. Heylock., M.G. Klein Tank, and T. Peterson. 2002. Observed coherent change in climatic extremes during the second half of the 20 century. Climate research 19: 193- 212.

Gibbons. J. M, and S. J. Ramsden. 2008. Integrated modelling of farm adaptation to climate change in East Anglia, UK: Scaling and farmer decision making. *Agri. Eco.Env*. 127: 126-134.

IPCC. 1995. Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific echnical Analyses. Cambridge University Press 878 pp.

Jones. J.W., G. Hoogenboom., C.H. Porter., K.J. Boote., W.D. Batchelor., L.A. Hunt., P.W. Wilkens., U. Singh., A.J. Gijsman, and J.T. Ritchie. 2003. The DSSAT cropping system model. *Europ J Agron* 18: 235-265.

Laux. P., G. Jackel., R.M. Tingem, and H. Kunstmann. 2010. Impact of climate change on agricultural productivity under rainfed conditions in Cameroon—A method to improve attainable crop yields by planting date adaptations. *Agri. Forest Meteor*. 150:1258–1271.

Li. X., T. Takahashi., N. Suzuki, and H.M. Kaiser. 2011. The impact of climate change on maize yields in the United States and China. *Agri. Sys*. 104: 348–353.

www.SID.ir

Archive of SID

Luo. Q., W. Bellotti., M. Williams, and E. Wang. 2009. Adaptation to climate change of wheat growing in South Australian: Analysis of management and breeding strategies. *Agri. Eco. Env*. 129: 261- 267.

Mebarkia. A., K. Abbas and A. Slimani. 2013. *Vicia narbonensis* L.: importance of phosphorus fertilization and seeding rate under rainfall conditions Setif High Plains Algeria. J. Agro. 12 (2): 93-98.

Meza. F.J, and D. Silva. 2009. Dynamic adaptation of maize and wheat production to climate change. *Climatic Change Journal*. 94: 143-156.

Mitchell. J.F.B., T.C. John., J.M Gregory, and S. Tett. 1995. Climate response to increasing levels of greenhouse gases as sulphate aerosols. *Nature Journal*. 376: 501-504.

Mohajerani, H., Mosaedi, A., Kholghi, M., Maftah Halghi, M, and Saad Aldin, A. 2011. Estimating crop water requirement of wheat by Cropwat model in Kordkouy-Golestan province. National Conference on Water Scarcity and Drought Management in Agronomy. 23-24 Feb. Islamic Azad University of Arsanjan, Iran.

Niggol Seo. S, and R. Mendelsohn. 2008. An analysis of crop choice: Adapting to climate change in South American farms. *Ecol. Econ. J*. 67: 109-116.

Ozkan. B, and H. Akcaoz. 2002. Impacts of climate factors on yields for selected crops in southern Turkey. *Mitig Adapt Strat Glob Change Journal*. 7: 367–380.

Reidsma. P., F. Ewert., A. O. Lansink, and R. Leemans. 2010. Adaptation to climate change and climate variability in European agriculture: The importance of farm level responses. *Europ. J .Agro*. 32: 91–102.

Rosenzweig. C. 2007. Executive summary. Chapter 1: Assessment of Observed Changes and Responses in Natural and Managed Systems. Climate change: impacts, adaptation and vulnerability: contribution of Working Group II to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press (CUP): Cambridge, UK: Print version: CUP. This version: IPCC website. ISBN. 521.

Sanchez-Vioque. R., J. Giron-Calle., M. F. Rodriguez-Conde., J. Vioque., M. De-los-Mozos-Pascual., O. Santana-Méridas., M. E. Izquierdo-Melero and M. Alaiz. 2011. Determination of γ-glutamyl-S-ethenyl-cysteine in narbon vetch (*Vicia narbonensis* L.) seeds by high performance liquid chromatography. Anim. Feed Sci. Techno. 165 (1-2): 125-130.

Shiferaw. B.A., J. Okello, and R. V. Reddy. 2009. Adoption and adaptation of natural resource management innovations in smallholder agriculture: reflections on key lessons and best practices. *Environ Dev Sustain*. 11: 601–619.

Trnka. M., M. Dubrovsky, and Z. Ekzalud. 2004. Climate change impacts and adaptation strategies in spring barley production in the Czech Republic. *Climate Change*. 64: 227–255.

Vergé. D.E., C. Kimpe, and R.L. Desjardins. 2007. Agricultural production, greenhouse gas emissions and mitigation potential. *J. Agric. Meteo*. 2–4: 255–69.

www.SID.ir

Archive of SID

Effects of climate change on growth stages of broad leaf vetch (*Vicia narbonensis* L.) and barley (*Hordeum vulgare* L.) (Case study: Khorramabad)

K. Azizi[1], A. Daraeimofrad[2], B. Nasiri[3], M. Feizian[4]

Received: 2017-4-30 Accepted: 2018-9-20

Abstract

The experiment, is based on the standard scenarios, loaders case IPCC (B1, A2, A1B) by general circulation model ($HadCM_3$) with the use of fine scale model (LARS-WG) with the aim to evaluate the effect of climate change on the phonological stages answer C3 plants, in research farm of agricultural college of Lorestan University in cropping years 2014-15 and 2015-16 With, in two consecutive years and rain fed conditions was conducted in one place. Complementary components of intercropping of broad leaf vetch and barley in 5 levels, weeds and compost as well as four levels, respectively. in 4×5 factorial experiment with in a randomized complete block design was used for the target year 2055 AD (1445 Shamsi) in dry land conditions. Climatic factors as temperature, precipitation and daily radiation in period of study with simulation used LARS-WG modeling. Thus, min and max temperature oscillation in the future desirable for growth of C3 plants (broad leaf vetch and barley). Also, average precipitation is slightly more and will reduce the length of the period of growth and failure to deal with the above optimal temperatures and drought stress and escape from the end of the season due to being the period in accordance with growing season, reduce the risk of environmental hazards in the upcoming years due to performance and stability have been achieved fitted. So despite a possible reduction of evapotranspiration of reference plants, future farming conditions in Khorramabad in order to organic forage production and biological control of weeds under the effect of climate change, suggesting the possible negative effects of climate change on crop production and cultivation will be reduced.

Keywords: Yield Stability, evapotranspiration, phenology

1- Associated Professor of Crop ecology, Agricultural faculty, Lorestan University, Khoramabad, Iran
2- Ph.D student of Crop ecology, Agricultural faculty, Lorestan University, Khoramabad, Iran
3- Assistant Professor of climatology, geography faculty, Lorestan University, Khoramabad, Iran
4- Assistant Professor of soil science, Agricultural faculty, Lorestan University, Khoramabad, Iran

www.SID.ir