اقتصادکشاورزی و توسعه، سال نوزدهم، شماره ۷۶، زمستان ۱۳۹۰

# بررسی اثر درجه حرارت و بارندگی بر عملکرد گندم آبی ایران

فاطمه علیجانی*[۱]، دکتر علیرضا کرباسی**، مهدیه مظفری مسن*

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۱/۸ تاریخ پذیرش: ۹۰/۲/۵

**چکیده**

کشاورزی از مهمترین فعالیتهای اقتصادی به‌شمار می‌آید که بیش از هر چیز به شرایط جوی وابسته است. بر همین اساس در این مطالعه، تأثیر تغییرات زمانی درجه حرارت و بارندگی بر عملکرد محصول گندم در ایران برمبنای داده‌های ترکیبی سری زمانی ۱۳۷۰-۸۵ و مقطعی (۱۴ استان کشورکه دارای عملکرد بالاتری بودند) با روش تخمین GLS بررسی شد. نتایج نشان داد برای هریک از استانها، متغیرهای فیزیکی(نهاده‌های مصرفی) مدل غیر از سم مصرفی، تأثیر مثبت و معناداری در عملکرد دارند. علاوه بر متغیرهای فیزیکی، متغیر بارندگی اثر مثبت و درجه حرارت اثر منفی بر عملکرد گندم دارد. سهم رشد بارندگی و درجه حرارت در عملکرد گندم نیز به‌ترتیب ۷/۱۱- و ۱/۳۱- درصد است. براساس سناریوهای متفاوت در

* دانشجوی دوره دکترای اقتصادکشاورزی دانشگاه زابل

۱. نویسنده مسئول e-mail: alijani_2004@yahoo.com

** دانشیار گروه اقتصادکشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

تحقیق، تغییرات عملکرد گندم استانها نسبت به تغییرات بارندگی واکنش بیشتری نشان داده است.

**طبقه‌بندی JEl:** $Q_1, Q_{54}, C_{23}$

**کلیدواژه‌ها:**

گندم، درجه حرارت، بارندگی، داده‌های ترکیبی

**مقدمه**

گندم از عمده‌ترین محصولات کشاورزی ایران و تأمین‌کننده بیشترین نیاز غذایی کشور می‌باشد و همچنین روزانه حدود ۴۷ درصد از کالری مصرفی سرانه کشور را تأمین می‌نماید(حسینی وهمکاران، ۱۳۸۶). براوردهای موجود نشان می‌دهد که نیاز کشور به گندم تا سال ۱۴۰۰ از مرز ۲۰ میلیون تن در سال خواهد گذشت که حدود ۶۵-۷۰ درصد از این مقدار باید از اراضی آبی و بقیه از اراضی دیم تأمین شود (زارع فیض آبادی و همکاران، ۱۳۸۵). ریسک موجود در فعالیتهای کشاورزی متأثر از شرایط جوی، قیمت و سایر پدیده‌های مربوط به بازار است که تحت تأثیر تکنولوژی جدید می‌باشند و به جهت ناشناخته بودن اثر آنها بر تولید و ریسک‌آمیز بودن، همواره کاربردی محدود داشته‌اند (موسی‌نژاد، ۱۳۷۸). عملکرد محصولات زراعی نظیر گندم به دلیل اهمیتی که در برنامه‌ریزی اقتصادی دارند، از دیر باز مورد توجه پژوهشگران بوده است (حسینی و همکاران، ۱۳۸۶). امروزه بررسی تغییرات اقلیم، یک موضوع تمام عیار جهانی شده است که طی چند دهه گذشته توجه متخصصان و پژوهشگران را در کشورهای مختلف جهان به خود جلب کرده است(تقدسیان و میناپور، ۱۳۸۲). نتایج حاصل از بررسیها نشان می‌دهد که میزان تولید گندم رابطه مستقیم و معنی‌دار با تغییرات آب و هوا دارد. با توجه به اهمیت تغییرات آب و هوا در کشاورزی و وابستگی میزان عملکرد محصولات کشاورزی به نزولات جوی به ویژه محصولات زراعی، ارائه اطلاعات

صحیح در زمینه بارندگی و دما در طی چند سال گذشته مفید به نظر می‌رسد؛ زیرا با اطلاع از چگونگی تولید گندم، بدون مقایسه نزولات جوی به عنوان یکی از عناصر مهم در عملکرد محصولات نمی‌توان علل کاهش یا افزایش عملکرد محصولات را توجیه نمود(صفی خانی، ۱۳۸۶). مطالعات تغییر اقلیم که در مقیاس جهانی انجام شده است، کاهش ۱۰-۴۰ درصدی و ۵-۲۰ درصدی عملکرد را به‌ترتیب برای غلات دیم و آبی ایران در ۵۰ سال آینده گزارش کرده‌اند (Parry et al., 2004) . از سوی دیگر، تغییرات آب و هوایی، به‌طور مستقیم و غیرمستقیم بر سلامت مردم اثرگذار بوده به‌طوری‌که سرمازدگی و خشکسالی هر یک بر روی کیفیت و کمیت محصولات کشاورزی اثر گذاشته و در بسیاری جوامع باعث سوء تغذیه شده‌اند. همچنین به جهت حفظ محصولات کشاورزی و افزایش بهره‌وری از منابع آب و خاک زیر کشت، کاربرد سموم و کودهای شیمیایی افزایش یافته و عوارض ناشی از کاربرد مواد شیمیایی در افراد در معرض و استفاده‌کنندگان از محصولات کشاورزی بروز کرده است. تغییرات آب و هوایی ایران که در ۵ سال اخیر اتفاق افتاده است، کاهش محصولات کشاورزی را نشان می‌دهد (جلیلیان، ۱۳۸۳). مقابله با شرایط جهانی تغییر آب و هوا می‌بایست با محوریت سلامت و مدنظر قرار دادن شاخصهای متأثر از آن نظیر سوء تغذیه و افزایش کاربری مواد شیمیایی در کشاورزی و دامپروری انجام شود (ملک افضلی، ۱۳۸۵).

پایداری آب و هوا محیطی پر مخاطره برای تولید محصولات کشاورزی و عرضه و امنیت غذا ایجاد کرده است. در اغلب مطالعات اخیر مانند پری (Parry, 1999) و داروین (Darwin, 2004) در مقیاس بین‌المللی و نیز آدامز (Adams, 2003) و تسوتسین اسکای (Tsvetsin skaya,2003) در مقیاس منطقه‌ای و ملی مشخص شد که در تجزیه تحلیل و ارزیابی آثار اقتصادی و عملکرد کشاورزی در نظر گرفتن تغییرات آب و هوا لازم و مورد نیاز است.

در آسیا متیوز (Matthews ,1997) اثر تغییرات آب و هوا و اقلیم را روی تولید برنج در سال ۱۹۸۰ مدلسازی کرد. نیکلاس(Nikolas, 1997 ) به بررسی تغییرات آب و هوا روی

عملکرد گندم در استرالیا پرداخت و نتیجه گرفت که با افزایش یک درجه‌ای حرارت، عملکرد گندم به‌اندازه ۳-۵ در صد افزایش می‌یابد.

لابل و اسنر(Lobell & Asner, 2003) به بررسی تغیرات آب و هوا بر عمکرد ذرت و سویا در آمریکا و پنگ و همکاران (Peng et al., 2004) بر عملکرد برنج در فیلیپین و لیانگچی و همکاران (Liangzi et al., 2005) بر عملکرد گندم در چین پرداختند و نتیجه گرفتند افزایش در جه حرارت بر عملکرد محصولات اثر منفی دارد.

چن و چانگ (Chen & Chang, 2005) اثر آب و هوا را روی توزیع عملکرد محصولات در تایوان بررسی کرده‌اند. نتایج مطالعه، حساسیت توزیع محصولات در پاسخگویی به تغییرات آب و هوایی در این نواحی را نشان داد به‌طوری‌که شرایط جوی توزیع عملکرد محصولات را تحت تأثیر قرار داد. در این مطالعه برنامه بیمه محصولات کشاورزی برای حمایت کشاورزان در زمینه افزایش ریسکهای وابسته به تغییرات آب و هوایی پیشنهاد شد.

الیور و مایکل (Oliver & Michael, 2006) در مقاله‌ای تحت عنوان «اثرات اقتصادی تغییرات آب و هوا با استناد به سود کشاورزی و نوسان در آب و هوا»، اثر اقتصادی تغییر آب و هوا را روی زمینهای کشاورزی آمریکا با استفاده از تخمین، تأثیر نوسانات سال به سال درجه حرارت و بارندگی روی سود کشاورزی ارزیابی کردند. تخمینها نشان داد که تغییرات آب و هوایی ۱/۱ تا ۱/۸ دلار افزایش در سود سالانه خواهند داشت.

کوچکی و همکاران(۱۳۸۰) به شبیه سازی، فنولوژی و تولید ارقام گندم بر اثر تغییر اقلیم در شرایط مشهد پرداختند و نشان دادند که تغییر اقلیم با تأثیر در الگوی تخصیص ماده خشک بین اندامهای مختلف باعث افزایش قابل ملاحظه عملکرد در شرایط اقلیمی سال ۱۴۰۰ خواهد شد.

کرباسی و نودهی(۱۳۸۲) به بررسی تأثیر مصرف نهاده‌ها در ریسک تولید گندمکاران شهرستان نیشابور با کمک تابع تولید تصادفی (تابع تولید جاست و پوپ) پرداختند. نتایج نشان

داد که کود، ارزش بذر مصرفی و هزینه ماشین‌آلات اثر معنی‌دار و مثبت روی تولید گندمکاران داشته است.

نصابیان و صدرالاشرافی(۱۳۸۳) به بررسی تأثیر بارندگی و دما بر عملکرد محصولات استراتژیک زراعی پرداختند و نشان دادند که در محصولات گندم آبی، سیب‌زمینی، شلتوک، پنبه آبی، ذرت دانه ای و جو آبی به ترتیب استانهای لرستان، فارس، زنجان، فارس، کرمانشاه و خراسان بیشترین واکنش را در مقابل افزایش یک درجه سانتی‌گراد و استانهای خراسان، فارس، زنجان، فارس، کرمانشاه و خراسان بیشترین واکنش را در مقابل افزایش یک میلی‌متر بارندگی دادند.

کرباسی و غفاری (۱۳۸۷) اثر شرایط آب و هوایی بر عملکرد محصولات زراعی در ایران را با استفاده از تابع تولید جاست و پوپ بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که بارندگی اثر مثبت و نوسان بارندگی اثر منفی روی عملکرد گندم دارد. برای محصول جو درجه حرارت اثر منفی و معنی‌دار روی عملکرد نشان داد و برای ذرت درجه حرارت اثر مثبت و معنی‌دار دارد.

کوچکی و نصیری (۱۳۸۷) به بررسی تأثیر تغییر اقلیم همراه با افزایش غلظت $CO_2$ بر عملکرد گندم در ایران پرداختند و نشان دادند اگرچه غلظت $CO_2$ تأثیر منفی افزایش درجه حرارت را تاحدودی تعدیل می‌کند، ولی در شرایط اقلیمی سال هدف، عملکرد گندم آبی در مناطق مختلف تولید در محدوده‌ای بین ۱۴ تا ۲۱ در صد کاهش خواهد یافت.

واثقی و اسماعیلی (۱۳۸۷) به بررسی اثر اقتصادی تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی ایران با استفاده از روش ریکاردین (مطالعه موردی گندم) پرداختند و نشان دادند که افزایش دما و کاهش بارندگی تا ۱۰۰ سال آینده باعث ۴۱ درصد کاهش در بازده کشت گندم در کشور می‌گردد.

علی‌رغم اهمیت کلیه پارامترهای آب و هوایی بر رشد و عملکرد محصولات زراعی، درجه حرارت و بارندگی بیش از سایر پارامترها مورد توجه بوده و تقریباً تمامی روشهای طبقه‌بندی اقلیمی کشاورزی و نیز شاخصهای اقلیمی کشاورزی بر پایه این دو متغیر استوار

می‌باشند. به‌طورکلی می‌توان گفت که تغییر آب و هوا متأثر از دو عامل دما و میزان بارش است که با تغییر هر یک از این دو، تغییرات آب و هوایی اتفاق می‌افتد و در پی آن چگونگی زندگی انسانها نیز تغییر می‌کند که یکی از آثار آن، آسیبهای وارد بر بخش کشاورزی است (رستگاری، ۱۳۷۷). در شرایط تغییر اقلیم، شاخصهای اقلیمی کشاورزی نیز تغییر می‌کند و با ارزیابی تغییر این شاخصها امکان بررسی واکنش گیاهان زراعی به شرایط اقلیمی آینده میسر خواهد شد. از این‌رو به نظر می‌رسد دو شاخص اقلیمیِ کشاورزیِ کمبود بارندگی و طول فصل رشد ابزار بسیار مناسبی برای ارزیابی پتانسیل عملکرد در شرایط تغییر اقلیم است. به هر روی هدف مطالعه حاضر، بررسی اثر درجه حرارت، بارندگی و متغیرهای فیزیکی بر عملکرد گندم آبی ایران و پیش‌بینی تغییرات عملکرد گندم استانها براساس سناریوسازی آب و هوایی آینده می‌باشد.

## روش تحقیق

با هدف بررسی اثر عوامل اقلیمی بر بخش کشاورزی، اثر عوامل فیزیکی و آب وهوایی بر عملکرد محصول گندم آبی در قالب داده‌های ترکیبی بررسی گردید. استفاده از داده‌های ترکیبی دارای مزایایی است از جمله: افزایش اطلاعات و تغییرپذیری، افزایش درجات آزادی و کارایی، پویایی در مطالعه تغییرات، حداقل کردن تورش ناشی از درنظر گرفتن واحدها به‌صورت کلی و تعیین آثاری که به سادگی در داده‌های مقطعی و سری زمانی قابل مشاهده نیستند و به‌طورکلی امکان مطالعه رفتارهای پیچیده‌تری از مدلها را فراهم می‌کنند(Green, 2003).

معادله کلی داده‌های ترکیبی به‌صورت زیر می‌باشد(Green, 2003)

$$y_{it} = \mu + \sum_{k=1}^{k} \beta_k X_{kit} + \alpha_i + u_{it} \qquad (۱)$$

که در آن $\alpha_i^* = \mu + \alpha_i$است. $\mu$ عرض از مبدأ میانگین نامیده‌شده و $\alpha_i$ اختلاف واحدهای مقطعی مختلف از عرض از مبدأ میانگین می‌باشد. اگر $\alpha_i$ ثابت باشد، معروف به مدل‌آثار ثابت است که این یعنی‌آثار غیرقابل مشاهده در جمله ثابت رگرسیون وارد شده است

که این مدل را با روش رگرسیون حداقل مربعات با متغیرهای مجازی یا روش تفاضل‌گیری براورد می‌کنند. اصطلاح «تأثیرات ثابت» ناشی از این حقیقت است که با وجود تفاوت عرض از مبدأ میان واحدها (مقاطع)، عرض‌ازمبدأ هر واحد طی زمان ثابت می‌ماند. اما اگر این آثار غیرقابل مشاهده تصادفی باشد، با مدلی موسوم به آثار تصادفی روبه‌روایم که به آن مدل اجزای خطا نیز می‌گویند و به روش حداقل مربعات تعمیم‌یافته براورد می‌شود. دلیل انتخاب نام اجزای خطا برای این مدل، وجود جمله خطای ترکیبی $W_{it} = \alpha_i + u_{it}$است که در حالت کل از دو (یا چند) جزء خطا تشکیل می‌شود. در این صورت توزیع $\alpha_i$ نیز باید نرمال با میانگین صفر و واریانس ثابت و اجزای خطای تکی با یکدیگر همبستگی نداشته باشد و میان واحدهای مقطعی و سری زمانی هم خود همبستگی وجود نداشته باشد(Green, 2003).

بنابراین وقتی که از داده‌های ترکیبی استفاده می‌شود، باید آزمونهای مختلفی برای تشخیص روش تخمین مناسب انجام داد که رایجترین آنها عبارتند از: آزمون F، آزمون LM[1] و آزمون هاسمن[2] که مشخصاً برای انتخاب یکی از مدلهای آثار ثابت، اثر تصادفی یا مدل داده‌های ادغام شده به کار می‌روند، بدین‌نحو که اگر داده‌هایی به صورت تصادفی ازبین داده‌های زیادی انتخاب نشده باشند، از مدل اثر ثابت استفاده می‌شود، اما اگر داده‌ها به‌صورت تصادفی انتخاب شده باشند، هر دو مدل اثر ثابت و اثر تصادفی تخمین زده می‌شود و سپس آزمون هاسمن انجام می‌گیرد. چنانچه آماره این آزمون نشاندهنده براورد با استفاده از مدل اثر ثابت باشد، این مدل براورد می‌شود، اما اگر این آماره نشانگر براورد مدل با استفاده از مدل اثر تصادفی باشد، باید آزمون LM برای انتخاب یکی از مدلهای اثر تصادفی یا مدل ادغام داده‌ها انجام گیرد (Baltagi, 2005). با فرض انتخاب مدل مناسب براساس آزمونهای فوق و نوع داده‌ها، باید نسبت به کاذب نبودن رگرسیون ناشی از ناپایایی متغیرهای مدل نیز اطمینان حاصل کرد. این موضوع مبین بررسی آزمون ریشه واحدداده‌های ترکیبی می‌باشد (Green, 2003). در ادامه به آزمونهای LMو F پرداخته شده است.

1. LM Test: Lagrange Multiplier
2. Hausman (1978)

### آزمون F

این آزمون برای داده‌های ترکیبی با آثار ثابت برای تعیین وجود(یا عدم وجود) عرض از مبدأ جداگانه برای هریک از استانها به کار می‌رود و در آن $H_0$ نشان می‌دهد عرض‌از مبدأهای مقاطع مختلف با هم برابرند و $H_1$ نیز مبین این است که حداقل یکی از مقاطع دارای عرض‌ازمبدأ متفاوتی است.

$$F\left(N-1, NT-N-K\right)=\frac{\left(R^2_{LSDV}-R^2_{pooled}\right)/\left(N-1\right)}{\left(1-R^2_{LSDV}\right)/\left(NT-N-K\right)} \qquad (۲)$$

که LCDV همان مدل متغیر مجازی (به روش حداقل مربعات) و pooled نماد مدل ادغام‌شده[1] یا مقید است که تنها یک جمله ثابت برای تمام واحدها دارد(Green, 2003).

### آزمون وجود آثار زمانی با توجه به آثار فردی معین

این آزمون برای وجود ناهمسانی واریانس بین‌گروهیِ آماره‌هایی ارائه شده است که مبنای باقیمانده‌های OLS (داده‌های ادغام‌شده) می‌باشد. آماره آزمون به‌صورت زیر است:

$$LM=\frac{NT}{2\left(T-1\right)}\left[\frac{\sum_{i=1}^{N}\left(T\bar{e}_{i.}\right)^2}{\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}e_{it}^2}-1\right]^2 \qquad (۳)$$

در این رابطه $e_{it}$ جزء اخلال مدل براورد شدهٔ داده‌های ادغام شده و $\bar{e}_{i.}$ میانگین این جزء اخلال برای مقطع iام در دوره مورد نظر و T سالهای سری زمانی می‌باشد که تحت فرض صفر، LM دارای توزیع کای‌دو با درجه آزادی تعداد واحد مقطعی است. اگر مقدار آماره محاسباتی از مقدار بحرانی جدول بزرگتر باشد، فرضیه صفر رد می‌شود، به عبارتی ناهمسانی واریانس بین واحدهای مقطعی تأیید می‌شود. برای رفع ناهمسانی واریانس بین‌گروهی، روش GLS از جمله روشهای کارا برای براورد مدل مورد نظر خواهد بود(Green, 2003).

1. Pooled Model

با توجه به مطالعات انجام شده در این خصوص، الگوی تجربی تحقیق به شکل زیر معرفی می گردد (Liangz et al., 2005):

$$\ln Yield_{it} = (\alpha_0 + \alpha_1 t) + \sum_j \beta_j \ln X_{jit} + w \ln C\lim ate_{it} + \sum_{I=1}^{4} r_i D_i + \varepsilon_{it} \qquad (۴)$$

در این معادله T(T=1, 2…, 16) بیانگر زمان (۱۳۷۰-۸۵)، i(i=1, 2 ,…, 14) مبین استانها و تعداد نمونه ۲۲۴ مشاهده است. j(j=1, 2, 3, 4) نیز معرف نهاده مصرفی به کار رفته، $Yield_{it}$ نشاندهنده عملکرد محصول گندم آبی در هکتار استان i ام در زمان t ام، $X_{jit}$ مبین بذر(کیلوگرم در هکتار VOS)، کود(کیلوگرم در هکتارVOF)، ماشین‌آلات (ساعت در هکتارVOM) و سم(لیتر در هکتارVOP) به کار رفته در یک هکتار استان i ام در زمان t ام، $Cimate_{it}$ بیانگر متغیرهای درجه حرارت (VoTE) و بارندگی(VORN) و $Di$ مبین متغیر موهومی از لحاظ موقعیت جغرافیایی استانها و به عبارتی شمال($D_1$)، مرکز ($D_2$)، جنوب ($D_3$)، شرق($D_4$) و غرب قرار گرفتن در کشور می‌باشند. البته گفتنی است نهاده آب به علت همخطی وارد مدل نگردید و جهت انتخاب استانهای مورد بررسی، نه تنها میزان عملکرد بالاتر محصول گندم مورد نظر بلکه تقسیمات اقلیمی کشور نیز مدنظر قرار گرفت[۱].

با عنایت به اینکه هدف مقاله حاضر بررسی اثرگذاری تغییرات آب و هوا بر عملکرد گندم آبی، می‌باشد لذاسعی گردید که برای اندازه گیری اثر تغییرات آب و هوا بر تغییرات عملکرد (به عبارتی اثر جزء اخلال) از تفریق عملکرد بدون تغییرات آب وهوا و عملکرد همراه با تغییر آب و هوا (مانند معادله زیر) استفاده شود (Lin, 1992; Fan and Pardey,1997 and Liangz et al.,2005):

$$\ln Yield^{C\lim ate} = \ln Yield_{it} - (\alpha_0 + \alpha_1 t) - \sum_{j=1}^{4} \beta_j \ln X_{jit} - \sum_{I=1}^{4} r_1 D_1 \qquad (۵)$$

۱. در این مطالعه جهت بررسی اقلیم استانهای مورد بررسی، از تقسیم اقلیمی ایران که توسط خلیلی و همکاران در سال ۱۹۹۰ گزارش شده است، استفاده گردید.

در نهایت برای جداسازی سهم هر یک از متغیرهای فوق در رشد عملکرد طی سالهای مورد مطالعه از تابع اولیه (معادله ۴) دیفرانسیل گرفته شد که به‌صورت معادله زیر می‌شود (Lin, 1992; Fan and Pardey, 1997; Liangzhi et al., 2005):

$$\frac{\partial \ln Yield_{it}}{\partial t} = \alpha_1 + \sum_j \beta_j \frac{\partial \ln X_{ijt}}{\partial t} + w\frac{\partial \ln Climate_{it}}{\partial t} + \sum_{r=1}^{4} r_i \frac{\partial D}{\partial t} + \frac{\partial \varepsilon_{it}}{\partial t} \qquad (۶)$$

در نهایت با توجه به اهمیت آثار سوء تغییر آب وهوا بر بخش کشاورزی، به بررسی آثار تغییر آب وهوای آینده بر عملکرد محصول گندم هریک از استانها پرداخته شد. بر این اساس و بر پایه تحقیقات و ارزیابیهای انجام شده در طرح توانمندسازی تغییر آب وهوای آینده، دمای متوسط ایران به میزان ۱/۵ تا ۴/۵ درجه سانتیگراد افزایش و بارندگی به میزان ۱۱٪ تا ۸۰٪، به علت انتشار گازهای گلخانه‌ای، کاهش خواهد یافت که این مسئله تغییرات محسوسی را در منابع آبی، میزان تقاضای انرژی، تولیدات کشاورزی ونواحی ساحلی ایجاد خواهد کرد (پژوهشکده اقلیم‌شناسی، ۱۳۸۶). لذا برای ارزیابی اثر تغییر اقلیم آینده روی عملکرد استانها، ده سناریوی متفاوت طراحی شد به‌طوری‌که از طریق سناریوهای حالت اول تا چهارم با ثابت نگهداشتن درجه حرارت و کاهش بارندگی به میزان ۱۵، ۳۰، ۵۰ و ۵۸ درصد، به بررسی میزان تغییر عملکرد هریک از استانها پرداخته شد. در سناریوهای پنج، شش و هفت، درجه حرارت به‌ترتیب ۱/۵، ۲/۵ و ۵ درجه افزایش یافته و بارندگی ثابت مانده است و در سناریوی هشت بارندگی ۱۵ درصد کاهش و درجه حرارت ۲/۵ درجه افزایش یافته است؛ به عبارتی ترکیب تغییر درجه حرارت و بارندگی و سناریوهای نه و ده نیز به همین ترتیب بررسی شد.

به هر روی، در این مطالعه از آماره لوین و لین و چو (Levin, Lin and Chu, 2002) برای آزمون ایستایی و سپس آزمونهای F و LM استفاده شد. همچنین با توجه به الگوی پیشگفته، اثر متغیرها (فیزیکی و آب و هوایی) روی عملکرد گندم محاسبه شد. در نهایت با سناریوسازی متغیرهای پیش‌بینی شدهٔ آب و هوای آینده توسط پژوهشکده اقلیم‌شناسی، به بررسی تغییرات عملکرد استانها پرداخته شد.

آمار و اطلاعات مورد نیاز از مجموعه آماری هزینه‌های تولید محصولات کشاورزی، سازمان جهاد کشاورزی تهران و پایگاه اینترنتی سازمان هواشناسی کشور استخراج گردید. به منظور تخمین مدلهای مورد نظر و انجام آزمونهای مربوط، از بسته نرم‌افزاری Excel و Eviews5 استفاده گردید. در خاتمه از سناریوهای جهانی، که برای ایران توسعه داده شده‌اند و میزان دما و بارش آینده را براساس میزان انتشار دی اکسید کربن آینده پیش‌بینی نموده‌اند، استفاده شد. در واقع بدینوسیله آثار تغییرات دما و بارندگی روی عملکرد استانها در آینده بررسی گردید.

## نتایج و بحث

در تحقیق حاضر الگوی مورد نظر به روش داده‌های تابلویی برای ۱۴ استان ایران (دارای عملکرد بالاتر) طی دوره زمانی ۱۳۷۰-۸۵ براورد شد. از سوی دیگر، برای تخمین مدل مناسب طبق نظریه بالتاجی، از مدل اثر ثابت استفاده شده که نیازی به بررسی آزمون هاسمن ندارد. برای تعیین وجود (یا عدم وجود) عرض از مبدأ جداگانه برای هر یک از استانها از آماره F استفاده شده است. با توجه به آماره آزمون F (۴/۴۳) و کمیتهای بحرانی (مقادیر بحرانی در سطح ۱٪ و۵٪ به‌ترتیب برابر۲/۱۸و۱/۷۵ می‌باشد)، نتیجه دال بر رد فرضیه صفر است. لذا با توجه به آزمون F، روش اثر ثابت پذیرفته و روش پولینگ مردود می‌شود. گفتنی است که آزمون واریانس همسانی نیز مورد آزمون قرار گرفت. نتیجه آزمون LM نشان می‌دهد که با توجه به آماره آزمون (۶۸/۷۸) و کمیتهای بحرانی (مقادیر بحرانی در سطح ۱٪ و۵٪ به‌ترتیب برابر۲۹/۱۴و۲۳/۶۸ می‌باشد)، می‌توان فرض صفر را مبتنی بر همسانی واریانس مقطعی رد نمود. لذا برای براورد مدل مورد نظر، از روشGLS استفاده گردید که در واقع از جمله روشهای کارا برای براورد مدل مورد نظر خواهد بود. باتوجه به اینکه عملکرد گندم استانها در نظر گرفته شد، لذا این شاخص از لحاظ حداکثر، حداقل، میانگین و موقعیت جغرافیایی استانها که در جدول ۱ ملاحظه می‌شود، مورد ارزیابی قرار گرفت. حداکثر میانگین عملکرد گندم

مربوط به استانهای فارس و اصفهان است و حداکثر عملکرد مربوط به استان خراسان و حداقل عملکرد مربوط به استان اردبیل است. بیشترین انحراف معیار مربوط به استان کرمانشاه است که بیانگر ناپایداری بیشتر عملکرد این استان و کمترین انحراف معیار مربوط به همدان و تبریز می‌باشد که مبین کمترین ناپایداری عملکرد است. استانها از لحاظ موقعیت جغرافیایی تابع شرایط آب وهوایی متفاوتی بوده و لذا به عنوان متغیر دامی وارد الگو شدند به‌طوری‌که استانهای اردبیل، آذربایجان غربی، گلستان، آذربایجان شرقی در شمال، استانهای اصفهان، تهران، قزوین در مرکز، خراسان در غرب، خوزستان، فارس در جنوب و همدان، کرمانشاه و لرستان در شرق کشور ایران وارد الگو شدند.

**جدول ۱. شاخصهای عملکرد استانهای کشور طی سالهای ۱۳۷۰-۸۵ (کیلوگرم در هکتار)**

| استان | موقعیت جغرافیای | میانگین | حداکثر | حداقل | انحراف معیار |
|---|---|---|---|---|---|
| اردبیل | شمال | ۱۹۹۹ | ۳۸۲۹ | ۱۰۲۵ | ۱۰۳۵ |
| آذربایجان غربی | شمال | ۲۸۷۲ | ۳۸۵۷ | ۱۸۰۷ | ۶۳۳ |
| گلستان | شمال | ۳۳۴۸ | ۴۲۶۷ | ۲۴۴۱ | ۴۵۴ |
| آذربایجان شرقی | شمال | ۳۱۷۶ | ۳۸۲۵ | ۲۲۶۵ | ۴۶۱ |
| اصفهان | مرکز | ۴۰۸۷ | ۵۰۶۳ | ۲۹۹۶ | ۵۶۱ |
| تهران | مرکز | ۳۸۹۸ | ۵۳۵۸ | ۲۷۷۹ | ۷۹۰ |
| قزوین | مرکز | ۲۸۹۳ | ۴۶۱۹ | ۱۵۲۴ | ۹۳۶ |
| خراسان | غرب | ۳۰۸۲ | ۶۹۵۹ | ۲۰۱۵ | ۱۱۱۸ |
| خوزستان | جنوب | ۲۹۳۶ | ۳۵۵۶ | ۱۶۶۸ | ۶۱۷ |
| فارس | جنوب | ۴۰۲۹ | ۴۶۱۱ | ۲۸۴۲ | ۴۹۷ |
| همدان | شرق | ۳۳۰۹ | ۵۴۰۰ | ۲۲۸۶ | ۴۳۷ |
| کرمانشاه | شرق | ۳۲۶۹ | ۵۳۴۱ | ۱۲۵۵ | ۱۳۲۴ |
| لرستان | شرق | ۲۷۷۱ | ۳۴۰۶ | ۱۶۶۰ | ۵۰۶ |

مأخذ: آمارنامه وزارت جهادکشاورزی

در ادامه، قبل از برازش مدل، آزمون ریشه واحد برای بررسی ایستایی متغیرها براساس آماره لوین، لین و چو (Levin, Lin and Chu, 2002) انجام شد. نتایج آزمون ریشه واحد نشان داد، متغیرهای کود، بارندگی وعملکرد درسطح ۱ درصد و سم، ماشین‌آلات وبذر مصرفی در سطح ۵ درصد و درجه حرارت در سطح ۱۰ درصد در سطح ایستا هستند.

بر پایه نتایج نهایی حاصل از تخمین تابع تولید با روش GLS در الگوی اثر ثابت (جدول ۲)، ملاحظه می‌شود که اکثر متغیرها در سطح معنی‌داری ۱۰ درصد معنادارند و نهاده‌های فیزیکی مصرفی بذر، کود و ماشین‌آلات دارای علامت مثبت می‌باشند به‌طوری‌که ضریب نهاده بذر مصرفی معادل با ۰/۶۲ براورد شد؛ بنابراین هرگاه بذر مصرفی ۱۰ درصد تغییر کند، عملکرد ۶/۲ درصد همجهت با آن تغییر خواهد کرد. همچنین ضریب کود و ماشین‌آلات به‌ترتیب حدود ۰/۳و۰/۲۵ با علامت مثبت براورد شدند، بدین‌معنا که هرگاه کود و ماشین‌آلات هر یک ۱۰ درصد تغییر کنند، عملکرد به‌ترتیب ۳ و۲/۵ درصد تغییر خواهد نمود که واکنش تغییر عملکرد نسبت به تغییرات بذر بیشتر از سایر نهاده‌های مصرفی است. ضریب نهاده سم مصرفی ۰/۲۲- براورد شد، لذا با افزایش سم به‌اندازه ۱۰ درصد، مقدار عملکرد گندم ۲/۲ درصد کاهش خواهد یافت. ضریب متغیر مقدار تأثیر بارندگی معادل ۰/۳۶ براورد شد که نشان می‌دهد با تغییر بارندگی به میزان ۱۰ درصد، عملکرد گندم ۳/۶ درصد تغییر همجهت خواهد داشت. ضریب مقدار متغیر درجه حرارت ۰/۰۹- براورد شد، بدین‌معنا که هرگاه درجه حرارت ۱۰ درصد تغییر کند، عملکرد ۰/۹ درصد تغییر معکوس خواهد داشت. متغیرهای دامی وارد شده در الگو نیز از لحاظ آماری، معنادار به‌دست آمدند؛ به عبارتی گروه‌بندی جغرافیایی استانهای تحت بررسی در شرایط اقلیمی موجود بر عملکرد گندم از لحاظ آماری تأثیر معنادار داشته که مورد تأیید الگو قرار گرفته است.

**جدول ۲. تخمین ضرایب الگوی ٤**

| متغیر | ضریب | آماره t |
|---|---|---|
| عرض از مبدأ(C) | ۵/۴۳** | ۳/۳۳ |
| لگاریتم بذر مصرفی(LVOS) | ۰/۶۲* | ۱/۲۹ |
| لگاریتم سم(LVOP) | -۰/۲۲* | ۱/۶۹ |
| لگاریتم کود(LVOF) | ۰/۳* | ۲/۱۷ |
| لگاریتم ماشین‌آلات کشاورزی(LVOM) | ۰/۲۵* | ۱/۵۸ |
| بارندگی (میلی متر(VORN)) | ۰/۳۶** | ۴/۲۲ |
| درجه حرارت (سانتیگراد)(VOTE) | -۰/۰۹* | ۱/۹ |
| روند(T) | ۰/۰۱** | ۲/۵۲ |
| موقعیت جغرافیای شمال($D_1$) | ۰/۵* | ۱/۵۴ |
| موقعیت جغرافیای مرکز($D_2$) | ۰/۳۲* | ۱/۵۲ |
| موقعیت جغرافیای جنوب($D_3$) | ۰/۱۸** | ۲/۰۲ |
| موقعیت جغرافیای شرق($D_4$) | -۰/۱۳ | ۱/۰۲ |
| $R^2$ | ۰/۶۸ | |
| دوربین واتسون(DW) | ۲/۰۲ | |
| درجه آزادی(DF) | ۲۱۶ | |

مأخذ: یافته تحقیق

*، ** و ***: معنادار در سطح آماری به‌ترتیب ۱٪ و ۵٪ و ۱۰٪

تأثیر سهم رشد هر یک از نهاده‌های فیزیکی، دما و بارندگی بر عملکرد گندم در جدول ۳ ملاحظه می‌شود. ستون اول نام متغیرها وستون دوم ضرایب براورد شده از تابع اولیه با روش حداقل مربعات تعمیم یافته(GLS) است و ستون سوم این جدول تغییرات متغیرهای توضیحی طی سالها مورد مطالعه می‌باشد وستون چهارم سهم رشد متغیرهای الگوست

به‌طوری‌که اعداد داخل پرانتز درصد سهم رشد هریک از متغیرها را نشان می‌دهد. رشد کل عملکردگندم در طی این سالها ۶۷/ ۵۶ درصد براورده شد است و لذا درصد سهم رشد بذر مصرفی ۵۹/۱۱ درصد،کود ۴۶/۰۵ درصد، سم ۱۷/۴۷- درصد و ماشین‌آلات۲۰/۷۳ درصد از رشد کل عملکرد را طی این سالها دارا می‌باشند. نتایج حاصل نشان داد که سهم رشد بذر مصرفی وکود مصرفی بر رشد عملکرد گندم بیشتر از سایر نهاده‌های دیگر است. سهم رشد بارندگی ۷/۱۱- درصد و سهم درجه حرارت از رشد عملکرد در این الگو ۱/۳۱۱- درصد است؛ به عبارتی کاهش بارندگی و افزایش درجه حرارت طی این سالها موجب کاهش عملکرد شده‌است که تأثیر کاهش بارندگی روی عملکرد بیشتر از افزایش درجه‌حرارت بوده است.

**جدول ۳. نتایج محاسبه سهم رشد متغیرها (الگوی ٦)**

| متغیر | ضرایب تابع اولیه براورد شده | تغییرات متغیر | | سهم رشد |
|---|---|---|---|---|
| | | (۱) | (۲) | (۳) = (۱) × (۲) |
| لگاریتم بذر مصرفی | (LVOS) | ۰/۶۲ | ۵۴ | ۳۳/۵ (۵۹/۱۱) |
| لگاریتم کود | (LVOF) | ۰/۳ | ۸۷ | ۲۶/۱ (۴۶/۰۵) |
| لگاریتم سم | (LVOP) | -۰/۲۲ | ۴۵ | ۹/۹ – (-۱۷/۴۷) |
| لگاریتم ماشین‌آلات کشاورزی | (LVOM) | ۴۷ | ۴۷ | ۱۱/۷۵ (۲۰/۷۳) |
| تغییرات آب و هوایی | | | | |
| بارندگی | (VORN) | ۰/۳۶ | -۱۱/۲ | ۴/۰۳ – (-۷/۱۱) |
| درجه حرارت | (VOTE) | -۰/۰۹ | ۸/۳ | -۰/۷۵ (-۱/۳۱) |
| رشد کل | (Total growth) | | | ۵۶/۶۷ (۱۰۰) |

مأخذ: یافته‌های تحقیق

**ارزیابی اثر تغییر اقلیم با استفاده از سناریوهای مختلف**

با توجه به جدول ۴، براساس سناریوی اول تا چهارم، استانهای گلستان، لرستان و آذربایجان شرقی بیشترین تغییرات عملکرد را دارند و کمترین تغییر عملکرد مربوط به استان اصفهان می‌باشد و لذا در این حالت، استانهای مذکور (گلستان، لرستان وآذربایجان شرقی) نسبت به تغییر بارندگی حساسیت بیشتری نشان می‌دهند و استان اصفهان نسبت به کاهش بارندگی حساسیت کمتری خواهد داشت.

همچنین در سناریوی پنج تا هفت اگر بارندگی ثابت بماند و درجه حرارت۱/۵، ۲/۵ و ۵ درجه سانتیگراد افزایش یابد، می‌توان گفت بیشترین تغییر عملکرد گندم مربوط به استان خوزستان است و در بقیه استانها تغییر عملکرد تقریباً یکسان می‌باشد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، افزایش درجه حرارت باعث کاهش عملکرد به‌خصوص در استانهای گرمسیری کشور (خوزستان و فارس) می‌گردد.

**جدول ٤. واکنش عملکرد گندم در استانها نسبت به تغییرات آب و هوای آینده با توجه به سناریوهای مختلف**

| سناریو / درجه حرارت / بارندگی / استانها | ۱<br>۰<br>-۱۵ | ۲<br>۰<br>-۳۰ | ۳<br>۰<br>-۵۰ | ۴<br>۰<br>-۵۸ | ۵<br>۱/۵<br>۰ | ۶<br>۲/۵<br>۰ | ۷<br>۵<br>۰ | ۸<br>۲/۵<br>-۱۵ | ۹<br>۵<br>-۵۰ | ۱۰<br>۷/۷<br>-۵۸ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| اردبیل | -۰/۲۲ | -۰/۱۵ | -۰/۱۱ | -۰/۰۷ | -۰/۰۱ | -۰/۰۰۶ | -۰/۰۰۴ | -۰/۰۹ | ۰/۰۷ | -۰/۲۶ |
| آذربایجان غربی | -۰/۴۸ | -۰/۳۲ | -۰/۲۲ | -۰/۱۶ | -۰/۰۲ | -۰/۰۰۷ | -۰/۰۰۵ | -۰/۰۸ | -۰/۱۵ | -۰/۳۴ |
| اصفهان | -۰/۱۹ | -۰/۱۳ | -۰/۰۹ | -۰/۰۶ | -۰/۰۳ | -۰/۰۱ | -۰/۰۰۸ | -۰/۲۹ | -۰/۰۵ | -۰/۳۵ |
| آذربایجان شرقی | -۰/۶۲ | -۰/۴۲ | -۰/۲۹ | -۰/۲۱ | -۰/۰۲ | -۰/۰۰۹ | -۰/۰۰۶ | -۰/۱۳ | -۰/۲ | -۰/۴۳ |
| تهران | -۰/۳۵ | -۰/۲۳ | -۰/۱۷ | -۰/۱۲ | -۰/۰۳ | -۰/۰۱ | -۰/۰۰۶ | -۰/۱۴ | -۰/۱۱ | -۰/۴۶ |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| خراسان | ۰/۴۱ | -۰/۲۷ | -۰/۱۹ | -۰/۱۴ | -۰/۰۲ | -۰/۰۱ | -۰/۰۰۷ | -۰/۱۹ | -۰/۰۱۳ | -۰/۳۹ |
| خوزستان | -۰/۴ | -۰/۲۷ | ۰/۱۹ | -۰/۱۴ | -۰/۰۵ | -۰/۰۳ | -۰/۰۲ | -۰/۱۸ | -۰/۱۱ | -۰/۳۲ |
| فارس | -۰/۴۱ | -۰/۲۷ | -۰/۱۹ | -۰/۱۴ | -۰/۰۳ | -۰/۰۱۳ | -۰/۰۰۹ | -۰/۲۶ | -۰/۱۲ | -۰/۵۳ |
| قزوین | -۰/۵ | -۰/۳۳ | -۰/۲۳ | -۰/۱۷ | -۰/۰۲ | -۰/۰۰۹ | -۰/۰۰۷ | -۰/۱۹ | -۰/۱۶ | -۰/۳۵ |
| گلستان | -۰/۷۶ | -۰/۵۳ | -۰/۳۷ | -۰/۲۶ | -۰/۰۲ | -۰/۰۱ | -۰/۰۰۸ | -۰/۱۹ | -۰/۲۵ | -۰/۵۵ |
| همدان | -۰/۴۴ | -۰/۲۹ | ۰/۲۱ | -۰/۱۵ | -۰/۰۲ | -۰/۰۰۹ | -۰/۰۰۶ | -۰/۲۳ | -۰/۲ | -۰/۴۳ |
| کرمانشاه | -۰/۳۸ | -۰/۲۵ | -۰/۱۸ | -۰/۱۳ | -۰/۰۲ | -۰/۰۱ | -۰/۰۰۷ | -۰/۱۵ | -۰/۱۲ | -۰/۲۸ |
| لرستان | -۰/۷۴ | -۰/۴۹ | -۰/۳۵ | -۰/۲۵ | -۰/۰۲ | -۰/۰۱ | -۰/۰۰۵ | -۰/۲۶ | -۰/۲۴ | -۰/۵۱ |

مأخذ: یافته‌های تحقیق

بر پایه سناریوی هشت، درجه حرارت ۲/۵ درجه سانتیگراد افزایش و بارندگی ۱۵ درصد کاهش می‌یابد. تغییر همزمان بارندگی و درجه حرارت، به علت اینکه افزایش دما در بعضی از نقاط کشور طول رشد گندم را کاهش می‌دهد، اثر مثبت روی عملکرد دارد و کاهش بارندگی اثر نامطلوب روی مراحل رشد گیاه خواهد داشت و تغییر همزمان درجه حرارت و بارندگی در بعضی استانهای کشور کاهش عملکرد کمتری را نسبت به سایر استانهای دیگر موجب می‌شود. بیشترین تغییر کاهش عملکرد در این حالت مربوط به استانهای اصفهان، فارس و لرستان می‌باشد و کمترین کاهش عملکرد در استان اردبیل و ارومیه اتفاق خواهد افتاد. بر پایه سناریوهای نه و ده نیز همزمان درجه حرارت و بارندگی تغییر می‌یابد و عملکرد کشت گندم استانها هم کاهش پیدا می‌کند. در سناریوی ده کاهش عملکرد برای بعضی استانها بیشتر از ۴۰ درصد اتفاق می‌افتد. به عبارت دیگر نتایج حاکی از این مطلب است که در سالهای آینده اگر میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای نسبت به مقدار فعلی افزایش یابد، میزان عملکرد گندم استانهای ایران کاهش خواهد یافت. در سناریوی ده میزان عملکرد هر هکتار کشت گندم حدود ۲۰ تا۵۵ درصد کاهش می‌یابد.

## نتیجه‌گیری و پیشنهاد

نتایج مدل نشان داد که اکثر ضرایب براورد شده به‌طور آماری معنی‌دارند و نهاده‌های مصرفی به جز سم، رابطه مستقیم و معنادار با عملکرد دارند و متغیر بارندگی اثر مثبت و درجه حرارت اثرمنفی بر عملکرد گندم دارد. با توجه به نتایج سهم رشد الگو طی سالهای مورد مطالعه، عملکرد گندم دارای رشد بوده که بیشترین سهم رشد عملکرد گندم مربوط به بذر و کود مصرفی بوده و سهم متغیرهای آ ب و هوا بر رشد عملکرد محصول گندم منفی ارزیابی شده است.

با توجه به اهمیت آثار سوء تغییر آب و هوا بر بخش کشاورزی و اینکه هدف اصلی این مطالعه براورد آثار مخرب تغییر آب و هوا بر بخش کشاورزی استانهای کشور بوده و در نهایت با توجه به مدلی که برای عملکرد محصول گندم براورد شده است، به بررسی آثار تغییر آب و هوای آینده بر عملکرد محصول استانها پرداخته شد. بدین منظور با استفاده از سناریوهایی که براساس شرایط ایران توسط محققان کشور پیش‌بینی و ارائه گردیده است، به ارزیابی میزان آسیب پذیری عملکرد محصول گندم استانهای کشور بر اثرپیامد عدم کنترل گازهای گلخانه‌ای منجر به افزایش دما و کاهش بارندگی، پرداخته شد. نتایج این مطالعه همانند بیشتر مطالعات خارجی و داخلی (که آثار تغییر اقلیم را روی عملکرد گندم بررسی کرده‌اند) حاکی است که با افزایش دما و کاهش بارندگی در طی سالهای مورد مطالعه و در آینده‌ای نه چندان دور، میزان عملکرد محصولات زراعی به مقدار زیادی کاهش می‌یابد، جز مطالعه نیکلاس در آمریکا و کوچکی و نصیری در ایران که نتیجه گرفتند افزایش درجه حرارت باعث کوتاهی دوره رشد گیاه شده و عملکرد محصول گندم را افزایش می‌دهد.

در مجموع، تغییر اقلیم و گرم شدن هوا در آینده می‌تواند خطرات جدی برای کاهش عملکرد و سپس کاهش تولید محصولات در پی داشته باشد و طبعاً کاهش انگیزه تولید را به همراه خواهد داشت و این به نوبه خود می‌تواند آثار غیر مستقیم نیز بر الگوی تجارت، توسعه و امنیت غذایی داشته باشد. لذا با توجه به یافته‌های تحقیق حاضر، موارد زیر پیشنهاد می‌گردد:

با توجه به آسیب پذیری کشور نسبت به پدیده تغییر آب و هوا، آموزش و راهبری کشاورزان‌در جهت‌مقابله با کاهش‌عملکرد محصولات‌ازجمله‌توجه به پیش‌بینی‌های کوتاه‌مدت و بلند مدت هواشناسی به منظور آمادگی و اتخاذ تمهیدات لازم جهت محافظت از محصولات کشاورزی و جلوگیری از صدمه ناشی از عوامل نامساعد جوی و اقلیمی در تمام مراحل کاشت، داشت، برداشت توصیه می‌شود. ایجاد نظام بیمهٔ فراگیر محصولات کشاورزی برای تثبیت درآمد ناشی از عملکرد محصول می‌تواند این امر را تقویت کند.آموزش زیست محیطی در جهت کاهش گازهای گلخانه‌ای و آثار سوء آن در تمام زیر بخش‌های اقتصادی و تدوین یک برنامه جامع جهت مقابه با این پدیده ضروری است. با توجه به شرایط اقلیمی و نوع کشت هر منطقه، تغییر اقلیم می‌تواند آثار منفی و مثبت بر تولیدات کشاورزی داشته باشد و لذا پیشنهاد می‌شود آثار تغییر اقلیم در عملکرد محصولات راهبردی کشور برای مناطق و یا استانها به‌طور جداگانه بررسی شود تا بدینوسیله بتوان بهترین الگوی کشت را برای مناطق آسیب پذیر به دست آورد. به این منظور لازم است متخصصان زراعت، اقلیم‌شناسی و اقتصاددانان همکاری و رابطه نزدیکی داشته باشند. در نهایت توصیه می‌شود با توجه به گرم شدن اجتناب ناپذیر زمین و تأمین امنیت غذای جامعه، جهت مقابله با تغییر اقلیم، راهکارهای کاربردی اتخاذ گردد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

## منابع

۱. تقدسیان، ح. و س. میناپور(۱۳۸۲)، تغییرات آب و هوا، آنچه باید بدانیم، انتشارت مرکز تحقیقات زیست محیطی سازمان حفاظت محیط زیست، دفتر طرح ملی آب و هوا، تهران.

۲. پژوهشکده اقلیم‌شناسی ایران(۱۳۸۶)، مدلسازی اقلیم ایران در دوره ۲۰۳۹-۲۰۱۰ با استفاده از ریزمقیاس‌نمایی آماری، گزارش موجود در مرکز تحقیقات محیط زیست، دفتر تغییر آب وهوا، تهران.

۳. جلیلیان، ع. (۱۳۸۳)، نگاهی به مساله آلودگی هوا و آثار آن بر روی گیاهان، *مجله علوم کشاورزی*، ۲۵: ۱۲-۲۵.

۴. حسینی، م. ط.، س. س. م. عادل، ف. پرویز و س. س. م. معروف (۱۳۸۶)، کاربرد شبکه‌های عصبی مصنوعی و رگرسیون چند متغیره در براورد عملکرد گندم دیم منطقه قروه استان کردستان، *مجله پژوهش کشاورزی*، ۷: ۴۱-۵۴.

۵.رستگار، م. ع. (۱۳۷۷)، زراعت عمومی، انتشارات برهمند، تهران.

۶. زارع فیض آبادی، ا.، ع.کوچکی و م. نصیری(۱۳۸۵)، بررسی روند ۵۰ ساله تغییرات سطح زیر کشت، عملکرد و تولید غلات در کشور و پیش‌بینی وضعیت آینده، *مجله پژوهشهای زراعی ایران*، ۴(۷۰):۱-۴۹.

۷. سالنامه‌های آماری هزینه‌های تولید محصولات کشاورزی (۸۵-۱۳۷۰)، سازمان جهاد کشاورزی، تهران.

۸. صفی خانی، س. (۱۳۸۶)، بررسی روند ده سالانه افزایش سطح تولید وعملکرد گندم در کشور، *ماهنامه کشت وصنعت*، ۹۴: ۲۳-۳۴.

۹. طراوتی، حمید(۱۳۸۴)، آخرین نتایج گرمای سال ۲۰۰۳ اروپا از مؤسسه Earth Policy Institute، کنفرانس الودگی وسلامتی.

۱۰. فرجادی دانا، ا. و ح. طائی(۱۳۷۹)، الگوی تعیین همزمان عرضه نیروی کار و تقاضای کالا در اقتصاد ایران، *مجله تحقیقات اقتصادی*، ۵۷: ۶۱-۹۶.

۱۱. کرباسی،ع. و م. نودهی (۱۳۸۲)، بررسی تأثیر مصرف نهاده‌ها بر ریسک تولید گندمکاران استان خراسان، *مجله تحقیقات نوین کشاورزی و دامپزشکی*، ۱۸:۱-۱۱.

۱۲.کوچکی، ع. و م. نصیری(۱۳۸۷)، تأثیر تغییر اقلیم همراه با افزایش غلظت $CO_2$بر عملکرد گندم در ایران و ارزیابی راهکارهای سازگاری، *مجله پژوهشهای زراعی ایران*، ۶(۱): ۱۳۹-۱۵۳.

۱۳.کوچکی، ع.، م. نصیری محلاتی، ح. ر. شریفی، ا. زند و غ. ع. کمالی(۱۳۸۰)، شبیه سازی رشد، فنولوژِی و تولید ارقام گندم در اثر تغییر اقلیم در شرایط مشهد، *مجله بیابان*، ۶(۲): ۱۱۷-۱۲۷.

۱۴. گجراتی، د.(۱۳۸۳)، مبانی اقتصادسنجی، جلد ۲، ترجمه حمید ابریشمی، انتشارات دانشگاه تهران.

۱۵. ملک افضلی، ش. (۱۳۸۵)، گازهای گلخانه ای، تغییرات جهانی آب و هوا و آثار آن بر سلامت در ایران، دومین همایش آلودگی و اثر آن بر سلامتی.

۱۶. موسی نژاد، م. ق. (۱۳۷۸)، تعیین کارایی و ریسک تولید سیب زمینی در استان فارس، مجله *علوم کشاورزی مدرس*، ۱: ۳۶-۴۴.

۱۷. مهدویان، ع.(۱۳۸۴)، نقش پیش‌آگاهی هواشناسی در امنیت غذایی و کاهش ضایعات تولیدات کشاورزی، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران.

۱۸. نصابیان، ش. و م. صدرالاشرافی(۱۳۸۳)، بررسی تأثیر بارندگی و دما بر عملکرد محصولات استراتژیک زراعی، مجله *علوم کشاورزی*، ۱۰: ۳۵-۵۰.

۱۹. واثقی، ا. وع. اسماعیلی (۱۳۸۷)، بررسی اثر اقتصادی تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی ایران: روش ریکاردین(مطالعه موردی: گندم)، مجله *علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی*، ۱۲(۴۵): ۶۸۵-۶۹۶.

20. Adams, R.M., B.A. Mccarl and L.O. Mearns (2003), The effect of spatial scale of climate scenarios on economic assessments: an example From U.S, *Journal Of Aagriculture Climate Change*, 60: 131-148.

21. Baltagi, B.H. (2001), Econometric analysis of panel data, Jhon Wiley and son's pub USA.

22. Chi, C. and C. Ching (2005), The impact of weather on crop yield distribution in Taiwan, Some new evidence from panel data models and implication for crop insurance, *Journal of Agri Economic*, 33: 503-511.

23. Darwin, R. (2004), Effect of greenhouse gas emission on world agriculture food consumption, *Journal of Economic Welfare Climate Change*, 66:191-238.

24. Fan,S. and P. pardey (1997), Research, the impact of Green Revolution, 1960 to 2000, *Journal of Science*, 30: 758-762.

25. Greene, W.H. (2003), Econometric analysis, 5th ed. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall.

26. Lin, J.Y. (1992), Rural reforms and agricultural growth in china, *Journal of American Economic Review*, 82: 34-51.

27. Karbasi, A. and Z. Ghafari (2008), The impact of weather change on crop yield distributution. 6th Asian society of Agricultural Economics International conference (ASAE).

28. Khalili, A. , S. Hajam and P. Irannejad (1990), Understanding Iran`s climate, comprehensive project on wat resources in the country, Jamab Consulting Eng. Co, the Ministry of Energy, Bangkok.

29. Liangzhi, Y. , W. Mark, F. Cheng And W. Stanly (2005), Impact of global warming on Chinese Wheat productivity, International Food Policy Research Institute , Ept Discussion paper 143-158 .

30. Lobell, D. and G. Asner (2003), Climate and management contributions to recent trends in U.S agricultural yields, *Journal of Science*, 1002-1023.

31. Matthews, R. B. , M. J. Kropff, T. Horie and D. Bachelet (1997), Simulating the impact of climate change on rice production in Asia and evaluating options for adaptation, *Journal of Science*, 143-156.

32. Nichalls, N. (1997), Increased Australian wheat yield due to recent climate trend, *Journal of Nature*, 387:484-485.

33. Peng, S., J. Huang, J. E. Sheehy, R. C. Laza, R. M. Visperas, X. Zhong, G. S. Centeno, G. S. Khush and K. G. Cassman (2004), Rice yields decline with higher night temperature from global warming, Proc, Ationl Academies of Science USA, 101: 9971-9975.

34. Oliver, D. and G. Micheal (2006), The economic impact of climate change: evidence from agricultural profit and random fluctuation in weather, Fondazione Eni Enrico Mattei (FEEM),working papers.

35. Parry, M., C. Rosenzweig, A. Inglesias, M. Livermore and G. Gischer (2004), Effect of climate change on global food production under SRES emissions and socio-economic scenarios, *Journal of Global Environ Change*, 14: 53-67.

36. Parry, M., C. Rosenzweing, A. Inglesias, G. Fischer and M. Livermore (1999), Climate change and world food security: a new assessment, *Journal of Global Environ Change*, 9: 551-567.

37.Tesvetsinskaya, E.A. , L. O. Mearns, T. Mavromatis, W. Gao. , L. McDaniel and M. W. Downton (2003), The effect of spatial scale of climatic change scenario on simulated maize, *Journal of Environs Change and Economics*, 34: 1234-1243.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی