نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی
جلد ۲۷، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۲، ص. ۱۷۹-۱۶۹

Journal of Agricultural Economics and Development
Vol. 27, No. 3, Fall 2013, p. 169-179

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 درجه‌حرارت، 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 درجه‌حرارت و ۱۳-، ۶/۵-، 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 ۱/۵درصد کاهش پیدا می‌کند، اما رفاه در گرم‌ترین و مرطوب‌ترین سناریو تا ۱۳درصد 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 درون زا

مقدمه

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 اقلیم تعیین‌کننده‌ی اساسی مکان و بهره‌وری فعالیت‌های کشاورزی است (۱۱) و باید توجه داشت که سیستم تولید کشاورزی در کشورهای درحال‌توسعه 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، مخصوصا در داخل کشور قرار گرفته است و در بین مطالعات خارجی تنها مطالعات اندکی به این

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 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 (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 اهدف 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 برون‌زای 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 کشش‌های برآورد شده در این قسمت برای پیش‌بینی تغییرات عملکرد تحت سناریوهای اقلیمی استفاده می‌شوند. نهایتا به منظور ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر رفاه جامعه و استفاده از زمین، یک مدل تعادل جزئی قیمت درون‌زا[1] 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

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 (معادله۱)، با استفاده از متغیرهای اقلیمی و غیر اقلیمی اثرات فیزیکی تغییر اقلیم بر عملکرد محصول بررسی شد. درجه‌حرارت 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 مؤثر بر عملکرد نیز به جزء اخلال واگذار شد و به‌منظور 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:

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

LnY_t: لگارتم متوسط عملکرد محصول در سال tام؛ $ltemp_t$ و $lrain_t$: به ترتیب لگاریتم میانگین درجه‌حرارت و بارندگی در سال tام؛ $time$: روند زمانی و به‌عنوان شاخصی از پیشرفت تکنولوژی طی زمان در نظر گرفته شده و ε 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. 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 1PTO2X 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 دمای پهنه‌ی مرکزی استان فارس در دوره‌ی ۲۰۴۰ – ۲۰۱۱ در مقایسه با دوره‌ی گذشته، به اندازه‌ی ۰/۵۵درجه‌ی 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 کششی 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 کشش 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 کشش‌های 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 به طور کلی از طریق روابط $\beta = \varepsilon \Big/ \left(\frac{P}{Q}\right)$ و $\alpha = P - \beta Q$ محاسبه شدند که در آن، P و Q به ترتیب قیمت و مقدار و ε کشش 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 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:

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

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

به همین ترتیب تابع عرضه نیز به صورت زیرتعریف می‌شود:

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

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

سپس برای شبیه‌سازی تعادل بازار رقابت کامل، یک تابع هدف که مجموع مازاد مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان را حداکثر می‌کند، استفاده شد. همان‌طور که در شکل۱ نشان داده شده است، 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:

$$\begin{aligned} Max \ : & \sum_i \alpha_i^d Q_i^d - \frac{1}{2}\sum_i \beta_i^d Q_i^{d\,2} \\ & - \sum_i \alpha_i^s Q_i^s - \frac{1}{2}\sum_i \beta_i^s Q_i^{s\,2} \\ & - \sum_i C_i X_i + \sum_i Q_i^x P_i^x - \sum_i Q_i^m P_i^m \end{aligned} \qquad (۴)$$

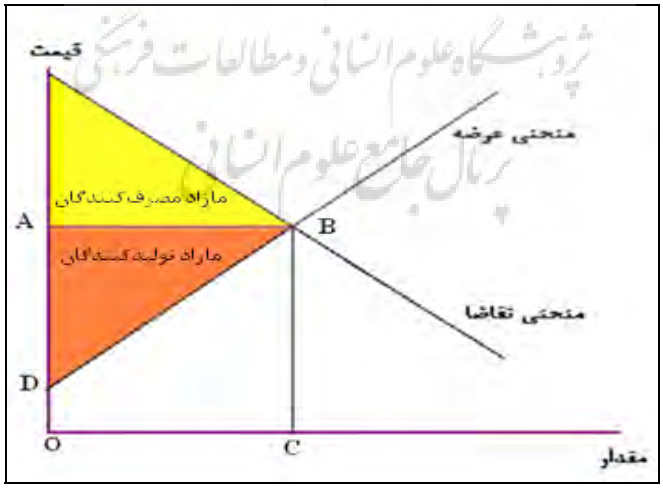
محدودیت‌های مدل به صورت زیر اند:

$$Q_i^d - Q_i^s + Q_i^x - Q_i^m \le 0 \qquad (۵)$$

$$Q_i^d, Q_i^s, Q_i^x, Q_i^m \ge 0 \qquad (۶)$$

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 iامین محصول کشاورزی است. برای به‌دست آوردن مازاد تولیدکنندگان 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 شکل۱ محاسبه می‌شود. مازاد تولیدکنندگان، تفاوت این دو سطح – مساحت ABD– است و درصورتی‌که از رفاه کل در سناریو مورد بررسی کسر شود، مازاد مصرف‌کنندگان در آن سناریو به‌دست 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 (۴و۷) 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).



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، ۰/۵۴، ۲/۳۵ درجه سانتی‌گراد برای درجه‌حرارت و ۱۳-، ۶/۵-، ۰، ۲۰+درصد برای بارندگی را شامل می‌شدند، تعریف شد که در جدول۱ بر اساس پیش‌بینی افزایش دما مرتب شده‌اند. در این بین، سناریوهای ۹ و ۱۶ به‌ترتیب 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 (سناریو۳) 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 (٪)
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 درجه‌حرارت و بارندگی نتایج آزمون ایستایی با استفاده از روش ۹مرحله‌ای در آزمون دیکی فولر نشان داد که به‌جز درجه‌حرارت، سایر متغیرها با لگاریتم گیری، در سطح ایستا هستند. علی رغم ایستا نبودن متغیر درجه‌حرارت، در مدل‌های رگرسیونی از این متغیر در سطح استفاده شده است. همان‌گونه که در جدول۲ 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 عکس العمل 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.

جدول۲- کشش‌های عرضه در پاسخ به تغییر درجه‌حرارت و بارندگی سالیانه

محصول	کشش		
	درجه‌حرارت	بارندگی	آماره دوربین واتسن
گندم	۰/۴۲۳	۰/۵۲۱	۱/۷
برنج	۰/۴۱۸	۰	۱/۷۹
ذرت	۱/۸۱۸	۱/۱۷۷-	۱/۴۵
سیب زمینی	۰/۷۵۲	۰/۱۸۳	۱/۴۷
پیاز	۰/۴۰۷	۰/۶۹۰	۱/۶۶
نخود	۰/۱۴۵	۰	۱/۳۱
لوبیا	۰/۲۶۴-	۰/۲۶۵	۱/۸
پنبه	۰/۲۹۹	۰	۱/۲۳

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 به‌جز لوبیا اثری مطلوب دارد. درحالی‌که واکنش بیشتر محصولات به‌جز 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 جدول۴، 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 نمودار۱ 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	سناریو۱	سناریو۲	سناریو۳	سناریو٤	سناریو٥	سناریو٦	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	سناریو۱٤	سناریو۱۵	سناریو۱٦
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

جدول٤- تولید کل در سناریوهای اقلیمی (هزار تن)

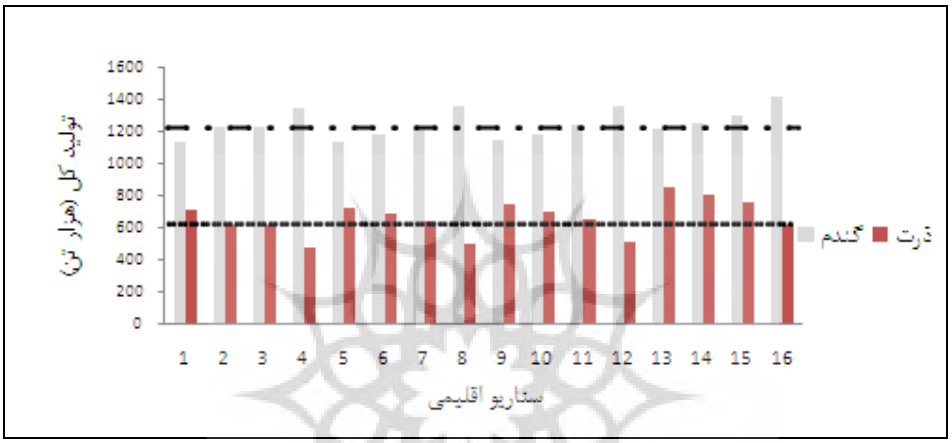
محصول	سناریو۱	سناریو۲	سناریو۳	سناریو٤	سناریو٥	سناریو٦	سناریو۷	سناریو۸
گندم	۱۱۱۳/۵	۱۱۷۰	۱۲۱۸/۸	۱۳۴۰/۷	۱۱۳۱/۸	۱۱۸/۲	۱۲۲۶/۱	۱۳۵۲/۸
برنج	۱۱۳/۷	۱۱۳/۷	۱۱۳/۷	۱۱۳/۷	۱۱۴/۴	۱۱۴/۴	۱۱۴/۵	۱۱۴/۵
ذرت	۷۰۷/۴	۶۵۸/۲	۶۱۵/۲	۴۷۳/۷	۷۲۳/۴	۶۷۶/۷	۶۲۷/۵	۴۹۲/۱
سیب زمینی	۸۰/۴	۸۱/۲	۸۲	۸۵/۳	۸۰/۴	۸۱/۶	۸۲/۹	۸۶/۱
پیاز	۲۴۹/۷	۲۶۰/۷	۲۷۴/۴	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

تغییرات تولید در سناریو کاهش سطح زیر کشت (سناریو۱۷)

در صورت پیش‌بینی دقیق درصد زمین‌هایی که 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 تأثیر بر استفاده از زمین تأمل برانگیزتر است.

ادامه‌ی جدول ٤

	سناریو۹	سناریو۱۰	سناریو۱۱	سناریو۱۲	سناریو۱۳	سناریو۱٤	سناریو۱۵	سناریو۱٦
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



شکل ۱- نمودارتغییرات تولید گندم و ذرت در سناریوهای اقلیمی

بررسی اثرات رفاهی تغییر اقلیم بر جامعه

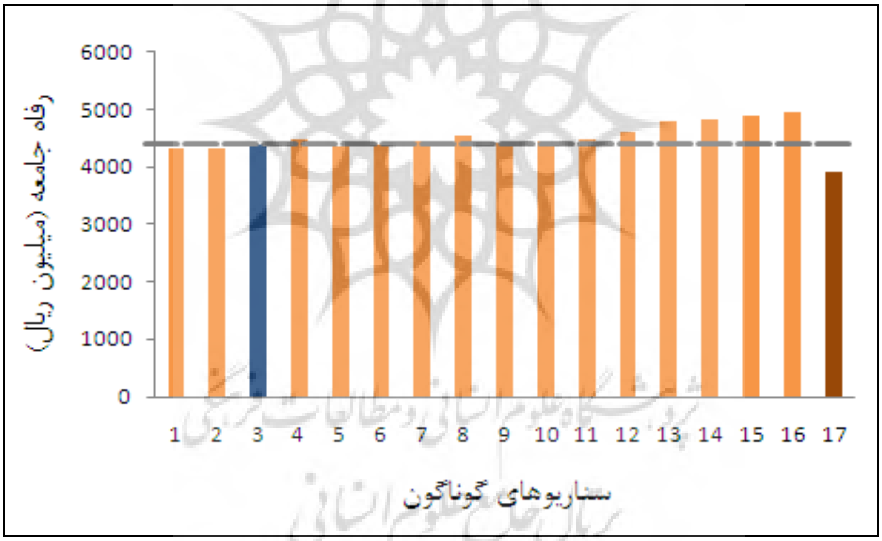
مطابق با یافته‌های تحقیق، که بر اساس مقایسه‌ی تغییرات رفاه در سناریوهای اقلیمی با سناریو پایه به‌دست آمده است؛ عدم تغییر درجه‌حرارت همراه با کاهش بارندگی در سناریوهای ۱ و ۲، به ترتیب ۱/۵ و ۱/۳درصد رفاه جامعه را نسبت به سناریو پایه کاهش می‌دهد. درصد تغییر رفاه نسبت به سناریو پایه از سناریو سردتر به گرم‌تر، روندی صعودی دارد و به‌طور کلی، افزایش رفاهی ۱۳درصدی ایجاد می‌کند (جدول۷). 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 آتاوانیچ و مک‌کارل (۹)، نیز نتایج مشابهی به‌دست آمد. مقایسه‌ی نتایج رفاهی دو سناریو ۹ و ۱۶ در جدول۷، نشان می‌دهد که در هر دو، رفاه جامعه نسبت به سال پایه افزایش می‌یابد، اما در سناریو۹، افزایش رفاه ناچیز بوده و در سناریو۱۶، بیشترین افزایش را نسبت به سال پایه نشان می‌دهد. مقایسه‌ی تغییرات رفاه حاصل از سناریو۱۷ با سناریوهای اقلیمی، بیان‌گر کاهش درخور توجه (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 جدول۷ 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 ۳/۵درصد 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.

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

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



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

در مطالعه‌ی چنگ (۱۱) نیز این نتیجه حاصل شد که افزایش درجه‌حرارت، به‌طور بالقوه سود بیشتری از افزایش بارندگی به همراه دارد. همچنین، مقایسه‌ی سناریوهای موجود با سناریو مرجع در نمودار۲ نشان می‌دهد که اثرات زیان‌بار تغییر اقلیم در سناریوهای اقلیمی از نظر شدت، قابل مقایسه با سناریو کاهش سطح زیر کشت نیست.

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 که با نتایج مطالعه‌ی چنگ (۱۱) سازگار است. بیشترین افزایش در مازاد تولیدکنندگان مربوط به سناریو ۱۶ (1PTOX)، یعنی گرم و مرطوب‌ترین سناریو، به اندازه‌ی ۲۸درصد نسبت به سال پایه است. درحالی‌که در مطالعه‌ی چنگ، بیشترین

افزایش در مازاد تولیدکنندگان مربوط به سناریو افزایش درجه‌حرارت و کاهش بارندگی است. این تفاوت مربوط بـه تفـاوت اقلیمـی ایـران و تایوان است. در سناریو۹ (20C3M)، اگـر چـه رفـاه جامعـه افـزایش ناچیزی (۰/۷درصد) را تجربه می‌کند اما فقط از طریـق افـزایش رفـاه مصرف‌کنندگان (۰/۸درصد) ایجاد می‌شود. چرا کـه تولیدکننـدگان در این سناریو کاهش رفاه ۱/۶درصدی را تجربه مـی‌کننـد. بـه‌طـورکلی تولیدکنندگان از افزایش دما توأم با کاهش بارندگی متضرر می‌شـوند. تقریبا ۲درجه سانتی‌گراد افزایش دما (حرکت از سناریو ۳ بـه ۷، ۱۱ و ۱۵)، منجر به (۱۹ درصد) افزایش در مـازاد تولیدکننـدگان مـی‌شـود. درحـالی‌کـه افـزایش بارنـدگی از ۱۳-درصـد تـا ۲۰+درصـد، رفـاه تولیدکنندگان را ۹/۹درصد افزایش می‌دهد که بیان‌گـر مـؤثرتر بـودن فاکتور درجه‌حرارت نسبت به بارندگی در افزایش رفـاه تولیدکننـدگان است.

تغییرات مازاد مصرف‌کنندگان در سناریوهای مختلف

مصرف‌کنندگان نیز مانند تولیدکنندگان از کاهش بارنـدگی بـدون تغییر درجه‌حرارت متضرر می‌شوند، حتی اگر این کـاهش بارنـدگی بـا ۱/۵درصد افزایش دما همراه باشد (سناریو ۵). افزایش درجه‌حـرارت از صـفر تـا ۲/۳۵ درجـه‌ی سـانتی‌گـراد (حرکـت از سـناریو ۳ بـه ۱۵)، ۱۰/۸درصد افزایش در رفاه مصـرف‌کننـدگان ایجـاد مـی‌کنـد کـه از افزایش رفاه ۱۹درصدی تولیدکننـدگان در ایـن بـازه‌ی دمـایی کمتـر اسـت. افـزایش بارنـدگی از ۱۳- بـه ۲۰+درصـد نیـز بـرای مصـرف کنندگان افزایش رفاهی معادل با ۱/۵درصـد نسـبت بـه سـناریو پایـه ایجاد می‌کنـد کـه در مقایسـه‌ی مجـدد بـا تولیدکننـدگان (۹درصـد) به‌میزان درخور توجهی کمتر است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

بر اساس نتایج شبیه‌سازی عملکرد محصولات منتخـب، افـزایش دما و بارندگی، اثر متفاوتی بر عملکرد محصولات دارد. در یـک جمـع بندی کلی می‌توان گفت که گرم شدن بر عملکرد محصولات مختلف اثر غیر یکنواختی دارد. در سناریو 1PTOX تمام محصـولات بـه‌جـز ذرت، بیشترین افـزایش عملکـرد را تجربـه مـی‌کننـد کـه علـی‌رغـم نگرانی‌های روز افزون از افزایش تراکم گازهای گلخانـه‌ای، تصـویری مثبت از اثرات تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی به‌دست می‌دهد و اثرات مضر تغییر اقلیم را مشروط بر نوع محصـول مـی‌کنـد. در مـورد آثـار رفاهی تغییر اقلیم، نتایج تحقیق حاضر بیان‌گر افزایش رفاه جامعـه در اثر گرم شدن توأم با افزایش بارنـدگی اسـت. درحـالی‌کـه جامعـه از کاهش بارندگی و عدم تغییر درجه‌حرارت رنج خواهد برد.

نتایج حاصل از برآورد رفاه در سناریوهای اقلیمی گونـاگون نشـان داد که بیشترین کاهش رفاه در جامعه ناشی از عدم تغییر درجه‌حرارت توأم با کاهش بارندگی است. افـزایش دمـا در سـطوح بـالاتر دمـایی افزایش رفاه محسوس‌تری نسبت به دماهای پایین‌تر ایجاد مـی‌کنـد. گرم و مرطوب‌ترین سناریو، بیشترین افزایش رفاه را نسبت به سـناریو پایه نشان می‌دهد. همچنین برآورد رفاه در سناریو کاهش سـطح زیـر کشت نشان داد که بیشترین زیان تغییر اقلیم از طریق کـاهش سـطح زیر کشت صورت می‌پذیرد. به عبارت دیگر نه تنها تغییر اقلیم عملکرد محصول را تحت تاثیر قرار می‌دهد بلکه اثرات زیـان‌بـار آن بـا خـارج کردن پاره‌ای اراضی از چرخه‌ی تولید، دو چندان می‌شود. نتایج حاصل از تفکیک رفاه کل به رفاه تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان نشـان داد کـه اثـرات مثبـت و منفـی تغییـر اقلـیم بـر تولیدکننـدگان بیشـتر از مصرف‌کنندگان است اما مصرف‌کنندگان تغییر رفاه یکنواخـت‌تـری را در اثر تغییر اقلیم تجربه می‌کنند.

با توجه به نتایجی که از تحقیق حاضر بـه‌دسـت آمـد، بـه‌منظـور مقابله‌ی صحیح با تغییر اقلیم آینده، پیشنهادهایی ارائه می‌گردد:

۱- نتایج شبیه‌سازی عملکرد محصولات در سـناریوهای اقلیمـی گوناگون نشان داد که تغییر اقلیم اثر یکسانی بر عملکـرد محصـولات بر جای نمی‌گذارد. بنابراین می‌توان بـا دسـته بنـدی محصـولات بـر اساس نحوه‌ی تحت تاثیر قرار گرفتن از تغییر اقلـیم، اسـتراتژی‌هـای مناسبی برای مقابله با اثر تغییر اقلیم بر عملکرد محصولات هر گـروه اتخاذ نمود.

۲- در شرایطی که تولید محصولاتی مثل ذرت در استان فـارس، در اثر افزایش تـوأم دمـا و بارنـدگی کـاهش مـی‌یابـد، مـی‌تـوان بـا تصمیم‌سازی در سطح کلان، کاشت چنین محصولاتی را بـه شـرایط اقلیمی مناسب با این محصولات در کشور اختصـاص داد و از طریـق افزایش تجارت منطقه‌ای بر کاهش عملکرد ناشـی از تغییـر اقلـیم در یک منطقه غلبه کرد.

۳- به‌دلیل متفاوت بودن تأثیر تغییر اقلیم از محصولی به محصول دیگر، پیشنهاد می‌شود بـرای بررسـی جزئـی‌تـر اثـرات تغییـر اقلـیم، 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 متفـاوتی دارد. بنابراین بررسی اثـرات رفـاهی تغییـر اقلـیم در سـایر منـاطق کشـور به‌منظور رسیدن به یک نقشه‌ی کلی از اثرات اقتصادی تغییر اقلیم بـر بخش کشاورزی کشور، برای اتخاذ استراتژی‌های کلان بـرای مقابلـه با این پدیده، ضروری به‌نظر می رسد.

۵- بر اساس نتایج به‌دست آمده، بیشترین ضرر تغییر اقلیم بـرای بخش کشاورزی استان فارس با توجه بـه اقلـیم خشـک آن، کـاهش بارندگی است. بنابراین پیشنهاد می‌شود که برای مقابله با این مسـئله، ترویج روش‌های نوین آبیاری و مدیریت آب در بین کشاورزان صورت پذیرد. همچنین شایسته است که دولت‌مردان تسهیلات لازم را بـرای استفاده از روش‌های نوین آبیاری در اختیار کشاورزان قرار دهند.

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 آمدهای 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. ۱۳۸۲. تخمین سیستم معادلات تقاضای تقریبا ایده‌آل در خانوارهای شهری با تاکید بر گروه کالاهای خوراکی. فصلنامه مفید ۳۸: ۲۲۵- ۱۹۳.۶- 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: از www.climate-change.ir، [دسترسی در ۱۳۹۰].

۷- شفیعی ح. ۱۳۸۲. کشش قیمتی محصولات مورد مطالعه در استان فارس. شیراز: پایان نامه کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی دانشگاه شیراز.

۸- واثقی 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, CO_2 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. Glonbal Environmental Chabge, 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 Co_2 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. Grate 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 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.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی