صص ۸۶-۷۵

تأثیر تغییرات اقلیم بر محصولات کشاورزی با تأکید بر دانه روغنی سویا با استفاده از LARS-WG (مطالعه موردی: دشت مغان)

میکائیل نیکزاد سلامی
دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
رضا برنا*
دانشیار گروه جغرافیا، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران
فریده اسدیان
استادیار گروه جغرافیا، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۲/۲ تاریخ پذیرش:۱۳۹۷/۷/۲۶

چکیده
تغییر اقلیم باعث تغییراتی در الگوهای بارش و دما و مقدار آن‌ها می‌شود و این تغییرات می تواند عملکرد گیاهان را تحت تأثیر قرار دهد. سویا یکی از محصولات استراتژیک جهان بوده که تحت تأثیر پدیده تغییر اقلیم قرار دارد. هدف این پژوهش شناسایی ویژگی‌های جغرافیایی جهت بررسی عملکرد محصولات کشاورزی با تأکید بر دانه‌های روغنی (سویا) در سال‌های آتی در دشت مغان با استفاده از داده‌های اقلیمی دوره ۳۰ ساله (۱۳۸۷-۱۳۹۶) و مدل LARS-WG و HADCM3 تحت سناریو انتشار، B1 و A1 در سه ایستگاه هواشناسی (پارس‌آباد، گرمی و بیله سوار) می‌باشد که با تعریف ۸ سناریوی مختلف تاریخ کاشت با تأخیرهای زمانی ۱۰ روزه از اول خرداد ماه تا دهم مرداد ماه، شبیه‌سازی شدند. به‌منظور پهنه‌بندی زراعی بوم‌شناختی اراضی کشاورزی دشت مغان برای کشت سویا، از سامانه اطلاعات جغرافیایی GIS استفاده شد. لایه‌های رقومی عوامل محیطی در GIS پس از اختصاص وزن AHP مختص به هر لایه روی‌هم گذاری و تلفیق شدند. سپس پهنه‌بندی اراضی در سه طبقه‌بندی مستعد، متوسط و غیر مستعد انّجام شد. نتایج بررسی نشان داد هر چند در محدوده آبیاری شبکه خدا فرین محدودیتی برای کشت سویا وجود دارد ولی عملکرد کشت در کلیه سطوح یکنواخت نبوده، به‌طوری که از نظر دمایی در داخل شبکه آبیاری مغان محدودیت وجود ندارد، لیکن به دلیل نوع سنگ‌شناسی و خاک‌شناسی در حاشیه رودخانه ارس موجب گردیده کشت سویا در آن محدوده انجام نگیرد.

واژگان کلیدی: تغییر اقلیم، LARS-WG، کشاورزی، سویا.

مقدمه

اقلیم بیانگر شرایط متوسط درازمدت عوامل جوی در یک محل معین، صرف‌نظر از لحظه وقوع آن‌ها می‌باشد. در یک تعریف جامع می‌توان گفت که اقلیم مجموعه‌ای از عوامل فیزیکی، شیمیائی و بیولوژی است که وضعیت جوی یک

* نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۷۹۳۰۶۶۹ Email: bornareza@yahoo.com

منطقه را مشخص کرده و بر موجودهای آن منطقه تأثیر می‌گذارد (قربانی و همکاران، ۶۷:۱۳۹۳). برای شناخت اقلیم، از مجموعه قواعدی استفاده می‌شود که مناطق با آب و هوای مشابه را در یک گروه قرار می‌دهد که از آن به طبقه‌بندی اقلیمی یاد می‌شود. این طبقه‌بندی‌ها می‌توانند بر اساس یک یا چند پارامتر اقلیمی باشند. هرگونه تغییر در وضعیت آب و هوای جهان، به‌طور مستقیم در تولید محصولات کشاورزی تأثیرگذار است. مطالعه اثرات تغییر اقلیم بر تولید محصولات زراعی مستلزم برآورد وضعیت اقلیمی آینده است (کوچکی و محلاتی، ۱۳۹۵). اثر تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی به‌ویژه در بخش تولید، حاکی از پیامدهای نامطلوبی است که در آینده این بخش را فرا خواهد گرفت (Ackerman & Stanton, 2013).

تغییر در تاریخ کاشت، طول دوره رشد، میزان تبخیر تعرق از سطح گیاهان و باران مؤثر از جمله آثار تغییر اقلیم می باشند که می‌تواند تقاضای آب در بخش کشاورزی را تحت تأثیر قرار دهد. با توجه به افزایش سرانه مصرف آب در کشور، محدودیت منابع آبی، افزایش جمعیت، نیاز روزافزون کشور به امنیت غذایی و پائین بودن راندمان آبیاری در مزارع، بازنگری روش‌های آبیاری امری اجتناب ناپذیر بوده و در این راستا هرگونه تلاش در بخش کشاورزی به بزرگ‌ترین مصرف کننده قابل توجه است (حسینی و همکاران، ۵۶۰:۱۳۹۴). بررسی‌ها نشان می‌دهد در بسیاری از مناطق جهان تقاضای آب در بخش‌های صنعتی، کشاورزی و شرب از عرضه طبیعی آب فراتر رفته است به‌طوری که بخش کشاورزی مسئول ۷۰ درصد برداشت آب جهانی است و سهم این بخش از مصرف آب در آفریقا ۸۲ درصد، آمریکا ۴۹ درصد، آسیا ۸۱ درصد و در اروپا ۲۲ درصد است. بر اساس سی و چهارمین گزارش FAO سهم بخش کشاورزی ایران از مصرف آب ۹۲/۲ درصد است (شرقی و همکاران، ۱۳۹۵).

در زمینه بررسی اثر تغییر اقلیم بر تبخیر و تعرق، نیاز آبی و عملکرد گیاهان مطالعاتی زیادی صورت گرفته است و با توجه به تأثیرات مختلف این پدیده بر روی دما و بارش در نقاط مختلف، گزارش‌های متفاوتی نیز ارائه شده است به‌طوری که در برخی از آن‌ها کاهش و در برخی دیگر افزایش عملکرد و نیاز آبی گزارش شده است. به‌طوری که بابایی و همکاران (۲۰۱۰) اثر تغییر اقلیم بر عملکرد گندم آبی را تحت سناریوهای تغییر اقلیم A2 و B1 در منطقه رود دشت اصفهان مورد مطالعه قرار دادند و نتیجه گرفتند میانگین بارش سالانه، مجموع بارش سالانه در طول دوره رشد گیاه و متوسط دمای روزانه تحت هر دو سناریوی تغییر اقلیم افزایش خواهند یافت. از سویی با بررسی اثر تغییر اقلیم بر عملکرد محصول کشاورزی، کشت گندم آبی با استفاده از مدل SWAP با متوسط عملکرد نسبی تحت دو سناریوی تغییر اقلیم A2 و B1 نسبت به سناریوی مبنا مورد ارزیابی قرار گرفت که نتیجه بررسی نشان می‌دهد به ترتیب ۱/۴۹ و ۲/۱ درصد و متوسط عملکرد دانه گندم به ترتیب ۴/۱۹ و ۱۷/۹ درصد کاهش می‌یابد (شیداییان و همکاران، ۱۳۹۳).

کوروبو (۱۹۵:۲۰۰۲ (اثرات تغییر اقلیم را بر تولید حبوبات در مالدیو بررسی کرد و نتیجه گرفت تغییر اقلیم که باعث افزایش گرمای جهانی شده، منجر به وقوع خشکی در طول دوره‌های رشد گیاه خواهد شد و در منطقه مطالعاتی شرایط اقلیمی آینده بر تولید حبوبات و گندم زمستانه اثراتی منفی خواهد داشت. یو و همکاران (۱۶۵:۲۰۰۲) با بررسی روند

تبخیر و تعرق در شالیزارهای تایوان اعلام کردند تا سال ۲۰۵۰، ۳–۵ درصد به تبخیر و تعرق برنج اضافه خواهد شد. رودیریگز دیز و همکاران (۱۴۹:۲۰۰۷) با بررسی تأثیرات تغییر اقلیم بر نیاز آبی در حوضه رودخانه جودالکویر در اسپانیا نشان دادند که نیاز آبی یک‌فصل زراعی در دهه ۲۰۵۰ بین ۲۰–۱۵ درصد افزایش خواهد یافت. هاورکورت و ورهاگن (۲۲۳:۲۰۰۸)، با بررسی اثر تغییر اقلیم بر سیب‌زمینی در اروپا شمالی به این نتیجه رسیدند که تغییر اقلیم باعث طولانی شدن فصل رشد سیب‌زمینی در این منطقه خواهد شد. روزنزویگ و پری (۱۹۹۴) پیش‌بینی کرده‌اند که طول دوره رشد گیاهان در ایران به‌شدت کاهش خواهد یافت. تولید محصول غلات نیز بین ۴۰–۵۰ درصد در کشاورزی دیم دچار افت خواهد شد. جعفر زاده و همکاران (۱۳۹۵) به طراحی یک مدل تصمیم‌گیری چندهدفه به‌منظور تعیین الگوی کشت بهینه تحت تأثیر پدیده تغییر اقلیم در دشت بیرجند پرداختند. نتایج و یافته‌های پژوهش نشان داد که مقادیر بهینه الگوی کشت برای محصولات زراعی و باغی دشت می‌توانند علاوه برافزایش درآمد کل حاصل از فروش محصولات به کاهش افت سطح آبخوان نیز کمک شایانی را نمایند. افزایش سطح زیر کشت محصولاتی نظیر زعفران، زرشک و عناب به‌عنوان ظرفیت‌های بخش کشاورزی الگوی کشت بهینه می‌تواند ضمن کاهش افت ارتفاع سطح آبخوان موجبات توسعه اقتصادی را نیز فراهم نماید. جلالی و همکاران (۱۳۹۰) در پژوهشی با بررسی پراکندگی مکانی عناصر آب و هوایی در شهرستان‌های کلیبر و خدا آفرین و نوسان‌های زمانی آن‌ها در ارتباط با نیازهای اقلیمی گندم دیم، میزان تأثیر آن‌ها در عملکرد این محصول استراتژیک مورد مطالعه قرار گرفت. جهت شناسایی نقش پارامترهای آب و هوایی در عملکرد گندم دیم و بهترین مدل پیشبینگر، رگرسیون چند متغیره گام‌به‌گام برای پارامترهای اقلیمی و میانگین عملکرد گندم دیم در شهرستان‌های کلیبر و خدا آفرین اجرا گردید .نتایج نهایی نشان‌دهنده این واقعیت هستند که نقش هر یک از عناصر اقلیمی بارش و دما، متناسب با مراحل مختلف رشد، متفاوت است.

تخفیف و سازگاری دو روش شناخته‌شده برای کاهش اثرات منفی تغییر اقلیم است. استراتژی‌های تخفیف به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای از طریق فعالیت‌های مدیریتی مختلف از قبیل کاهش کاربرد کودهای شیمیایی (Verge et al, 2007) مکانیزاسیون، افزایش ترسیب کربن، کشت و کار گیاهان زراعی باهدف تولید سوخت‌های زیستی (Falloon et al, 2010) حرکت به سمت کشاورزی ارگانیک (Shiferaw et al, 2009) و غیره اشاره دارد. منظور از سازگاری نیز استراتژی‌های است که رشد و نمو گیاه طوری تنظیم شود که کمتر در معرض تغییرات اقلیمی به وقوع پیوسته قرار بگیرد. راهکارهای سازگاری بسته به سیستم کشاورزی، منطقه و سناریوهای تغییر اقلیمی متفاوت است. از جمله این استراتژی‌ها می‌توان به تغییر تاریخ کاشت، تراکم کاشت (Trnka et al, 2004) استفاده از ارقام مقاوم به شرایط گرم‌تر، تغییر در تناوب کاشت، مدیریت آبیاری و غیره اشاره کرد (Smit & Skinner,2002, Tubiello et al, 2002) .

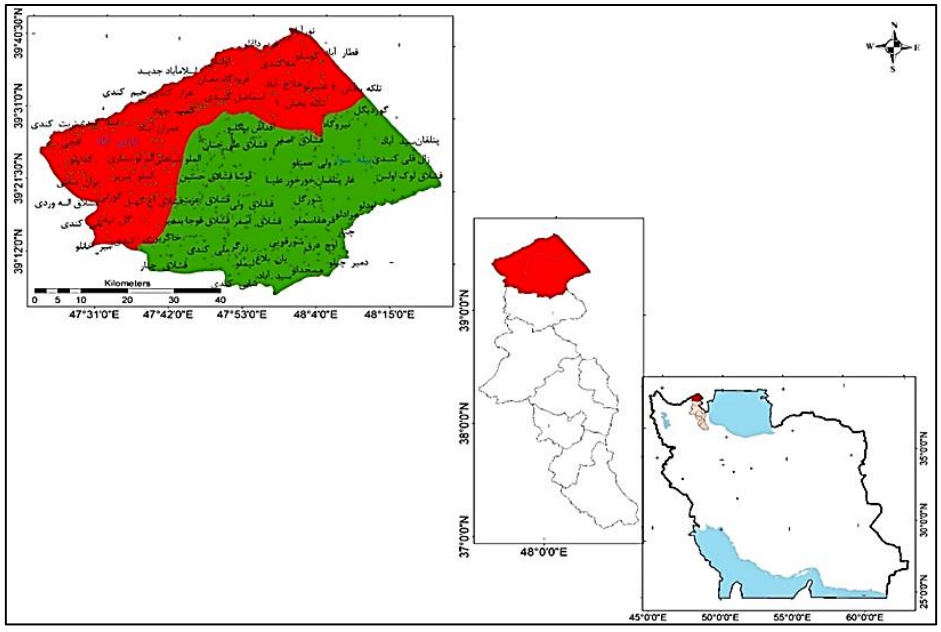
هدف این پژوهش شناسایی ویژگی‌های جغرافیایی جهت بررسی عملکرد محصولات کشاورزی با تأکید بر دانه‌های روغنی (سویا) در سال‌های آتی در دشت مغان با توجه به تغییرات اقلیمی در منطقه است.

داده‌ها و روش‌ها

داده‌های مورد استفاده در پژوهش

موقعیت منطقه مورد مطالعه

دشت مغان با مساحت ۳۲۰۷/۵ کیلومترمربع شامل دو شهرستان بیله سوار و پارس‌آباد در شمال استان اردبیل و در شمال غربی ایران واقع شده است. بر اساس نقشه ۱ مختصات جغرافیایی این دشت در عرض‌های ۳۰′-۱۲′-۳۹ تا ۱۰″-۲۰′-۳۹ شمالی و در طول جغرافیایی ۱۰″-۲′ - ۴۸ تا ۴۰′- ۵۲′-۴۷ شرقی بوده و موقعیت نسبی آن از شمال به رودخانه ارس و در مشرق به رودخانه فصلی بال‌ها رود و خط مرزی ایران و جمهوری آذربایجان، از جنوب به ارتفاعات خروسلو و از سمت مغرب به رودخانه قره سو (دره رود) محدود می‌باشد.



مآخذ: نگارندگان

شکل ۱: نقشه موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

با استفاده از داده‌های ۳ ایستگاه هواشناسی سینوپتیک پارس‌آباد، بیله‌سوار و گرمی در یک دوره آماری سی ساله (۱۳۹۷-۱۳۸۷)، متغیرهای بارش و دما مورد مطالعه قرار گرفت. مشخصات جغرافیایی ایستگاه‌ها در جدول ۱ ارائه می‌گردد.

جدول ۱: مشخصات جغرافیایی ایستگاه‌های مورد استفاده در دشت مغان

ایستگاه	نوع ایستگاه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ارتفاع
پارس‌آباد	سینوپتیک	۳۹ ۳۶	۴۷ ۴۶	۷۲
گرمی	سینوپتیک	۳۹ ۰۳	۴۸ ۰۳	۷۴۹
بیله سوار	سینوپتیک	۳۹ ۲۱	۴۸ ۱۹	۱۰۱

مآخذ: نگارندگان

از آنجا که هدف از شناسایی ویژگی‌های اقلیمی در این پژوهش، بررسی تأثیر پارامترهای اقلیمی به‌ویژه دما بر میزان عملکرد سویا بوده، ابتدا ویژگی محیطی منطقه شناسایی و لایه‌های مورد نیاز جهت مدل‌سازی برای طبقه‌بندی منطقه در زمینه کشت سویا انجام گرفت و بعد از تهیه لایه‌های اطلاعاتی، بر اساس روش محدودیت ساده و جدول نیازهای محیطی سویا، اراضی زراعی در سه طبقه مناسب (مستعد)، متوسط و نامناسب (غیر مستعد) صورت گرفت. مطابق جدول (۲) بر اساس تنوع بافت خاک و درجه تناسب عوامل محیطی برای سویا و هم‌چنین محدودیت‌های اقلیمی برای کشت سویا در منطقه مطالعاتی مورد بررسی قرار گرفت و ویژگی‌های هر طبقات جهت بررسی استخراج گردید.

جدول ۲: نوع متنوع بافت خاک درجه تناسب عوامل محیطی برای سویا

میزان بارش (میلی‌متر)	۵۰۰-۷۵۰	۴۰۰-۵۰۰	۳۰۰-۴۰۰	<۳۰۰
دمای متوسط (درجه سانتی‌گراد)	۱۸-۲۵	۲۵-۳۰ و ۱۸-۱۵	۳۰-۳۳	۳۳
دمای کمینه سالیانه	۱۲-۱۵	۱۰-۱۲	۸-۱۰	<۱۰
دمای بیشینه سالیانه	۲۰-۲۵	۲۵-۳۰ و ۲۰-۱۵	۳۰-۳۵	>۳۵
بافت خاک	لومی شنی، لومی رسی، لومی لومی سیلتی	شنی لومی، لومی رسی شنی، لومی رسی سیلتی	سیلتی-شنی، رسی سیلتی	سایر کلاس‌ها
شیب (درصد)	۰-۳	۳-۵	۵-۸	>۸

مآخذ: نگارندگان

با توجه به ویژگی‌های جغرافیایی منطقه مورد مطالعه، بهترین تاریخ کاشت برای دو مرحله کشت مشخص گردید که برای کشت اول ۱۵ اردیبهشت تا ۱۰ خرداد و برای کشت دوم با توجه به شرایط آب و هوایی، بین ۱۰ خرداد تا ۲۰ تیر ماه تعیین گردید. در ضمن با توجه به این‌که زمان کاشت سویا در دشت مغان به‌عنوان کشت دوم صورت می‌گیرد از اول خرداد ماه با تأخیر زمانی ۱۰ روزه سناریوهای مختلفی به‌عنوان سناریوهای تاریخ کاشت مطابق جدول (۳، ۴ و ۵) در نظر گرفته شدند. به‌طوری که دمای خاک به ۱۰ درجه سانتی‌گراد برسد، برای کشت دوم سویا کاری اقدام می‌کنند.

جدول ۳: داده‌های گیاهی مربوط به مراحل فنولوژیکی گیاه سویا در دوره آماری (۱۳۹۶-۱۳۷۸)

سال	تاریخ کشت	تراکم کشت	سبز شدن	گلدهی	شروع پیری پوشش گیاهی	رسیدگی فیزیولوژیکی	حداکثر عمق ریشه
اول	۱۵ اردیبهشت- ۱۰ خرداد	۱۶۶۶۶۷	۷	۴۶	۹۴	۱۳۰	۱/۵
دوم	۱۰ خرداد- ۲۰ تیر	۱۶۶۶۶۷	۷	۵۸	۱۱۸	۱۵۰	۱/۵

مآخذ: نگارندگان

جدول ۴: علامت و روز سناریوهای تعریف شده بر اساس تاریخ کاشت در دوره آماری (۱۳۴۶-۱۳۹۷)

تاریخ شمسی	میانگین ۱ خرداد	میانگین ۱۱ خرداد	میانگین ۲۱ خرداد	میانگین ۱ تیر	میانگین ۱۱ تیر	میانگین ۲۱ تیر	میانگین ۱ مرداد	میانگین ۱۰ مرداد
تاریخ میلادی	۲۲ می	۱ ژوئن	۱۱ ژوئن	۲۱ ژوئن	۱ جولای	۱۱ جولای	۲۱ جولای	۱ آگوست

مآخذ: نگارندگان

شبیه‌سازی اقلیم آینده با مدل LARS -WG

مدل LARS-WG ابتدا توسط راسکو و همکاران (۱۹۹۱) ارائه و سپس توسط سمینوف و همکاران (۱۹۹۸) بازنگری شد. این مولد داده برای شبیه‌سازی وضع هوا احتیاج به مقادیر روزانه بارندگی، دمای حداقل، دمای حداکثر و تابش خورشید دارد. ابتدا مشخصات آماری مقادیر روزانه داده‌های مشاهده شده وضع هوا در یک مکان معین تحلیل شده و سپس از این مشخصات به همراه یک مولد اعداد شبه تصادفی برای ساخت سری‌های درازمدت داده‌های روزانه استفاده می‌شود. فرایند ساخت داده‌های روزانه با تعیین وضعیت بارندگی در یک روز معین شروع شده و سپس مقدار بارندگی و سایر متغیرهای وضع هوا شامل دمای حداقل، دمای حداکثر و تابش خورشید تولید می‌شوند (بذرافشان، ۱۳۸۸).

ارزیابی مدل LARS-WG: یکی از راه‌های تشخیص تغییر در داده‌های هواشناسی و تشخیص تغییر اقلیم، آزمون مقایسه میانگین‌ها بین سری داده‌های تاریخی و داده‌های دوره آتی بر اساس آزمون مقایسه میانگین‌ها یا آزمون t - استیودنت می‌باشد. در این آزمون دو فرضیه به‌صورت زیر مطرح می‌شود:

– فرضیه H0، میانگین داده‌های شبیه‌سازی شده مساوی میانگین داده‌های مشاهده شده است؛

– فرضیه H1، میانگین داده‌های شبیه‌سازی شده با میانگین داده‌های مشاهده شده فرق می‌کند؛

آمار آزمون t - استیودنت در شرایطی که اندازه و واریانس دو نمونه یکسان نباشد بر اساس معادله ۱ است:

$$T=\frac{\bar{x}_1-\bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1}+\frac{s_2^2}{n_2}}} \qquad \text{معادله (۱)}$$

که در آن اندازه n_2: نمونه، s_2 واریانس نمونه و X: میانگین نمونه و اندیس‌های ۱ و ۲ معرف نمونه‌های مشاهده شده و شبیه‌سازی شده‌اند. پس از محاسبه t، احتمال مقادیر بزرگ‌تر از|t | به دست آمده از توزیع آماری با درجه آزادی n_1+tn_2 -2 در سطوح معنی‌داری ۱ و ۵ درصد مقایسه می‌شود. چنان چه P-Value کم‌تر از ۵ یا ۱ درصد باشد، فرضیه تساوی میانگین‌ها رد می‌شود و تغییر در داده‌ها تأیید می‌شود.

با توجه به پیشینه مطالعات در مورد تغییرات اقلیمی و تأثیرات آن بر محصولات کشاورزی صورت گرفته، تأثیر تغییرات اقلیمی به‌ویژه سناریوسازی بر محصولات زراعی از جمله سویا در دشت مغان تاکنون انجام نگرفته است. بنابراین با توجه به نتایج به دست آماده از داده‌های اقلیمی این منطقه و نیاز به جامع‌نگری به تغییراتی که صورت گرفته و زمان مشخص برای کاشت و برداشت سویا در آینده این روش مناسب برای موضوع مورد مطالعه در دشت مغان می‌باشد که جهت بررسی نتایج حاصل از مدل و نتایج مشاهده‌ای در سطح مزرعه و صحت یابی نتایج و ارزیابی قابل اعتماد بودن

مدل، از شاخص‌های ارزیابی میانگین مربعات خطا، (RMSE) شاخص توافق (d) استفاده شد که ضریب راندمان (E) به‌صورت زیر محاسبه شدند.

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} s_i - m_i} \qquad \text{معادله (۲)}$$

که در آن Mi و Si مقادیر شبیه‌سازی و اندازه‌گیری شده و n تعداد مشاهدات است.

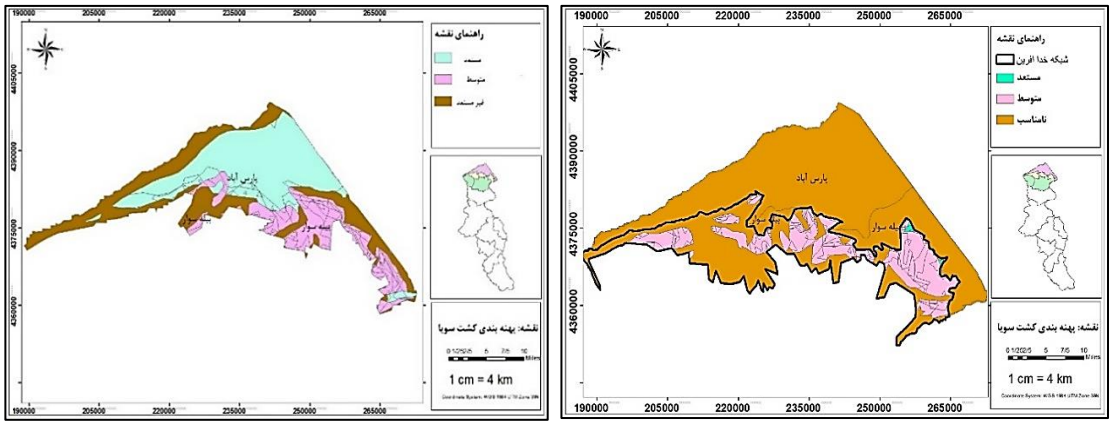
بحث و نتایج

دشت مغان با مساحت ۳۸۵۹/۷ کیلومترمربع، دارای سه بخش کشاورزی دیم کاشت در ارتفاعات و زراعت آبی تحت آبیاری شبکه مغان با مساحت ۹۴۶۸۳ هکتار (۲۴/۵ درصد از کل سطح منطقه مورد مطالعه) و شبکه آبیاری خدا آفرین با مساحت ۸۰۰ (۱۹/۹ درصد) در اراضی پست بوده که به‌طور مستقیم تحت تأثیر ترازهای ارتفاعی برای کشت محصولات کشاورزی بوده که با ارتفاع متوسط ۲۵۰ متر از سطح دریا و با حداقل ارتفاع ۴۰ متر و با حداکثر ارتفاع ۷۰۰ متر از سطح دریاهای آزاد می‌باشد. با توجه به همبستگی ترازهای ارتفاعی با پارامترهای اقلیمی، این محدوده دارای کمترین دمای متوسط حداقل ۸ درجه سانتی‌گراد و بیشترین دمای متوسط حداکثر ۱۷/۷ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

بررسی‌ها نشان می‌دهد بازه زمانی کاشت در کشت اول ۱۳۰ روز بوده و در کشت دوم ۱۵۰ روز می‌باشد که مدت گلدهی با توجه به محدودیت اقلیمی در کشت اول ۱۲ روز کمتر از کشت دوم می‌باشد و شروع پیری پوشش گیاهی در کشت اول ۹۴ روز و در کشت دوم ۱۱۸ روز می‌باشد که در واقع اختلاف موجود مربوط به بازه زمانی رشد در روزهای سرد می‌باشد. به عبارتی بازه زمانی بین گلدهی و رسیدگی فیزیولوژیکی ۷۴ روز از کشت اول و ۹۲ روز در کشت دوم وجود دارد. بنابراین حداقل دما به‌ویژه حداقل دمای مطلق به‌عنوان عامل اصلی در محدودیت رشد کشت اول محسوب می‌گردد.

در محدوده شبکه آبیاری مغان در اراضی که با شیب ۱–۳ درصد و بافت خاک لومی شنی، لومی رسی، لومی و لومی سیلتی بوده، شرایط لازم از نظر پارامترهای اقلیمی برای کشت سویا مناسب بوده که مطابق جدول ۲ با دمای متوسط ۲۵–۱۸ درجه سانتی‌گراد، دمای کمینه سالیانه ۱۵–۱۲ درجه سانتی‌گراد، دمای بیشینه سالیانه ۲۵–۲۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. نظر به اینکه آب مورد نیاز برای آبیاری سویا از طریق کانال آب‌رسانی تحت عنوان شبکه مغان تأمین می‌گردد، لذا افزایش دما در این محدوده موجب افزایش سطح اراضی کشت سویا می‌شود.

با توجه به شکل ۲، نقشه در محدوده مطالعاتی (داخل شبکه آبیاری مغان) به مساحت ۴۱۳۱۲ هکتار دارای شرایط مستعد کشت اول بوده و به مساحت ۲۰۴۱۲ هکتار جز شرایط متوسط (شبکه خدا آفرین) برای کشت اول می‌باشد همچنین از کل محدوده مطالعاتی به مساحت ۳۶۲ هکتار (شبکه خدا آفرین) جز اراضی مستعد برای کشت دوم سویا بوده و به مساحت ۳۰۳۴۱ هکتار جز اراضی متوسط (شبکه آبیاری خدا آفرین) می‌باشد.



مآخذ: نگارندگان

شکل ۲: نقشه پهنه‌بندی کشت سویا در دشت مغان

آشکارسازی رخداد تغییر اقلیم

برای آشکارسازی رخداد تغییر اقلیم و تشخیص تغییر در داده‌ها، از آزمون مقایسه میانگین‌ها بر ای تمامی سری‌های زمانی بارش، دمای حداقل و دمای حداکثر در مقیاس زمانی ماهانه استفاده شد .نتایج بررسی طبق جدول (۵) به‌طور مجزا برای سری داده‌های تاریخی و سری داده‌های تولید شده برای دوره آینده تحت سناریوهای A1. B1 نشان می دهد آزمون t برای متغیرهای دمای کمینه در ماه‌های می، ژوئن و سپتامبر مثبت بوده، هرچند میزان آن به دلیل کمتر از استانداردهای مربوطه (کمتر از ۵) می‌باشد لذا از نظر آماری نرمال می‌باشد و در دمای بیشینه در ماهه‌ای ژوئیه، سپتامبر و دسامبر با وجود مثبت بودن کلیه داده‌های ماهه‌ای سال نرمال می‌باشد. در بحث تابش نیز همانند داده‌های دما کلیه داده‌ها به‌صورت نرمال می‌باشد و در داده‌های بارش نسبت به دیگر پارامترهای اقلیمی مورد بررسی خطای بیشتری وجود دارد، ولی در حد قابل قبول می‌باشد.

در این پژوهش، با استفاده از محاسبه ضریب تعیین و شاخص‌های خطا سنجی میانگین مجذور مربعات خطا RMSE و میانگین خطای مطلق، MAE اقدام به ارزیابی داده‌های تولید شده با استفاده از مدل WG- LARSو داده‌های مشاهده شده موجود در دوره پایه شد که بررسی جدول (۵) نشان می‌دهد ضریب همبستگی بین داده ایستگاه‌های مورد مطالعه در دمای کمینه ۰/۹۸ و در دمای بیشینه ۰/۹۹ درصد می‌باشد و نشان می‌دهد ضریب همبستگی مثبت و مستقیم بوده است.

در خطا سنجی میانگین مجذور مربعات میزان خطای دمای کمینه ۰/۷۵ و دمای بیشینه ۰/۶۲ بوده است و میانگین خطای مطلق نیز در دمای کمینه ۰/۳۴ و در دمای بیشینه ۰/۲۲ بوده و همچنین خطای احتمالی میزان دمای کمینه ۰/۱۷- و در دمای بیشینه ۲/۵۶ بوده است که هر چقدر این خطاها به صفر نزدیک‌تر باشد دقت شبیه‌سازی بیشتر بوده و بازه عددی قابل بررسی بین ۱- تا ۱ می‌باشد.

جدول ۵: شاخص‌های آماری ارزیابی مدل LARS-WG

پارامتر	R^2	RMSE	MAE	MBE
دمای کمینه	۰,۹۸	۰,۷۵	۰,۳۴	-۰,۱۷
دمای بیشینه	۰,۹۹	۰,۶۲	۰,۲۲	۲,۵۶

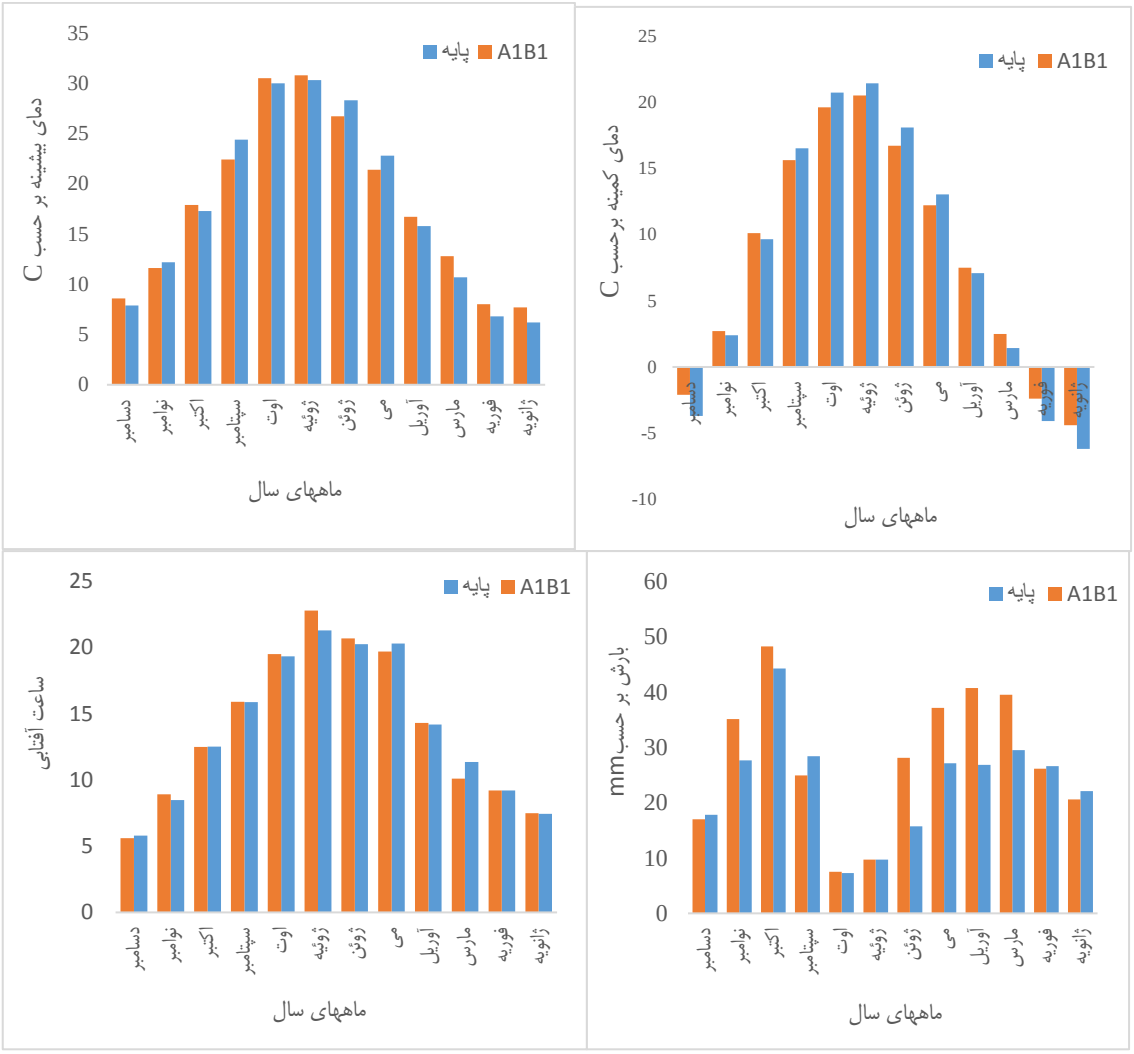
مآخذ: نگارندگان

جدول ۶: آزمون - tاستیو دنت مقایسه مقادیر میانگین دمای کمینه، دمای بیشینه، تابش و بارش ماهانه داده‌های مشاهداتی و شبیه‌سازی شده توسط مدلLARS-WG

ماه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژوئیه	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
میانگین مشاهداتی	-۶/۱۷	-۴/۰۷	۱/۴۳	۷/۰۷	۱۳/۰۳	۱۸/۰۷	۲۱/۴۰	۲۰/۷۰	۱۶/۵۰	۹/۶۳	۲/۴۰	-۳/۷۰
میانگین شبیه‌سازی شده	-۴/۴	-۲/۴	۲/۵	۷/۵	۱۲/۲	۱۶/۷	۲۰/۵	۱۶/۶	۱۵/۶	۱۰/۱	۲/۷	-۲/۱
آزمونt	-۲/۶۲	-۱/۴۶	-۱/۸۹	-۱/۰۱	۱/۴۷	۱/۹۳	-۱/۵۶	-۰/۴۹	۰/۷۷	-۱/۱۷	-۲/۶۳	۲/۴-
دمای بیشینه												
میانگین مشاهداتی	۶/۲	۶/۸	۱۰/۷	۱۵/۸	۲۲/۸	۲۸/۳	۳۰/۳	۳۰	۲۴/۴	۱۷/۳	۱۲/۲	۷/۹
میانگین شبیه‌سازی شده	۷/۷	۸	۱۲/۸	۱۶/۷	۲۱/۴	۲۶/۷	۳۰/۸	۳۰/۵	۲۲/۴	۱۷/۹	۱۱/۶	۸/۶
آزمونt	-۰/۳۴	-۲	-۲/۲	-۰/۴	-۰۲/۰	-۷۷/۰	۹۹/۱	-۷۸/۲	۲۵/۰	-۸۹/۱	۱۷/۰	-۱۴/۲
بارش												
میانگین مشاهداتی	۱/۲۲	۶/۶۲	۵/۲۹	۸/۲۶	۱/۲۷	۷/۱۵	۷/۹	۳/۷	۴/۲۸	۲/۴۴	۶/۲۷	۸/۱۷
میانگین شبیه‌سازی شده	۶/۲۰	۱/۲۶	۵/۳۹	۷/۴۰	۱/۳۷	۱/۲۸	۷/۹	۵/۷	۹/۲۴	۲/۴۸	۱/۳۵	۱۷
آزمونt	-۱۸/۰	۳۵/۰	-۲۹/۱	-۹۸/۳	-۲۹/۲	-۱۷/۲	۴۹/۲	۷۲/۲	۱۸/۰	-۷/۱	-۰۱/۳	-۳۲/۰
تابش												
میانگین مشاهداتی	۴۵/۷	۲۱/۹	۳۵/۱۱	۱۸/۱۴	۳۱/۲۰	۲۶/۲۰	۳/۲۱	۳۴/۱۹	۸۸/۱۵	۵۳/۱۲	۴۹/۸	۸/۵
میانگین شبیه‌سازی شده	۵/۷	۲/۹	۱/۱۰	۳/۱۴	۷/۱۹	۷/۲۰	۸/۲۲	۵/۱۹	۹/۱۵	۵۱/۱۲	۹۱/۸	۶/۵
آزمونt	-۸۱/۱	-۰۲/۰	۴۶/۰	۰۴/۰	۶۸/۰	-۸۶/۰	۳۲/۰	۰۶/۰	-۲۳/۰	۰۶/۰	-۸۶/۱	۵۴/۰

مآخذ: نگارندگان

شکل ۳ نتایج حاصل از اجرای مدل LARS -WG5برای پارامترهای دمای کمینه (درجه، سانتی‌گراد)، دمای بیشینه (درجه سانتی‌گراد) بارش (میلی- متر) و تابش خورشیدی دوره (۲۰۱۷-۲۰۴۶) بر مبنای سناریوهای انتشار A1, B1 در مقایسه با دوره‌های پایه (۲۰۱۶-۱۹۹۷) ارائه شده است. بررسی‌ها نشان می‌دهد در این بازه زمانی دمای کمینه شبیه‌سازی شده نسبت به دوره پایه برای تمامی ماه‌ها به‌جز ژوئن و سپتامبر افزایش بوده که حداکثر افزایش در این دوره به میزان ۴/۲ درجه سانتی‌گراد در ماه نوامبر می‌باشد. همچنین دمای بیشینه شبیه‌سازی نسبت به دوره پایه برای تمامی ماه‌ها افزایش نشان می‌دهد که بیشترین اختلاف در این دوره به میزان ۳/۲۳ درجه سانتی‌گراد در ماه اوت می‌باشد. بررسی تابش نیز نشان می‌دهد نسبت به دوره پایه در ماه ژوئیه به میزان ۱/۵ ساعت افزایش یافته است. همچنین میانگین ماهانه بارش در بیشتر ماهه‌ای سال در دوره آتی نسبت به دوره پایه دچار تغییرات شده است. البته این تغییرات در ماهه‌ای آتی منظم نیست. به‌طوری که مطابق شبیه‌سازی در ماهه‌ای سپتامبر و دسامبر کمتر از دوره پایه و برای ماهه‌ای مارس، آوریل، می و ژوئن مقداری بیشتر از دوره پایه را نشان می‌دهد.



مآخذ: نگارندگان

شکل ۳: میانگین متغیرهای مختلف در دوره ۲۰۴۶-۱۹۹۷ تحت سناریوهای A1, B1

نتیجه‌گیری

تغییر اقلیم ذاتاً یک پدیده جهانی است؛ لیکن پیامدهای آن در تمام کشورها یکسان نیست. این وضعیت در کشورهای خاورمیانه به دلیل محدود بودن منابع و افزایش رو به رشد جمعیت و به تبعیت از آن تقاضای روبه رشد، وخیم‌تر است. در این کشورها و همچنین ایران، توسعه سریع بدون در نظر گرفتن اثرات آن بر منابع طبیعی در بلندمدت مشاهده می شود. پژوهش‌های هیئت بین‌الدول تغییر اقلیم طی گزارش سال ۲۰۰۷ بیانگر این مطلب است که در ایران تحت سناریوهای تغییر اقلیم، افزایش متوسط درجه حرارت تا ۲ درجه با توجه به اینکه در بازه زمانی کشت و داشت سویا بارندگی وجود ندارد و یا بارش مؤثر تأمین نمی‌گردد لذا آب مورد نیاز از طریق آبیاری انجام می‌گیرد. بنابراین در دشت مغان متغیرهای اقلیمی مؤثر بیشتر از نظر دما قابل بررسی می‌باشد که تنش خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی است و تولیدات کشاورزی را در منطقه موصوف محدود می‌سازد که تنش خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد و عملکرد گیاهان زراعی است و ۴۰ تا ۶۰ درصد اراضی کشاورزی را تحت تأثیر قرار می‌دهد؛ اما در

شبیه‌سازی بارش نسبت به دیگر پارامترها خطای بیشتر وجود دارد. هر چند به دلیل وجود سیستم تحت‌فشار آبیاری در محدوده مطالعاتی از باران برای کشت سویا کمتر استفاده می‌گردد ولی با وجود آن خطاهای موجود در حد قابل قبول نشان می‌دهد. بررسی‌ها نشان می‌دهد محدوده دشت مغان تحت دو شبکه آبیاری مغان و خدا آفرین بوده و عملکرد کشت در کلیه سطوح یکنواخت نیست که در آبیاری شبکه خدافرین، تغییر اقلیم موجب محدودیتی برای کشت سویا می گردد ولی از نظر دمایی در داخل شبکه آبیاری مغان محدودیت وجود ندارد لیکن به دلیل نوع سنگ‌شناسی و خاک‌شناسی در حاشیه رودخانه ارس (شبکه آبیاری مغان) کشت سویا انجام نمی‌گیرد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که تغییر اقلیم در منطقه مغان تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر رشد، نیاز آبی و عملکرد سویا نخواهد داشت اما اثر تاریخ کاشت بر عملکرد سویا مشهود و بیش‌تر از اثر تغییر اقلیم می‌باشد.

منابع

۱- بذرافشان، جواد. خلیلی، علی. هورفر، عبدالحسین. ترابی، صدیقه و حجام، سهراب (۱۳۸۸): بررسی و مقایسه عملکرد دو مدل ClimGen (LARS-WG) اقلیمی شبیه‌سازی متغیرهای هواشناسی در شرایط مختلف اقلیمی، تحقیقات منابع آب ایران، دوره ۵، شماره ۱، صص ۵۷-۴۴.

۲- جعفر زاده، احمد. خاشعی سیوکی، عباس؛ شهیدی، علی (۱۳۹۵): طراحی - یک مدل تصمیم‌گیری چند هدفه به‌منظور تعیین الگوی کشت بهینه تحت تأثیر پدیده تغییر اقلیم (مطالعه موردی: دشت بیرجند). تحقیقات آب‌وخاک ایران، دوره ۴۷، شماره ۴، صص ۸۴۹-۸۵۹.

۳- جلالی، مسعود. محمدی، غلامحسن. حسینی صدر، عاطفه؛ و خوشوقتی، حسین (۱۳۹۰): نقش پراکندگی مکانی و نوسان‌های زمانی پارامترهای اقلیمی در عملکرد گندم دیم (مطالعه موردی: شهرستان‌های کلیبر و خدا آفرین). جغرافیای طبیعی، سال نهم، شماره ۳۴، صص ۱۰۵-۱۲۳.

۴- حسینی، سیده طیبه. خوش‌روش، مجتبی؛ و ضیاتبار احمدی، میر خالق (۱۳۹۴): بررسی اثر تغییر اقلیم و ارزیابی تغییر تاریخ کاشت بر عملکرد سویا. نشریه پژوهش آب در کشاورزی، جلد ۲۹، شماره ۴، صص ۵۷۵-۵۶۰.

۵- شیداییان، مجید. ضیاءتبار احمدی، میر خالق و فضل اولی، رامین (۱۳۹۳): تأثیر تغییر اقلیم بر نیاز خالص آبیاری و عملکرد محصول برنج (مطالعه موردی: دشت تجن). آب‌وخاک. جلد ۲۸، شماره ۶. صص ۱۲۹۷-۱۲۸۴.

۶- شرقی، طاهره. کلانتری، خلیل. اسدی، علی؛ و جمعه پور، محمود (۱۳۹۵): شبیه‌سازی اثرات تغییر اقلیمی و سیاسات انتقال آب از بخش کشاورزی به صنعت بر منابع آبی و تأثیر آن بر تولیدات باغی (در استان یزد). تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران. دوره ۴۷، شماره ۴، صص ۸۵۱-۸۶۳.

۷- قربانی، خلیل و سلطانی، افشین (۱۳۹۳): اثر تغییر اقلیم بر عملکرد سویا در منطقه گرگان. پژوهش‌های تولید گیاهی، جلد بیست و یکم، شماره دوم، صص ۸۵-۶۷.

۸- کوچکی، علیرضا؛ و نصیری محلاتی، مهدی (۱۳۹۵): تأثیر تغییر اقلیم بر کشاورزی ایران و پیش‌بینی تولید محصولات زراعی و راهکارهای سازگاری، پژوهش‌های زراعی ایران، جلد چهاردهم، شماره ۱، صص ۲۰-۱.

9- Ackerman, F. & Stanton, E.A. (2013): Climate Impacts On Agriculture: A Challenge To Omplacency? Global Development And Environment Institute. Working Paper No.13-01

10- Corobov, R. (2002): Estimation Of Climate Change Impacts Crop Production In The Republic Of Moldova. Geo. J. 57: 195-202.
11- Falloon P And Betts R, (2010): Climate Impacts On European Agriculture And Water Management In The Context Of Adaptation And Mitigation-The Importance Of An Integrated Approach. Sci Total Environ 408: 5667–5687.
12- Haverkort, A.J. And Verhagen, A. (2008): Climate Change And Its Repercussions For The Potato Supply Chain. J. Potato Res. 51: 223-237.
13- Racsko, P. Szeidl, L. And Semenov, M. A. (1991): A Serial Approach To Local Stochastic Weather Models. Ecological Modeling, L (57): 27–41.
14- Rosenzweig, C. And Parry, M.L. (1994): Potential Impacts Of Climate Change On World Food Supply. Nature. 367: 133-138.
15- Rodríguez Díaz, J.A. Weather Head, E.K. Knox, J.W. And Camacho1, E. (2007): Climate Change Impacts On Irrigation Water Requirements In The Guadalquivir River Basin In Spain. J. Reg. Environ. Change. 7: 3. 149-159.
16- Smit B And Skinner MW, (2002): Adaptation Options In Agriculture To Climate Change: A Typology. Mitig Adapt Strat Glob Change 7: 85–114.
17- Semenov, M. A. And Barrow, E. M. (1998): Use Of A Stochastic Weather Enerator In The Development Of Climate Change Scenarios. Climatic Change, 35: 397-414.
18- Trnka M, Dubrovsky M And Ekzalud Z, (2004): Climate Change Impacts And Adaptation Strategies In Spring Barley Production In The Czech Republic. Clim Change 64: 227–255.
19- Vergé XPC, De Kimpe C And Desjardins RL, (2007): Agricultural Production, Greenhouse Gas Emissions And Mitigation Potential. Agric For Meteor 2–4: 255–69.
20- Yu, P. S. Yang, T. C. And Chou, C. C. (2002): Effects Of Climate Change On Evapotranspiration From Paddy Fields In Southern Taiwan. J. Clim. Change. 54: 165-179.