# اثرات بالقوه‌ی تغییر اقلیم بر کشاورزی استان فارس

سکینه مومنی و منصور زیبایی*

## چکیده

در دهه‌های آینده، تغییر اقلیم بر امنیت غذایی و آب اثر خواهد گذاشت و شواهد محکمی مبنی بر این که کشورهای در حال توسعه متحمل فشار ناشی از پیامدهای زیان‌بار تغییر اقلیم می‌شوند، وجود دارند. بخش کشاورزی به دلیل وابستگی‌اش به وضعیت منابع آب و دما، آسیب پذیرترین بخش نسبت به تغییر اقلیم است. در نتیجه، مهم است که اثرات تغییر اقلیم بر کشاورزی و منابع طبیعی در کشورهای در حال توسعه شناخته شود. هدف این مطالعه برآورد اثرات بالقوه‌ی تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی استان فارس است. به این منظور مطالعه‌ی حاضر در سه بخش سازماندهی شده است. در بخش اول، داده های سری زمانی مربوط به عملکرد محصولات، متغیرهای اقلیمی و غیر اقلیمی، طی دوره‌ی زمانی ۲۱ ساله (۸۴ - ۱۳۶۷) برای تخمین توابع پاسخ عملکرد، استفاده شدند. در بخش دوم، به منظور بررسی اثر فیزیکی سناریوهای گوناگون از معادلات عملکرد استفاده شد. در بخش آخر، به منظور شبیه‌سازی تغییرات عملکرد تحت سناریوهای گوناگون تغییر اقلیم از یک مدل برنامه ریزی قیمت درون‌زا استفاده شد. شانزده ترکیب از سناریوهای تغییر اقلیم گوناگون که ۰، ۰/۲۷، ۰/۵۴، ۲/۳۵ درجه سانتی‌گراد برای دما و ۱۳-، ۶/۵-، ۰، ۲۰+ درصد برای بارندگی را شامل می‌شدند، بر اساس یافته‌های مطالعه‌ی روان (۱۳۸۹) ساخته شد. نتایج نشان داد که دما و بارندگی اثری معنی‌دار و غیر یکنواخت بر عملکرد محصولات بر جای می‌گذارند. نتایج تطبیقی نشان داد که اثرات رفاهی تغییر اقلیم در بیشتر موارد مثبت بودند و اثرات آن بر تولیدکنندگان خیلی معنی دارتر از مصرف‌کنندگان بود. اگر کاهش بارندگی با عدم تغییر دما همراه باشد رفاه جامعه تا ۱/۵ درصد کاهش پیدا می‌کند، اما رفاه در گرم‌ترین و مرطوب‌ترین سناریو تا ۱۳ درصد افزایش پیدا می‌کند. در نهایت مشخص شد که دما در تغییر رفاه جامعه، فاکتور موثرتری از بارندگی است.

**طبقه‌بندی JEL: Q0 ،C69**

**واژه‌های کلیدی: تغییر اقلیم، استان فارس، مدل تعادل جزیی قیمت درون زا**

## مقدمه

هرتغییردراقلیمبرایسیستم‌هاییکهنسبتبهاقلیمحساساندنتایج ضمنی در پی دارد. برای مثال بخش‌های جنگل بانی و کشاورزی، تاثیرپذیرترینزیرمجموعه‌های اقتصاد نسبت به نوسانات اقلیمی هستند. تغییر اقلیم از یک طرف عملکرد محصولات کشاورزی را تحت تاثیر قرار می‌دهد و از طرف دیگر، پیامدهای اقتصادی بر قیمت محصولات، عرضه، تقاضا، تجارت، مزیت‌های نسبی و رفاه مصرف‌کنندگانو تولیدکنندگان به‌دنبال خواهد داشت (زیانگ و همکاران، ۲۰۱۱). بخش کشاورزی به‌عنوانیکی از آسیب‌پذیرترین بخش‌ها نسبت به تغییر اقلیم، همواره مورد توجه بحث‌های سیاسی و پروژه‌های تحقیقاتی بوده است. هدف از این فعالیت‌ها شناسایی و تحت کنترل درآوردن پیامدهای اقتصادی و زیست محیطی تغییر اقلیم می‌باشد، چرا که اقلیم تعیین کننده‌ی اساسی مکان و بهره‌وری فعالیت‌های کشاورزی است (چنگ، ۲۰۰۲) و باید توجه داشت که سیستم تولید کشاورزی در کشورهای درحال-

* به ترتیب: دانشجوی سابق کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز و دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز
Email: hamomeni84@gmail.com

توسعه و به‌ویژه ایران، نسبت به تغییر اقلیم آسیب‌پذیرتر می‌باشد، زیرا انعطاف‌پذیری این کشورها نسبت به تغییر تکنولوژی و سرمایه، به‌عنوان سایر عوامل موثر بر تولید کشاورزی، کمتر است (واثقی و اسماعیلی، ۱۳۸۷).

امروزه در ارزیابی اثرات بالقوه‌ی تغییر اقلیم در کشاورزی جهانی، پیشرفت‌های قابل توجهی به‌وجود آمده است اما نگرانی‌ها به‌سمت اثرات رفاهی تغییر اقلیم انتقال پیدا کرده است (چنگ، ۲۰۰۲). زیرا برای سیاست‌گذاری موثر در مقابله یا تطبیق با شرایط جدید اقلیمی، برآوردهای صحیحی از تغییراترفاه جامعه که در نتیجه‌ی تغییر اقلیم ایجاد خواهد شد، اهمیت دارد. علی‌رغم نقش مهمی که عدم حتمیت‌هایاقلیمیدربهره‌وریکشاورزیوتوزیعرفاهحاصلازآنایفامی‌کنند،بررسیاثراتتغییراقلیمبرمیزان و توزیع رفاه حاصل از بخش کشاورزی کمتر موردتوجهمحققان،مخصوصادرداخلکشورقرارگرفتهاست و در بین مطالعات خارجی تنها مطالعات اندکی به این موضوع پرداخته اند.

هدف مطالعه‌ی حاضر، بررسی اثرات بالقوه‌ی تغییر اقلیم بر میزان و توزیع رفاه حاصل از بخش کشاورزی در استان فارس به‌عنوان یکی از قطب‌های کشاورزی در ایران است. در سال‌های اخیر، وقوع خشک‌سالی‌هایمتعددراستانفارسسببایجادچالش‌هایبسیاریدربخش‌هایمختلف،به‌ویژهمنابعآبوکشاورزیشدهاست.

اینمسئلهمنجربهمهاجرتروزافزونازروستاهابهشهرهاشدهاست،چراکهدراثرکاهشریزش‌هایجوی،برداشتآبازمنابعآبیزیرزمینیبهشدتافزایشیافتوهم‌اکنونبیلان آب زیرزمینی در بسیاری از دشت‌های استان، منفی است کهادامه‌یکشاورزیرابا مشکل مواجه می‌کند. ازاینروپژوهش‌هایصورتگرفتهدربررسیاثراتتغییراقلیمبربخشکشاورزیاستانفارسگامی مهم در جهت بهبود روش‌های سیاسی اتخاذ شده برای کنترل اثرات زیان‌بار نوسانات اقلیمی بر بخش کشاورزی خواهد بود. امکان تفکیک پذیری محصولات منتخب از نظر تحت تاثیر قرار گرفتن تغییر اقلیم نیز در این مطالعه مورد بررسی قرارمی‌گیرد. در تحقیق حاضر فرض می‌شود که تغییر اقلیم بر محصولات مختلف اثر متفاوتی بر جای گذاشته و افزایش درجه‌حرارت و کاهش بارندگی در آینده، بر عملکرد محصولات منتخب اثری منفی دارد.

روش‌های به‌کار گرفته شده در مطالعات مربوط به تغییر اقلیم دامنه‌ای گسترده از مدل‌های اقتصاد سنجی، رشد، و برنامه ریزی ریاضی و یا ترکیبی از آن‌ها را در بر می‌گیرد که علاوه بر کاربرد گسترده، نقاط ضعفی دارند. در مطالعاتی که از مدل اقتصادسنجی استفاده کرده‌اند؛ (زیانگ و همکاران، ۲۰۱۱؛ ساجدین و مدسر، ۲۰۰۷؛ دیکسون و همکاران، ۱۹۹۴)، اثرات مضر تغییر اقلیم، به‌دلیل در نظر نگرفتن تصمیمات کشاورزان برای مقابله با این پدیده، بیش از حد برآورد می‌شود. همچنین در مطالعاتی که با استفاده از مدل اقتصاد سنجی ریکاردین به بررسی اثرات اقتصادی تغییر اقلیم می‌پردازند (بنهین، ۲۰۰۸؛ ماریارا و کارانجا، ۲۰۰۷؛ واثقی و اسماعیلی، ۱۳۸۷)، به‌دلیل در نظر گرفتن قیمت‌های ثابت، اثرات رفاهی مثبت تغییر اقلیم بیش از حد برآورد می‌شود. امکان به کارگیری مدل‌های رشد نیز با محدودیت همراه است زیرا بر اساس متغیرهای اقلیمی و بیولوژیکی پایه‌ریزی شده‌اند و دسترسی به این اطلاعات در کشورهای جهان سوم محدود است. علاوه بر این، بهبود تکنولوژی اغلب در این مدل‌ها لحاظ نمی‌شود که خود نقطه ضعفی محسوب می‌گردد (کریشنان و همکاران، ۲۰۰۷). برخی مطالعات نیز با استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی و ترکیبی از روش‌های فوق به بررسی اثرات تغییر اقلیم پرداخته‌اند که می‌تواند، روشی مناسب برای مقابله با نقاط ضعف مدل‌های یاد شده باشد. (مستره و فیجوبلّو، ۲۰۰۹؛ نیو و همکاران،۲۰۰۹؛ سلامی و همکاران، ۲۰۰۹).

مدل‌های تعادل جزئی به‌طور گسترده‌ای در بررسی اثرات رفاهی پدیده‌های مختلف در اقتصاد مورد استفاده قرار می‌گیرند و انتخاب مناسبی جهت برآورد اثرات رفاهی تغییر اقلیم هستند. در بین مطالعات خارجی، (آتاوانیچ و مک کارل، ۲۰۱۱؛ چنگ، ۲۰۰۲) با استفاده از یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی تعادل جزئی و تحلیل‌های اقتصاد سنجی، بر اساس سناریوهای پیش‌بینی شده از متغیرهای اقلیمی در دهه‌های آینده، به بررسی اثرات رفاهی تغییر اقلیم پرداختند.

## روش تحقیق

در مطالعه‌ی حاضر نیز با پیروی از هرتل (۲۰۱۱)، علاوه بر بررسی اثرات زراعی و رفاهی تغییر اقلیم ، اثر شوک‌های برون‌زای عرضه بر رفاه جامعه نیز برآورد می‌شود. برای این منظور، ابتدا با استفاده از اطلاعات سری زمانی و یک مدل رگرسیونی لگاریتمی دو طرفه، اثر تغییر اقلیم بر عملکرد محصولات منتخب بررسی می‌شود. کشش‌های برآورد شده در این قسمت برای پیش‌بینی تغییرات عملکرد تحت سناریوهای اقلیمی استفاده می‌شوند. سپس به منظور ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر رفاه جامعه و استفاده از زمین، از یک مدل تعادل جزیی قیمت درون‌زا[1] استفاده شد.

مدل رگرسیونی پاسخ عملکرد

مطالعات زیادی اثر تغییر اقلیم را بر عملکرد محصولات برآورد کرده‌اند، با این وجود اغلب این مطالعات تمرکز خود را روی یک محصول گذاشته‌اند برای مثال: زیانگ و همکاران (۲۰۱۱) و نیو و همکاران (۲۰۰۹) رویسورگوم؛ هولدن و همکاران (۲۰۰۳)رویجووسیبزمینی. بنابراین مواردی که مقایسه‌ی بین محصولی را لحاظ کرده باشند کمتر دیده شده است (چنگ، ۲۰۰۲). لذا در تحقیق حاضر با توجه به اطلاعات موجود، یک مدل رگرسیونی عملکرد در استان فارس برای هشت محصول زراعی عمده: گندم، برنج، ذرت، سیب زمینی، پیاز، نخود، لوبیا و پنبه، با استفاده از اطلاعات سری زمانی دوره‌ی ۱۳۸۷- ۱۳۶۷، برآورد شد.

در مدل رگرسیونی استفاده شده در این تحقیق (معادله۱)، با استفاده از متغیرهای اقلیمی و غیر اقلیمی اثرات فیزیکی تغییر اقلیم بر عملکرد محصول مورد بررسی قرار گرفت. دما و بارندگی به عنوان فاکتورهای اقلیمی اصلی و روند زمانی به عنوان شاخصی از پیشرفت تکنولوژی طی زمان در نظر گرفته شدند. اثر سایر عوامل موثر بر عملکرد نیز به جزء اخلال واگذار شد. در مدل مورد استفاده، به منظور برآورد کشش‌های متغیرهای اقلیمی، تمام متغیرها به جز متغیر روند زمانی، به فرم لگاریتمی در نظر گرفته شدند. فرم کلی مدل رگرسیونی به صورت زیر است:

$$LnY_t = f(ltemp_t, lrain_t, time) + \varepsilon \quad (۱)$$

$LnY_t$: لگاریتم متوسط عملکرد محصول در سال t؛ $ltemp_t$و$lrain_t$بهترتیبلگاریتممیانگینماوبارندگیدرسالt؛ time: روند زمانی و به‌عنوان شاخصی از پیشرفت تکنولوژی طی زمان در نظر گرفته شده و $\varepsilon$ جزء اخلال است.

معرفی سناریوهای اقلیمی

یکی از فعالیت‌های اساسی برای کاهش اثرات ناگوار تغییرات اقلیمی، پیش‌بینی الگو و روند این تغییرات در دهه‌های آینده است. توسعه‌ی مدل‌های گردش عمومی پیشرفت مهمی است که در ارتقاء چنین پیش‌بینی‌هایی صورت گرفته است. پیش‌بینی-های صورت گرفته از تراکم گاز دی‌اکسید کربن در جو زمین در آینده، بر مبنای فروض مختلفی از وسعت فعالیت‌هایبین‌المللی برای مقابله با افزایش تراکم دی‌اکسید کربن، متفاوت است. (روان، ۱۳۸۹). در بین مطالعات موجود، تنها پژوهشی که به پیش-

1. Price Endogenous Spatial Equilibrium Model

بینی اندازه‌ی تغییر اقلیم در استان فارس پرداخته است، مربوط به مطالعه‌ی روان (۱۳۸۹) است. در مطالعه‌ی مذکور، پیش‌بینی تغییر اقلیم در قالب مدل ECHAM5 و تحت دو سناریوی 20C3M و 1PTO2X برای دوره‌ی ۲۰۴۰ - ۲۰۱۱ به انجام رسید. پیش‌بینی‌ها از میزان انتشار دی‌اکسید کربن در هر سناریو به این شرح است: در سناریو اول، پیش‌بینی‌ها می‌شود که روند افزایش چگالی گازهای گلخانه‌ای روندی باشد که در قرن بیستم مشاهده شده است و در سناریو دوم، فرض می‌شود که از دوره‌ی پیش از انقلاب صنعتی، روند افزایش چگالی گازهای گلخانه‌ای با سرعت یک درصد در سال تا رسیدن آن به دو برابر ادامه پیدا می‌کند. یافته‌های پژوهش مذکور نشان‌گر افزایش دمای پهنه‌ی مرکزی استان فارس در دوره‌ی ۲۰۴۰ - ۲۰۱۱ در مقایسه با دوره‌ی گذشته، به اندازه‌ی ۰/۵۵ درجه‌ی سانتی‌گراد (۱/۵٪) در سناریو اول و ۲/۳۵ درجه‌ی سانتی‌گراد (۱۳٪) در سناریو دوم می‌باشد. همچنین مقدار بارندگی برای دوره‌ی آینده، در سناریو اول ۴۴/۱۸ میلی‌متر (۱۳٪) کاهش و در سناریو دوم، ۶۹/۳۵ میلی‌متر (۲۰٪) افزایش خواهد یافت.

استخراج ضرایب تابع عرضه و تقاضا

به منظور محاسبه‌ی رفاه کل با استفاده از مدل تعادل جزئی، توابع عرضه و تقاضای محصولات مورد نیاز بود. برای رسیدن به این توابع و محاسبه‌ی ضرایب آن‌ها، از کشش‌های قیمتی عرضه و تقاضا و یک نقطه از توابع عرضه و تقاضا، استفاده شد. به منظور مقایسه‌ی شرایط اقلیمی آینده در سناریوهای تغییر اقلیم با وضعیت کنونی، تعیین سال پایه ضروری است. بر مبنای جدیدترین آمار موجود، سال ۱۳۸۷ به‌عنوان سال پایه انتخاب شد. ضرایب توابع عرضه و تقاضا برای این سال محاسبه شدند و به‌عنوان ورودی برای مدل تعادل جزئی استفاده گردیدند.

معرفی مدل تعادل جزئی

در تحلیل تعادل جزئی علی رغم برخی کاستی‌ها، درک آثار ناشی از سیاست‌ها بسیار آسان است. بنابراین، استفاده از مدل-های تعادل جزئی می‌تواند برای تحلیل آثار اعمال سیاست و یا شوک‌های اقلیمی، بسیار مفید باشد. در ایجاد این مدل‌ها، به اطلاعات بسیار محدودتری نسبت به مدل‌های تعادل عمومی نیاز است که با واقعیت محدودیت اطلاعات در کشورهای جهان سوم، انطباق بیشتری دارد. در این مطالعه، به منظور ارزیابی اثر تغییر عملکرد محصول بر توزیع رفاه یک مدل تعادل جزئی قیمت درون‌زا استفاده شد. این مدل در واقع یک مدل چند محصولی است که چارچوب کلی آن بر اساس مدل مورد استفاده در مطالعه‌ی (چنگ، ۲۰۰۲؛ هرتل، ۲۰۱۱) پایه‌ریزی شده است.

تحت فرضیه‌ی رقابت کامل و قیمت پذیری بنگاه‌ها، از منحنی‌های عرضه و تقاضای معکوس برای نشان دادن شرط تعادل در بازار استفاده شد. فرض می‌شود که I کالای کشاورزی وجود دارد (I=1،....n) و فرم تابع تقاضا خطی بوده و توسط تابع تقاضای معکوس زیر نشان داده شود:

$$P_i^d = \alpha_i^d + \beta_i^d Q_i^d \quad i=1,2,\ldots,n \qquad (۲)$$

$Q_i^d$:مقدار مصرف کل (تن)،: $P_i^d$متوسط قیمت های خرده فروشی بر حسب ریال و $\alpha_i^d, \beta_i^d$: ضرایب تابع تقاضا ($\beta_i^d < 0$) می باشند.

به همین ترتیب تابع عرضه نیز به صورت زیرتعریف می‌شود:

$$P_i^s = \alpha_i^s + \beta_i^s Q_i^s \qquad i = 1,2,\ldots,n \quad (۳)$$

$Q_i^s$: مقدار تولیدکل (تن)، $P_i^s$: متوسط قیمت‌های سر خرمن (ریال)، $\alpha_i^s, \beta_i^s$ : ضرایب تابع عرضه ($\beta_i^s > 0$)

سپس برای شبیه‌سازی تعادل بازار رقابت کامل، یک تابع هدف که مجموع مازاد مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان را حداکثر می‌کند، استفاده شد. مازاد مصرف‌کنندگان، مساحت بین خط قیمت و منحنی تقاضا و مازاد تولیدکنندگان، مساحت بین خط قیمت و منحنی عرضه تعریف می‌شود. رفاه جامعه نیز ناحیه‌ی بین منحنی عرضه و تقاضا در سمت چپ نقطه‌ی برخوردشان در نظر گرفته می‌شود. مساحت این ناحیه، تفاوت سطح زیر منحنی تقاضا از سطح زیر منحنی عرضه، بین صفر و مقدار تعادلی است و می‌توان آن را به جای فرم انتگرالی، به فرم درجه دو در معادله‌ی (۴) نشان داد. برای رسیدن به مقدار خالص رفاه جامعه، میزان هزینه‌ی متغیر تولید محصولات با علامت منفی وارد مدل شده و برای انعکاس اثرات رفاهی در محاسبه‌ی ارزش تابع هدف، تراز تجاری خالص به آن اضافه می‌شود:

$$Max: \sum_i \alpha_i^d Q_i^d - \frac{1}{2}\sum_i \beta_i^d Q_i^{d^2} - \sum_i \alpha_i^s Q_i^s \frac{1}{2}\sum_i \beta_i^s Q_i^{s^2} - \sum_i C_i X_i + \sum_i Q_i^x P_i^x - \sum_i Q_i^m P_i^m \quad (۴)$$

محدودیت‌های مدل به صورت زیر اند:

$$Q_i^d - Q_i^s + Q_i^x - Q_i^m \leq 0 \quad (۵)$$

$$Q_i^d, Q_i^s, Q_i^x, Q_i^m \geq 0 \quad (۶)$$

$Q_i^x, Q_i^m$ ؛ به ترتیب مقدار واردات و صادرات و $P_i^x, P_i^m$ ؛ به ترتیب قیمت واردات و صادرات، $C_i$ ؛هزینه‌ی متغیر و سطح زیر کشت iامینمحصول کشاورزی است.

آمار و اطلاعات مورد نیاز در این مطالعه از سازمان‌های هواشناسی، جهاد کشاورزی و سال‌نامه‌های آماری استان فارس (۱۳۸۷- ۱۳۶۷) تهیه گردید. برایمحاسبه‌یضرایبتوابععرضهوتقاضاازکشش-هایقیمتیموجوددرمطالعاتمربوطبهاستانفارسودرمواردیکهدرسطحاستانچنینمطالعاتیوجودنداشتازکشش-هایموجوددرمطالعاتانجامشدههدرسطحکشوراستفادهشد.

## نتایج و بحث

### سناریو سازی بر اساس سال پایه

مطابق با سناریوهای اقلیمی معرفی شده در مطالعه‌ی روان (۱۳۸۹)، شانزده ترکیب از سناریوی تغییر اقلیم گوناگون که ۰، ۰/۲۷، ۰/۵۴، ۲/۳۵ درجه‌ی سانتی‌گراد برای دما و ۱۳-، ۶/۵-، ۰، ۲۰+ درصد برای بارندگی را شامل می‌شدند تعریف شد که در جدول (۱) بر اساس پیش‌بینی افزایش دما مرتب شده‌اند. در این بین، سناریوهای ۹ و ۱۶ به ترتیب با سناریوهای 20C3M و 1PTO2Xمنطبق می‌باشند. همچنین برای رسیدن به یک فاصله اطمینان، سناریوهای دیگری در این بازه تعریف شده‌اند. همگی سناریوها نسبت به سال پایه (سناریو۳) ارزیابی می‌شوند که در این سناریو هیچ‌گونه تغییری در دما و بارندگی صورت نمی‌پذیرد.

**جدول (۱): سناریوهای تغییر اقلیم بر اساس افزایش دما**

| سناریوها | تغییر دما (°C) | تغییر بارندگی (٪) |
|---|---|---|
| سناریو۱ | ۰ | -۱۳ |
| سناریو۲ | ۰ | -۶/۵ |
| سناریو۳ | ۰ | ۰ |
| سناریو۴ | ۰ | +۲۰ |
| سناریو۵ | +۱/۵ | -۱۳ |
| سناریو۶ | +۱/۵ | -۶/۵ |
| سناریو۷ | +۱/۵ | ۰ |
| سناریو۸ | +۱/۵ | +۲۰ |
| سناریو۹ | +۳ | -۱۳ |
| سناریو۱۰ | +۳ | -۶/۵ |
| سناریو۱۱ | +۳ | ۰ |
| سناریو۱۲ | +۳ | +۲۰ |
| سناریو۱۳ | +۱۳ | _۱۳ |
| سناریو۱۴ | +۱۳ | -۶/۵ |
| سناریو۱۵ | +۱۳ | ۰ |
| سناریو۱۶ | +۱۳ | +۲۰ |

کشش‌های عرضه در پاسخ به تغییر دما و بارندگی

نتایج آزمون ایستایی با استفاده از روش ۹ مرحله‌ای در آزمون دیکی فولر نشان داد که به‌جز درجه‌حرارت، سایر متغیرها با لگاریتم گیری، در سطح ایستا هستند. علی رغم ایستا نبودن متغیر دما، در مدل‌های رگرسیونی از این متغیر در سطح استفاده

شده است. آزمون‌های خودهمبستگی در مدل‌های رگرسیونی نشان داد که در هیچ یک از مدل‌های برآورد شده، خودهمبستگی وجود ندارد.

بر اساس کشش‌های اقلیمی برآورد شده برای محصولات منتخب که در جدول (۲) آمده است: پاسخ عملکرد لوبیا نسبت به افزایش دما منفی است (۰/۲۶۴-). یعنی عکس‌العمل منفی نسبت به گرم شدن از خود نشان می‌دهد. در مورد بارندگی، تنها محصولی که نسبت به تغییرات بارندگی عکس العمل معکوس دارد، ذرت دانه‌ای است. این نتایج با مطالعه‌ی چنگ (۲۰۰۲) سازگار است. وی نتیجه گرفت که افزایش بارندگی عملکرد ذرت را کاهش خواهد داد.

**جدول (۲): کشش‌های عرضه در پاسخ به تغییر درجه‌حرارت و بارندگی سالیانه**

| محصول | کشش | |
|---|---|---|
| | دما | بارندگی |
| گندم | ۰/۴۲۳ | ۰/۵۲۱ |
| برنج | ۰/۴۱۸ | ۰ |
| ذرت | ۱/۸۱۸ | -۱/۱۷۷ |
| سیب زمینی | ۰/۷۵۲ | ۰/۱۸۳ |
| پیاز | ۰/۴۰۷ | ۰/۶۹۰ |
| نخود | ۰/۱۴۵ | ۰ |
| لوبیا | -۰/۲۶۴ | ۰/۲۶۵ |
| پنبه | ۰/۲۹۹ | ۰ |

ماخذ: یافته‌های تحقیق

شبیه‌سازی تغییرات عملکرد و تولید در سناریوهای گوناگون

با توجه به ضرایب کششی که از تخمین توابع عملکرد به‌دست آمد، عملکرد محصولات منتخب شبیه‌سازی می‌شود. تغییرات شبیه‌سازی شده‌ی عملکرد در جدول (۳) ارائه شده است. از بررسی این تغییرات این‌گونه استنباط می‌شود که اثر تغییر اقلیم بر عملکرد اکثر محصولات معنی‌دار بوده و افزایش دما بر عملکرد اکثر محصولات به‌جز لوبیا اثری مطلوب دارد. درحالی‌که واکنش بیشتر محصولات به‌جز ذرت نسبت به تغییرات بارندگی معکوس است و در تایید فرض تحقیق نشان می‌دهد که اثر تغییر اقلیم بر عملکرد محصولات مختلف متفاوت است. همچنین ذرت و در پاره‌ای از موارد سیب زمینی، مثال نقضی بر فرضیه‌ی اثر منفی افزایش دما توام با کاهش بارندگی بر عملکرد، می‌باشند.

**جدول (۳): تغییرات عملکرد در سناریوهای اقلیمی بر حسب درصد**

| محصول | سناریو۱ | سناریو۲ | سناریو۳ | سناریو۴ | سناریو۵ | سناریو۶ | سناریو۷ | سناریو۸ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| گندم | -۶/۷۷۳ | -۳/۳۸۷ | ۰ | ۹/۸۹۹ | -۶/۱۳۹ | -۲/۷۵۲ | ۰/۶۳۵ | ۱۱/۰۵۵ |
| برنج | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰/۶۲۷ | ۰/۶۲۷ | ۰/۶۲۷ | ۰/۶۲۷ |
| ذرت | ۱۵/۳۰۱ | ۷/۶۵۱ | ۰ | -۲۳/۵۴۰ | ۱۸/۰۲۸ | ۱۰/۳۷۸ | ۲/۷۲۷ | -۲۰/۸۱۳ |
| سیب زمینی | -۲/۳۷۹ | -۱/۱۹۰ | ۰ | ۳/۶۶۰ | -۱/۲۵۱ | -۰/۰۶۱ | ۱/۱۲۸ | ۴/۷۸۸ |
| پیاز | -۸/۹۷۰ | -۴/۴۸۵ | ۰ | ۱۳/۸۰۰ | -۸/۳۶۰ | -۳/۸۷۵ | ۰/۶۱۱ | ۱۴/۴۱۱ |
| نخود | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰/۲۱۸ | ۰/۲۱۸ | ۰/۲۱۸ | ۰/۲۱۸ |
| لوبیا | -۳/۴۴۵ | -۱/۷۲۳ | ۰ | ۵/۳۰۰ | -۳/۸۴۱ | -۲/۱۱۹ | -۰/۳۹۶ | ۴/۹۰۴ |
| پنبه | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰/۴۴۹ | ۰/۴۴۹ | ۰/۴۴۹ | ۰/۴۴۹ |

**ادامه‌ی جدول(۳)**

| محصول | سناریو۹ | سناریو۱۰ | سناریو۱۱ | سناریو۱۲ | سناریو۱۳ | سناریو۱۴ | سناریو۱۵ | سناریو۱۶ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| گندم | -۵/۵۰۴ | -۲/۱۱۸ | ۱/۲۶۹ | ۱۱/۶۸۹ | -۱/۲۷۴ | ۲/۱۱۳ | ۵/۴۹۹ | ۱۵/۹۱۹ |
| برنج | ۱/۲۵۴ | ۱/۲۵۴ | ۱/۲۵۴ | ۱/۲۵۴ | ۵/۴۳۴ | ۵/۴۳۴ | ۵/۴۳۴ | ۵/۴۳۴ |
| ذرت | ۲۰/۷۵۵ | ۱۳/۱۰۵ | ۵/۴۵۴ | -۱۸/۰۸۶ | ۳۸/۹۳۵ | ۳۱/۲۸۵ | ۲۳/۶۳۴ | ۰/۰۹۴ |
| سیب زمینی | -۰/۱۲۳ | ۱/۰۶۷ | ۲/۲۵۶ | ۵/۹۱۶ | ۷/۳۹۷ | ۸/۵۸۷ | ۹/۷۷۶ | ۱۳/۴۳۶ |
| پیاز | -۷/۷۴۹ | -۳/۲۶۴ | ۱/۲۲۱ | ۱۵/۰۲۱ | -۳/۶۷۹ | ۰/۸۰۶ | ۵/۲۹۱ | ۱۹/۰۹۱ |
| نخود | ۰/۴۳۵ | ۰/۴۳۵ | ۰/۴۳۵ | ۰/۴۳۵ | ۱/۸۸۵ | ۱/۸۸۵ | ۱/۸۸۵ | ۱/۸۸۵ |
| لوبیا | -۴/۲۳۷ | -۲/۵۱۵ | -۰/۷۹۲ | ۴/۵۰۸ | -۶/۸۷۷ | -۵/۱۵۵ | -۳/۴۳۲ | ۱/۸۶۸ |
| پنبه | ۰/۸۹۷ | ۰/۸۹۷ | ۰/۸۹۷ | ۰/۸۹۷ | ۳/۸۸۷ | ۳/۸۸۷ | ۳/۸۸۷ | ۳/۸۸۷ |

ماخذ: یافته های تحقیق

در جدول (۴)، تولید کل در هر سناریو قابل مشاهده است: روند کلی بیان‌گر افزایش تولید محصولات منتخب با افزایش دما است. البته در مورد محصول ذرت، این روند در جهت عکس اتفاق می‌افتد. برای نمونه در نگاره‌ی (۱)، تغییرات تولید ذرت در سناریوهای شانزده‌گانه‌ی اقلیمی با گندم مقایسه شده است. علی‌رغم این‌که تولید گندم در سناریوها افزایش می‌یابد، تولید ذرت به‌عنوان تنها مثال نقض، یک روند کاهشی را تجربه می‌کند. البته در مقایسه‌ی سناریوهای موجود با سناریوی پایه، خطوط نقطه چین نشان می‌دهند که تولید ذرت و گندم در برخی از سناریوها بالاتر است و علی‌رغم نگرانی‌های موجود، اثر تغییر اقلیم بر تولید محصولات در پاره‌ای از موارد مثبت است.

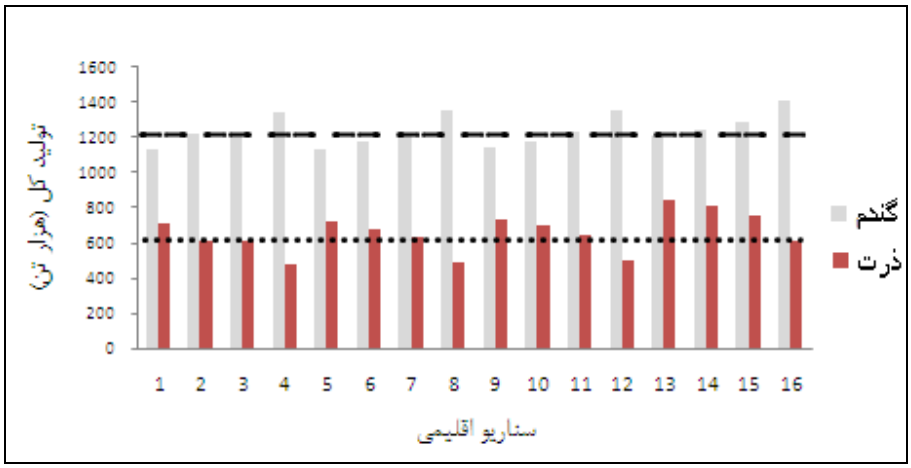
**جدول (۴): تولیدکلدرسناریوهایاقلیمی (هزارتن)**

| محصول | سناریو۱ | سناریو۲ | سناریو۳ | سناریو۴ | سناریو۵ | سناریو۶ | سناریو۷ | سناریو۸ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| گندم | ۱۱۱۳/۵ | ۱۱۷۰ | ۱۲۱۸/۸ | ۱۳۴۰/۷ | ۱۱۳۱/۸ | ۱۱۸/۲ | ۱۲۲۶/۱ | ۱۳۵۲/۸ |
| برنج | ۱۱۳/۷ | ۱۱۳/۷ | ۱۱۳/۷ | ۱۱۳/۷ | ۱۱۴/۴ | ۱۱۴/۴ | ۱۱۴/۵ | ۱۱۴/۵ |
| ذرت | ۷۰۷/۴ | ۶۵۸/۲ | ۶۱۵/۲ | ۴۷۳/۷ | ۷۲۳/۴ | ۶۷۶/۷ | ۶۲۷/۵ | ۴۹۲/۱ |
| سیب زمینی | ۸۰/۴ | ۸۱/۲ | ۸۲ | ۸۵/۳ | ۸۰/۴ | ۸۱/۶ | ۸۲/۹ | ۸۶/۱ |
| پیاز | ۲۴۹/۷ | ۲۶۰/۷ | ۲۷۴/۴ | ۳۱۲/۹ | ۲۵۲/۵ | ۲۶۳/۵ | ۲۷۶/۱ | ۳۱۲/۹ |
| نخود | ۱/۷۳ | ۱/۷۳ | ۱/۷۳ | ۱/۷۳ | ۱/۷۴ | ۱/۷۴ | ۱/۷۴ | ۱/۷۴ |
| لوبیا | ۲۱/۴۸۴ | ۲۱/۹۳۱ | ۲۲/۳۷۹ | ۲۳/۵۰ | ۲۱/۴۸ | ۲۱/۲۹ | ۲۲/۲۹ | ۲۳/۳ |
| پنبه | ۲۸/۳ | ۲۸/۳ | ۲۸/۳ | ۲۸/۳۱ | ۲۸/۴۵ | ۲۸/۴۲ | ۲۸/۴۲ | ۲۸/۴۵ |

**ادامه‌ی جدول(۴)**

| | سناریو۹ | سناریو۱۰ | سناریو۱۱ | سناریو۱۲ | سناریو۱۳ | سناریو۱۴ | سناریو۱۵ | سناریو۱۶ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| گندم | ۱۱۴۵/۷ | ۱۱۸۲/۲ | ۱۲۳۱ | ۱۳۶۵ | ۱۲۰۶/۶ | ۱۲۴۳/۵ | ۱۲۹۱/۹ | ۱۴۱۴/۸ |
| برنج | ۱۱۴/۹ | ۱۱۴/۹ | ۱۱۴/۹ | ۱۱۴/۹ | ۱۱۹/۴ | ۱۱۹/۴ | ۱۲۰/۶ | ۱۲۰/۶ |
| ذرت | ۷۳۸/۲ | ۶۹۵/۱ | ۶۴۵/۹ | ۵۰۴/۴ | ۸۴۸/۹ | ۸۰۵/۹ | ۷۵۶/۷ | ۶۱۵/۲ |
| سیب‌زمینی | ۸۲ | ۸۲/۸ | ۸۳/۷ | ۸۶/۱ | ۸۷/۸ | ۸۸/۶ | ۹۰/۲ | ۹۲/۷ |
| پیاز | ۲۵۲/۵ | ۲۶۳/۵ | ۲۷۷/۱۹ | ۳۱۵/۶۱ | ۲۶۳/۵ | ۲۷۶/۶ | ۲۸۸/۲ | ۳۲۶/۶ |
| نخود | ۱/۷ | ۱/۷ | ۱/۷ | ۱/۷ | ۱/۸ | ۱/۸ | ۱/۸ | ۱/۸ |
| لوبیا | ۲۱/۵ | ۲۱/۷ | ۲۲/۲ | ۲۳/۳ | ۲۰/۸ | ۲۱/۳ | ۲۱/۷ | ۲۲/۸ |
| پنبه | ۲۸/۵ | ۲۸/۵ | ۲۸/۶ | ۲۸/۶ | ۲۹/۲ | ۲۹/۴ | ۲۹/۲ | ۲۹/۴ |

ماخذ: یافته های تحقیق




**نگاره‌ی (۱): تغییرات تولید گندم و ذرت در سناریوهای اقلیمی**

تغییرات تولید در سناریو کاهش سطح زیر کشت (سناریو۱۷)

در صورت پیش‌بینی دقیق درصد زمین‌هایی که از در اثر تغییر اقلیم ازچرخه‌ی تولید کشاورزی خارج خواهند شد، می‌توان اثر این رویداد را بر عرضه‌ی محصول و رفاه، با استفاده از مدل تعادل جزئی مذکور به‌دست آورد. در یک سناریو مجزا فرض شده است که در اثر تغییر اقلیم، ده درصد زمین‌های کشاورزی از چرخه‌ی تولید خارج می‌شوند. در این مرحله، عملکرد در هکتار سال پایه در سطح زیر کشت شبیه‌سازی شده ضرب می‌شود و تولید کل گندم، برنج، ذرت، سیب زمینی، پیاز، نخود، لوبیا و پنبه در سناریوی جدید به‌ترتیب؛ ۱۰۹۶/۸۹۶، ۱۰۲/۳۵۵، ۵۵۳/۶۴۹، ۷۳/۸۳۵، ۲۴۶/۹۹۸، ۱/۵۶۴، ۲۰/۱۴۱ و ۲۵/۴۷۸ هزار تن به‌دست می‌آید. در مقایسه‌ای کلی با نتایج حاصل از سناریوهای اقلیمی، اثرات تغییر اقلیم از طریق تاثیر بر استفاده از زمین تامل برانگیزتر است.

بررسی اثرات رفاهی تغییر اقلیم بر جامعه

مطابق با یافته‌های تحقیق، که بر اساس مقایسه‌ی تغییرات رفاه در سناریوهای اقلیمی با سناریو پایه به‌دست آمده است؛ عدم تغییر دما همراه با کاهش بارندگی در سناریوهای ۱ و ۲، به ترتیب ۱/۵ و ۱/۳ درصد رفاه جامعه را نسبت به سناریو پایه کاهش می‌دهد. درصد تغییر رفاه نسبت به سناریو پایه از سناریو سردتر به گرم‌تر، روندی صعودی دارد و به‌طور کلی، افزایش رفاهی ۱۳ درصدی ایجاد می‌کند (جدول۵). این نتایج با یافته‌هایچنگ (۲۰۰۲)درباره‌ی اثرات رفاهی تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی تایوان، در یک راستا است، چرا که با حرکت از سردترین به گرم‌ترین سناریو، رفاه جامعه نسبت به سال پایه افزایش می‌یابد. آتاوانیچ و مک‌کارل (۲۰۱۱)، نیز به نتایج مشابهی دست یافتند. مقایسه‌ی نتایج رفاهی دو سناریو ۹ و ۱۶ در جدول (۵)، نشان می‌دهد که در هر دو سناریو، رفاه جامعه نسبت به سال پایه افزایش می‌یابد، اما در سناریو ۹، افزایش رفاه ناچیز بوده و در سناریو۱۶، بیشترین افزایش را نسبت به سال پایه نشان می‌دهد. مقایسه‌ی تغییرات رفاه حاصل از سناریو ۱۷ با سناریوهای اقلیمی، بیان‌گر کاهش قابل توجه (۴/۱٪) رفاه جامعه در این سناریو نسبت به سناریوهای اقلیمی است.

**جدول (۵): درصد تغییراترفاهنسبت به سال پایه ۱۳۸۷ درسناریوهایمختلف**

| سناریوها | رفاه کل | مازاد تولیدکنندگان | مازاد مصرف‌کنندگان |
|---|---|---|---|
| سناریو۱ | -۱/۵ | -۵/۲ | -۱/۴ |
| سناریو۲ | -۱/۳ | -۲/۲ | -۱/۲ |
| سناریو۳ | ۰ | ۰ | ۰ |
| سناریو۴ | ۱/۹ | ۹/۹ | ۱/۵ |
| سناریو۵ | -۰/۸ | -۴/۱ | -۰/۶ |
| سناریو۶ | ۰/۳ | -۱/۱ | ۰/۴ |
| سناریو۷ | ۱/۱ | **۱/۲** | ۱ |
| سناریو۸ | ۳/۴ | ۱۲/۶ | ۳ |
| سناریو۹ | ۰/۷ | -۱/۶ | ۰/۸ |
| سناریو۱۰ | ۱/۲ | ۰/۱۶ | ۱/۲ |
| سناریو۱۱ | ۲/۲ | ۳/۵ | ۲/۱ |
| سناریو۱۲ | ۴/۷ | ۱۳/۲ | ۴/۳ |
| سناریو۱۳ | ۹/۶ | ۱۴/۷ | ۹/۳ |
| سناریو۱۴ | ۱۰/۲ | ۱۶/۳ | ۹/۹ |
| سناریو۱۵ | ۱۱/۲ | ۱۹/۴ | ۱۰/۸ |
| سناریو۱۶ | ۱۳/۱ | ۲۸/۴ | ۱۲/۴ |
| سناریو۱۷ | -۴/۱ | -۱۹ | -۱۰/۳ |

ماخذ: یافته‌های تحقیق

درنگاره‌ی (۲)، رفاه جامعه در سناریوهای مختلف مقایسه شده است. روند کلی بیان‌گر افزایش رفاه در اثر تغییر اقلیم است. همچنین مشاهده می‌شود که رفاه در پاره‌ای از سناریوها بالاتر از سناریو پایه است. در نتیجه می‌توان گفت آن‌طور که انتظار می‌رود اثر تغییر اقلیم بر رفاه جامعه همیشه منفی نیست. مطابق با نتایج حاصل از جدول (۵) و نگاره‌ی (۲)، حرکت از سناریوهای ۱ به ۴ که افزایش بارندگی را به تنهایی نشان می‌دهد، رفاه جامعه ۳/۵ درصد افزایش می‌یابد حال آنکه افزایش خالص دما در سناریوهای ۳، ۷، ۱۱، ۱۵، افزایش رفاهی معادل با ۱۱/۲ درصد را ایجاد می‌کند. در نتیجه می‌توان گفت: دما مولفه‌ی اقلیمی موثرتری بر رفاه جامعه نسبت به بارندگی است. چنگ (۲۰۰۲) نیزنتیجهگرفتکهافزایشدما،به‌طوربالقوهسودبیشتریازافزایشبارندگی بههمراهدارد. همچنین، مقایسه‌ی سناریوهای موجود با سناریو مرجع در نگاره‌ی (۲) نشان می‌دهد که اثرات زیان‌بار تغییر اقلیم در سناریوهای اقلیمی از نظر شدت، قابل مقایسه با سناریو کاهش سطح زیر کشت نمی‌باشد.

**نگاره‌ی (۲): مقایسه‌یرفاهجامعهدرسناریوهایاقلیمیوکاهشسطحزیرکشت**

تغییرات مازاد تولیدکنندگان در سناریوهای مختلف

در سناریوهای ۱ و ۲ که کاهش بارندگی با عدم تغییر درجه‌حرارت همراه است، مازاد تولیدکنندگان نسبت به سال پایه کاهش می‌یابد. این نتیجه نیز با نتایجی که چنگ (۲۰۰۲) به‌دست آورده سازگار است. بیشترین افزایش در مازاد تولیدکنندگان مربوط به سناریو ۱۶ (1PTOX)، یعنی گرم‌ترین و مرطوب‌ترین سناریو، به اندازه‌ی ۲۸ درصد نسبت به سال پایه است. درحالی‌که در مطالعه‌یچنگ،بیشترین افزایش در مازاد تولیدکنندگان مربوط به سناریو افزایش درجه‌حرارت و کاهش بارندگی است. این تفاوت مربوط به تفاوت اقلیمی ایران و تایوان است. در سناریو ۹ (20C3M)، اگر چه رفاه جامعه افزایش ناچیزی (۰/۷٪) را تجربه می‌کند، اما فقط از طریق افزایش رفاه مصرف کنندگان (۰/۸٪) ایجاد می‌شود. چرا که تولیدکنندگان در این سناریو کاهش رفاه ۱/۶ درصدی را تجربه می‌کنند. به‌طورکلی تولیدکنندگان از افزایش دما توام با کاهش بارندگی متضرر می‌شوند. تقریبا ۲ درجه سانتی‌گراد افزایش دما (حرکت از سناریو ۳ به ۷، ۱۱ و ۱۵)، منجر به (۱۹ ٪) افزایش در مازاد تولیدکنندگان می‌شود. درحالی‌که افزایش بارندگی از ۱۳- تا ۲۰+ درصد، رفاه تولیدکنندگان را ۹/۹ درصد افزایش می‌دهد که بیان‌گر موثرتر بودن فاکتور درجه‌حرارت نسبت به بارندگی در افزایش رفاه تولیدکنندگان است.

تغییرات مازاد مصرف‌کنندگان در سناریوهای مختلف

مصرف‌کنندگان نیز مانند تولیدکنندگان از کاهش بارندگی بدون تغییر دما متضرر می‌شوند، حتی اگر این کاهش بارندگی با ۱/۵ درصد افزایش دما همراه باشد (سناریو ۵). افزایش درجه‌حرارت از صفر تا ۲/۳۵ درجه‌ی سانتی‌گراد (حرکت از سناریو ۳ به ۱۵)، ۱۰/۸ درصد افزایش در رفاه مصرف‌کنندگان ایجاد می‌کند که از افزایش رفاه ۱۹ درصدی تولیدکنندگان در این بازه‌ی دمایی کمتر است.

## نتیجه‌گیری و پیشنهادها

بر اساس گزارش‌های اخیر هیات بین المللی تغییر اقلیم[1] ، اقلیم کره‌ی زمین در حال تغییر است. بخش کشاورزی به‌عنوان آسیب پذیرترین بخش نسبت به تغییر اقلیم، همواره مورد توجه صاحبان علم و سیاستبوده است. البته در ارزیابی اثرات بالقوه‌ی تغییر اقلیم پیشرفت‌های قابل توجهی به‌وجود آمده، اما عدم حتمیت‌هاییباقی مانده که نگرانی‌هارابهسمت اثرات رفاهی تغییر اقلیم انتقال داده است.

به‌منظور بررسی تاثیرات تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی، پیش‌بینی‌هایی از فاکتورهای اقلیمی دما و بارندگی مورد نیاز است. برای مرتفع کردن این نیاز در تحقیق حاضر،ازمطالعه‌ی روان (۱۳۸۹) استفاده شد. سپس جهت بررسی اثرات رفاهی تغییر اقلیم، با استفاده از مدل‌های رگرسیونی و نتایج مطالعه‌ی مذکور، تغییرات عملکرد محصولات منتخب در سناریوهای گوناگون شبیه-سازی شدند. نهایتا از یک مدل تعادل جزئی، به‌منظور بررسی اثرات رفاهی تغییر اقلیم در سناریوهای گوناگون استفاده شد.

نتایج شبیه‌سازیعملکرد محصولات منتخب نشان داد که افزایش دما و بارندگی، اثر متفاوتی بر عملکرد محصولات بر جای می‌گذارد. در یک جمع بندی کلی می‌توان گفت که گرم شدن بر عملکرد محصولات مختلف اثر غیر یکنواختی دارد. در سناریو1PTOXتمام محصولات به‌جز ذرت، بیشترین افزایش عملکرد را تجربه می‌کنند که علی‌رغم نگرانی‌های روز افزون از افزایش تراکم گازهای گلخانه‌ای، تصویری مثبت از اثرات تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی به‌دست می‌دهد و اثرات مضر تغییر اقلیمرا مشروط بر نوع محصول می‌کند. درمورد آثار رفاهی تغییر اقلیم، نتایج تحقیق حاضر نشان داد که گرم شدن و افزایش بارندگی منجر به افزایش رفاه جامعه می‌شود. درحالی‌که جامعه از کاهش بارندگی و عدم تغییر دما رنج خواهد برد.

نتایج حاصل از برآورد رفاه در سناریوهای اقلیمی گوناگون نشان داد که بیشترین کاهش رفاه در جامعه ناشی از عدم تغییر درجه‌حرارت توام با کاهش بارندگی است. افزایش دما در سطوح بالاتر دمایی، افزایش رفاه محسوس‌تری نسبت به دماهای پایین‌تر ایجاد می‌کند. گرم‌ترین و مرطوب‌ترین سناریو، بیشترین افزایش رفاه را نسبت به سناریو پایه نشان می‌دهد. همچنین برآورد رفاه در سناریو کاهش سطح زیر کشت نشان داد که بیشترین زیان تغییر اقلیم از طریق کاهش سطح زیر کشت صورت می‌پذیرد. به عبارت دیگر تغییر اقلیم نه تنها عملکرد محصول را تحت تاثیر قرار می‌دهد بلکه پاره‌ای از اراضی را از چرخه‌ی تولید خارج می‌کند و اثرات زیان‌بار آن دو چندان می‌شود. نتایج حاصل از تفکیک رفاه کل به مازاد تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان نشان داد که اثرات مثبت و منفی تغییر اقلیم بر تولیدکنندگان بیشتر از مصرف‌کنندگان است. اما مصرف‌کنندگان تغییر رفاه یکنواخت‌تری را در اثر تغییر اقلیم تجربه می‌کنند. با توجه به نتایجی که از تحقیق حاضر به‌دست آمد، به‌منظورمقابله‌ی صحیح با تغییر اقلیم آینده، پیشنهادهایی ارائه می‌گردد:

۱- نتایج شبیه‌سازی عملکرد محصولات در سناریوهای اقلیمی گوناگون نشان داد که تغییر اقلیم اثر یکسانی بر عملکرد محصولات بر جای نمی‌گذارد. لذا می‌توان با دسته بندی محصولات بر اساس نحوه‌ی تحت تاثیر قرار گرفتن از تغییر اقلیم،استراتژی‌های مناسبی جهت مقابله با اثر تغییر اقلیم بر عملکرد محصولات هر گروه اتخاذ نمود.

۲- از آن‌جا که تاثیر تغییر اقلیم از محصولی به محصول دیگر متفاوت است، لذا به‌منظور بررسی جزئی‌تر اثرات تغییر اقلیم، پیشنهاد می‌شود مطالعات آتی دامنه‌ی تحقیق را به محصولات بیشتری گسترش دهند و اثر تغییر اقلیم به تفکیک محصولات زراعی و باغی بررسی شود.

1.Intergovernmental Plan on Climate Change

۳- تغییر اقلیم از یک منطقه به منطقه‌ی دیگر اثر متفاوتی بر جای می‌گذارد. لذا بررسی اثرات رفاهی تغییر اقلیم در سایر مناطق کشور به منظور رسیدن به یک نقشه‌ی کلی از اثرات اقتصادی تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی کشور، جهت اتخاذ استراتژی‌های کلان برای مقابله با این پدیده، ضروری به‌نظر می رسد.

۴- بر اساس نتایج به‌دست آمده، بیشترین ضرر تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی استان فارس با توجه به اقلیم خشک آن کاهش بارندگی است. لذا پیشنهاد می‌شود که برای مقابله با این مسئله، ترویج روش‌های نوین آبیاری و مدیریت آب در بین کشاورزان صورت پذیرد. همچنین شایسته است که دولت‌مردان تسهیلات لازم را جهت استفاده از روش‌های نوین آبیاری در اختیار کشاورزان قرار دهند.

## منابع


احمدیان، م. اسلامی، م. و ع. باغستانی (۱۳۸۹) ارزیابیآثاررفاهیناشیازپیشرفتتکنولوژیتولیددرتدرایران.*پژوهش‌های ترویج و آموزش کشاورزی*، (۱): ۴۴- ۳۱.

خرمی مقدم گشتی، س (۱۳۸۹) بررسی تاثیر سیاستهای یارانه‌ی غذا بر تقاضای مواد غذایی و توزیع درآمد خانوارهای شهری و روستایی ایران. کرمان: پایان نامه کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان.

روان، و (۱۳۸۹) نشانه های تغییر اقلیم بر نوسان های دما و بارش در پهنهیمرکزیاستانفارسبرایدوره‌یزمانی ۲۰۴۰ - ۲۰۱۱ بابکار گیری برون آمدهای مدل ECHAM5. شیراز : پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی آب دانشگاه شیراز.

زیبایی، م (۱۳۷۲) بررسی نقش سیاست‌های قیمت‌گذاری در تغییرات الگوی کشت و درآمد زارعین. شیراز: پایان نامه کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی دانشگاه شیراز.

سلطانیه، م. و م. صادق احدی (۱۳۸۳) گرمایش جهانی، کنوانسیون تغییر آب و هوا و تعهدات بین المللی. دفتر طرح ملی تغییر آب و هوا: از www.climate-change.ir، [ دسترسی در ۱۳۹۰].

واثقی، ا. و ع. اسماعیلی (۱۳۸۷) بررسیاثراقتصادیتغییراقلیمبربخشکشاورزیایران: روشریکاردین (مطالعه‌یموردی: گندم). *علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی*، (۴۵): ۶۹۵- ۶۸۵.

Attavanich W., and B.A. McCarl(2011) The effect of climate change, $CO_2$ fertilization, and crop production technology on crop yields and its economic implications on market outcomes and welfare distribution, Agricultural and Applied Economics Association, Annual Meeting, July 24-26, 2011, Pittsburgh, Pennsylvania.

Chang Ch.Ch(2002) The potential impact of climate change on Taiwan's agriculture. *Agricultural Economics*, 27: 51-64.

Sajidin, H.S. and M. Mudasser (2007) Prospects for wheat production under changing climate in mountain of areas of Pakistan - An econometric analysis, *Agricultural system*, 94: 495-501.

Kabubo Mariara J., and F.K Karanja (2007)The economic impact of climate change on Kenyan crop agriculture: A Ricardian approach. *Global and Planetary Change*, 57: 319-330.

Krishnan, P., D.K Swain., B. C Bhaskar., S.K Nayak., and R.N. Dash (2007) Impact of elevated CO2 and temperature on rice yield and methods of adaptation as evaluated by crop simulation studies. *Agriculture Ecosystem and Environment*, 122: 233-242.

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. *Agricultural System*, 104: 348-353.

Mestre.S F., and M.L. Feijo.B (2009) Climate change and its marginalizing effect on agriculture. *Ecological Economics*, 68: 896-904.

Reilly, J., Paltsev, S., Felzer, B., Wang, X., Kicklighter, D., Mellilo, J., Prinn, R., Sarofim, M., Sokolov, A. & C.Wang (2007) Global economic effects of changes in crops, pasture, and forests due to changing climate, carbon dioxide, and ozone. *Energy Policy*. 35: 5370-5383.

Salami H., N Shahnooshi., and K.J. Thomson (2009)The economic impacts of drought on the economy of Iran: An integration of linear programming and macro econometric modeling approaches.*Ecological Economics*, 68: 1032-1039.

Zhang T., J. Zhu and R. Wassmann (2010) Responses of rice yields to resent climate change in China: an empirical assessment based on long-term observations at different spatial scales (1981-2005). *Agriculture and forest Meteorology*, 150: 1128-1137.

# The Potential Impacts of Climate Change on The Agricultural Sector of Fars Province

**Momeni,S. & Zibaei, M.***

## Abstract

Over the coming decades, global change will have an impact on food and water security and there are strong indications that developing countries will bear the brunt of adverse consequences from climate change. Agricultural sector is the most vulnerable to climate change, because of its dependence to water and temperature conditions. Consequently, it is important to understand the impacts of climate change on agriculture and natural resources in developing countries. The goal of this study was to estimate the potential impacts of climate change on Fars province's agricultural sector. To this end, this study was organized in three sections. In the first section, time series data covering 21 years (1988-2008) on crop yields, climate or non-climate related variables were used to estimate yield response functions. In the second section, the yield equations were used to investigate the physical impacts of alternative scenarios. In the final section, a price-endogenous mathematical programming model was used to simulate the welfare impacts of yield changes under various climate change scenarios. Sixteen combinations of alternative climate change scenarios which include 0°, 0.27°, 0.54°, 2.35°centigrade for temperature and -13, -6.5, 0, +20 percents for precipitation were made based on the findings of Ravan (2010). The results showed that both temperature and precipitation had a significant but non-monotonic impact on crop yields. The comparison results indicated that climate change impacts on welfare were mostly positive and the impacts on producers were much more significant than they were on consumers. Social welfare decreases by 1.5 percent if the reduction of precipitation was associated with no change in temperature but it increases by 13 percent at the most humid and warmest scenario. Finally, it was found that temperature is more significant factor than rainfall in the change of social welfare.

**JEL classification: C69, Q0**

**Key words: climate change, Fars province, price endogenous spatial equilibrium model**

* respectively, Ms.C. Student, Dept. of Agricultural Economics, University of Shiraz-Iran & Assoc. Prof., Dept. of Agricultural Economics, University of Shiraz-Iran
Email: hamomeni84@gmail.com