مهندسی جغرافیایی سرزمین
شاپای چاپی ۱۴۹۰- ۲۵۳۸
شاپای الکترونیکی ۳۹۲۲- ۲۵۳۸
www.jget.ir

دوره ۷، شماره ۴ (پیاپی ۱۸)، زمستان ۱۴۰۲، صص. ۹۵۹-۹۷۷
DOI: 10.22034/JGET.2023.297140.1331
DOR: 20.1001.1.25381490.1402.7.4.13.3

مقاله پژوهشی

بررسی اثرات تغییر اقلیم بر توسعه بخش کشاورزی ایران و رفاه خانوار و برنامه‌های دولت برای سازگاری با تغییر اقلیم

مصطفی عربی [۱]، محمدرضا لطفعلی‌پور [۲*]، هادی قوامی [۳]، علی کرامت‌زاده [۳]

۱. دانشجوی دکتری، گروه اقتصاد، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

۲. استاد، گروه اقتصاد، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

۳. استادیار، گروه اقتصاد، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

۴. استادیار، گروه مدیریت اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

* نویسنده مسئول، Email: Lotfalipour@um.ac.ir

تاریخ دریافت: ۰۶ مرداد ۱۴۰۰
تاریخ پذیرش: ۲۱ آبان ۱۴۰۲

چکیده

مقدمه: در این تحقیق اثرات شوک‌های ناشی از سناریوهای تغییر اقلیم در قالب سه سناریوی: IPCC1 (تغییر دما ۷/۲۷+٪ و بارش ۱۲/۴-٪)، IPCC2 (تغییر دما ۷/۲۷+٪ و بارش ۱۲/۲-٪) و IPCC3 (تغییر دما ۵/۰۳+٪ و بارش ۱۲/۳-٪)، بر ارزش افزوده بخش‌های مختلف اقتصاد ایران با تاکید بر بخش کشاورزی (ارزش افزوده بخش‌های: صنعت و معدن، خدمات و کشاورزی، و ارزش افزوده زیربخش‌های: تولیدات گیاهی (زراعت و باغبانی)، تولیدات دامی، ماهیگیری و جنگلداری) و همچنین رفاه خانوار بررسی شده است.

هدف: مقاله با هدف بررسی اثرات تغییر اقلیم بر بخش‌های مختلف اقتصاد ایران و رفاه خانوار تدوین شده است.

روش شناسی: در این تحقیق جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از مدل تعادل عمومی محاسبه‌پذیر پویای بازگشتی (RDCGE) استفاده شده است.

قلمرو جغرافیایی پژوهش: قلمرو جغرافیایی تحقیق بخش کلان اقتصاد کشور ایران می‌باشد که از ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۹۰ استفاده شده است.

یافته‌ها و بحث: تغییر اقلیم، ارزش افزوده بخش کشاورزی و بخش صنعت و معدن را کاهش و ارزش افزوده بخش خدمات را افزایش می‌دهد و میزان رفاه خانوار را کاهش می‌دهد. علاوه براین، در میان سه سناریوی تغییر اقلیم، به ترتیب: IPCC1، IPCC2 و IPCC3، از بیشترین تأثیر بر ارزش افزوده بخش‌ها و زیربخش‌های مورد بررسی برخوردار می‌باشند. همچنین بررسی‌ها نشان داد هزینه‌های مالی دولت برای سازگاری با تغییر اقلیم در بخش کشاورزی در قالب ۲۷ برنامه و ۳۲۴ طرح به میزان ۴۷,۴ هزار میلیارد ریال در طی سال ۹۹ می‌باشد.

نتیجه‌گیری: نتایج حاصل از پژوهش نشان می‌دهد تغییر اقلیم منجر به کاهش ارزش افزوده اقتصاد ایران و رفاه خانوار خواهد شد و دولت برنامه مالی محدودی برای سازگاری با تغییر اقلیم دارد.

کلیدواژه‌ها: تغییر اقلیم، توسعه کشاورزی، تعادل عمومی، رفاه خانوار، سازگاری.

مقدمه

اقلیم، شرایط متوسط آب و هوا برای یک محدودهٔ خاص و یک دورهٔ خاص است. بر اساس تعریف کمیتهٔ بین الدولی تغییر اقلیم (IPCC)[1]تغییر اقلیم عبارت است از تغییر برگشت‌ناپذیر در متوسط شرایط آب و هوایی یک منطقه نسبت به رفتاری که در طول یک افق زمانی بلندمدت از اطلاعات مشاهده یا ثبت شده در آن منطقه مورد انتظار است. این تعریف به هر گونه تغییر در اقلیم که ناشی از فعالیت های انسانی یا ناپایداری طبیعی سیستم اقلیمی است، برمی گردد و از نوسان‌های کوتاه مدت اقلیمی متفاوت است. به طور آشکار عامل اصلی تغییرات اقلیمی، فعالیت های انسانی است که به انباشت گازهای گلخانه‌ای (GHGs)[2] با قدرت ماندگاری طولانی مدت در جو (دی اکسید کربن، متان، اکسید نیتروژن و هالوکربن‌ها) منجر می شود. کربن به عنوان مهمترین منبع انباشت گازهای گلخانه ای (حدود ۷۷ درصد از کل انباشت گازهای گلخانه‌ای) اغلب ناشی از فعالیت های صنعتی و سوخت های فسیلی است. شواهد بسیاری وجود دارد مبنی بر این که با سیاست های کنترلی موجود و تجربه های به دست آمده در روند توسعه، انباشت گازهای گلخانه ای طی دهه های آینده با روند فزاینده ادامه خواهد داشت (IPCC, 2014). بر اساس گزارش‌های ویژه مرتبط با سناریوهای انتشار (SRES)[3]پیش بینی می شود سوخت های فسیلی همچنان به عنوان مهمترین منبع تأمین انرژی جهان تا اواسط قرن حاضر باقی مانده و انباشت CO_2 ناشی از آن طی این مدت به میزان ۴۰ الی ۱۱۰ درصد افزایش یابد. در مقیاس کلی، پیامد این امر افزایش دمای کره زمین بین ۱/۵ تا ۴/۵ درجه سانتی گراد، افزایش تراز آب دریاها و وقوع نوسانات شدید آب و هوایی است. افزون بر این در مقیاس‌های منطقه‌ای و محلی، تغییر اقلیم آثار چشم‌گیری بر روی مقدار و الگوی بارش‌ها، مقدار تبخیر و تعرق، رواناب سطحی و در نتیجه احتمال وقوع پدیده های حدی هیدرولوژیکی دارد (الشناوی و همکاران، ۲۰۱۶).[4]

با توجه به تأثیرات گسترده و متقابل اقلیم با بخش‌های مختلف تولیدی، عوامل زیست‌محیطی و جوامع انسانی، امروزه از تغییر اقلیم به عنوان یکی از مهمترین چالش‌های زیست محیطی قرن بیست و یکم یاد می‌شود که پیامدهای جدی اقتصادی به دنبال دارد. بر اساس برآوردهای انجام شده برای درجات مختلف از گرمایش کره زمین در مطالعات مختلف، افزایش دمای کرهٔ زمین تا ۲ درجهٔ سانتی‌گراد با خسارتی معادل ۱ تا ۷ درصد GDP جهانی و تا ۳ درجهٔ سانتی گراد با خسارتی حدود ۱ تا ۱۴ درصد همراه بوده و در صورتی که این افزایش به ۵ درجهٔ سانتی گراد برسد، خسارت اقتصادی آن بین ۲/۵ تا ۳۰ درصد GDP جهانی خواهد بود که پرداخت کننده بخش عمده آن، کشورهای در حال توسعه هستند (حسینی و نظری، ۱۳۹۴). اگرچه بخش‌های مختلف اقتصادی اعم از کشاورزی، جنگلداری، آب، صنعت، گردشگری، انرژی و حتی بازارهای مالی و بیمه از تغییرات اقلیم متأثر می‌شوند، لیکن در این میان بخش کشاورزی وابسته ترین بخش به اقلیم بوده و اقلیم تعیین‌کننده اصلی مکان، منابع تولید و بهره‌وری فعالیت‌های کشاورزی است. افزون بر این بخش کشاورزی سهم بالایی در اقتصاد کشورهای در حال توسعه داشته و از ارتباطات گسترده‌ای با دیگر بخش‌های اقتصادی برخوردار است. علاوه بر این، بخش کشاورزی خود یکی از منابع تولیدکننده گازهای گلخانه‌ای است. مجموعه این ویژگی‌ها بخش کشاورزی را به محور اصلی مباحث سیاستی و پروژه های تحقیقاتی انجام شده در رابطه با تغییر اقلیم و راهبردهای مختلف کنترل گازهای گلخانه‌ای در سطوح جهانی و ملی تبدیل کرده است (مؤمنی و زیبایی، ۱۳۹۲). تغییر در وضعیت اقلیم به طرق مختلف و به‌طور مستقیم و غیرمستقیم فعالیت‌های بخش کشاورزی را متأثر می‌سازد. آب و درجه حرارت دو عامل اصلی کارکرد سیستم فیزیولوژی و رشد همه گیاهان هستند. افزایش مقدار CO_2 و درجه حرارت محیط به همراه تغییرات زمانی و مکانی الگوی بارش‌ها به‌طور بالقوه چگونگی کارکرد این سیستم‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهند. برای مثال افزایش درجه حرارت تا یک حد معین برای تسریع فعالیت فتوسنتز در گیاهان و افزایش تولید زیست توده مناسب است، اما افزایش بیش از حد آن به افزایش

1 Intergovernmental panel on climate change
2 Green House Gases
3 Special Report on Emissions Scenarios
4 Elshennawy et al, 2016

تبخیر و تعرق از سطح خاک و گیاه منجر شده و بخشی از آب مورد نیاز را از دسترس گیاه خارج می‌کند. پیامد این امر بویژه برای محصولات زراعی دیم که امکان تأمین نیاز آبی آن‌ها از طریق آبیاری میسر نیست، در فصول با بارندگی کم و در مناطق خشک، کاهش معنادار پتانسیل تولید و عملکرد بوده و ممکن است تهدیدی برای پایداری اقتصادی اراضی دیم باشد (اتاوانیچ و مک کارل، ۲۰۱۱)[1].

مروری بر نتایج مطالعات پیشین در خصوص اثرات تغییر اقلیم چند نکته اساسی را که توجیه کنندهٔ انجام مطالعات در این زمینه است، آشکار می سازد. اول، اینکه با درجات بالایی از اطمینان وقوع تغییر اقلیم با مشخصهٔ افزایش درجه حرارت و تغییر الگوی بارش ها در مقیاس کلی در آینده امری اجتناب ناپذیر بوده و این موضوع منحصر به یک کشور یا منطقه ای خاص نیست. دوم، اگر چه تغییر اقلیم تهدیدی جدی برای امنیت غذایی جهانی محسوب نمی‌شود، اما پیامدهای آن از دیدگاه ملی، منطقه ای و محلی برای اغلب کشورهای خشک و نیمه خشک از جمله ایران کاملاً جدی است. سوم، بخش کشاورزی از هر دو جنبهٔ فیزیکی و اقتصادی نسبت به تغییر اقلیم بسیار آسیب‌پذیر است. تغییر در عرضهٔ محصولات کشاورزی و بویژه قیمت‌های نسبی آن‌ها در اثر تغییر اقلیم، به تغییر ساختار تخصیص منابع تولید در درون بخش، تغییر مزیت‌های نسبی تولید به نفع یک منطقه و به زیان منطقه‌ای دیگر و حتی تغییر در ساختار اقتصادی و تجاری بسیاری از کشورهایی که در آن ها بخش کشاورزی محور فعالیت‌های اقتصادی است، منجر خواهد شد و چهارم، اینکه آثار تغییر اقلیم در تمام نقاط جهان یکسان نخواهد بود. پیش‌بینی می‌شود، آسیب‌پذیری کشورهای در حال توسعه نسبت به کشورهای توسعه یافته بیشتر باشد (حسینی و نظری، ۱۳۹۴). با این حال پژوهش‌هایی که در کشورهای در حال توسعه در این زمینه انجام شده است، در مقایسه با کشورهای توسعه یافته بسیار اندک بوده و لذا تصور اینکه پیامدهای تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی این کشورها چه خواهد بود، تاکنون غیرشفاف باقی مانده است. این موضوعی است که به عنوان هدف پژوهش حاضر با تأکید بر بخش کشاورزی ایران مورد نظر است. برای این منظور در این مطالعه اثرات تغییر اقلیم بر بخش‌های اقتصادی ایران با تأکید بر بخش کشاورزی (ارزش افزوده بخش‌های: صنعت و معدن، خدمات و بخش کشاورزی، و ارزش افزوده زیربخش‌های: تولیدات گیاهی، تولیدات دامی، ماهیگیری و جنگلداری) بر اساس سناریوهای IPCC در خصوص پیش‌بینی تغییر اقلیم آینده ایران با استفاده از مدل تعادل عمومی محاسبه‌پذیر پویای بازگشتی (RDCGE)[2] بررسی می‌شود.

تغییر اقلیم به عنوان یک شوک اولیه به تغییر در عملکرد و یا تغییر در سطح زیرکشت محصولات زراعی منجر می‌شود. این شوک خود دارای دو پیامد غیرمستقیم است: الف) تغییر خالص در فعالیت‌های اقتصادی و ب) اثر بر هزینه‌های تولید صنایع دارای پیوند پیشین با بخش کشاورزی.

اثر تغییر اقلیم بر فعالیت اقتصادی از چهار طریق اتفاق می‌افتد: تحلیل آثار اقتصادی، تغییر در سطح فعالیت اقتصادی یا مخارجی که در اثر وقوع یک حادثه (مثل تغییر اقلیم) بر اقتصاد تحمیل می‌شود را اندازه‌گیری می‌کند. اولین راه تاثیرگذاری تغییر اقلیم بر فعالیت اقتصادی شامل اثر مستقیم بر درآمد کل بخش کشاورزی است.

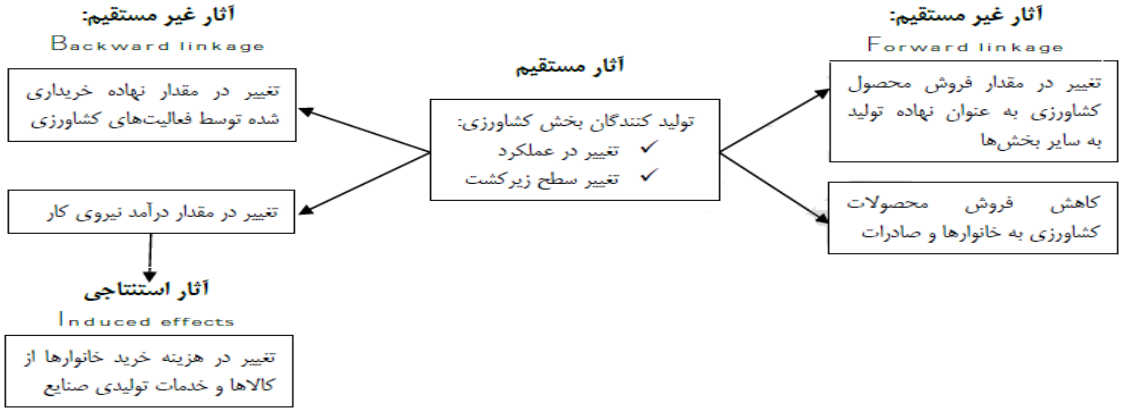
دوم، این آثار مستقیم در بخش کشاورزی کاهش مقدار خرید این بخش از نیروی کار و نهاده‌های تولید را از خانوارها و صنایعی که بخش کشاورزی با آن‌ها دارای پیوند پسین است، در پی دارد. سوم، کاهش تولید در بخش کشاورزی ممکن است به کاهش سطح فعالیت اقتصادی صنایعی که از تولیدات این بخش به عنوان نهاده در فرایند تولید خود استفاده می‌کنند. تغییر کل در سطح فعالیت‌های اقتصادی ناشی از این آثار ثانویه (شامل هر دو بخش پسین و پیشین) در اصطلاح به آثار غیرمستقیم معروفند (حسینی و نظری، ۱۳۹۴).

در نهایت، زیان درآمدی خانوارها ناشی از کاهش اشتغال به نوع سومی از آثار که از آن‌ها به آثار استنتاجی تعبیر می‌شود، منجر می‌گردد. بدین معنی که در اثر کاهش اشتغال، درآمد خانوارها که نیروی کار برای صنایع عرضه می‌کنند، کاهش می‌یابد و به تبع آن مخارجی که آن‌ها برای خرید کالاها و خدمات تولیدی صنایع صرف می‌کنند، کاهش

---

[1]. Attavanich and McCarl, 2011
[2]. Recursive Dynamic Computable General Equilibrium

می‌یابد. بنابراین، کل آثار تغییر اقلیم بر فعالیت‌های اقتصادی برابر با تغییر در کل درآمد صنایعی که به طور مستقیم از تغییر اقلیم متاثر می‌شوند بعلاوه آثار غیرمستقیم و آثار استنتاجی خانوارها و صنایعی است که به طور مستقیم از تغییر اقلیم متاثر نمی‌شوند (بایومن و همکاران، ۲۰۱۳)[1] در شکل زیر مکانیسم اثرگذاری تغییر اقلیم بر سایر بخش های اقتصادی ارائه شده است:



شکل ۱. مکانیسم اثرگذاری تغییر اقلیم بر بخش‌های اقتصادی (مأخذ: حسینی و نظری، ۱۳۹۴)

در این بخش به برخی از مهمترین مطالعات داخلی و خارجی مرتبط با موضوع تحقیق اشاره می‌شود:

جدول ۱. *خلاصه مطالعات مرتبط با موضوع تحقیق*

سال	محقق/ محققان	موضوع/ زمینه	نتیجه
۲۰۰۹	سانچیس و فیجوبلو[2]	تغییر اقلیم و اثرات نهایی آن بر بخش کشاورزی اروپا	اثرات تغییر اقلیم نه تنها از نظر اقتصادی و محیطی سطح زیرکشت محصولات منتخب زراعی را کاهش داده، بلکه به لحاظ اجتماعی نیز سبب ایجاد بیکاری در بخش کشاورزی شده است.
۲۰۱۰	ابولی و همکاران[3]	بررسی بازخورد تغییر اقلیم بر رشد اقتصادی	تغییر اقلیم بر بخش های مختلف و همچنین، کشورهای مختلف، اثرات متفاوتی بر جای می گذارد که به طور خاص کشورهای در حال توسعه بیشتر از آن رنج می برند.
۲۰۱۱	لیچنکو و همکاران[4]	اثرات تغییر اقلیم روی ۸ بخش اقتصادی مهم از جمله بخش کشاورزی	هزینه های تغییر اقلیم در ایالت نیویورک روی این بخش ها تا اواسط قرن حاضر ۱۰ میلیارد دلار و در بخش کشاورزی ۲۸۹-۱۴۰ میلیون دلار برآورد شده است.
۲۰۱۳	آلام[5]	تغییر اقلیم، بهره‌وری کشاورزی و رشد اقتصادی هند	نتایج وجود رابطه‌ای مثبت و معنی‌دار بین تولیدات کشاورزی و رشد اقتصادی را در بلندمدت و در کوتاه‌مدت تأیید کرد و تأثیر گاز CO بر رشد اقتصادی، منفی و در بلندمدت معنادار می‌باشد.
۲۰۱۴	الگیده و همکاران[6]	بررسی اثر تغییر اقلیم بر رشد اقتصادی کشورهای جنوب صحرای آفریقا	افزایش در درجه حرارت به گونه‌ای شایان توجه عملکرد اقتصادی در کشورهای جنوب صحرای آفریقا را کاهش می‌دهد.
۲۰۱۵	توکوناگا و همکاران[7]	اثر تغییر اقلیم بر تولیدات کشاورزی ژاپن	افزایش یک درجه سیلسیوس در میانگین دمای سالانه، تولید برنج را در کوتاه‌مدت و بلندمدت به‌ترتیب ۵/۸ و ۳/۹٪ کاهش می‌دهد.

[1]. Bauman et al, 2013
2Sanchis and Feijoo-Bello, 2009
[3]. Eboli et al, 2010
4Leichenko et al, 2011
[5]. Alam, 2013
[6]. Alagidede et al, 2014
[7]. Tokunaga et al, 2015

۲۰۱۶	الشناوی و همکاران[1]	بررسی اثرات تغییر اقلیم بر رشد اقتصادی مصر با استفاده از مدل DCGE	پدیده تغییر اقلیم اثر منفی بر رشد اقتصادی و همچنین، اثر منفی بر رشد بخش کشاورزی این کشور می گذارد.
۲۰۱۹	کاهن و همکاران[2]	اثرات بلندمدت تغییر اقلیم بر فعالیت های اقتصادی در ۱۷۴ کشور	اگر سیاست‌های حذف اثرات منفی تغییر اقلیم دنبال نشود، با افزایش میانگین دمای جهانی به میزان ۰،۰۴ درجه سانتی‌گراد در سال، تولیدناخالص جهانی ۷٪ تا سال ۲۱۰۰ کاهش می‌یابد.
۱۳۸۷	واثقی و اسماعیلی	اندازه‌گیری اثر اقتصادی تغییر اقلیم بر تولید و درآمد خالص گندم‌کاران	متغیرهای اقلیمی اثرات معناداری بر درآمد خالص کشت گندم دارند. همچنین، افزایش دما و کاهش بارندگی تا ۱۰۰ سال آینده سبب کاهش ۴۱ درصدی بازده کشت گندم در کشور می شود.
۱۳۹۱	اسدفلسفی‌زاده و صبوحی	بررسی آثار پدیده تغییر اقلیم بر تولیدات کشاورزی در شیراز	کاهش بلندمدت درآمد و سود کشاورزی در تغییر اقلیم ملایم در سال خشک به‌ترتیب ۴/۵ و ۶/۴ درصد و در مقابل کاهش کوتاه‌مدت درآمد و سود کشاورزی در سناریوی مشابه به‌ترتیب از ۵۴ و ۳۰ درصد تا ۷۴ و ۸۵ درصد برآورد شد.
۱۳۹۲	پرهیزکاری و همکاران	بررسی اثرات تغییر اقلیم بر عملکرد پنبه آبی در استان های منتخب	افزایش دما در طول فصل رشد بر عملکرد پنبه آبی اثر منفی می گذارد، به طوری که میزان عملکرد در هکتار به ازای افزایش یک درجه دما، به میزان ۰/۳۸ درصد کاهش پیدا می کند.
۱۳۹۳	زرعکاری و همکاران	اثر تغییر اقلیم بر اقتصاد گندم دیم در خراسان شمالی	تغییر اقلیم در ۳۰ سال گذشته در این استان رخ داده و رابطه‌ای معنی‌دار بین لگاریتم پارامترهای دمای کمینه، دمای بیشینه و بارندگی سالانه با عملکرد گندم دیم مشاهده شد.
۱۳۹۶	امیرنژاد و اسدپور کردی	بررسی اثرات تغییر اقلیم بر تولید گندم ایران	متغیرهای اقلیمی به همراه سطح زیرکشت رابطه مثبت و معنادار با تولید گندم داشته و متغیرهای بذر و سرمایه ثابت در ماشین‌آلات معنادار نشده است. همچنین، ضریب متغیرهای اقلیمی CO_2 و بارش در بلندمدت، ۰،۳۸ و ۰،۲۱ و در کوتاه‌مدت، ۰،۲۲ و ۰،۱۲ حاصل شد.

مرور پیشینه تحقیق نشان می‌دهد که تاکنون مطالعه جامعی در کشور به بررسی همزمان اثرات تغییر اقلیم بر بخش‌های اقتصادی ایران با تأکید بر بخش کشاورزی و با استفاده از مدل تعادل عمومی محاسبه‌پذیر پویای بازگشتی (RDCGE) صورت نپذیرفته است. نتایج تحقیق می‌تواند به تصمیم‌گیران، مسئولین و برنامه‌ریزان کشور، به منظور رویارویی و مواجهه بهتر با اثرات اجتناب ناپذیر تغییر اقلیم بر اقتصاد کشور یاری رساند.

روش‌شناسی

در این مطالعه به منظور برآورد مدل تعادل عمومی محاسبه‌پذیر (CGE) از الگوی هوزو (۲۰۰۴)[3] که شامل معادلات مربوط به تولید، مصرف خانوارها و دولت، پس‌انداز، سرمایه‌گذاری و تجارت خارجی است، استفاده می‌شود. معادلات این مدل بصورت زیر می‌باشد:

$$VA_j = b_j \prod_h FD_{hj}^{\beta_{hj}} \quad (1)$$

$$X_{ij} = ax_{ij} Y_j \quad (2)$$

$$VA_j = ay_j Y_j \quad (3)$$

$$FD_{hj} = \frac{\beta_{hj}.PN_j}{W_h}.VA_j \quad (4)$$

$$SAV_g = s_g.Y_g \quad (16)$$

$$SAVING = INVEST \quad (17)$$

$$PE_i = pwe_i + EXR \quad (18)$$

$$PM_i = pwm_i + EXR \quad (19)$$

[1]. Elshnnawy et al, 2016
[2]. Kohn et al, 2019
[3]. Hosoe, 2004

$$PS_j = ay_j.PN_j + \sum_i ax_{ij}.PQ_1 \quad (5)$$

$$Y_{hoh} = \sum_h W_h.FS_h + GOVTH + REMIT.EXR \quad (6)$$

$$C_i.PQ_1 = \lambda_{ci}(Y_{hoh} - TAX_{dir} - SAV_{hoh}) \quad (7)$$

$$TAX_{ind.j} = tx_j.PS_j.Y_j \quad (8)$$

$$TAX_{dir} = td.\sum_h W_h FS_h \quad (9)$$

$$TARIFF_j = tm_j.PM_j.M_j \quad (10)$$

$$Y_g = TAX_{dir} + \sum_j TAX_{ind.j} + \sum_j TARIFF_j + E_{oil} \quad (11)$$

$$G_i.PQ_i = \lambda_{gi} GDTOT \quad (12)$$

$$ID_i.PQ_i = \mu_i.INVEST \quad (13)$$

$$SAVING = (SAV_{hoh} + SAV_g + EXR.SAV_f) \quad (14)$$

$$SAV_{hoh} = s_{hoh}.Y_{hoh} \quad (15)$$

$$Q_i = \gamma_i(\alpha_{mi}.M_i^{\rho_{mi}} + \alpha_{di} + D_i^{\rho_{mi}})^{\frac{1}{\rho_{mi}}} \quad (4)$$

$$M_{iq} = \left(\frac{\gamma_i^{\rho_{mi}}.\alpha_{mi}.PQ_i}{(1+tm_i).PM_i}\right)^{\frac{1}{1-\rho_{mi}}}.Q_i \quad (21)$$

$$D_i = \left(\frac{\gamma_i^{\rho_{mi}}.\alpha_{di}.PQ_i}{PD_i}\right)^{\frac{1}{1-\rho_{mi}}}.Q_i \quad (22)$$

$$Y_i = \theta_i(\beta_{ei}.E_i^{\rho_{ei}} + \beta_{di}.D_i^{\rho_{ei}})^{\frac{1}{\rho_{ei}}} \quad (23)$$

$$E_i = \left(\frac{\theta_i^{\rho_{ei}}.\beta_{ei}(tx_i + PS_i)}{PE_i}\right)^{\frac{1}{1-\rho_{ei}}}.Y_i \quad (24)$$

$$D_i = \left(\frac{\theta_i^{\rho_{ei}}.\beta_{di}(tx_i + PS_i)}{PD_i}\right)^{\frac{1}{1-\rho_{ei}}}.Y_i \quad (25)$$

$$\sum_j FD_{hj} = FS_h \quad (26)$$

$$Q_i = C_i + G_i + ID_i + \sum_j X_{ij} \quad (27)$$

$$\sum_i pwe_i.E_i + SAV_f + REMIT = \sum_i pwm_i.M_i \quad (28)$$

$$PINDEX = \sum_i \omega_i PQ_i \quad (29)$$

بطوریکه: VA_j ارزش افزوده بخش jام؛ FD_{hj} تقاضا برای عامل تولید h ام توسط بخش jام؛ Y_j ستاده ناخالص بخش j؛ X_{ij} تولید بخش i که به‌عنوان نهاده واسطه بخش j مصرف می‌شود؛ PN_j قیمت ارزش افزوده بخش j ام؛ W_h دستمزد عوامل تولید؛ PS_j قیمت عرضه؛ PQ_i قیمت کالای مرکب؛ Y_{hoh} درآمد خانوار؛ FS_h مقدار عرضه عامل اولیه hام؛ $GOVTH$ پرداخت‌های انتقالی دولت به خانوارها؛ $REMIT$ خالص وجود دریافتی از خارج؛ EXR نرخ ارز؛ C_i مقدار مصرف خانوارها از کالای بخش iام؛ TAX_{dir} مالیات مستقیم بر درآمد خانوارها؛ SAV_{hoh} پس‌انداز خانوارها؛ $TAX_{ind.j}$ مالیات غیرمستقیم در هر بخش؛ $TARIFF_j$ تعرفه واردات؛ E_{oil} درآمد دولت از صادرات نفت؛ Y_g کل درآمد دولت؛ PM_j قیمت داخلی واردات؛ M_j مقدار واردات؛ $GDTOT$ کل مخارج دولت؛ SAV_g پس انداز دولت؛ G_i مخارج دولت؛ SAV_f پس انداز خارجی؛ ID_i سرمایه‌گذاری؛ $SAVING$ کل پس‌انداز؛ $INVEST$ کل سرمایه‌گذاری؛ PE_i قیمت داخلی صادرات؛ Q_i کالای مرکب؛ D_i کالای تولید شده داخلی؛ PD_i قیمت کالای تولید داخلی؛ E_i مقدار صادرات و $PINDEX$ شاخص قیمت. همچنین، i و j اندیس بخش‌ها؛ h اندیس عوامل اولیه تولید (نیروی کار و سرمایه)؛ b_j پارامتر کارایی در تابع تولید، β_{hj} پارامتر سهم در تابع تولید یا کشش تولید بخش j نسبت به نهاده h؛ ax_{ij} ضریب

کمینه نیاز به نهاده واسطه بخش i برای تولید یک واحد ستاده ناخالص بخش j (ضرایب فنی داده– ستاده)؛ ay_j ضریب کمینه نیاز به ارزش افزوده برای تولید یک واحد ستاده ناخالص؛ λ_{ci} پارامتر سهم در تابع مطوبیت یا سهم هر کالا در سبد مصرفی خانوار؛ tx_j نرخ مالیات بر فروش؛ td نرخ مالیات مستقیم؛ λ_{gi} سهم مخارج دولت در هر بخش؛ tm_j نرخ تعرفه واردات؛ S_{hoh} تمایل متوسط به پس‌انداز بخش خصوصی؛ S_g تمایل متوسط به پس انداز دولت؛ μ_i پارامتر سهم سرمایه‌گذاری بخش i؛ pwe_i قیمت جهانی صادرات؛ γ_i پارامتر کارایی در تابع تولید کالای مرکب؛ pwm_i قیمت جهانی واردات؛ α_{mi} پارامتر سهم در تابع آرمینگتون ؛ α_{di} پارامتر سهم در تابع آرمینگتون؛ ρ_{mi} توان تابع آرمینگتون یا پارامتر مربوط به کشش جانشینی؛ η_i کشش تابع آرمینگتون؛ θ_i پارامتر کارایی تابع انتقال؛ β_{ei} پارامتر سهم در تابع انتقالی ؛ β_{di} پارامتر سهم در تابع انتقالی؛ ρ_{ei} توان تابع انتقالی یا پارامتر مربوط به کشش انتقالی؛ σ_i کشش انتقالی و ω_i وزن قیمت در هر بخش می‌باشند.

علاوه براین، فرض می‌شود که بخش‌های اقتصادی برای تولید از نیروی کار و سرمایه به عنوان نهاده های اولیه استفاده می‌کنند. برای واقعیت بخشی به مدل، افزون بر نهاده های اولیه، فرض می شود که بخش‌ها، نهاده های واسطه‌ای را نیز برای تولید به کار می‌برند. برای راحتی، مراحل تولید به دو مرحله بالایی و پایینی تقسیم می شود. فرض می شود در مرحله پایین، ارزش افزوده (یا عامل اولیه مرکب)[1] از ترکیب نیروی کار و سرمایه با فناوری تولید کاب - داگلاس[2] به دست می آید (معادله ۱). در مرحله بالا، ستاده ناخالص از ترکیب ارزش افزوده و نهاده های واسطه ای با فناوری تولید لیونتیف،[3] تولید می‌شود. با توجه به این دو مرحله، هر بخش تابع سود خود را نسبت به تولیدش بیشینه می‌کند (معادلات ۲، ۳، ۴ و ۵). همچنین فرض می شود که عوامل تولید (نیروی کار و سرمایه) در تعادل بوده و عرضه عوامل ثابت است. پس تغییر اقلیم، تغییری در کل تقاضای نیروی کار و سرمایه ایجاد نمی کند و تنها انتقال عوامل تولید از بخشی به بخش دیگر صورت می‌گیرد. برای محاسبه مصرف بخش خصوصی (خانوارها)، فرض می‌شود که مصرف-کنندگان سبد مصرفی خود را طوری انتخاب می کنند که مطلوبیت آن‌ها بیشینه شود. درآمد آن ها از محل عرضه عوامل تولید به اضافه پرداخت‌های انتقالی دولت به خانوارها و خالص وجوه دریافتی از خارج به دست می‌آید (معادله ۶). مطلوبیت خانوارها بستگی به مقدار مصرف آن ها از کالای تولید شده در هر بخش دارد. تابع مطلوبیت، یک تابع کاب-داگلاس است که با توجه به قید بودجه که برابر با درآمد خالص خانوار (درآمد خانوار منهای مقدار مالیات مستقیم و پس انداز) است، بیشینه خواهد شد. با توجه به این، معادله مصرف خانوار به دست می آید (معادله ۷). همچنین دولت با اعمال مالیات بر فروش (معادله ۸)، مالیات مستقیم بر درآمد خانوار (معادله ۹) و تعرفه بر واردات (معادله ۱۰) به اضافه درآمد حاصل از صادرات نفت کسب درآمد می‌کند (معادله ۱۱). مخارج دولت تابعی از کل مخارج دولت در همه بخش ها که متغیری برون زا است، درنظر گرفته شده است (معادله ۱۲). سرمایه گذاری در هر بخش (معادله ۱۳) تابعی از کل سرمایه گذاری است که برابر کل پس انداز (معادله ۱۴) خواهد بود و از مجموع پس‌اندازهای خصوصی (معادله ۱۵)، دولتی (معادله ۱۶) و پس انداز خارجی به دست می‌آید. پس انداز خارجی به صورت متغیری برونزا فرض شده است و بنابراین نرخ ارز، تراز تجاری را برقرار می‌کند. همچنین، کل پس انداز برابر با کل سرمایه گذاری خواهد بود (معادله ۱۷). در بخش تجارت خارجی فرض می‌شود که کشور کوچک است. یعنی کشور تأثیری روی قیمت‌های بازارهای جهانی ندارد. بنابراین قیمت‌های جهانی واردات و صادرات ثابت است (معادله ۱۸ و ۱۹). هنگامی که مدل برای یک اقتصاد باز در نظر گرفته می‌شود، نیاز به لحاظ کردن برخی ملاحظات در مورد جانشینی بین کالاهای وارداتی، صادراتی

1Composite primary factor
2Cobb-Douglas
3Leontief

و عرضه شده در داخل وجود دارد. در مدل‌های تعادل عمومی بین کالاهای وارداتی و داخلی و همچنین بین کالاهای تولید شده برای صادرات و کالاهای تولید شده برای فروش داخلی تفاوت وجود دارد. فرض می شود که مجموع کالاهای وارداتی و عرضه شده در داخل، کالای مرکب[1](کالای آرمینگتون)[2]را می‌سازد. این کالای مرکب به عنوان نهاده‌های واسطه ای و مصارف نهایی مورد استفاده قرار می گیرد. فرض می‌شود که واردات جانشین ناقص برای تولیدات داخلی است؛ به این معنی که یک واحد کالای وارداتی می تواند با بیش از یک واحد کالای داخلی جانشین شود. این فرضیه به فرضیه آرمینگتون مشهور است. رابطه بین واردات و تولید داخلی به صورت یک تابع کشش ثابت جانشینی (CES)[3] نمایش داده می شود (معادله ۲۰). با توجه به مسأله بیشینه سازی، توابع تقاضا برای واردات و تولیدات داخلی به صورت معادله های (۲۱) و (۲۲) به دست خواهد آمد. همچنین فرض می شود که صادرات به طور ناقص قابل تبدیل به تولید داخلی است. رابطه بین صادرات و تولید داخلی نیز بر اساس یک تابع کشش ثابت انتقالی (CET)[4]بیان می‌شود (معادله ۲۳). با توجه به مسأله بیشینه‌سازی، توابع عرضه صادرات و کالای داخلی به ترتیب به صورت رابطه‌های (۲۴) و (۲۵) به دست خواهد آمد. برای ایجاد تعادل در چهار بازار نیروی کار، سرمایه، کالای مرکب، ارز خارجی، عامل تعدیل-کننده برای تساوی عرضه و تقاضا در هر بازار، قیمت های مربوطه هستند. در بازار نیروی کار، نرخ دستمزد، در بازار سرمایه، بهره یا رانت سرمایه، در بازار کالای مرکب، قیمت کالای مرکب و در بازار ارز، نرخ ارز عوامل تعدیل کننده هستند (معادله‌های۲۶، ۲۷ و ۲۸). چون بی نهایت راه حل با قیمت‌های نسبی مشابه وجود دارد، برای اطمینان از این که تنها یک راه حل وجود داشته باشد و آن هم راه حل تعادلی است، از معادله نرمال کننده قیمت استفاده می‌شود. در این معادله، شاخص قیمت ثابت بوده و تغییرات قیمت‌های دیگر نسبت به این قیمت سنجیده می شود (معادله ۲۹).

مدل تعادل عمومی محاسبه‌پذیر پویای بازگشتی (RDCGE)

در مدل تعادل عمومی محاسبه‌پذیر پویای بازگشتی (RDCGE)، پویایی مبتنی بر فرض انتظارات تطبیقی است. بطوریکه عاملین اقتصادی فرض می‌کنند شرایط جاری اقتصاد در تمام دوره‌های آتی اقتصاد حاکم است.
نهادها شامل خانوارها، دولت و دنیای خارج می‌باشد:

جدول ۲. *جزئیات مدل تحقیق*

مجموعه	زیرمجموعه
فعالیت ها	کشاورزی، صنعت و معدن و خدمات
عوامل تولید	نیروی کار و سرمایه
نهادها	خانوارها، دولت و دنیای خارج

همچنین سناریوهای IPCC در خصوص پیش بینی تغییر اقلیم آینده ایران عبارتنداز:

- IPCC1: فرضیات این سناریو عمدتاً بر پایه موضوعات زیر می باشد:
  - افزایش سطح سواد در سطح خانواده ها؛
  - افزایش سرمایه‌گذاری و ابداعات در زمینه تحصیل، تکنولوژی و انرژی در سطوح ملی و بین‌المللی؛
  - تحرک و پویایی بین المللی جمعیت، عقاید و تکنولوژی.
- IPCC2: عنصر اصلی این سناریو بر این اصل استوار است که آینده، سطح فزاینده‌ای از آگاهی‌های اجتماعی و زیست‌محیطی در جهت نیل به توسعه پایدار به همراه خواهد داشت و بر این اساس

1Composite good
2Armington good
3Constant Elasticity of Substitution
4Constant Elasticity of Transformation

سعی بر پیش بینی ابهامات موجود در آینده دارد. بر اساس این سناریو دولت ها، بازرگانان، رسانه ها و مردم توجه بیشتری به جنبه های زیست محیطی و اجتماعی توسعه خواهند داشت.

- IPCC3: اساس این سناریو تثبیت مقدار CO_2 جو در یک سطح ثابت است. به عنوان مثال این سناریو دی اکسیدکربن جو را در سطح 450 PPM ثابت فرض نموده و سپس به پیش بینی می پردازد.

بر اساس این سناریوها، تغییرات اقلیم عبارتنداز:

جدول۳. *سناریوهای تحقیق (درصد تغییر دما و بارش) با استفاده از مدل MAGICC SCENGEN*

سناریوها		۲۰۳۰-۲۰۰۰
IPCC1	میانگین دما	۷/۲۷
	بارش	-۱۲/۴
IPCC2	میانگین دما	۷/۲۷
	بارش	-۱۲/۲
IPCC3	میانگین دما	۵/۰۳
	بارش	-۱۲/۳

مأخذ: محمدی و همکاران، ۱۳۸۹

بخش پویا و کالیبراسیون مدل

کالیبراسیون مدل‌های CGE بر دو مسأله تمرکز یافته است: الف) فرآیند کالیبراسیون مدل‌های CGE ایستا؛ ب) کالیبراسیون مدل‌های پویا در شرایط تعادل بلندمدت پایدار (ارندت و همکاران، ۲۰۱۲).[1] در معادلات بخش پویای مدل عبارتنداز:

(30) انباشت سرمایه $$KD_{i,t+1} = (1-\delta)KD_{i,t} + QINV_{i,t}$$

(31) تقاضای سرمایه گذاری $$\frac{QINV_{i,t}}{KD_{i,t}} = \phi_i.(\frac{R_{i,t}}{U_t})^{\sigma_K^{INV}}$$

(32) هزینه استفاده از سرمایه $$U_t = PINV_t.(ir+\delta)$$

(33) رشد عرضه نیروی کار $$QFS_{1,t+1} = QFS_{1,t}.(1+n_t)$$

(34) سرمایه گذاری کل $$INV_t = PINV_t.\sum_i INV_{i,t}$$

علاوه براین، در این تحقیق از ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۹۰ مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی استفاده شد که یک ماتریس متقارن ۷۱ بخشی بوده و از به روز کردن جدول داده- ستانده متقارن سال ۱۳۸۰ و تلفیق آن با حساب‌های ملی سال ۱۳۹۰ به دست آمده است. در این ماتریس، بخش کشاورزی، صنعت و خدمات به ترتیب به ۴، ۲۵ و ۴۲ زیربخش تقسیم شده‌اند. نهادها نیز شامل خانوارها، شرکت‌ها، دولت و دنیای خارج می‌باشند. ماتریس حسابداری اجتماعی کلان سال ۱۳۹۰ در زیر ارائه شده است:

[1] Arndt et al, 2012

جدول ۴. *ماتریس حسابداری اجتماعی کلان ایران در سال ۱۳۹۰*

حساب ها	تولید	عوامل تولید	نهادها	انباشت سرمایه	دنیای خارج	جمع ورودی
تولید	۳،۷۴۴،۷۲۲،۶۲۷	۰	۳،۶۴۱،۱۱۷،۰۷۴	۲،۲۰۲،۹۴۲،۲۹۵	۱،۹۰۶،۸۲۳،۲۴۷	۱۱،۴۹۵،۶۰۵،۲۴۳
عوامل تولید	۶،۲۰۹،۲۷۱،۳۷۷	۰	۰	۰	۲۳،۸۰۲،۸۸۷	۶،۲۳۳،۰۷۴،۲۶۴
نهادها	۱۲۹،۲۲۳،۵۶۴	۶،۲۱۲،۸۰۶،۶۲۲	۱،۰۸۵،۲۳۷،۷۴۶	۰	۴،۴۶۷،۲۶۶	۷،۴۳۱،۷۳۵،۱۹۹
پس انداز	۰	۰	۲،۶۹۹،۷۳۴،۸۶۰	۰	۰	۲،۶۹۹،۷۳۴،۸۶۰
دنیای خارج	۱،۴۱۲،۳۸۷،۶۷۴	۲۰،۲۶۷،۶۴۲	۵،۶۴۵،۵۲۰	۴۹۶،۷۹۲،۵۶۴	۰	۱،۹۳۵،۰۹۳،۴۰۰
جمع ورودی	۱۱،۴۹۵،۶۰۵،۲۴۳	۶،۲۳۳،۰۷۴،۲۶۴	۷،۴۳۱،۷۳۵،۱۹۹	۲،۶۹۹،۷۳۴،۸۶۰	۱،۹۳۵،۰۹۳،۴۰۰	۲۹،۷۹۵،۲۴۲،۹۶۶

مأخذ: مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی

با توجه به اضافه شدن متغیر تغییر آب و هوا (اقلیم) در تابع تولید کشاورزی، این عنصر (نهاده) نیازمند توضیح است. روش اقلیم بندی دومارتن یکی از روش‌های معروف در این زمینه است. این روش، اقلیم منطقه را بر اساس دو عامل دما و بارش سالانه دسته‌بندی کرده و فرمول محاسباتی آن به صورت رابطه زیر است:

$$T = \frac{P}{I + 10} \qquad (۳۵)$$

بطوری‌که: P متوسط بارش سالانه (میلیمتر)، I متوسط دمای سالانه (سانتیگراد) و T شاخص دومارتن است (مقدم، ۱۳۸۸). لذا تابع تولید کاب- داگلاس برای بخش کشاورزی به صورت زیر خواهد بود (دک و همکاران، ۲۰۰۱)[1]:

$$VA = (b(T) * B)^{\alpha} * K^{\gamma} * L^{\omega}$$
$$with \qquad \alpha + \gamma + \omega = 1 \qquad (۳۶)$$

بطوری‌که: VA، L، K، B، T و b به ترتیب بیانگر ارزش افزوده بخش کشاورزی، نیروی کار، سرمایه، زمین (سطح زیرکشت)، شاخص تغییر اقلیم و پارامتر کارایی بوده و α، γ و ω کشش‌های تولید می‌باشند. بر این اساس، معادله اول تابع CGE برای بخش کشاورزی به صورت زیر خواهد بود:

$$VA_j = b_j \prod_h FD_{hj}^{\beta hj}; \qquad j = a \qquad ,h = K,B,L \qquad ,\beta = \alpha,\gamma,\omega$$
$$VA_a = b_a(T)^{\alpha} * FD_{Ba}^{\alpha} * FD_{Ka}^{\gamma} * FD_{La}^{\omega} \qquad (۳۷)$$

در رابطه فوق a بیانگر بخش کشاورزی و FD بیانگر تقاضا برای عامل تولید توسط بخش کشاورزی می‌باشد. پس از برآورد تابع تولید بخش کشاورزی با حضور متغیر اقلیم، میزان تغییر در تولید بخش کشاورزی وارد چارچوب تحلیل ماتریس حسابداری اجتماعی می‌شود (که بیانگر محدودیت عرضه یکی از بخش‌ها است) و اثر آن روی سایر بخش‌های اقتصادی بررسی می‌شود. در قسمت بررسی اثر تغییر تولید بخش کشاورزی ناشی از تغییر اقلیم روی سایر بخش‌های اقتصادی کشور، از ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۹۰ استفاده شد. در نهایت، جهت تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از نرم افزار MatLab استفاده شد.

قلمرو جغرافیایی پژوهش

مطالعه حاضر، اثرات تغییر اقلیم بر متغیرهای کلان اقتصادی ایران با تأکید بر بخش کشاورزی و با رویکرد تعادل عمومی محاسبه‌پذیر پویای بازگشتی بررسی می کند که بر این اساس قلمرو مکانی این تحقیق، بخش کلان اقتصاد ایران است.

[1]. Deke et al, 2001

یافته‌ها و بحث

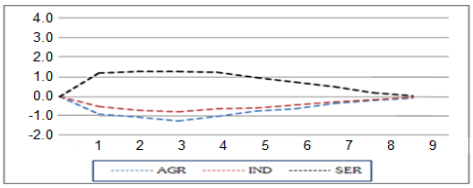
یکی از مسایل بسیار مهم در حل مدل‌های CGE، روش برآورد پارامترهای موجود است. بر این اساس، مقادیر کالیبره شده و پارامترهای مدل بر اساس ماتریس SAM سال ۱۳۹۰ و سناریوی پایه در زیر ارائه شده است:

جدول ۵. *مقادیر کالیبره شده و پارامترهای مدل*

تابع	پارامتر/ کشش		بخش صنعت	بخش کشاورزی	بخش خدمات
مصرف	سهم کالا		۰/۱۸۴	۰/۲۳۱	۰/۵۸۵
	میل نهایی به مصرف خانوارها		۰/۶۳۳	۰/۶۳۳	۰/۶۳۳
تولید کاب- داگلاس	انتقال یا کارایی		۱/۴۲۳	۱/۸۲۶	۱/۹۰۳
	سهم عوامل تولید	نیروی کار	۰/۱۱۳	۰/۲۹۰	۰/۳۴۳
		سرمایه	۰/۸۸۷	۰/۷۱۰	۰/۶۵۷
تولید نهایی لئونتیف	سهم واسطه های نهایی	صنعت	۰/۲۸۸	۰/۰۶۷	۰/۱۱۹
		کشاورزی	۰/۰۱۱	۰/۳۶۹	۰/۰۰۹
		خدمات	۰/۱۶۹	۰/۱۰۶	۰/۱۴۷
کالای مرکب آرمینگتون	سهم ارزش افزده		۰/۵۳۱	۰/۴۵۸	۰/۷۲۵
	کشش جانشینی		۱/۴	۱/۴	۱/۴
تابع تبدیل	سهم واردات		۰/۴۶۱	۰/۲۷۶	۰/۰۷۸
	انتقال		۲/۲۰۱	۱/۸۳۳	۱/۲۳۱
	کشش تبدیل		۱/۲	۱/۲	۱/۲
	سهم صادرات		۰/۵۲۴	۰/۸۸۲	۰/۹۳۴
	انتقال		۲/۰۰۳	۳/۳۴۲	۴/۴۷۶
نسبت با ثبات تولید کشاورزی از کل تولید				۰/۱۰۲	
نسبت با ثبات واردات کشاورزی از کل تولید کشاورزی				۰/۲۹۲	
نسبت با ثبات صادرات کشاورزی به کل صادرات				۰/۰۰۸	
نسبت با ثبات شاخص قیمت کشاورزی به کل CPI				۰/۹۵	
نسبت با ثبات شاخص تولیدکننده کشاورزی به کل PPI				۰/۹۹۸	

مأخذ: یافته‌های تحقیق و مطالعات پیشین

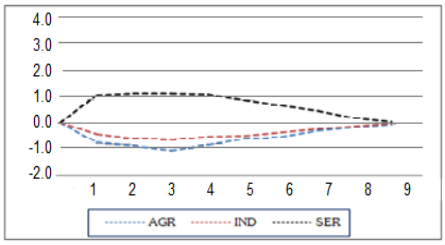
در ادامه به بررسی توابع واکنش آنی (IRF)[1] یعنی چگونگی اثرپذیری بخش‌های اقتصادی ایران با تأکید بر بخش کشاورزی (ارزش افزوده بخش‌های: صنعت و معدن، خدمات و کشاورزی، و ارزش افزوده زیربخش‌های: تولیدات گیاهی، تولیدات دامی، ماهیگیری و جنگلداری) از شوک تغییر اقلیم، در قالب سناریوهای IPCC1 (تغییر دما ۷/۲۷+ ٪ و بارش ۱۲/۴- ٪)، IPCC2 (تغییر دما ۷/۲۷+ ٪ و بارش ۱۲/۲- ٪) و IPCC3 (تغییر دما ۵/۰۳+ ٪ و بارش ۱۲/۳- ٪) با استفاده از مدل تعادل عمومی محاسبه‌پذیر پویای بازگشتی (RDCGE) پرداخته شده است.



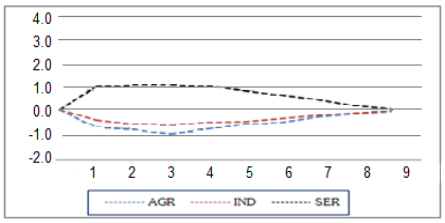
شکل ۱. عکس‌العمل آنی ارزش افزوده بخش‌های اقتصادی به شوک تغییر اقلیم در سناریوی اول IPCC

شوک ناشی از تغییر اقلیم بر اساس سناریوی IPCC1، ارزش افزوده بخش کشاورزی را در دوره اول ۰/۹۷٪، در دوره دوم ۱/۰۹٪، و حداکثر در دوره سوم ۱/۲۶٪ کاهش داده و به تدریج اثر آن خنثی می‌شود. همچنین، ارزش افزوده بخش صنعت و معدن را در دوره اول ۰/۶۲٪، در دوره دوم ۰/۸۱٪، و حداکثر در دوره سوم ۰/۸۹٪ کاهش داده و به تدریج اثر آن خنثی می‌شود. علاوه براین، ارزش

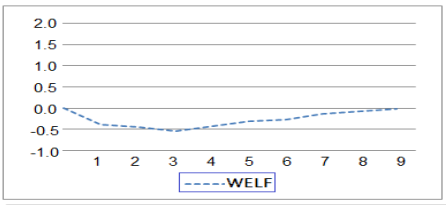
[1] Impulse Response Function

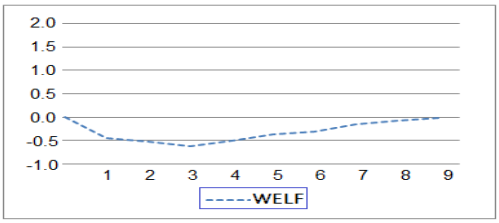


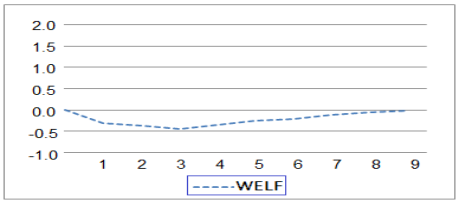
شکل ۲. عکس‌العمل آنی ارزش افزوده بخش‌های اقتصادی به شوک تغییر اقلیم در سناریوی دوم IPCC



شکل ۳. عکس‌العمل آنی ارزش افزوده بخش‌های اقتصادی به شوک تغییر اقلیم در سناریوی سوم IPCC







افزوده بخش خدمات را در دوره اول ۱/۰۲٪ و در دوره دوم ۱/۱۱٪، افزایش داده و از تقریباً از دوره چهارم به بعد، اثر آن خنثی می‌شود.

شوک ناشی از تغییر اقلیم بر اساس سناریوی IPCC2، ارزش افزوده بخش کشاورزی را در دوره اول ۰/۹۴٪، در دوره دوم ۰/۹۹٪، و حداکثر در دوره سوم ۱/۱۳٪ کاهش داده و به تدریج اثر آن خنثی می‌شود. همچنین، ارزش افزوده بخش صنعت و معدن را در دوره اول ۰/۶۴٪، در دوره دوم ۰/۷۸٪، و حداکثر در دوره سوم ۰/۸۱٪ کاهش داده و به تدریج اثر آن خنثی می‌شود. علاوه براین، ارزش افزوده بخش خدمات را در دوره اول ۰/۹۸٪ و در دوره دوم ۱/۰۲٪، افزایش داده و از تقریباً از دوره چهارم به بعد، اثر آن خنثی می‌شود.

شوک ناشی از تغییر اقلیم بر اساس سناریوی IPCC3، ارزش افزوده بخش کشاورزی را در دوره اول ۰/۸۸٪، در دوره دوم ۰/۹۳٪، و حداکثر در دوره سوم ۰/۹۹٪ کاهش داده و به تدریج اثر آن خنثی می‌شود. همچنین، ارزش افزوده بخش صنعت و معدن را در دوره اول ۰/۶۶٪، در دوره دوم ۰/۷۳٪، و حداکثر در دوره سوم ۰/۷۶٪ کاهش داده و به تدریج اثر آن خنثی می‌شود. علاوه براین، ارزش افزوده بخش خدمات را در دوره اول ۰/۹۷٪ و در دوره

شکل ۴. عکس‌العمل آنی (IRF) رفاه خانوار را به شوک تغییر اقلیم در سناریوی اول IPCC

شکل۵. عکس‌العمل آنی (IRF) رفاه خانوار را به شوک تغییر اقلیم در سناریوی دوم IPCC

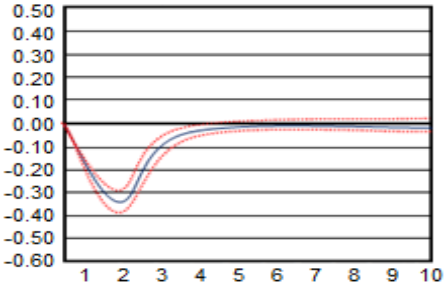
شکل ۶. عکس‌العمل آنی (IRF) رفاه خانوار را به شوک تغییر اقلیم در سناریوی سوم IPCC

دوم ۱/۰۱٪، افزایش داده و از تقریباً از دوره چهارم به بعد، اثر آن خنثی می‌شود.

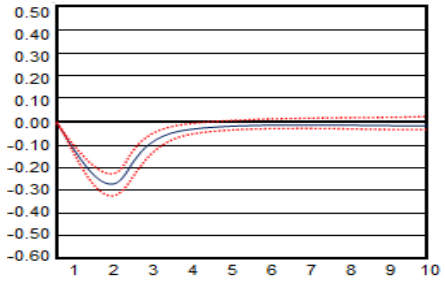
واکنش رفاه خانوار به شوک تغییر اقلیم در سناریوی اول IPCC:

شکل‌های زیرعکس‌العمل آنی (IRF) رفاه کل را به شوک تغییر اقلیم در سناریوی اول تا سوم IPCC نشان می‌دهد:

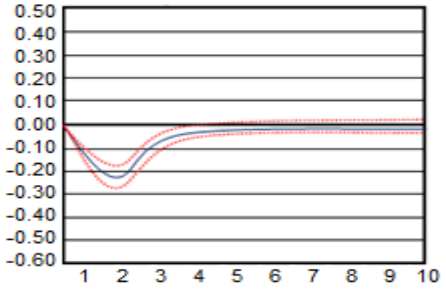
یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که شوک ناشی از تغییر اقلیم بر اساس سناریوی IPCC1، رفاه خانوار را در دوره اول ۰,۴۹٪ و در دوره دوم ۰,۶۱٪ و در دوره سوم ۰,۷۱٪ کاهش داده و به تدریج اثر آن خنثی می‌شود. بر اساس سناریوی IPCC2، رفاه خانوار را در دوره اول ۰,۴۴٪ و در دوره دوم ۰,۴۹٪ و در دوره سوم ۰,۵۴٪ کاهش داده و به تدریج اثر آن خنثی می‌شود و بر اساس سناریوی IPCC3، رفاه خانوار را در دوره اول ۰,۳۹٪ و در دوره دوم ۰,۴۳٪ و در دوره سوم ۰,۴۶٪ کاهش داده و به تدریج اثر آن خنثی می‌شود.



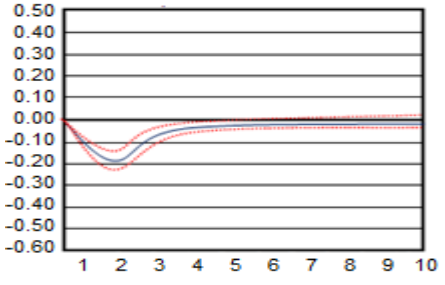
شکل ۴. عکس‌العمل آنی LYFA به IPCC1



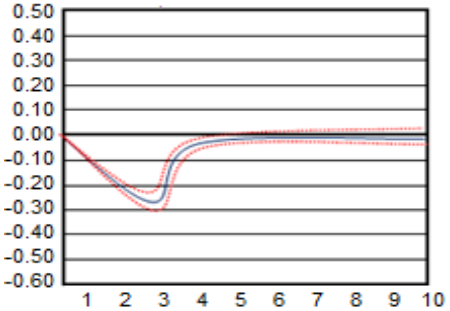
شکل ۵. عکس‌العمل آنی LYFI به IPCC1



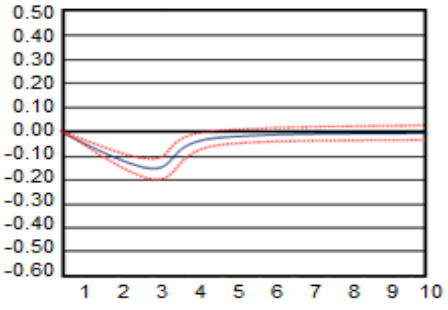
شکل ۶. عکس‌العمل آنی LYFO به IPCC1



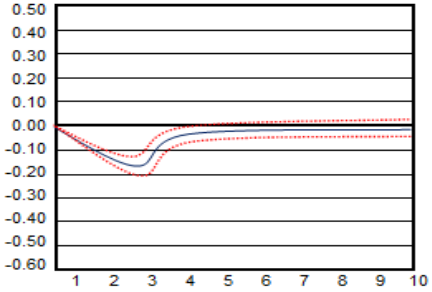
شکل ۷. عکس‌العمل آنی LYLI به IPCC1



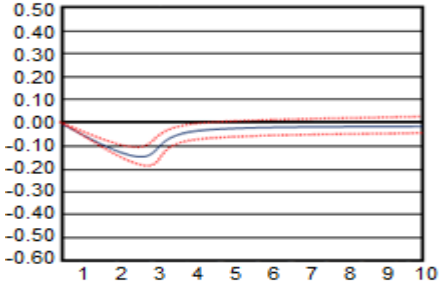
شکل ۸. عکس‌العمل آنی LYFA به IPCC2



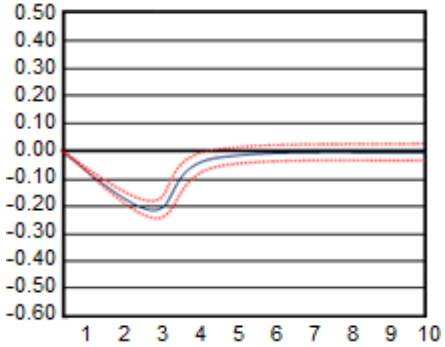
شکل ۹. عکس‌العمل آنی LYFI به IPCC2



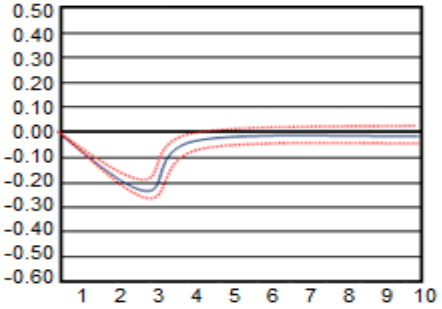
شکل ۱۰. عکس‌العمل آنی LYFO به IPCC2



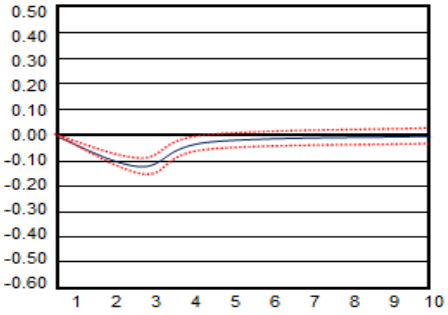
شکل ۱۱. عکس‌العمل آنی LYLI به IPCC2



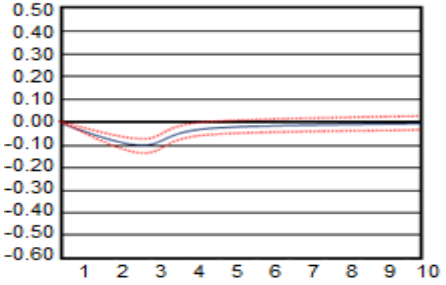
شکل ۱۲. عکس‌العمل آنی LYFA به IPCC3



شکل ۱۳. عکس‌العمل آنی LYFI به IPCC3



شکل ۱۴. عکس‌العمل آنی LYFO به IPCC3



شکل ۱۵. عکس‌العمل آنی LYLI به IPCC3

در توابع عکس‌العمل آنی (IRF) فوق، خطوط نقطه‌چین بیانگر فاصله اطمینان ۹۵٪ بوده و در صورتی‌که هر دو خط نقطه‌چین در یک طرف محور افقی قرار گیرند، اثر شوک‌ها از لحاظ آماری معنادار خواهد بود. شکل‌های ۴، ۵، ۶ و ۷ به ترتیب بیانگر IRF لگاریتم ارزش افزوده زیربخش تولیدات گیاهی (زراعت و باغبانی) (LYFA)، لگاریتم ارزش افزوده زیربخش ماهیگیری (LYFI)، لگاریتم ارزش افزوده زیربخش جنگلداری (LYFO) و لگاریتم ارزش افزوده زیربخش تولیدات دامی (LYLI) نسبت به شوک ناشی از سناریوی اول تغییر اقلیم (IPCC1) می‌باشند. شکل ۴ نشان می‌دهد که شوک ناشی از IPCC1، ارزش افزوده زیربخش تولیدات گیاهی (LYFA) را در دوره اول، ۰/۱۴٪ و در دوره دوم، ۰/۳۴٪ کاهش می‌دهد. سپس اثرات این شوک تا وقفه ششم به تدریج خنثی شده و پس از آن بی‌معنا می‌شود. شکل ۵ نشان می‌دهد که شوک ناشی از IPCC1، ارزش افزوده زیربخش ماهیگیری (LYFI) را در دوره اول، ۰/۱۲٪ و در دوره دوم، ۰/۲۷٪ کاهش می‌دهد. سپس اثرات این شوک تا وقفه پنجم به تدریج خنثی شده و پس از آن بی‌معنا می‌شود. شکل ۶ نشان می‌دهد که شوک ناشی از IPCC1، ارزش افزوده زیربخش جنگلداری (LYFO) را در دوره اول، ۰/۱۰٪ و در دوره دوم، ۰/۲۲٪ کاهش می‌دهد. سپس اثرات این شوک تا وقفه پنجم به تدریج خنثی شده و پس از آن بی‌معنا می‌شود. شکل ۷ نشان می‌دهد که شوک ناشی از IPCC1، ارزش افزوده زیربخش تولیدات دامی (LYLI) را در دوره اول، ۰/۰۸٪ و در دوره دوم، ۰/۱۹٪ کاهش می‌دهد. سپس اثرات این شوک تا وقفه ششم به تدریج خنثی شده و پس از آن بی‌معنا می‌شود.

شکل‌های ۸، ۹، ۱۰ و ۱۱ به‌ترتیب بیانگر IRF لگاریتم ارزش افزوده زیربخش تولیدات گیاهی (زراعت و باغبانی) (LYFA)، لگاریتم ارزش افزوده زیربخش ماهیگیری (LYFI)، لگاریتم ارزش افزوده زیربخش جنگلداری (LYFO) و لگاریتم ارزش افزوده زیربخش تولیدات دامی (LYLI) نسبت به شوک ناشی از سناریوی دوم تغییر اقلیم (IPCC2) می‌باشند. شکل ۸ نشان می‌دهد که شوک ناشی از IPCC2، ارزش افزوده زیربخش تولیدات گیاهی (LYFA) را در دوره اول، ۰/۱۱٪، در دوره دوم، ۰/۲۲٪ و حداکثر، ۰/۲۸٪ کاهش می‌دهد. سپس اثرات این شوک تا وقفه ششم به تدریج خنثی شده و پس از آن بی‌معنا می‌شود. شکل ۹ نشان می‌دهد که شوک ناشی از IPCC2، ارزش افزوده زیربخش ماهیگیری (LYFI) را در دوره اول، ۰/۰۴٪، در دوره دوم، ۰/۲۰٪ و حداکثر، ۰/۲۴٪ کاهش می‌دهد. سپس اثرات این شوک تا وقفه ششم به تدریج خنثی شده و پس از آن بی‌معنا می‌شود. شکل ۱۰ نشان می‌دهد که شوک ناشی از IPCC2، ارزش افزوده زیربخش جنگلداری (LYFO) را در دوره اول، ۰/۰۷٪، در دوره دوم، ۰/۱۵٪ و حداکثر، ۰/۱۸٪ کاهش می‌دهد. سپس اثرات این شوک تا وقفه ششم به تدریج خنثی شده و پس از آن بی‌معنا می‌شود. شکل ۱۱ نشان می‌دهد که شوک ناشی از IPCC2، ارزش افزوده زیربخش تولیدات دامی (LYLI) را در دوره اول، ۰/۰۵٪، در دوره دوم، ۰/۱۳٪ و حداکثر، ۰/۱۵٪ کاهش می‌دهد. سپس اثرات این شوک تا وقفه ششم به تدریج خنثی شده و پس از آن بی‌معنا می‌شود.

شکل‌های ۱۲، ۱۳، ۱۴ و ۱۵ به‌ترتیب بیانگر IRF لگاریتم ارزش افزوده زیربخش تولیدات گیاهی (زراعت و باغبانی) (LYFA)، لگاریتم ارزش افزوده زیربخش ماهیگیری (LYFI)، لگاریتم ارزش افزوده زیربخش جنگلداری (LYFO) و لگاریتم ارزش افزوده زیربخش تولیدات دامی (LYLI) نسبت به شوک ناشی از سناریوی سوم تغییر اقلیم (IPCC3) می‌باشند. شکل ۱۲ نشان می‌دهد که شوک ناشی از IPCC3، ارزش افزوده زیربخش تولیدات گیاهی (LYFA) را در دوره اول، ۰/۰۶٪، در دوره دوم، ۰/۱۷٪ و حداکثر، ۰/۱۷٪ کاهش می‌دهد. سپس اثرات این شوک تا وقفه ششم به تدریج خنثی شده و پس از آن بی‌معنا می‌شود. شکل ۱۳ نشان می‌دهد که شوک ناشی از IPCC3، ارزش افزوده زیربخش ماهیگیری (LYFI) را در دوره اول، ۰/۰۹٪، در دوره دوم، ۰/۲۰٪ و حداکثر، ۰/۲۴٪ کاهش می‌دهد. سپس اثرات این شوک تا وقفه ششم به تدریج خنثی شده و پس از آن بی‌معنا می‌شود. شکل ۱۴ نشان می‌دهد که شوک ناشی از IPCC3، ارزش افزوده زیربخش جنگلداری (LYFO) را در دوره اول، ۰/۰۴٪، در دوره دوم، ۰/۱۱٪ و حداکثر، ۰/۱۳٪ کاهش می‌دهد. سپس اثرات این شوک تا وقفه ششم به تدریج خنثی شده و پس از آن بی‌معنا می‌شود. شکل ۱۵ نشان می‌دهد که شوک ناشی از IPCC3، ارزش افزوده زیربخش تولیدات دامی (LYLI) را در دوره اول، ۰/۰۴٪،

در دوره دوم، ۰/۰۹٪ و حداکثر، ۰/۱۰٪ کاهش می‌دهد. سپس اثرات این شوک تا وقفه ششم به تدریج خنثی شده و پس از آن بی‌معنا می‌شود.

بررسی برنامه مالی دولت برای سازگاری با تغییر اقلیم در بخش کشاورزی

دولت برنامه های مالی خود را از طریق قانون بودجه در قالب اهداف و برنامه ها برای سازگاری با تغییر اقلیم در دو فصل کشاورزی و منابع طبیعی و فصل منابع آب در بخش کشاورزی انجام می دهد. جدول ذیل برنامه های مالی دولت را در این زمینه نشان می هد:

همانظوریکه در جدول شماره نشان داده شده است هزینه های مالی دولت در سال ۱۳۹۹ برای این منظور در قالب ۲۷ برنامه اجرایی و در دو فصل کشاورزی و منابع طبیعی و فصل منابع آب به میزان ۴۷,۴ هزار میلیارد ریال می باشد که فصل کشاورزی و منابع طبیعی ۱۸,۸ هزار میلیارد و فصل منابع آب ۲۸,۶ هزار میلیارد ریال می باشد.بیشترین هزینه های مالی دولت برای سازگاری مربوطه به برنامه تامین آب به میزان ۱۰,۷ هزار میلیارد ریال و سپس برنامه توسعه شبکه های آبیاری و بهبود بهره وری آب کشاورزی به میزان ۹,۵ هزار میلیارد ریال می باشد. کمترین هزینه مالی دولت مربوط به برنامه افزایش تولید آبزیان پرورشی به میزان۸۵۰۰ میلیون ریال می باشد. ۴۰ دستگاه دولتی در اجرایی این برنامه ها نقش دارند که وزارت جهاد کشاورزی با مبلغ ۱۱,۸ هزار میلیارد تومان و سپس شرکت مادر تخصصی مدیریت منابع آب ایران با مبلغ ۶,۲ هزار میلیارد ریال در رتبه اول و دوم قرار دارند.شرکت سهامی آب منطقه ای خراسان شمالی با مبلغ ۶۳۷۵۱ میلیترد ریال در رتبه آخر قرار دارد. دولت برنامه های مالی خود را در قالب ۳۲۴ طرح به اجرا گذاشته است. که اجرای طرح کمک فنی اعتباری بر ای توسعه روشهای نوین آبیاری و کم فشار به میزان ۴,۹ هزار میلیارد ریال و طرح های ساماندهی رودخانه ها و تعادل بخشی و تغذیه مصنوعی مجموعا به میزان ۴,۴ هزار میلیارد در رتبه بعدی اجرای برنامه های سازگاری قرار دارند.طرح ساختمان شبکه آبیاری و زهکشی قیر با مبلغ ۳۴۰۰ میلیون ریال در رتبه آخر تامین اعتبار قرار دارد.

جدول ۶. *برنامه های مالی دولت برای سازگاری با تغییر اقلیم در سال ۱۳۹۹- مبالغ به میلیون ریال*

فصل کشاورزی ومنابع طبیعی	18794575
برنامه آبخیزداری و حفاظت خاک	1542750
برنامه احیا، توسعه و بهره‌برداری اصولی از جنگلهای کشور	1275000
برنامه احیاء، توسعه و بهره‌برداری اصولی از مراتع کشور	76500
برنامه ارتقای ضریب مکانیزاسیون کشاورزی	182750
برنامه افزایش تولید آبزیان پرورشی	8500
برنامه افزایش تولید محصولات باغی	717400
برنامه افزایش تولید محصولات دام و طیور	293250
برنامه افزایش تولید محصولات زراعی	620500
برنامه بررسی، کنترل و پایش بیماریهای واگیر و قرنطینه ای دام، طیور و آبزیان	191250
برنامه بهداشت و تضمین کیفیت دارو و فرآورده های بیولوژیک و خدمات دامپزشکی	123250
برنامه تثبیت شن‌های روان و مقابله با بیابان‌زایی	886265
برنامه ترویج و توانمندسازی جوامع محلی و بهره‌برداران	347650
برنامه تکثیر و بازسازی ذخایر آبزیان	85000
برنامه تنظیم بازار داخلی محصولات کشاورزی	55250
برنامه توسعه شبکه‌های آبیاری و بهبود بهره وری آب کشاورزی	9589700
برنامه حفاظت و حمایت از منابع طبیعی کشور	425850
برنامه حفاظت و صیانت از ذخایر و منابع آبزی	293250

برنامه ساماندهی عشایر	431460
برنامه ساماندهی مالکیت اراضی ملی	549100
برنامه کنترل و مبارزه با آفات و بیماریهای گیاهی و علفهای هرز	284750
برنامه مطالعه، طراحی و اجرای زیر ساخت مجتمع های کشاورزی، دامی و شیلاتی	394400
برنامه واگذاری و ساماندهی مالکیت و صدور سند اراضی کشاورزی	420750
فصل منابع آب	28637016
برنامه بهبود بهره‌برداری و حفاظت از منابع آب	4262750
برنامه تامین آب	10727913
برنامه توسعه منابع آب در حوزه های آبریز رودخانه های مرزی و مشترک	7046504
برنامه عرضه آب	3573849
برنامه مهندسی رودخانه‌ها و سواحل	3026000
جمع کل	47431591

در مجموع می‌توان دریافت که تغییر اقلیم، از تأثیر منفی بر ارزش افزوده بخش کشاورزی و بخش صنعت و معدن و از تأثیر مثبت بر ارزش افزوده بخش خدمات برخوردار می‌باشد. بی‌تردید، با کاهش تولیدات بخش کشاورزی در اثر تغییر اقلیم، بخش صنعت نیز که دارای ارتباط پیشین با بخش کشاورزی می‌باشد، با کاهش ارزش افزوده مواجه خواهد شد. همچنین، از دلایل اصلی افزایش ارزش افزوده بخش خدمات این است که با کاهش تولیدات بخش کشاورزی، نیاز به واردات محصولات کشاورزی و غذایی افزایش پیدا کرده و متعاقباً ارزش افزوده فعالیت‌های بازرگانی افزایش خواهد یافت. علاوه براین، نتایج نشان می‌دهد که در میان سه سناریوی مورد بررسی تغییر اقلیم، به ترتیب: سناریوهای IPCC1، IPCC2 و IPCC3، از بیشترین تأثیر بر ارزش افزوده بخش‌ها و زیربخش‌های مورد بررسی (به استثنای زیربخش ماهیگیری) برخوردار می‌باشند. در زیربخش ماهیگیری به‌ترتیب سناریوهای: IPCC1، IPCC3 و IPCC2 اثرگذار می‌باشند. زیرا اگرچه در سناریوی IPCC3، تغییرات افزایشی دما کمتر از سناریوی IPCC2 می‌باشد، لیکن تغییرات منفی بارش در سناریوی IPCC3 بیشتر بوده و در نتیجه اثر منفی بیشتری بر زیربخش ماهیگیری که وابستگی بیشتری به منابع آبی دارد، خواهد داشت. همچنین، در میان زیربخش‌های مورد بررسی، به‌ترتیب: زیربخش تولیدات گیاهی (زراعت و باغبانی)، ماهیگیری، جنگلداری و تولیدات دامی از بیشترین اثرپذیری منفی از سناریوهای مورد بررسی تغییر اقلیم برخوردار می‌باشند.

نتایج بررسی برنامه‌های دولت برای سازگاری با تغییر اقلیم نشان می‌دهد که بیشترین تمرکز دولت بر اجرای طرح‌ها و برنامه‌های مربوط به منابع آب و بهبود بهره وری آب براساس روند گذشته بوده و این برنامه‌ها گذشته نگر بوده و فاقد پویایی، انعطاف‌پذیری و آینده‌نگری بوده و با توجه به اثرات تغییر اقلیم بر بخش‌های مختلف نیازمند تحول جدی در اجرای طرح‌ها و برنامه‌های سازگاری در بخش کشاورزی است براساس نتایج مطالعات و تحقیقات در این زمینه می‌باشد.

نتیجه‌گیری

از آنجاکه بررسی اثرات تغییر اقلیم بر بخش‌های اقتصادی بویژه بخش کشاورزی (که از بیشترین اثرپذیری برخوردار است) از اهمیت انکارناپذیری به‌منظور آمادگی مواجهه با اثرات منفی پیامدهای ناشی از آن برخوردار می‌باشد، در این مطالعه اثرات شوک‌های ناشی از سناریوهای تغییر اقلیم در قالب سناریوهای IPCC1 (تغییر دما ۷/۲۷+٪ و بارش ۱۲/۴-٪)، IPCC2 (تغییر دما ۷/۲۷+٪ و بارش ۱۲/۲-٪) و IPCC3 (تغییر دما ۵/۰۳+٪ و بارش ۱۲/۳-٪)، بر بخش‌های اقتصادی با تأکید بر بخش کشاورزی (ارزش افزوده بخش‌های: صنعت و معدن، خدمات و کشاورزی، و ارزش افزوده زیربخش‌های: تولیدات گیاهی، تولیدات دامی، ماهیگیری و جنگلداری) بررسی شد. برای این منظور داده‌های

تحقیق طی دوره ۹۶-۱۳۶۷ از بانک مرکزی، مرکز آمار ایران و سازمان هواشناسی کشور گردآوری شد. همچنین، جهت تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از مدل مدل تعادل عمومی محاسبه‌پذیر پویای بازگشتی (RDCGE) و توابع عکس‌العمل آنی (IRF) استفاده شد. در مجموع نتایج نشان داد که تغییر اقلیم، ارزش افزوده بخش کشاورزی و بخش صنعت و معدن را کاهش و ارزش افزوده بخش خدمات را افزایش می‌دهد. از دلایل اصلی افزایش ارزش افزوده بخش خدمات این است که با کاهش تولیدات بخش کشاورزی، نیاز به واردات افزایش پیدا کرده و متعاقباً ارزش افزوده فعالیت‌های بازرگانی افزایش خواهد یافت. علاوه براین، در میان سه سناریوی مورد بررسی تغییر اقلیم، به ترتیب: سناریوهای IPCC1، IPCC2 و IPCC3، از بیشترین تأثیر بر ارزش افزوده بخش‌ها و زیربخش‌های مورد بررسی (به استثنای زیربخش ماهیگیری) برخوردار می‌باشند. در زیربخش ماهیگیری به‌ترتیب سناریوهای: IPCC1، IPCC3 و IPCC2 اثرگذار می‌باشند. همچنین، در میان زیربخش‌های مورد بررسی، به‌ترتیب: زیربخش تولیدات گیاهی (زراعت و باغبانی)، ماهیگیری، جنگلداری و تولیدات دامی از بیشترین اثرپذیری منفی از سناریوهای مورد بررسی تغییر اقلیم برخوردار می‌باشند. در نهایت، با توجه اثرات منفی تغییر اقلیم بویژه بر بخش کشاورزی و زیربخش‌های آن، مدیریت صحیح منابع آبی از طریق: افزایش بهره‌وری آب در بخش کشاورزی (به عنوان پرمصرف‌ترین بخش)، استفاده از روش‌های نوین آبیاری، کاهش تبخیر از سطح سدها و ... از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است.

منابع

اسد فلسفی‌زاده، نسیم و صبوحی صابونی، محمود. (۱۳۹۱)، بررسی آثار پدیده تغییر اقلیم بر تولیدات کشاورزی (مطالعه موردی: شهرستان شیراز)، روش ریکاردین، نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی، ۴: ۲۸۶-۲۷۲.

امیرنژاد، حمید و اسدپور کردی، مریم. (۱۳۹۶)، بررسی اثرات تغییر اقلیم بر تولید گندم ایران، تحقیقات اقتصادکشاورزی، ۹(۳): ۱۸۲-۱۶۳.

پرهیزکاری، ابوذر. نوروزیان، محمد. صبوحی، محمود. (۱۳۹۲)، تحلیل اقتصادی اثرات تغییر اقلیم بر عملکردهای منتخب پنبه آبی در استان‌های منتخب، مجله هواشناسی، ۲(۱): ۷۹-۷۳.

حسینی، صفدر. نظری، محمدرضا. (۱۳۹۴)، ارزیابی آسیب‌پذیری اقتصادی بخش کشاورزی از تغییر اقلیم، سازمان حفاظت محیط زیست، سومین گزارش ملی تغییر آب و هوا جهت ارائه به دبیرخانه کنوانسیون UNFCCC.

زرعکانی، فاطمه.، کمالی، غلامعلی. و چیذری، امیرحسین. (۱۳۹۳)، اثر تغییر اقلیم بر اقتصاد گندم دیم (مطالعه موردی خراسان شمالی)، نشریه بوم شناسی کشاورزی، ۲: ۳۱۰-۳۰۱.

صیادی، محمد. شاکری، عباس. محمدی، تیمور. بهرامی، جاوید. (۱۳۹۵)، تکانه‌های تصادفی و مدیریت درآمدهای نفتی در ایران؛ رویکرد تعادل عمومی تعصادفی پویا (DSGE)، پژوهشنامه اقتصادی، ۱۶(۶۱): ۸۰-۳۳.

علی‌احمدی، حمزه. (۱۳۸۴)، بررسی تغییرات اقلیمی دوره خشکسالی ۸۲-۱۳۷۸ نسبت به میانگین بلندمدت منطقه سیستان و تأثیر آن بر تولیدات کشاورزی، مجله خشکی و خشکسالی کشاورزی.

محمدی، حسین. مقبل، معصومه. رنجبر، فیروز. (۱۳۸۹)، مطالعه تغییرات بارش و دمای ایران با استفاده از مدل MAGICC SCENGEN، فصنامه انجمن جغرافیای ایران، ۸ (۲۵).

محمودی، ابوالفضل. پرهیزگاری، ابوذر. (۱۳۹۴)، تحلیل اقتصادی اثرات تغییر اقلیم بر عملکرد محصولات، الگوی کشت و سود ناخالص کشاورزان (مطالعه موردی: دشت قزوین)، رشد و توسعه اقتصاد روستایی و کشاورزی، ۱(۲): ۴۰-۲۵.

مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی (۱۳۹۴)، ماتریس حسابداری اجتماعی کلان ایران در سال ۱۳۹۰.

مؤمنی، سکینه. زیبایی، منصور. (۱۳۹۲)، اثرات بالقوه تغییر اقلیم بر کشاورزی استان فارس، اقتصاد و توسعه کشاورزی، ۲۷(۳): ۱۷۹-۱۶۹.

نجاتی، مهدی. صالحی، نورالله. کاویانی پور، نجمه. (۱۳۹۸)، ارزیابی اقتصادی اثرات اجرای توافق‌نامه تغییرات اقلیمی پاریس توسط ایران: کاربرد یک مدل تعادل عمومی قابل محاسبه برای ایران، مطالعات علوم محیط زیست، ۴(۱): ۱۰۹۱-۱۰۷۶.

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

Alagidede, P., Adu, G. & Frimpong, P. B. (2014). The effect of climate change on economic, growth, evidence from Sub-Saharan Africa. World Institute for Development Economics Research. WIDER Working Paper 2014/017, United Nations University, UNU-WIDER, wider.unu.edu.

Alam, Q. (2013). Climate Change, Agricultural Productivity and Economic Growth in India: The Bounds Test Analysi International Journal of Applied Research and Studies, 2: 2278-9480.

Arndt, C., Chinowsky, P., Strzepek, K., Thurlow, J., (2012), Climate change, growth and infrastructure investment: the case of Mozambique. Rev. Dev. Econ. 16, 463–475.

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.

Bauman, A., Goemans, C, Pritchett, J., McFadden, D. T. (2013), Estimating the Economic and Social Impacts from the Drought in Southern Colorado. Journal of Contemporary Water Research & Education, Issue 151, Pages 61-69.

Boys, K. A. & Florax, R. G.M. (2007), "Meta-Regression Estimates for CGE Models: A Case Study for Input Substitution Elasticities in Production Agriculture," 2007 Annual Meeting, July 29-August 1, 2007, Portland, Oregon 9683, American Agricultural Economics Association (New Name 2008: Agricultural and Applied Economics Association).

Decalawé, B., Lemelin, A., Maisonave, H., and Robichaud, V. (2013). The PEP Standard Computable General Equilibrium Model. Single Country, Recursive Dynamic Version, PEP.

Deke, O., Hooss, K. G., Kasten, C., Klepper, G., & Springer, K. (2001). Economic impact of climate change: Simulations with a regionalized climate-economy model. Report, Kiel Working Papers.

Eboli F., Parrado R., and Roson R. (2010), Climate change feedback on economic growth: explorations with a dynamic general equilibrium model. The Center for Research on Energy and Environmental Economics and Policy at Bocconi University. Working Paper n. 29.

Elshennawy, A. Robinson, S. Willenbockel, D. (2016), Climate change and economic growth: An intertemporal general equilibrium analysis for Egypt, Economic Modelling. 52.681-689.

Hosoe, N. (2004). Computable general equilibrium modeling with GAMS, [online]<ww3.grips.ac.jp/~nhosoe/cge.gams20040209.pdf>.

IPCC, (2014), Technical Guidelines for Assessing Climate Change Impacts and Adaptations, Middle East Water Commission, http://www.scidev.net/en/climate-change-and energy/greenhouse- gases/news/un-climatedanger-for middle-east-north-africa.html, Word bank.

Kohn, M. E. Kamiar Mohaddes, K. Ng, R. N. C. Hashem Pesaran, M. Raissi, M. Yang, J. C. (2019), Long-Term Macroeconomic Effects of Climate Change: A Cross-Country Analysis, IMF Working Paper No. 19/215.

Leichenko R, Major C. D, Johnson K, Patrick L, and O'Grady M, (2011), An Economic Analysis of Climate Change Impacts and Adaptations in New York State, ClimAID.

Löfgren, H. (2001). A CGE model for Malawi: Technical documentation. TMD Discussion Paper, No. 70, International Food Policy Research institute, Washington D.C., U.S.A.

Sanchís, F. M. Feijóo-Bello, M. L. (2009), Climate change and its marginalizing effect on agriculture, Ecological Economics, 68(3): 896-904.

Tokunaga S., Okiyama M., and Ikegawa M. (2015), Dynamic panel data analysis of the impacts of climate change on agricultural production in japan. Japan Agricultural Research Quarterly,49(2)149-157.