

اثرات بالقوه‌ی تغییر اقلیم بر کشاورزی استان فارس

سکینه مومنی^{۱*} - منصور زیبایی^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۲/۱۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۳/۱۳

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 وابستگی اش به وضعیت منابع آب و دمای محیط، 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، داده‌های 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 درجه‌حرارت و ۱۳-، ۰/۵-، ۰، ۲۰+ درصد برای بارندگی را شامل می‌شدند، بر اساس یافته‌های مطالعه‌ی روان (۳) ساخته شد. نتایج نشان داد که درجه‌حرارت 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 درجه‌حرارت 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 درجه‌حرارت در تغییر رفاه جامعه، فاکتور مؤثرتری از بارندگی است.

واژه‌های کلیدی: تغییر اقلیم، استان فارس، مدل تعادل جزئی قیمت درون‌زا

مقدمه

اقلیم تعیین‌کننده‌ی اساسی مکان و بهره‌وری فعالیت‌های کشاورزی است (۱۱) و باید توجه داشت که سیستم تولید کشاورزی در کشورهای در حال توسعه و به‌ویژه ایران، نسبت به تغییر اقلیم آسیب‌پذیرتر است، زیرا انعطاف‌پذیری این کشورها نسبت به تغییر تکنولوژی و سرمایه، به‌عنوان سایر عوامل مؤثر بر تولید کشاورزی، کمتر است (۸).

امروزه در ارزیابی اثرات بالقوه‌ی تغییر اقلیم در کشاورزی جهانی، پیشرفت‌های درخور توجهی به‌وجود آمده است اما نگرانی‌ها به سمت اثرات رفاهی تغییر اقلیم انتقال پیدا کرده است (۱۱). زیرا برای سیاست‌گذاری مؤثر در مقابله با شرایط جدید اقلیمی، برآوردهای صحیحی از تغییرات رفاه جامعه که در نتیجه‌ی تغییر اقلیم ایجاد خواهد شد، اهمیت دارد. علی‌رغم نقش مهمی که عدم حتمیت‌های اقلیمی در بهره‌وری کشاورزی و توزیع رفاه حاصل از آن ایفا می‌کنند، بررسی اثرات تغییر اقلیم بر میزان و توزیع رفاه حاصل از بخش کشاورزی کمتر مورد توجه محققان، مخصوصاً در داخل کشور قرار گرفته است و در بین مطالعات خارجی تنها مطالعات اندکی به این

هر تغییر در اقلیم برای سیستم‌هایی که نسبت به اقلیم حساس‌اند نتایج ضمنی در پی دارد. برای مثال بخش‌های جنگل‌بانی و کشاورزی، تأثیرپذیرترین زیرمجموعه‌های اقتصاد نسبت به نوسانات اقلیمی هستند. تغییر اقلیم از یک طرف عملکرد محصولات کشاورزی را تحت تأثیر قرار می‌دهد و از طرف دیگر، پیامدهای اقتصادی بر قیمت محصولات، عرضه، تقاضا، تجارت، مزیت‌های نسبی و رفاه مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان به‌دنبال خواهد داشت (۱۷). بخش کشاورزی به‌عنوان یکی 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

۱ و ۲- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استاد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

*- نویسنده مسئول: (Email: hamomeni84@gmail.com)

موضوع پرداخته‌اند.

در سال‌های اخیر، وقوع خشک‌سالی‌های متعدد در استان فارس سبب ایجاد چالش‌های بسیاری در بخش‌های مختلف، به‌ویژه منابع آب و کشاورزی شده است. این مسئله منجر به مهاجرت روز افزون از روستاها به شهرها شده است، زیرا در اثر کاهش ریزش‌های جوی، برداشت آب از منابع آبی زیرزمینی به شدت افزایش یافت و هم‌اکنون بیلان آب زیرزمینی در بسیاری از دشت‌های استان، منفی است که ادامه‌ی کشاورزی را با مشکل مواجه می‌کند. از این رو پژوهش‌های صورت گرفته در بررسی اثرات تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی استان فارس گامی مهم در جهت بهبود روش‌های سیاسی اتخاذ شده برای کنترل اثرات زیان‌بار نوسانات اقلیمی بر بخش کشاورزی خواهد بود.

روش‌های به‌کار گرفته شده در مطالعات مربوط به تغییر اقلیم دامنه‌ای گسترده از مدل‌های اقتصاد سنجی، رشد و برنامه‌ریزی 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؛ (۱۲، ۱۷ و ۲۲)، 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 (۸، ۱۰ و ۱۵)، به‌دلیل در نظر گرفتن قیمت‌های ثابت، اثرات رفاهی مثبت تغییر اقلیم بیش از حد برآورد می‌شود. امکان به‌کارگیری 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 (۱۶). 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. (۱۸، ۲۰ و ۲۳).

مدل‌های تعادل جزئی به‌طور گسترده‌ای در بررسی اثرات رفاهی پدیده‌های مختلف در اقتصاد مورد استفاده قرار می‌گیرند و انتخاب مناسبی برای برآورد اثرات رفاهی تغییر اقلیم هستند. در بین مطالعات خارجی، مطالعات (۹) و (۱۱) 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.

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 ایران است. امکان تفکیک پذیری محصولات منتخب از نظر تحت تأثیر قرار گرفتن تغییر اقلیم نیز در این مطالعه بررسی می‌شود. در تحقیق حاضر فرض شده است که تغییر اقلیم بر

محصولات مختلف اثر متفاوتی می‌گذارد و افزایش درجه‌حرارت و کاهش بارندگی در آینده، بر عملکرد محصولات منتخب اثری منفی دارد.

مواد و روش‌ها

تغییر اقلیم و اثر آن روی عرضه‌ی غذا، امنیت غذایی و فقر، نگرانی‌ها را به سمت بررسی آثار رفاهی تغییر اقلیم متوجه ساخته است. برای سیاست‌گذاری مؤثر در زمینه‌ی مقابله یا تطبیق با شرایط جدید اقلیمی، برآوردهای صحیحی از کاهش یا افزایش رفاه جامعه که در نتیجه‌ی تغییر اقلیم ایجاد خواهد شد، نیاز است که در مطالعات موجود کمتر به چشم می‌خورد. همچنین بیشتر مطالعات یاد شده به بررسی اثرات تغییر اقلیم بر یک محصول می‌پردازند. درحالی‌که بررسی هم‌زمان چندین محصول بسته به اهداف مطالعه، دید کلی‌تری از اثرات تغییر اقلیم به‌دست می‌دهد.

درک آثار ناشی از سیاست‌ها در تحلیل تعادل جزئی بسیار آسان است. بنابراین، استفاده از مدل‌های 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 با پیروی از هرتل (۱۳)، علاوه بر بررسی اثرات زراعی و رفاهی تغییر اقلیم، اثر شوک‌های بیرون‌زای عرضه بر رفاه جامعه نیز برآورد شده است. مطالعه‌ی حاضر نه تنها از نظر روش و اهداف تحقیق، بلکه به‌دلیل جامعیتی که در بررسی اثرات تغییر اقلیم ایجاد می‌کند، در بین مطالعات داخلی و خارجی حائز اهمیت است. روش تحقیق به این صورت است که ابتدا با استفاده از اطلاعات سری زمانی و یک مدل رگرسیونی لگاریتمی دو طرفه، اثر تغییر اقلیم بر عملکرد محصولات منتخب بررسی شده سپس کشتش‌های برآورد شده در این قسمت برای پیش‌بینی تغییرات عملکرد تحت سناریوهای اقلیمی استفاده می‌شوند. نهایتاً به منظور ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر رفاه جامعه و استفاده از زمین، یک مدل تعادل جزئی قیمت درون‌زا^۱ به‌کار گرفته می‌شود. این مدل در مواقعی استفاده می‌شود که متغیر قیمت وارد مدل نشده و مقدار آن درون خود مدل تعیین گردد. از طرف دیگر قابلیت این را دارد که اثر خارج شدن پاره‌ای از اراضی از چرخه‌ی تولید که در اثر تغییر اقلیم رخ می‌دهد را بر رفاه جامعه بررسی کند.

مدل رگرسیونی پاسخ عملکرد

مطالعات زیادی اثر تغییر اقلیم را بر عملکرد محصولات برآورد

1- Price Endogenous Spatial Equilibrium Model

دمای پهنه‌ی مرکزی استان فارس در دوره‌ی ۲۰۴۰ - ۲۰۱۱ در مقایسه با دوره‌ی گذشته، به اندازه‌ی ۰/۵۵ درجه‌ی سانتی‌گراد (۱/۵ درصد) در سناریو اول و ۲/۳۵ درجه‌ی سانتی‌گراد (۱۳ درصد) در سناریو دوم می‌باشد. همچنین مقدار بارندگی برای دوره‌ی آینده، در سناریو اول ۴۴/۱۸ میلی‌متر (۱۳ درصد) کاهش و در سناریو دوم، ۶۹/۳۵ میلی‌متر (۲۰ درصد) افزایش خواهد یافت.

با توجه به ضرایب کشتی که از تخمین توابع عملکرد به‌دست آمد، عملکرد محصولات منتخب شبیه‌سازی شد. به این صورت که در هر سناریو، درصد تغییرات پیش‌بینی شده‌ی متغیرهای اقلیمی درجه‌حرارت و بارندگی در کشت مربوط به آن‌ها ضرب می‌شود. به این ترتیب میزان تغییرات عملکرد در هکتار برحسب درصد در سناریوهای اقلیمی برای محصولات منتخب شبیه‌سازی شده و در مرحله‌ی بعد تغییرات عملکرد ناشی از تغییر اقلیم در سناریوهای تحت بررسی به عملکرد سال پایه اضافه می‌شود. مقادیر به‌دست آمده عملکرد محصول در هر سناریو را نشان می‌دهد. سپس برای رسیدن به تولید کل در هر سناریو، عملکرد سناریو در سطح زیر کشت هر محصول در سال پایه ضرب می‌شود.

استخراج ضرایب تابع عرضه و تقاضا برای رسیدن به رفاه جامعه

برای محاسبه‌ی رفاه کل با استفاده از مدل تعادل جزئی به توابع عرضه و تقاضا احتیاج است. با استفاده از کشت‌های قیمتی عرضه و تقاضای برآورد شده در سایر مطالعات و اطلاعات مربوط به قیمت و مقدار طرف عرضه و تقاضا در سال پایه، شیب (β) و عرض از مبدا (α) توابع عرضه و تقاضا به‌طور کلی از طریق روابط $\alpha = P - \beta Q$ و $\beta = \varepsilon / \left(\frac{P}{Q} \right)$ محاسبه شدند که در آن، P و Q به ترتیب قیمت و مقدار و ε کشت قیمتی عرضه و تقاضا است. به‌منظور مقایسه‌ی شرایط اقلیمی آینده در سناریوهای تغییر اقلیم با وضعیت کنونی، تعیین سال پایه ضروری است. بنابراین 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

به‌منظور 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 مطالعات (۱۱ و ۱۳) پایه‌ریزی شده است. تحت فرضیه‌ی رقابت کامل و قیمت‌پذیری بنگاه‌ها، از

کرده‌اند، با این وجود اغلب این مطالعات تمرکز خود را روی یک محصول گذاشته‌اند برای مثال: لی و نیو و همکاران روی سورگوم (۱۷) و (۲۰)؛ هولدن و همکاران روی جو و سیب زمینی (۱۴). بنابراین مواردی که مقایسه‌ی بین محصولی را لحاظ کرده باشند کمتر دیده شده است (۱۱). بنابراین در تحقیق حاضر با توجه به اطلاعات موجود، یک مدل رگرسیونی عملکرد در استان فارس برای ۸ 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 این مدل رگرسیونی (معادله ۱)، با استفاده از متغیرهای اقلیمی و غیر اقلیمی اثرات فیزیکی تغییر اقلیم بر عملکرد محصول بررسی شد. درجه‌حرارت و بارندگی به‌عنوان فاکتورهای اقلیمی اصلی و روند زمانی به‌عنوان شاخصی از پیشرفت تکنولوژی طی زمان در نظر گرفته شدند. اثر سایر عوامل مؤثر بر عملکرد نیز به‌جز اختلال واگذار شد و به‌منظور برآورد کشت‌های متغیرهای اقلیمی، تمام متغیرها به‌جز متغیر روند زمانی، به فرم لگاریتمی در نظر گرفته شدند. فرم کلی مدل رگرسیونی به صورت زیر است:

$$\ln Y_t = f(\ln temp_t, \ln rain_t, time) + \varepsilon \quad (1)$$

$\ln Y_t$: لگاریتم متوسط عملکرد محصول در سال t ؛ $\ln temp_t$ و $\ln rain_t$: به ترتیب لگاریتم میانگین درجه‌حرارت و بارندگی در سال t ؛ $time$: روند زمانی و به‌عنوان شاخصی از پیشرفت تکنولوژی طی زمان در نظر گرفته شده و ε جزء اختلال 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. پیش‌بینی‌های صورت گرفته از تراکم CO_2 در جو زمین در آینده، بر مبنای فروض مختلفی از وسعت فعالیت‌های بین‌المللی برای مقابله با افزایش تراکم CO_2 ، متفاوت است (۳). در بین مطالعات موجود، تنها پژوهشی که به پیش‌بینی اندازه‌ی تغییر اقلیم در استان فارس پرداخته، مطالعه‌ی روان (۳) است. در مطالعه‌ی مذکور، پیش‌بینی تغییر اقلیم در قالب مدل ECHAM5 و تحت دو سناریوی 20C3M و 1PT02X برای دوره‌ی ۲۰۴۰ - ۲۰۱۱ به انجام رسید. پیش‌بینی‌ها از میزان انتشار CO_2 در هر سناریو به این شرح است: در سناریو اول، پیش‌بینی 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

اضافه می‌شود:

$$\text{Max} : \sum_i \alpha_i^d Q_i^d - \frac{1}{2} \sum_i \beta_i^d Q_i^{d^2} - \sum_i \alpha_i^s Q_i^s - \frac{1}{2} \sum_i \beta_i^s Q_i^{s^2} \quad (۴)$$

$$- \sum_i C_i X_i + \sum_i Q_i^x P_i^x - \sum_i Q_i^m P_i^m$$

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 X_i سطح زیر کشت آموین محصول کشاورزی است. برای به دست آوردن مازاد تولید-کنندگان و مصرف‌کنندگان در هر سناریو، با استفاده از ضرایب محاسبه شده در قسمت قبل، ابتدا سطح زیر منحنی عرضه یا به عبارتی مساحت ODBC و سپس مساحت مستطیل OABC در شکل ۱ محاسبه می‌شود. مازاد تولیدکنندگان، تفاوت این دو سطح - مساحت ABD- است و در صورتی که از رفاه کل در سناریو مورد بررسی کسر شود، مازاد مصرف‌کنندگان در آن سناریو به دست می‌آید. آمار و اطلاعات مورد نیاز در این مطالعه از سازمان‌های هواشناسی، جهاد کشاورزی و سال‌نامه‌های آماری استان فارس (۱۳۸۷ - ۱۳۶۷) تهیه گردید. برای محاسبه‌ی ضرایب توابع عرضه و تقاضا از کشش‌های قیمتی موجود در مطالعات مربوط به استان فارس - برای مثال زیبایی و شفیعی (۷۴) و در مواردی که در سطح استان چنین مطالعاتی وجود نداشت، از کشش‌های موجود در مطالعات انجام شده در سطح کشور استفاده شد (۱، ۲، و ۵).

منحنی‌های عرضه و تقاضای معکوس برای نشان دادن شرط تعادل در بازار استفاده شد. فرض می‌شود که I کالای کشاورزی وجود دارد ($I=1, \dots, n$) و فرم تابع تقاضا خطی بوده و توسط تابع تقاضای معکوس زیر نشان داده شود:

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

Q_i^d : مقدار مصرف کل (تن)؛ P_i^d : متوسط قیمت‌های خرده فروشی بر حسب ریال و α_i^d, β_i^d : ضرایب تابع تقاضا ($\beta_i^d < 0$) می باشند.

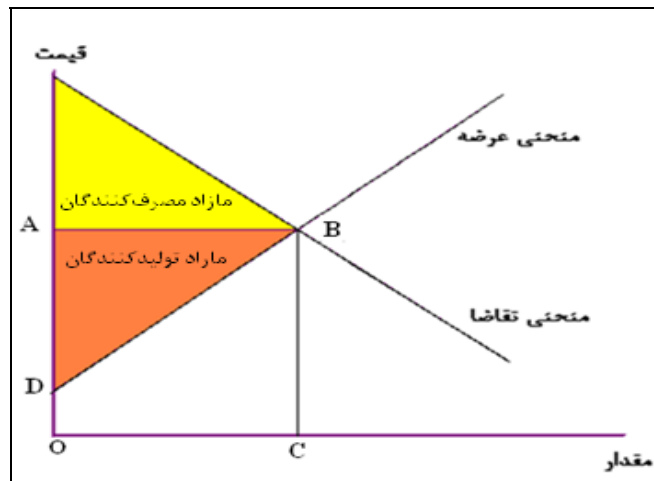
به همین ترتیب تابع عرضه نیز به صورت زیر تعریف می‌شود:

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

Q_i^s : مقدار تولید کل (تن)؛ P_i^s : متوسط قیمت‌های سر خرمن (ریال)؛ α_i^s, β_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. همان‌طور که در شکل ۱ نشان داده شده است، مازاد مصرف‌کنندگان، مساحت بین خط قیمت و منحنی تقاضا و مازاد تولیدکنندگان، مساحت بین خط قیمت و منحنی عرضه 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



شکل ۱- مازاد تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان در وضعیت تعادل

نتایج و بحث

سناریو سازی بر اساس سال پایه

مطابق با سناریوهای اقلیمی معرفی شده در مطالعه‌ی (۳)، شانزده ترکیب از سناریوی تغییر اقلیم گوناگون که ۰، ۰/۲۷، ۰، ۰/۵۴، ۲/۳۵ درجه سانتی‌گراد برای درجه‌حرارت 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 1PTO2X منطبق هستند. برای رسیدن به یک فاصله اطمینان، سناریوهای دیگری در این بازه تعریف شده‌اند. همگی سناریوها نسبت به سال پایه (سناریو ۳) ارزیابی می‌شوند که در این سناریو هیچ‌گونه تغییری در درجه‌حرارت و بارندگی صورت نمی‌پذیرد.

جدول ۱- سناریوهای تغییر اقلیم بر اساس افزایش درجه‌حرارت

سناریوها	تغییر درجه‌حرارت (%)	تغییر بارندگی (%)
سناریو ۱	۰	-۱۳
سناریو ۲	۰	-۶/۵
سناریو ۳	۰	۰
سناریو ۴	۰	+۲۰
سناریو ۵	+۱/۵	-۱۳
سناریو ۶	+۱/۵	-۶/۵
سناریو ۷	+۱/۵	۰
سناریو ۸	+۱/۵	+۲۰
سناریو ۹	+۳	-۱۳
سناریو ۱۰	+۳	-۶/۵
سناریو ۱۱	+۳	۰
سناریو ۱۲	+۳	+۲۰
سناریو ۱۳	+۱۳	-۱۳
سناریو ۱۴	+۱۳	-۶/۵
سناریو ۱۵	+۱۳	۰
سناریو ۱۶	+۱۳	+۲۰

کشش‌های عرضه در پاسخ به تغییر درجه‌حرارت و بارندگی نتایج آزمون ایستایی با استفاده از روش ۹مرحله‌ای در آزمون دیکر دیکر نشان داد که به جز درجه‌حرارت، سایر متغیرها با لگاریتم گیری، در سطح ایستا هستند. علی‌رغم ایستا نبودن متغیر درجه‌حرارت، در مدل‌های رگرسیونی از این متغیر در سطح استفاده شده است. همان‌گونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، آماره دوربین واتسون نشان می‌دهد 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

درجه‌حرارت منفی است (۰/۲۶۴-). یعنی عکس‌العمل منفی نسبت به گرم شدن از خود نشان می‌دهد. از نظر بارندگی نیز تنها محصولی که نسبت به تغییرات بارندگی عکس‌العمل معکوس دارد، ذرت دانه‌ای است. این نتایج با مطالعه‌ی چنگ (۱۱) 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
سالپایه

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

شبیه‌سازی تغییرات عملکرد و تولید در سناریوهای گوناگون

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 به جز لوبیا اثری مطلوب دارد. درحالی‌که واکنش بیشتر محصولات به جز ذرت نسبت به تغییرات بارندگی معکوس است و در تأیید 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 توأم با کاهش بارندگی بر عملکرد، هستند.

در جدول ۴، تولید کل در هر سناریو قابل مشاهده است، روند کلی بیان‌گر افزایش تولید محصولات منتخب با افزایش درجه‌حرارت است. البته در مورد محصول ذرت، این روند در جهت عکس اتفاق می‌افتد. در نمودار ۱ تغییرات تولید ذرت در سناریوهای شانزده‌گانه اقلیمی برای نمونه، 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 ۳- تغییرات عملکرد در سناریوهای اقلیمی بر حسب درصد

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

ادامه‌ی جدول ۳

محصول	سناریو ۹	سناریو ۱۰	سناریو ۱۱	سناریو ۱۲	سناریو ۱۳	سناریو ۱۴	سناریو ۱۵	سناریو ۱۶
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

جدول ۴- تولید کل در سناریوهای اقلیمی (هزار تن)

محصول	سناریو ۱	سناریو ۲	سناریو ۳	سناریو ۴	سناریو ۵	سناریو ۶	سناریو ۷	سناریو ۸
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	۱۱۴/۴	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

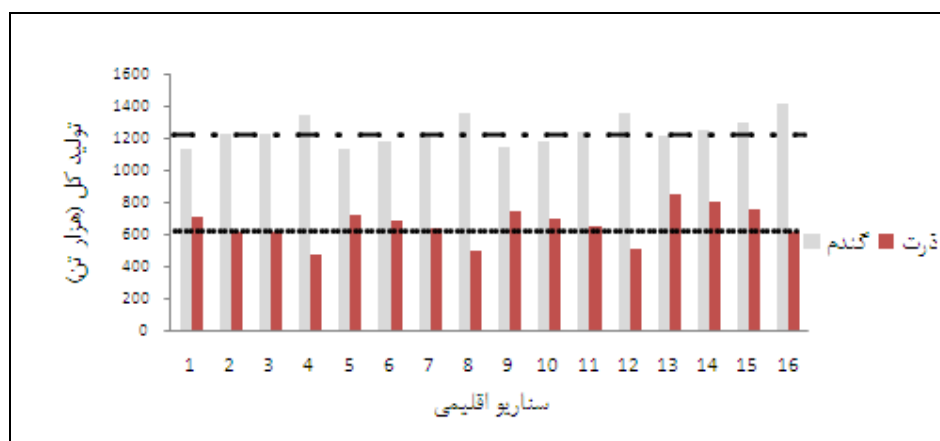
تغییرات تولید در سناریو کاهش سطح زیر کشت (سناریو ۱۷)

در صورت پیش‌بینی دقیق درصد زمین‌هایی که در اثر تغییر اقلیم از چرخه‌ی 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، 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 تأثیر بر استفاده از زمین تأمل برانگیزتر است.

ادامه‌ی جدول ۴

سناریو ۹	سناریو ۱۰	سناریو ۱۱	سناریو ۱۲	سناریو ۱۳	سناریو ۱۴	سناریو ۱۵	سناریو ۱۶
۱۱۴۵/۷	۱۱۸۲/۲	۱۲۳۱	۱۳۶۵	۱۲۰۶/۶	۱۲۴۳/۵	۱۲۹۱/۹	۱۴۱۴/۸
۱۱۴/۹	۱۱۴/۹	۱۱۴/۹	۱۱۴/۹	۱۱۹/۴	۱۱۹/۴	۱۲۰/۶	۱۲۰/۶
۷۳۸/۲	۶۹۵/۱	۶۴۵/۹	۵۰۴/۴	۸۴۸/۹	۸۰۵/۹	۷۵۶/۷	۶۱۵/۲
۸۲	۸۲/۸	۸۳/۷	۸۶/۱	۸۷/۸	۸۸/۶	۹۰/۲	۹۲/۷
۲۵۲/۵	۲۶۳/۵	۲۷۷/۱۹	۳۱۵/۶۱	۲۶۳/۵	۲۷۶/۶	۲۸۸/۲	۳۲۶/۶
۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸
۲۱/۵	۲۱/۷	۲۲/۲	۲۳/۳	۲۰/۸	۲۱/۳	۲۱/۷	۲۲/۸
۲۸/۵	۲۸/۵	۲۸/۶	۲۸/۶	۲۹/۲	۲۹/۴	۲۹/۲	۲۹/۴
گندم							
برنج							
ذرت							
سیب‌زمینی							
پیاز							
نخود							
لوبیا							
پنبه							



شکل ۱- نمودار تغییرات تولید گندم و ذرت در سناریوهای اقلیمی

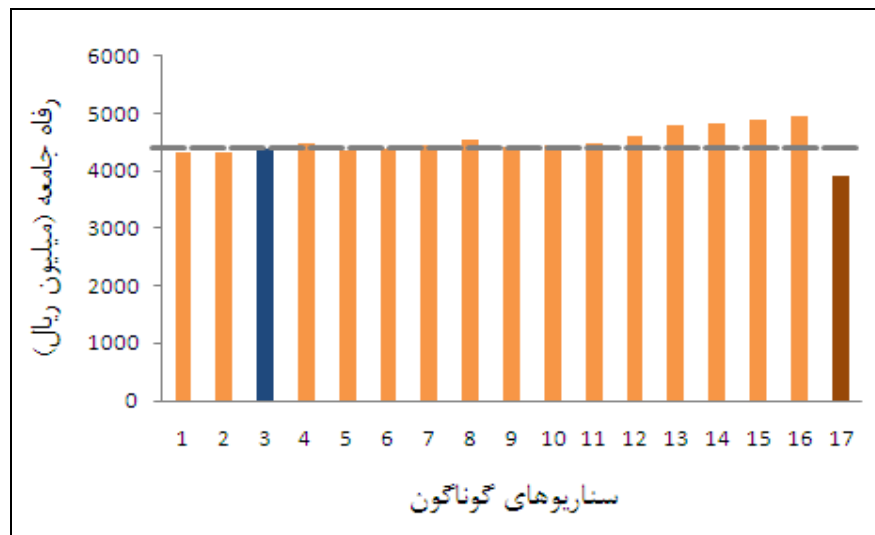
سناریوهای اقلیمی، بیان‌گر کاهش درخورد (۴/۱ درصد) رفاه جامعه در این سناریو نسبت به سناریوهای اقلیمی است. در شکل ۲، رفاه جامعه در سناریوهای مختلف مقایسه شده است. روند کلی بیان‌گر افزایش رفاه در اثر تغییر اقلیم است. همچنین مشاهده می‌شود که رفاه در پاره‌ای از سناریوها بالاتر از سناریو پایه است. در نتیجه می‌توان گفت آن‌طور که انتظار می‌رود اثر تغییر اقلیم بر رفاه جامعه همیشه منفی نیست. مطابق با نتایج حاصل از جدول ۷ و شکل ۲، حرکت از سناریوهای ۱ به ۴ که افزایش بارندگی همراه با عدم تغییر در درجه‌حرارت است و اثر خالص افزایش بارش را نشان می‌دهد، رفاه جامعه ۳/۵ درصد افزایش می‌یابد حال آن‌که در سناریوهای ۳-۷-۱۱-۱۵، که روند افزایش دما همراه با عدم تغییر در بارندگی نسبت به سال پایه است، ۱۱/۲ افزایش رفاه بر حسب درصد مشاهده می‌شود. در نتیجه می‌توان گفت که درجه‌حرارت مؤلفه‌ی اقلیمی مؤثرتری بر رفاه جامعه نسبت به بارندگی 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 درجه‌حرارت همراه با کاهش بارندگی در سناریوهای ۱ و ۲، به ترتیب ۱/۵ و ۱۳ 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 (جدول ۷). این نتایج با یافته‌های مطالعه‌ی چنگ (۱۱) درباره‌ی اثرات رفاهی تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی تایوان، در یک راستا است، زیرا در این مطالعه نیز با حرکت از سردترین به گرم‌ترین سناریو، رفاه جامعه نسبت به سال پایه افزایش می‌یابد. در مطالعه‌ی آتوانیچ و مک‌کارل (۹)، نیز نتایج مشابهی به‌دست آمد. مقایسه‌ی نتایج رفاهی دو سناریو ۹ و ۱۶ در جدول ۷، نشان می‌دهد که در هر دو، رفاه جامعه نسبت به سال پایه افزایش می‌یابد، اما در سناریو ۹، افزایش رفاه ناچیز بوده و در سناریو ۱۶، بیشترین افزایش را نسبت به سال پایه نشان می‌دهد. مقایسه‌ی تغییرات رفاه حاصل از سناریو ۱۷ با

جدول ۷- درصد تغییرات رفاه نسبت به سال پایه ۱۳۸۷ در سناریوهای مختلف

سناریوها	رفاه کل	مازاد تولیدکنندگان	مازاد مصرف کنندگان
سناریو ۱	-۱/۵	-۵/۲	-۱/۴
سناریو ۲	-۱/۳	-۲/۲	-۱/۲
سناریو ۳	۰	۰	۰
سناریو ۴	۱/۹	۹/۹	۱/۵
سناریو ۵	-۰/۸	-۴/۱	-۰/۶
سناریو ۶	-۰/۳	-۱/۱	۰/۴
سناریو ۷	۱/۱	۱/۲	۱
سناریو ۸	۳/۴	۱۲/۶	۳
سناریو ۹	-۰/۷	-۱/۶	۰/۸
سناریو ۱۰	۱/۲	۰/۱۶	۱/۲
سناریو ۱۱	۲/۲	۳/۵	۲/۱
سناریو ۱۲	۴/۷	۱۳/۲	۴/۳
سناریو ۱۳	۹/۶	۱۴/۷	۹/۳
سناریو ۱۴	۱۰/۲	۱۶/۳	۹/۹
سناریو ۱۵	۱۱/۲	۱۹/۴	۱۰/۸
سناریو ۱۶	۱۳/۱	۲۸/۴	۱۲/۴
سناریو ۱۷	-۴/۱	-۱۹	-۱۰/۳



شکل ۲- نمودار مقایسه‌ی رفاه جامعه در سناریوهای اقلیمی و کاهش سطح زیرکشت

تغییرات مازاد تولیدکنندگان در سناریوهای مختلف
 در سناریوهای ۱ و ۲ که کاهش بارندگی با عدم تغییر درجه حرارت همراه است، مازاد تولیدکنندگان نسبت به سال پایه کاهش می‌یابد که با نتایج مطالعه‌ی چنگ (۱۱) سازگار است. بیشترین افزایش در مازاد تولیدکنندگان مربوط به سناریو ۱۶ (IPTOX)، یعنی گرم و مرطوب‌ترین سناریو، به اندازه‌ی ۲۸ درصد نسبت به سال پایه است. درحالی‌که در مطالعه‌ی چنگ، بیشترین

در مطالعه‌ی چنگ (۱۱) نیز این نتیجه حاصل شد که افزایش درجه حرارت، به‌طور بالقوه سود بیشتری از افزایش بارندگی به همراه دارد. همچنین، مقایسه‌ی سناریوهای موجود با سناریو مرجع در نمودار ۲ نشان می‌دهد که اثرات زیان‌بار تغییر اقلیم در سناریوهای اقلیمی از نظر شدت، قابل مقایسه با سناریو کاهش سطح زیر کشت نیست.

توأم با کاهش بارندگی است. افزایش دما در سطوح بالاتر دمایی افزایش رفاه محسوس‌تری نسبت به دماهای پایین‌تر ایجاد می‌کند. گرم 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 نه تنها تغییر اقلیم عملکرد محصول را تحت تاثیر قرار می‌دهد بلکه اثرات زیان‌بار آن با خارج کردن پاره‌ای اراضی از چرخه‌ی تولید، دو چندان می‌شود. نتایج حاصل از تفکیک رفاه کل به رفاه 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 به دست آمد، به منظور مقابله‌ی 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. بنابراین می‌توان با دسته بندی محصولات بر اساس نحوه‌ی تحت تاثیر قرار گرفتن از تغییر اقلیم، استراتژی‌های مناسبی برای مقابله با اثر تغییر اقلیم بر عملکرد محصولات هر گروه اتخاذ نمود.

۲- در شرایطی که تولید محصولاتی مثل ذرت در استان فارس، در اثر افزایش توأم دما و بارندگی کاهش می‌یابد، می‌توان با تصمیم‌سازی در سطح کلان، کاشت چنین محصولاتی را به شرایط اقلیمی مناسب با این محصولات در کشور اختصاص داد و از طریق افزایش تجارت منطقه‌ای بر کاهش عملکرد ناشی از تغییر اقلیم در یک منطقه غلبه کرد.

۳- به دلیل متفاوت بودن تأثیر تغییر اقلیم از محصولی به محصول دیگر، پیشنهاد می‌شود برای بررسی جزئی‌تر اثرات تغییر اقلیم، مطالعات آتی دامنه‌ی تحقیق را به محصولات بیشتری گسترش دهند و اثر تغییر اقلیم به تفکیک محصولات زراعی و باغی بررسی شود.

۴- تغییر اقلیم از یک منطقه به منطقه‌ی دیگر اثر متفاوتی دارد. بنابراین 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، برای اتخاذ استراتژی‌های کلان برای مقابله با این پدیده، ضروری به نظر می‌رسد.

۵- بر اساس نتایج به دست آمده، بیشترین ضرر تغییر اقلیم برای بخش کشاورزی استان فارس با توجه به اقلیم خشک آن، کاهش بارندگی است. بنابراین 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 برای استفاده از روش‌های نوین آبیاری در اختیار کشاورزان قرار دهند.

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 درصد) را تجربه می‌کند اما فقط از طریق افزایش رفاه مصرف‌کنندگان (۰/۸ درصد) ایجاد می‌شود. چرا که تولیدکنندگان در این سناریو کاهش رفاه ۱/۶ درصدی را تجربه می‌کنند. به‌طورکلی تولیدکنندگان از افزایش دما توأم با کاهش بارندگی متضرر می‌شوند. تقریباً درجه سانتی‌گراد افزایش دما (حرکت از سناریو ۳ به ۷، ۱۱ و ۱۵)، منجر به (۱۹ درصد) افزایش در مازاد تولیدکنندگان می‌شود. درحالی‌که افزایش بارندگی از ۱۳- درصد تا ۲۰+ درصد، رفاه تولیدکنندگان را ۹/۹ درصد افزایش می‌دهد که بیان‌گر مؤثرتر 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 درجه‌حرارت 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. افزایش بارندگی از ۱۳- به ۲۰+ درصد نیز برای مصرف‌کنندگان افزایش رفاهی معادل با ۱/۵ درصد نسبت به سناریو پایه ایجاد می‌کند که در مقایسه‌ی مجدد با تولیدکنندگان (۹ درصد) به‌میزان درخور توجهی کمتر است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

بر اساس نتایج شبیه‌سازی عملکرد محصولات منتخب، افزایش دما و بارندگی، اثر متفاوتی بر عملکرد محصولات دارد. در یک جمع بندی کلی می‌توان گفت که گرم شدن بر عملکرد محصولات مختلف اثر غیر یکنواختی دارد. در سناریو IPTOX تمام 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 به دست می‌دهد و اثرات مضر تغییر اقلیم را مشروط بر نوع محصول می‌کند. در مورد آثار رفاهی تغییر اقلیم، نتایج تحقیق حاضر بیان‌گر افزایش رفاه جامعه در اثر گرم شدن توأم با افزایش بارندگی است. درحالی‌که جامعه از کاهش بارندگی و عدم تغییر درجه‌حرارت 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

منابع

- ۱- احمدیان م.، اسلامی م. و باغستانی ع. ۱۳۸۹. ارزیابی آثار رفاهی ناشی از پیشرفت تکنولوژی تولید ذرت در ایران. پژوهش‌های ترویج و آموزش کشاورزی ۱: ۴۴-۳۱.
- ۲- خرمی مقدم 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.
- ۳- روان و. ۱۳۸۹. نشانه‌های تغییر اقلیم بر نوسان‌های دما و بارش در پهنه‌ی مرکزی استان فارس برای دوره‌ی زمانی ۲۰۴۰ - ۲۰۱۱ با بکارگیری برون آمده‌های مدل ECHAM5. شیراز: پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی آب دانشگاه شیراز.
- ۴- زیبایی م. ۱۳۷۲. بررسی نقش سیاست‌های قیمت‌گذاری در تغییرات الگوی کشت و درآمد زارعین. شیراز: پایان نامه کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی دانشگاه شیراز.
- ۵- سراج م. و احمدیان م. ۱۳۸۳. تخمین سیستم معادلات تقاضای تقریباً ایده‌آل در خانوارهای شهری با تاکید بر گروه کالاهای خوراکی. فصلنامه مفید ۳۸: ۲۲۵-۱۹۳۶- سلطانیه م. و صادق احدی م. ۱۳۸۳. گرمایش جهانی، کنوانسیون تغییر آب و هوا و تعهدات بین المللی. دفتر طرح ملی تغییر آب و هوا: www.climate-change.ir، [دسترسی در ۱۳۹۰].
- ۷- شفیعی ح. ۱۳۸۲. کشتش قیمتی محصولات مورد مطالعه در استان فارس. شیراز: پایان نامه کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی دانشگاه شیراز.
- ۸- واتقی ا. و اسماعیلی ع. ۱۳۸۷. بررسی اثر اقتصادی تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی ایران: روش ریکاردین (مطالعه‌ی موردی: گندم). علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۴۵: ۶۹۵-۶۸۵.
- 9- Attavanich W., and McCarl B.A. 2011. The effect of climate change, CO₂ fertilization, and crop production technology on crop yields and its economic implications on market outcomes and welfare distribution. Annual Meeting, 24-26 July. 2011. Agricultural and Applied Economics Association, Pittsburgh, Pennsylvania.
- 10- Benhin J.K.A. 2008. South African crop farming and climate change: an economic assessment of impacts. *Global Environmental Change*, 18: 666-687.
- 11- Chang C.C. 2002. The potential impact of climate change on Taiwan's agriculture. *Agricultural Economics*, 27: 51-64.
- 12- Dixon B.L., Hollinger S.E., Garcia F., and Tirupattur V. 1994. Estimating corn yield response models to predict impacts of climate change. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 19: 58-68.
- 13- Hertel T.D. 2011. Price endogenous modeling, Available at <http://agecon2.tamu.edu/people/faculty/mccarl-bruce/mccspr/new13.pdf>. [visited on June 2010]
- 14- Holden N.M., Brereton A.J., Fealy R., and Sweeney J. 2003. Possible change in Irish climate and its impact on barley and potato yields. *Agriculture and Forest Meteorology*, 116: 181-196.
- 15- Kabubo M.J., and Karanja F.K. 2007. The economic impact of climate change on Kenyan crop agriculture: a Ricardian approach. *Global and Planetary Change*, 57: 319-330.
- 16- Krishnan P., Swain D.K., Bhaskar B.C., Nayak S.K. and Dash R.N. 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.
- 17- Li X., Takahashi T., Suzuki N., and Kaiser H.M. 2011. The impact of climate change on maize yields in the United States and China. *Agricultural System*, 104: 348-353.
- 18- Mestre S.F., and Feijo B.M.L. 2009. Climate change and its marginalizing effect on agriculture. *Ecological Economics*, 68: 896-904.
- 19- Nirja P., Keshav J., Lall M., and Luni P. 2011. Effect of climate variables on yield of food-crops in Nepal, a time-series analysis. *Journal of contemporary India Studies*, 1: 19-26.
- 20- Niu X., Esterling W., Hays C.J., Jacobs A., and Mearns L. 2009. Reliability and input-data induced uncertainty of the EPIC model to estimate climate change impact on sorghum yields in the U.S. Great Plains. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 129: 268-276.
- 21- Reilly J., Paltsev S., Felzer B., Wang X., Kicklighter D., Mellilo J., Prinn R., Sarofim M., Sokolov A., and Wang C. 2007. Global economic effects of changes in crops, pasture, and forests due to changing climate, carbon dioxide, and ozone. *Energy Policy*. 35: 5370-5383.
- 22- Sajidin H.S., and Mudasser M. 2007. Prospects for wheat production under changing climate in

- mountain of areas of Pakistan - an econometric analysis. *Agricultural system*, 94: 495-501.
- 23- Salami H., Shahnooshi N. and Thomson K.J. 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.
- 24- Zhang T., Zhu J., and Wassmann R. 2010. Responses of rice yields to recent 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.