



سومین گزارش ملی تغییر آب و هوا

## بخش چهارم: ارزیابی آسیب پذیری و سازگاری

زیربخش: آسیب‌های اقتصادی منتجه از بخش آب و کشاورزی بر سایر بخش‌های اقتصادی



طرح ملی تغییر آب و هوا



سومین گزارش ملی تغییر آب و هوا جهت ارائه به دبیرخانه کنوانسیون  
(UNFCCC)

Iran's Third National Communication to UNFCCC

بخش چهارم: ارزیابی آسیب پذیری و سازگاری

زیربخش: آسیب‌های اقتصادی منتجه از بخش آب و کشاورزی بر سایر بخش‌های

اقتصادی

## فهرست مطالب

### عنوان

فصل اول- کلیات

۱-۱- مقدمه

۱-۲- اهداف پژوهش

فصل دوم: مروری بر مبانی و مطالعات پیشین

۱-۲-۱- آثار اقتصادی مستقیم و غیر مستقیم تغییر اقلیم بر کل اقتصاد

۲-۲- پژوهش‌های با موضوع بررسی آثار غیرمستقیم تغییر اقلیم و خشکسالی در بخش کشاورزی بر اقتصاد کشور

۱-۲-۲- الگوهای داده-ستانده

۲-۲-۲- ماتریس حسابداری اجتماعی<sup>۱</sup> (SAM)

۳-۲-۲- تحلیل تعادل عمومی محاسبه پذیر

۴-۲-۲- الگوهای کلان اقتصادسنجی

۳-۲- جمع‌بندی

فصل سوم- روش‌شناسی پژوهش

۱-۳- چارچوب جدول داده-ستانده

فصل چهارم- نتایج پژوهش

۱-۴- پیوندهای پسین و پیشین فعالیت‌های مختلف اقتصادی کشور

۲-۴- آثار مستقیم و غیرمستقیم تغییر اقلیم

## فهرست جداول

### عنوان

جدول ۱- دسته‌بندی تفضیلی هزینه‌های تغییر اقلیم

جدول ۲- ساختار کلی الگوی داده-ستانده

جدول ۳- پیوندهای پسین و پیشین فعالیت‌های اقتصادی کشور

جدول ۴- آثار مستقیم و غیرمستقیم تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی و کل اقتصاد ایران در سناریوی بدبینانه

جدول ۵- آثار مستقیم و غیرمستقیم تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی و کل اقتصاد ایران در سناریوی میانه

جدول ۶- آثار مستقیم و غیرمستقیم تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی و کل اقتصاد ایران در سناریوی خوشبینانه

جدول ۷- جمع‌بندی آثار مستقیم و غیرمستقیم تغییر اقلیم بر کل ارزش افزوده اقتصاد کشور

<sup>۱</sup> Social accounting matrix (SAM)

فهرست اشکال

عنوان

شکل ۱- پیوندهای پیشین و پسین بخش کشاورزی با سایر بخش‌های اقتصاد کشور



## فصل اول - کلیات

## ۳-۱- مقدمه

بسیاری از بخش‌های اقتصادی کشور اعم از کشاورزی، منابع آب، جنگل‌کاری، بازارهای انرژی و حتی بازارهای مالی و بیمه‌ها از تغییر اقلیم به طور مستقیم و غیرمستقیم متاثر می‌شوند. آثار مستقیم تغییر اقلیم بر یک بخش معمولاً به کاهش (افزایش) تولید/ درآمد و یا افزایش (کاهش) هزینه‌های تولید در خود آن بخش بر می‌گردد لکن آثار غیرمستقیم تغییر اقلیم در آن بخش، شامل از دست رفتن درآمد و تولید در سایر بخش‌های اقتصادی که از طریق پیوندهای پسین و پیشین در زنجیره عرضه محصولات آن بخش وجود دارند نیز می‌شود. اثرات مستقیم (که به آن اولیه نیز گویند) به طور معمول طبیعت بیوفیزیکی دارند در حالی که پیامدهای این اثرات بیانگر اثرات غیرمستقیم یا ثانویه است. برای مثال، کاهش تولید و ارزش افزوده محصولات زراعی یک اثر مستقیم تغییر اقلیم است. به طور طبیعی کاهش توان تولید محصولات کشاورزی در داخل، طیف گسترده‌ای از متغیرهای اقتصاد کلان و بخش کشاورزی (آثار غیرمستقیم) را تحت تاثیر قرار خواهد داد. افزایش واردات محصولات کشاورزی، کاهش توان صادرات، تغییر الگوی تجاری محصولات کشاورزی، افزایش خروج ارز از کشور، کاهش ظرفیت اشتغالزایی بخش کشاورزی، افزایش قیمت‌های داخلی کالاهای کشاورزی، کاهش رفاه اقتصادی مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان این کالاها و در نهایت کاهش تولید ناخالص سایر بخش‌های اقتصادی (از راه ارتباطات متقابل) و کل اقتصاد کشور از جمله مهم‌ترین این آثار غیر مستقیم می‌باشند. برخی پژوهشگران به خسارت‌های مستقیم و غیرمستقیم ناشی از اثرات مستقیم و غیرمستقیم خشکسالی و تغییر اقلیم اشاره نمودند (ویل‌هایت<sup>۱</sup>، ۲۰۰۰؛ ویل‌هایت و همکاران، ۲۰۰۷). برای مثال، پژوهش هولدن و شیفر<sup>۲</sup> (۲۰۰۴) و هوریدج و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۰۵) خسارات ناشی از کاهش تولید در کشاورزی و صنایع دامپروری را به عنوان اثرات مستقیم خشکسالی مورد اشاره قرار دادند، در حالی که خسارات رخ داده در سایر بخش‌های اقتصادی ناشی از اثر ضرایب فزاینده، بیکاری و اثرات بر رفاه خانوار به عنوان اثرات غیرمستقیم خشکسالی‌ها در نظر گرفته می‌شود. پژوهش مایسیاک و مارکاندیا<sup>۴</sup> (۲۰۰۹) چندین دسته‌بندی از خسارات اقتصادی ناشی از خشکسالی ارائه داد که شامل خسارات ساختاری در مقابل خسارات غیرساختاری، خسارات مستقیم در مقابل خسارات غیرمستقیم و خسارات غیرملموس<sup>۵</sup> می‌باشد.

<sup>1</sup> Wilhite

<sup>2</sup> Holden & Shifer

<sup>3</sup> Horidge

<sup>4</sup> Mysiak & Markandya

<sup>5</sup> Intangible losses

بر این اساس مهمترین هزینه‌های مستقیم تغییر اقلیم مربوط به اثرات بیوفیزیکی است. این اثرات شامل کاهش تولید محصولات زراعی و باغی، کاهش بهره‌وری مراتع و جنگل، پایین آمدن درآمد کشاورزان و کسب و کارهای کشاورزی، خسارات در تولیدات دامپروری، افزایش تلفات و احشام حیات وحش، ریسک‌های بالاتر و مخاطره آتش-سوزی (به اضافه افزایش دما)، کاهش آب‌های سطحی و زیرزمینی، کاهش کیفیت محصول زراعی، شیوع آفات گیاهی، شیوع بیماری‌های گیاهی و خسارت ناشی از تغذیه حیات وحش از محصولات زراعی به سبب کاهش مواد غذایی در طبیعت. همچنین به سبب کاهش در دسترس بودن آب، تغییر اقلیم موجب ضرر و زیان شرکت‌های عرضه کننده آب آشامیدنی شده، خسارت به تولید برق آبی به سبب کاهش سطح ذخایر سدها، زیان تجهیزات تولید نیرو به سبب افزایش دمای آب خنک کننده و ضرر و زیان شرکت‌های حمل و نقل آبی به خاطر احتمال تعطیلی کشتیرانی در رودخانه‌ها و کانال‌ها می‌شود (جانکرن و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۰۷). آسیب فعالیت‌های آبیاری، صنعت ماهیگیری، صنعت گردشگری، باغبانی و تولید گل و استخرهای شنا از جمله دیگر این موارد است.

هزینه‌های غیرمستقیم تغییر اقلیم بر اثر پیامد اثرات فیزیکی - اکولوژیکی بر کل اقتصاد از طریق تغییرات فعالیت‌های وابسته به کشاورزی و منابع آب در سایر بخش‌های اقتصاد رخ خواهد داد (در نتیجه هزینه غیرمستقیم بعد از هزینه مستقیم رخ می‌دهد). برای مثال، کاهش محصول زراعی، کاهش بهره‌وری جنگل و مراتع منجر به درآمد پایین‌تر برای کشاورزان و کسب و کارهای کشاورزی شده، که افزایش بیکاری، تغییرات در قیمت مواد غذایی و چوب، کاهش تجارت (به سبب کاهش صادرات محصولات کشاورزی یا افزایش واردات چنین محصولاتی به قیمت بالاتر)، کاهش درآمدهای مالیاتی ملی، منطقه‌ای یا محلی (کاهش پایه مالیاتی)، افزایش فشار بر مؤسسات مالی (ریسک بالاتر اعتبارات، کسری سرمایه)، و افزایش خسارات به صنایع وابسته به بخش کشاورزی (مانند صنایع مواد غذایی و الوار، تولیدکنندگان و توزیع‌کنندگان کودهای شیمیایی و ماشین آلات مورد استفاده در کشاورزی) خواهد شد. یکی از نگرانی‌های اصلی در خصوص برآورد خسارت تغییر اقلیم، کمتر از حد برآورد کردن میزان آسیب‌پذیری است چرا که معمولاً در اغلب مطالعات، به هزینه‌های غیرمستقیم ناشی از این پدیده که گاهی بیش از خسارت مستقیم و اولیه نیز هست توجه نشده و مورد برآورد قرار نمی‌گیرند. برای مثال سلامی و همکاران (۲۰۰۹) خسارت مستقیم ناشی از خشکسالی سال زراعی ۷۹-۱۳۷۸ در دو زیر بخش زراعت و باغبانی کشور را حدود ۱۰۸۴۰ میلیارد ریال (حدود ۲۵

<sup>۱</sup> Jonkeren

جدول ۱- دسته‌بندی تفصیلی هزینه‌های تغییر اقلیم

اندازه‌گیری		نوع خسارت
غیربازاری (نامحسوس)	بازاری (محسوس)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- خسارت به سکونت‌گاه‌های حیات وحش و ماهی‌ها</li> <li>- از بین رفتن تنوع زیستی</li> <li>- خسارت به تالاب‌ها</li> <li>- کاهش کیفیت آب و هوا</li> <li>- خسارت ناشی از محدودیت عرضه آب برای خانوارها</li> <li>- غیره</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- خسارات در بخش‌های نیازمند منبع آب مانند کشاورزی، که خسارات شامل کاهش تولید محصول زراعی و تولیدات دامی.</li> <li>- خسارات شرکت‌های عرضه‌کننده آب، تولید برق‌آبی و انتقال آب.</li> <li>- تخریب ساختمان‌ها و زیرساخت‌ها</li> <li>- غیره</li> </ul>	مستقیم
<ul style="list-style-type: none"> <li>- بیماری حیوانات</li> <li>- کاهش کیفیت یا خسارت سایت‌های تفریحی، اثرات زیباشناختی</li> <li>- افزایش هزینه‌های سلامت (بیماری‌ها، سوء تغذیه)</li> <li>- مرگ و میر</li> <li>- غیره</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- افزایش بیکاری</li> <li>- تغییر قیمت مواد غذایی و الوار</li> <li>- خسارت به تجارت</li> <li>- کاهش درآمدهای مالیاتی</li> <li>- خسارت در بخش‌های اقتصادی که به طور غیرمستقیم به خشکسالی وابسته‌اند (مانند صنایع غذایی)</li> <li>- غیره</li> </ul>	غیرمستقیم

مأخذ: مطالعه Penning-Rowsell و همکاران (۲۰۰۳)، Ward و Smith (۱۹۹۸) و Bergh و Logar (۲۰۱۱).

درصد ارزش افزوده این زیربخش‌ها) برآورد کرده‌اند در حالی که اثرات غیرمستقیم این پدیده بر ارزش افزوده دیگر زیربخش‌های کشاورزی و بخش‌های صنعت و خدمات به ترتیب در حدود ۱۹۶۷، ۳۸۲۴ و ۷۱۰۷ میلیارد ریال و لذا بر کل تولید ناخالص داخلی کشور حدود ۲۳۷۵۷ میلیارد ریال (۴/۱ درصد تولید ناخالص داخلی در سال ۷۸) برآورد شده است. بر این اساس سهم اثرات مستقیم در کل خسارت خشکسالی بر اقتصاد کشور حدود ۴۶ درصد و سهم اثرات غیرمستقیم ۵۴ درصد می‌باشد.

#### ۴-۱- اهداف پژوهش

در گزارش اول ارائه شده توسط کارگروه اقتصاد تغییر اقلیم، به بررسی آثار مستقیم اقتصادی این پدیده بر بخش کشاورزی به عنوان یکی از بخش‌های اصلی اقتصاد کشور که بیشترین تاثیرپذیری مستقیم از تغییر اقلیم را دارد، با استفاده از یک الگوی برنامه‌ریزی ریاضی بخش کشاورزی پرداخته شد. گزارش مربوط به این مطالعات قبلاً در گزارشی تحت عنوان "ارزیابی آسیب‌پذیری اقتصادی بخش کشاورزی ایران از تغییر اقلیم" ارائه شده است. هدف این بخش از پژوهش، برآورد آثار غیرمستقیم تغییر اقلیم بر سایر صنایع و کل اقتصاد کشور از طریق محاسبه پیوندهای پسین و پیشین آنها با بخش کشاورزی می‌باشد. به عبارت دیگر، هدف برآورد میزان آسیب‌پذیری غیرمستقیم سایر بخش‌های اقتصادی کشور ناشی از تغییر اقلیم در اثر کاهش تولید در بخش کشاورزی با استفاده از تلفیق نتایج مدل بخش کشاورزی در جدول داده-ستانده کشور است.



## فصل دوم: مروری بر مبانی و مطالعات پیشین

## ۲-۱- آثار اقتصادی مستقیم و غیر مستقیم تغییر اقلیم بر کل اقتصاد

در شکل ۱ یک اقتصاد فرضی در نظر گرفته شده است که در آن پیوندهای پسین<sup>۱</sup> و پیشین<sup>۲</sup> بین تولید محصولات زراعی و بقیه بخش‌های اقتصادی کشور نشان داده شده است. 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 (۱) تغییر خالص در فعالیت‌های اقتصادی و (۲) 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 تاثیر گذاری 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 (در سمت چپ شکل ۱ نشان داده شده است). 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 (بخش بالایی سمت راست شکل ۱) منجر شود. تغییر کل در سطح فعالیت‌های اقتصادی ناشی از این آثار ثانویه (شامل هر دو بخش پسین و پیشین) در اصطلاح به آثار غیرمستقیم<sup>۳</sup> معروفند. در نهایت، زیان درآمدی خانوارها ناشی از کاهش اشتغال به نوع سومی از آثار که از آنها به "آثار استنتاجی"<sup>۴</sup> 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 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 (بايومن و همکاران<sup>۵</sup>، ۲۰۱۳).

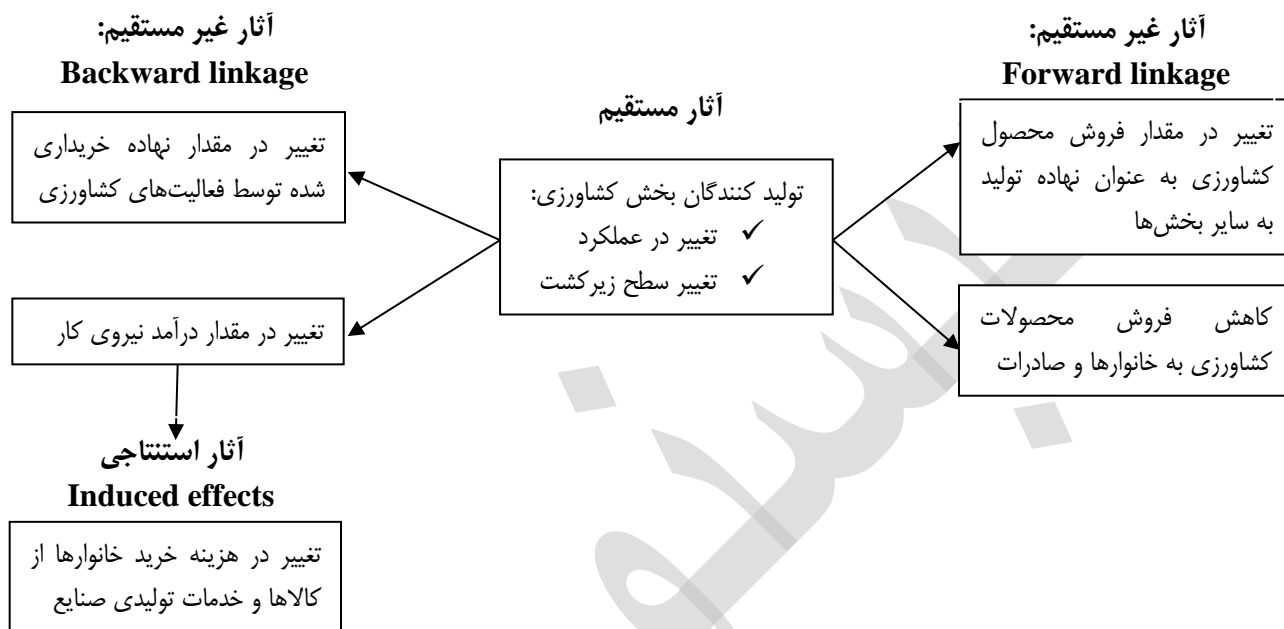
<sup>1</sup> Backward linkage

<sup>2</sup> Forward linkage

<sup>3</sup> Indirect effects

<sup>4</sup> Induced effects

<sup>5</sup> Bauman *et al*



شکل ۱- پیوندهای پیشین و پسین بخش کشاورزی با سایر بخشهای اقتصاد کشور

## ۲-۲- پژوهش‌های با موضوع بررسی آثار غیرمستقیم تغییر اقلیم و خشکسالی در بخش کشاورزی بر اقتصاد کشور

پژوهش‌های بسیاری به بررسی آثار اقتصادی (مستقیم) تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی در سطح دنیا پرداخته‌اند. بسیاری بر این باورند که نتایج چنین پژوهش‌هایی تنها برآوردی از بخشی از آثار بالقوه اقتصادی ناشی از تغییر اقلیم را ارائه می‌کنند که نسبت به آنچه در عمل در کل اقتصاد اتفاق می‌افتد، دچار کم برآوردی هستند و لذا تدوین الگوهای اقتصادی، که بتواند با ایجاد ارتباط یکپارچه بین الگوهای بخش کشاورزی و کل اقتصاد کشور، برآوردی واقعی‌تر از آثار این پدیده را ارائه دهند، را پیشنهاد و بکار گرفته‌اند. بررسی ادبیات موضوع نشان می‌دهد که برای بررسی آثار اقتصادی تغییر اقلیم و خشکسالی بر کل اقتصاد کشور معمولاً سه روش کلی به شرح زیر وجود دارد:

## ۲-۲-۱- الگوهای داده-ستانده

مدل اولیه داده-ستانده عموماً از داده های اقتصادی مشاهده شده برای کشور یا منطقه ای خاص تشکیل شده است (میلر و بلیر<sup>۱</sup>، ۲۰۰۹). این مدل جریان های محصولات از یک صنعت به صنایع دیگر، تقاضای نهایی (نظیر تولید برای مصرف شخصی، فروش به دولت و صادرات) و ارزش افزوده را تشریح می نماید. مورد آخر دربرگیرنده مخارج نیروی کار و سرمایه، مالیات و واردات برای یک دوره زمانی خاص (معمولاً یک سال) می باشد. بر مبنای این اطلاعات، امکان تحلیل تأثیرات تغییر در قیمت یا ستانده یک یا چند بخش اقتصادی، تغییر در تقاضای نهایی یا تغییر در یکی از عناصر ارزش افزوده بر سایر بخش های اقتصادی وجود دارد. در زمینه تغییر اقلیم و خشکسالی این رویکرد به طور خاص برای ارزیابی هزینه های غیر مستقیم خشکسالی نظیر اثرات خارجی زیان در بخش کشاورزی و تأمین آب بر میزان محصول تولیدی در سایر بخش های اقتصادی و اشتغال آن ها سودمند می باشد. تحلیل داده-ستانده را می توان به صورت یک رویکرد جایگزین برای تحلیل موازنه عمومی دانست. مزیت مدل داده-ستانده این است که بکارگیری آن آسان است و می تواند برای ساختارهای بسیار پراکنده مورد استفاده قرار گیرد اما این روش بر فرضیات محدود کننده ای در ارتباط با مکانیزم ها و تکنولوژی های جایگزین تأکید دارد و فاقد مکانیزم های قیمتی است. به طور دقیق تر، این مدل فرض می نماید که هیچ قابلیت جانشینی بین عوامل مختلف تولید وجود ندارد و تغییرات تکنولوژیکی بر فرایندهای تولید تأثیرگذار نیست. مطالعاتی که هزینه های غیرمستقیم تغییر اقلیم یا خشکسالی را با استفاده از تحلیل داده-ستانده ارزیابی نموده اند عبارتند از اوتوگا و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۱۱) و پرز و هورل<sup>۳</sup> (۲۰۰۹). تحلیل داده-ستانده همچنین کاربردهایی در مطالعات مربوط به بررسی تأثیرات سیاست های آبی مختلف دارد. به عنوان مثال، لایوپ<sup>۴</sup> (۲۰۰۸) از این روش برای ارزیابی تأثیر سیاست های آبی بر قیمت های تولیدی و مصرفی، مصرف آب و درآمد واقعی بخش خصوصی استفاده نمود. سیاست های تحلیل شده شامل وضع مالیات بر آب مصرفی توسط بخش های مختلف، بهبود در کارایی فنی مصرف آب و ترکیب این دو روش می باشد. پژوهش ولازکوئز<sup>۵</sup> (۲۰۰۶) مدل داده-ستانده را برای تعیین اینکه کدام بخش های اقتصادی در اندونزی بیشترین مقدار آب را مصرف می کنند بکار گرفت. این مدل همچنین شبیه سازی تأثیرات سیاست های مختلف را بر مصرف و توزیع آب بین بخش های مختلف مقدور می سازد. بایومن و

<sup>1</sup> Miller & Blair

<sup>2</sup> Ortega

<sup>3</sup> Peres & Hurle

<sup>4</sup> Liop

<sup>5</sup> Velazquez

همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۱۳) از این الگو برای تخمین خسارت اقتصادی خشکسالی سال ۲۰۱۱ در ۱۷ شهرستان ایالت کلرادوی جنوبی آمریکا استفاده کرده‌اند. به عقیده آنها خشکسالی نه تنها اقتصاد جوامع روستایی را متاثر می‌سازد، بلکه از طریق زنجیره تامین سایر مشاغل و نهادها (دولت، خانوار و ...) را نیز تحت تاثیر قرار می‌دهد. برای این منظور آنها از یک الگوی برنامه‌ریزی ریاضی جانشینی تعادلی (آثار مستقیم خشکسالی بر بخش کشاورزی)، یک الگوی داده-ستانده و یک الگوی تلفیقی حاصل از این دو روش (برای بررسی آثار مستقیم و غیرمستقیم خشکسالی بر کل اقتصاد ایالت کلرادو) استفاده کرده‌اند. نتایج آنها نشان داد که خشکسالی سال ۲۰۱۱ در مجموع معادل ۸۳ تا ۱۰۰ میلیون دلار خسارت به اقتصاد کلرادوی شمالی وارد ساخته است.

پرز و هارل<sup>۲</sup> (۲۰۰۹) برای بررسی آثار مستقیم و غیرمستقیم اقتصادی خشکسالی در حوضه آبریز رودخانه ایبرو (اسپانیا) از چارچوب تحلیلی داده-ستانده استفاده کرده‌اند. در این پژوهش آثار مستقیم خشکسالی بر دو بخش کشاورزی و انرژی برآورد شده و سپس از طریق این آثار، اثر غیرمستقیم آن بر کل اقتصاد حوضه آبریز سنجیده شده است. نتایج آنها نشان داد خشکسالی به از دست رفتن بیش از ۴۸ میلیون دلار از ارزش افزوده بخش‌های انرژی و کشاورزی منجر شده است. خسارت اقتصادی غیرمستقیم این پدیده معادل ۳۷۷ میلیون دلار و تعداد اشتغال از دست رفته ناشی از این پدیده حدود ۱۱ هزار نفر در سال برآورد شده است. وایتواک<sup>۳</sup> (۲۰۰۹) نیز از این الگو برای بررسی آثار مستقیم و غیرمستقیم تغییر اقلیم بر صنعت گردشگری جزیره فیلیپ استفاده کرده است. رز و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۰۰) با ریزمقیاس نمایی جدول داده-ستانده منطقه‌ای از روی جدول داده-ستانده کشوری ایالات متحده آمریکا اقدام به برآورد آثار اقتصادی مستقیم و غیرمستقیم تغییر اقلیم بر منطقه اتلانتیک میانی آمریکا کرده‌اند. روزنبرگ<sup>۵</sup> (۱۹۹۳) برای تحلیل آثار اقتصادی مستقیم و غیرمستقیم تغییر اقلیم بر چهار بخش کشاورزی، جنگلداری، آب و انرژی در ایالت غرب میانه آمریکا نیز از الگوی داده-ستانده استفاده کرده است.

<sup>1</sup> Bauman *et al*

<sup>2</sup> Perez and Hurlle

<sup>3</sup> Whiteoak

<sup>4</sup> Rose *et al*

<sup>5</sup> Rosenberg

۲-۲-۲- ماتریس حسابداری اجتماعی<sup>۱</sup> (SAM)

ماتریس حسابداری اجتماعی تکنیکی است که نتایج حسابداری ملی را به شکل یک ماتریس نشان می‌دهد (بینید استون<sup>۲</sup>، ۱۹۴۹، ۵۲-۱۹۵۱، ۱۹۶۱). جداول داده-ستانده یک فرم خاصی از یک ماتریس حسابداری اجتماعی بوده و یک بیان پولی از جریان کالاها و خدمات غیر نهاده‌ای بین حساب‌های مختلف سیستم ارائه می‌کند. ماتریس حسابداری اجتماعی وابستگی‌های بین صنایع و بخش‌های مختلف اقتصادی را نشان داده و اطلاعاتی را در خصوص اشتغال، سرمایه، خانوارها و سایر گروه‌های اقتصادی-اجتماعی فراهم می‌سازد. در مقایسه با جداول داده-ستانده، مدل‌های مبتنی بر ماتریس حسابداری اجتماعی، می‌تواند ساختار اقتصاد را تحلیل کرده و آثار توزیعی تغییر در ساختار صنایع را بررسی کند.

## ۲-۲-۳- تحلیل تعادل عمومی محاسبه پذیر

مدل تعادل عمومی محاسبه پذیر (CGE) یکی از پیچیده‌ترین مدل‌های اقتصادی می‌باشد که با هدف بررسی تأثیرات اقتصادی تغییر در سیاست (نظیر اصلاح مالیات، تغییر در تجارت، سیاست‌های انرژی و کشاورزی)، تکنولوژی، صادرات یا سایر عوامل خارجی بکار گرفته می‌شود. مدل‌های CGE بر مبنای فرضیات بهینه‌سازی رفتار مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان و تعادل بازار می‌باشند. به طور خاص، فرض می‌شود که مصرف‌کنندگان به دنبال به حداکثر رساندن مطلوبیت یا رضایتشان و تولیدکنندگان به دنبال به حداکثر رساندن سود (یا به حداقل رساندن هزینه‌ها) می‌باشند. علاوه بر این، بازارهای محصول و عوامل تولید، رقابتی و نسبت به قیمت‌ها انعطاف پذیر و منعکس‌کننده کمیابی نسبی (تقاضا-عرضه) فرض می‌شوند. این تلاش برای نمایش جریان چرخش کالاها و خدمات و پول در اقتصاد، تحلیل عوامل و مکانیزم‌هایی را که مقدر می‌سازد که قیمت نسبی و همچنین تخصیص منابع و توزیع درآمد را در بازارهای اقتصادی تعیین می‌کنند. مدل‌های CGE از داده‌های شاخص در مورد کشش قیمتی، کشش جانشینی محصولات و نهاده‌ها، کشش درآمدی خانوار و روابط داده - ستانده بین صنایع استفاده می‌کنند.

این روش می‌تواند تأثیرات خشکسالی را بر ستانده‌ها و اشتغال در بخش‌های مختلف اقتصاد در سطح منطقه ای یا ملی شبیه‌سازی نماید. مدل‌های تعادل عمومی قابل محاسبه، اثرات تغییر اقلیم را به طور گسترده و با در نظر گرفتن ارتباط متقابل عامل‌ها و فعالیت‌های مختلف در کل اقتصاد شبیه‌سازی می‌کنند. پایه‌اساسی این الگوها مبتنی بر تحلیل تعادل رقابتی است که در آن کلیه ارتباطات بین بخشی در سطح اقتصاد ملی بر اساس روابط فعالیت‌ها در ماتریس

<sup>1</sup> Social accounting matrix (SAM)

<sup>2</sup> Stone

حسابداری اجتماعی (SAM)<sup>۱</sup> مدل‌سازی می‌شود. از این مدل‌ها در بسیاری از مطالعات (برگمن<sup>۲</sup>، ۱۹۹۰؛ کونراد و اسچرودر<sup>۳</sup>، ۱۹۹۳؛ گولدر<sup>۴</sup>، ۱۹۹۸؛ داروین و همکاران<sup>۵</sup> (۱۹۹۴) برای الگوسازی روابط اقتصادی و زیست محیطی در سطوح ملی و بین‌المللی استفاده شده است. ایبل و والبرگر<sup>۶</sup> (۲۰۰۰) و کومار و پاربخ (۲۰۰۱) نیز از این الگو برای بررسی اثرات اقتصادی تغییر اقلیم در سطوح ملی و جهانی استفاده کرده‌اند. پاری و همکاران<sup>۷</sup> (۲۰۰۴) در پژوهشی آثار تغییر اقلیم را تحت سناریوهای تغییر اقلیم و سناریوهای اقتصادی-اجتماعی بر تولید جهانی غذا بررسی کردند.

مزیت رویکرد CGE در مقایسه با سایر رویکردها این است که بازخوردهای اقتصادی (شامل تعامل بین بازارها، شکل‌گیری درآمد، تأثیرات مخارج و جایگزینی داده-ستانده) را در بررسی تأثیرات مختلف بر بخش‌های مختلف تولید می‌نماید و در نتیجه ارزیابی تأثیرات کلی را مقدور می‌سازد. موانع آن عبارتست از نیاز به داده‌های فراوان و محدودیت در لحاظ نمودن نواقص بازار. مطالعاتی که مدل‌های CGE را با هدف برآورد هزینه‌های خشکسالی بکار گرفتند عبارتند از اسلام<sup>۸</sup> (۲۰۰۳)، هوریدج و همکاران<sup>۹</sup> (۲۰۰۵)، بریتلا و همکاران<sup>۱۰</sup> (۲۰۰۷)، بوید و ایبراران<sup>۱۱</sup> (۲۰۰۹)، پائو و همکاران<sup>۱۲</sup> (۲۰۱۰) و وایتور و گریفیس<sup>۱۳</sup> (۲۰۱۰). در این الگوها معمولاً بر بخش کشاورزی به عنوان کانال اصلی که اقتصاد از طریق آن از خشکسالی تأثیر می‌پذیرد تأکید می‌شود. این موضوع چه در مدل‌هایی که برای تحلیل پیش‌نگر<sup>۱۴</sup> از اثرات وقایع فرضی (برای مثال بوید و ایبراران<sup>۱۵</sup>، ۲۰۰۹؛ مک دونالد<sup>۱۶</sup>، ۲۰۰۰) بکار گرفته شده‌اند و چه در مدل‌هایی که برای ارزیابی وقایع واقعی تاریخی (هوریدج و همکاران<sup>۱۷</sup>، ۲۰۰۵) بکار گرفته‌اند، صادق است.

<sup>1</sup> Social Accounting Matrix (SAM)

<sup>2</sup> Bergman

<sup>3</sup> Conrad and Schroder

<sup>4</sup> Goulder

<sup>5</sup> Darwin et al

<sup>6</sup> Ebel and Walburger

<sup>7</sup> Parry et al

<sup>8</sup> Islam

<sup>9</sup> Horridge

<sup>10</sup> Brrittella et al

<sup>11</sup> Boyd & Ibraran

<sup>12</sup> Pauw

<sup>13</sup> Wittwer & Griffith

<sup>14</sup> Exante

<sup>15</sup> Boyd & Ibraran

<sup>16</sup> McDonald

<sup>17</sup> Horridge

## ۲-۲-۴- الگوهای کلان اقتصادسنجی

یکی دیگر از روش‌هایی که برای بررسی آثار اقتصادی مستقیم و غیرمستقیم تغییر اقلیم و خشکسالی بر اقتصاد در ادبیات موضوع بکار گرفته شده است، الگوهای کلان اقتصادسنجی است. این روش عمدتاً مبتنی بر روش‌های اقتصادسنجی بوده با این تفاوت که در آن روابط رفتاری اقتصاد کلان مدل‌سازی می‌شود. کاربرد این الگوها بیشتر در مواردی است که هدف تعیین خسارات غیرمستقیم ناشی از یک پدیده بر اقتصاد کشور باشد. یک الگوی کلان اقتصادسنجی معمولاً شامل مجموعه‌ای از روابط رفتاری اقتصاد کلان یک کشور شامل ارزش افزوده زیربخش‌های کشاورزی، ارزش افزوده بخش‌های غیرکشاورزی، روابط صادرات و واردات و ... است. بانک مرکزی آفریقای جنوبی با بسط یک مدل کلان اقتصادی آثار پدیده خشکسالی سال ۱۹۹۲ این کشور را بررسی نموده است. این الگو مبتنی بر روش مخارج-درآمد کینز بوده که طرف عرضه اقتصاد از طریق یک مجموعه از معادلات ارزش افزوده در بخش‌های مختلف و محدودیت‌های طرف عرضه در رابطه با اشتغال کامل نهاده‌های نیروی کار و ذخیره سرمایه ثابت در چارچوب تابع تولید نئوکلاسیک‌ها در الگو وارد شده‌اند (پرتوریس و اسمال<sup>۱</sup>، ۱۹۹۲). نتایج شبیه‌سازی این مطالعه نشان داد که ۱۴٪ کاهش در ارزش افزوده بخش کشاورزی ناشی از خشکسالی، به کاهش ۱/۸٪ تولید ناخالص داخلی این کشور (نتایج با آنچه برای استرالیا تخمین زده شده مشابه است) منجر شده است که ۱٪ آن مستقیم و ۰/۸ درصد آن غیرمستقیم می‌باشد. از دیگر اثرات خشکسالی، کاهش ۱/۸ درصدی در درآمد قابل تصرف، ۰/۵ درصد کاهش در مخارج مصرفی (بخاطر کاهش درآمد قابل تصرف و قیمت بالاتر مواد غذایی)، ۰/۵٪ کاهش در میزان پس انداز ناخالص داخلی و در مقابل افزایش ۰/۸ درصدی در نرخ تورم پیش‌بینی شده است. همچنین نتایج مدل نشان داد که میزان سرمایه‌گذاری ناخالص داخلی این کشور در اثر این خشکسالی به میزان ۰/۵ درصد کاهش یافته و به واردات ۴/۶ میلیون تن ذرت که هزینه‌ای معادل R1725m را در بر دارد، منجر شده است.

نمونه‌ای دیگر از کاربرد این روش، متدولوژی ارائه شده توسط سلامی و همکاران (۲۰۰۹) برای ایران است. در این پژوهش محققین با یکپارچه‌سازی الگوهای برنامه‌ریزی ریاضی در یک الگوی کلان اقتصادسنجی، روشی برای برآورد آثار اقتصادی خشکسالی در ایران معرفی کرده‌اند. بدین نحو که ابتدا یک الگوی برنامه‌ریزی ریاضی هنجاری در سطح زیربخش‌های زراعت و باغبانی کشور تدوین شده و آثار مستقیم و غیرمستقیم خشکسالی بر ارزش افزوده این زیربخش‌ها بررسی شده است. سپس نتایج حاصل از این برآورد، به یک الگوی کلان اقتصادسنجی که شامل مجموعه‌ای از روابط

<sup>1</sup> Pretorius & Smal

رفتاری اقتصاد کلان کشور است، معرفی گردیده تا آثار این پدیده افزون بر ارزش افزوده زیربخش‌های مذکور، بر ارزش افزوده سایر زیربخش‌های کشاورزی و دیگر بخش‌های اقتصادی کشور تعیین شود. در این پژوهش خسارت ناشی از خشکسالی تنها برای سال زراعی ۷۹-۱۳۷۸ در دو زیر بخش زراعت و باغبانی ایران حدود ۱۰۸۴۰ میلیارد ریال برآورد شده است که این رقم حدود ۲۵ درصد ارزش افزوده این زیربخش‌ها را تشکیل می‌دهد. افزون بر این بروز خشکسالی، ارزش افزوده دیگر زیربخش‌های کشاورزی و بخش‌های صنعت و خدمات را نیز به ترتیب در حدود ۱۹۶۷، ۳۸۲۴ و ۷۱۰۷ میلیارد ریال و تولید ناخالص داخلی کشور را حدود ۲۳۷۵۷ میلیارد ریال (۴/۱ درصد تولید ناخالص داخلی در سال ۷۸) کاهش داده است.

لین و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۱۳) در پژوهشی با بسط یک الگوی کلان اقتصادی در چارچوب تحلیل تعادل جزئی به ارزیابی اثرات اقتصادی غیرمستقیم ناشی از خشکسالی بر اقتصاد چین پرداختند. بر خلاف سایر الگوهای کلان اقتصادی خشکسالی، روش بکار گرفته شده در این پژوهش روش برنامه ریزی ریاضی انتخاب شده و در نرم افزار برنامه‌نویسی Gams اجرا شده است. مدل کلی مشتمل بر ۵ مدل رفتاری اقتصاد شامل ۱- مدل رفتار تولیدکنندگان بخش کشاورزی، ۲- مدل رفتار خانوارها، ۳- مدل رفتاری دولت، ۴- الگوی رفتاری تجارت خارجی (صادرات و واردات) و ۵- الگوی تعادلی اقتصاد می‌باشد که روابط بسیار نزدیکی با هم دارند. در مدل رفتاری تولیدکنندگان تولید و عرضه محصولات کشاورزی تعیین می‌شود. بخشی از تولیدات داخلی به صورت صادرات در کشورهای دیگر فروخته می‌شود و بخشی دیگر در بازار داخلی عرضه می‌گردد. صادرات و واردات محصولات کشاورزی در مدل تجارت خارجی تعیین می‌شود. در مدل رفتار خانوار، عرضه نهاده‌های تولید، مقدار مصرف و پس انداز تعیین می‌شود. در مدل رفتاری دولت، مالیات و رفتار مصرفی و پس انداز دولت توصیف می‌شود. مدل تعادلی اقتصاد نیز شرایط تعادل در بازار کالاها، بازار عوامل تولید و موازنه تجارت خارجی را برقرار می‌سازد. اثر خشکسالی بر قیمت داخلی محصولات با استفاده از سناریوسازی (خشکسالی ضعیف، متوسط و شدید) بررسی شده است. درصد کاهش تولید محصولات برنج، گندم، ذرت و لگوم در سناریوی خشکسالی ضعیف به ترتیب ۰/۱۳، ۱/۸۸، ۱/۴۱ و ۰/۸۲ درصد برآورد شده است. ارقام متناظر این کاهش تحت سناریوی خشکسالی به ترتیب برابر با ۰/۴۳، ۹/۶۰، ۷/۷۴ و ۳/۸۴ درصد می‌باشد. این کاهش در تولید منجر به افزایش قیمت داخلی محصولات شده است. مقدار افزایش در قیمت محصولات در سناریوهای مختلف متفاوت بوده و درصد افزایش آن در سناریوی خشکسالی شدید از سایر سناریوها بیشتر است. پیش‌بینی شده است تحت سناریوی خشکسالی متوسط قیمت

<sup>1</sup> Lin et al



محصولات بین ۱/۹۱ تا ۱/۷۲ درصد افزایش یابد. حداقل مقدار افزایش قیمت محصولات کشاورزی حدود ۰/۶۷ درصد در سناریوی خشکسالی ضعیف و در مقابل بیشترین مقدار آن در سناریوی خشکسالی شدید با ۳/۶۸ درصد تعیین شده است.

## ۲-۳- جمع بندی

از بین روش‌های مختلف ارائه شده در فوق برای بررسی آثار غیرمستقیم اقتصادی پدیده تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی و اقتصاد کلان، روش تعادل عمومی و مدل‌های کلان اقتصادسنجی اگر چه به لحاظ فروض و درجه انعطاف-پذیری در انطباق بیشتری با نظریه‌های اقتصادی و دنیای واقعی هستند اما روش محاسباتی آنها بسیار پیچیده بوده و مستلزم تصریح روابط بسیار زیاد بین بخش‌های مختلف اعم از بنگاه‌های تولیدی، خانوارها و دولت می‌باشند. افزون بر این اجرای این الگوها به داده‌های بسیار زیادی از متغیرهای اقتصاد کلان و بخشی نیاز دارد. بر این اساس، استفاده از جداول داده-ستانده نسبت به دو روش مذکور به دلیل سادگی محاسبات و وجود داده‌های مورد نیاز از کاربرد گسترده‌تری برخوردار است. در این پژوهش نیز برای بررسی آثار ثانویه (غیرمستقیم) تغییر اقلیم در بخش کشاورزی بر سایر بخش‌های اقتصادی و کل اقتصاد کشور از این روش بهره‌گرفته شده است که در فصل بعد روش‌شناسی آن ارائه شده است.

## فصل سوم- روش‌شناسی پژوهش

### ۳-۱- چارچوب جدول داده-ستانده

ایده اساسی تحلیل داده-ستانده بر مدل‌سازی روابط متقابل خرید و فروش بین بخش‌های یک اقتصاد متمرکز است. به بیان دیگر مدل داده-ستانده یک مدل خطی و بین بخشی است که روابط متقابل بین بخش‌های تولیدی یک سیستم اقتصادی را نشان می‌دهد. در این الگو فرض می‌شود که کل اقتصاد از تعدادی صنعت یا فعالیت‌های مختلف تشکیل شده است که هر کدام دارای هیچگونه تولید ثانویه نمی‌باشند و فقط محصولات مشخصه خود را تولید می‌کنند. به عبارت دیگر هر تولید کننده فقط یک نوع محصول تولید می‌کند. هر صنعت برای تولید محصول خود از تعدادی نهاده اولیه مثل نیروی کار، سرمایه و از تعدادی از محصولات تولیدشده در صنایع دیگر اقتصاد به عنوان نهاده‌های واسطه‌ای استفاده می‌کند. تولیدات هر صنعت را می‌توان به دو بخش تقسیم کرد: بخشی که به عنوان یک نهاده واسطه‌ای در خود آن صنعت

یا سایر صنایع مورد استفاده قرار می‌گیرد و بخش دیگر که به تقاضای نهایی تخصیص داده می‌شود. در این جدول عناصر مختلف تقاضای نهایی خالص شامل مصرف نهایی خانوار، مصرف نهایی دولت، مصرف نهایی موسسات غیرانتفاعی در خدمت خانوارها، تشکیل سرمایه ناخالص و صادرات منهای واردات است. در جدول ۲ ساختار کلی یک الگوی داده-ستانده نشان داده شده است.

جدول ۲- ساختار کلی الگوی داده-ستانده

تولید کل X	تقاضای نهایی Y		بخش‌های تولیدی j = 1, 2, ..., N	جدول داده-ستانده
	صادرات	داخلی		
	e	d	Z <sub>11</sub> ... Z <sub>1n</sub> Z <sub>n1</sub> ... Z <sub>nn</sub>	بخش‌های تولیدی j = 1, 2, ..., N
				ارزش افزوده (V)
				واردات (m)
				نهاده کل (X)

معادلات تعادلی عرضه و تقاضا برای هر بخش از مدل داده-ستانده که مشتمل بر N صنعت است به شرح زیر می‌باشد:

$$\begin{aligned}
 z_{11} + z_{12} + \dots + z_{1n} + Y_1 &= X_1 \\
 z_{21} + z_{22} + \dots + z_{2n} + Y_2 &= X_2 \\
 \dots & \dots \dots \dots \dots \\
 z_{n1} + z_{n2} + \dots + z_{nn} + Y_n &= X_n
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

که  $z_{ij}$  فروش‌های بخش  $i$  به بخش تولیدی  $j$ ؛  $Y_i$  تقاضای نهایی برای کالاهای تولیدی بخش  $i$ ام یا مقدار فروش بخش  $i$  به تقاضای نهایی و  $X_i$  تولید کل بخش  $i$ ام است. ضریب نهاده مستقیم یا ضرایب فنی ( $a_{ij}$ )، حاصل تقسیم هر ستون از  $Z$  بر تولید کل ناخالص بخش متناظر با آن ستون است و به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$a_{ij} = \frac{z_{ij}}{X_j} \text{ یا } z_{ij} = a_{ij} X_j
 \tag{2}$$

با جایگذاری رابطه ۲ در رابطه یک و بانویسی آن به فرم ماتریسی داریم:

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1N} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \dots & a_{2N} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{N1} & a_{N2} & a_{N3} & \dots & a_{NN} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \cdot \\ x_N \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \cdot \\ Y_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \cdot \\ X_N \end{bmatrix} \quad (3)$$

ضرایب نهاده مستقیم  $a_{ij}$  به این معنی هستند که به ازای هر واحد تقاضای نهایی در بخش  $j$  چه میزان از تولید بخش  $i$  به عنوان نهاده مورد نیاز است. با جایگذاری  $a_{ij}X_j$  بجای  $Z_{ij}$  ها فرم ماتریسی روابط فوق به صورت زیر است:

$$[I - A]X = Y \rightarrow X = [I - A]^{-1}Y \quad (4)$$

که در آن  $I$  یک ماتریس واحد  $N \times N$  و  $[I - A]^{-1}$  معکوس ماتریس لئونتیف در بعد ستونی آن است. اگر فرض شود که  $[I - A]^{-1} = B$  باشد هر عنصر آن  $(b_{ij})$  بیانگر تولید کل مستقیم و غیر مستقیم بخش  $i$ ام را به ازای هر واحد افزایش در تقاضای نهایی بخش  $j$ ام نشان می‌دهد. فرم ماتریسی معادله ۴ یک الگوی داده-ستانده مشتق شده از طرف تقاضا است که ارتباط تولیدی بخش‌های مختلف اقتصادی را وقتی که تقاضای نهایی یا اجزای آن تغییر می‌کند، بیان می‌دارد. در واقع  $X = [I - A]^{-1}Y$  توصیف ساختار وابستگی متقابل بین بخش‌ها بر اساس تولید است و هر یک از عناصر آن بیانگر کل تولید مستقیم و غیرمستقیم بخش  $i$  به ازای هر واحد تقاضای نهایی در بخش  $j$ ام است. این ماتریس رکن اصلی تحلیل‌های داده-ستانده را تشکیل می‌دهد زیرا این ماتریس اثر کامل یک شوک خارجی در تقاضای نهایی خالص را بر تمام رشته فعالیت‌ها نشان می‌دهد. ماتریس جریان (خالص یا متقارن) و ضرایب  $I/O$  محاسبه شده از آن همگی بر اساس ارزش‌های پولی هستند از اینرو در جدول داده-ستانده شرایط زیر حاکم است:

- ✓ در هر واحد تولیدکننده کل داده‌ها برابر با کل ستانده‌هاست.
- ✓ هر یک از ضرایب  $I/O$  کوچکتر از یک است.
- ✓ با توجه به شرط اول، در هر ستون جدول حاصلجمع ضرایب  $I/O$  با ضرایب ارزش افزوده برابر با یک است.
- ✓ در ماتریس معکوس که کل اثرات مستقیم و غیرمستقیم را نشان می‌دهد عناصر قطری ماتریس معکوس لئونتیف حداقل برابر با یک است. این بدین معنی است که برای تولید یک واحد اضافی برای ارضای تقاضای نهایی خالص لازم است ستانده حداقل به اندازه یک واحد افزایش یابد.

<sup>1</sup> Demand driven input-output

با چنین ماتریسی می‌توان وابستگی متقابل تکنولوژیکی نظام تولیدی را تعیین کرده، ستانده مورد نیاز برای ارضای افزایش مصرف نهایی را که بخشی از تقاضای نهایی درخواست شده مورد نیاز است و همچنین چگونگی تغییر سطوح ستانده برای ارضای این تغییرات در تقاضای نهایی را تعیین کرد. الگوی داده-ستانده معمول (الگوی مشتق شده از تقاضا) که بر فرض ضرایب ثابت و عرضه کاملاً کشش‌پذیر نهاده‌ها مبتنی است، معمولاً برای تحلیل آثار تغییرات ایجاد شده در طرف تقاضای نهایی یا محاسبه پیوندهای پیشین و فعالیت‌های تولید محور مورد استفاده قرار می‌گیرد (اوآسترهاون<sup>۱</sup>؛ ۱۹۹۶). لذا این الگوها برای تحلیل آثار ناشی از تغییر در عرضه نهاده‌های اولیه یا محاسبه پیوندهای پسین و فعالیت‌های نهاده محور مناسب نمی‌باشند. در عوض مدل‌های داده-ستانده مشتق شده از طرف عرضه که به مدل گش<sup>۲</sup> نیز معروف هستند، برای چنین کاربردهایی توسعه داده شده‌اند (دیویس و سالکین<sup>۳</sup>، ۱۹۸۴). در این حالت جدول متقارن که روابط بین ستونی را مورد نظر قرار می‌دهد، برای بخش  $j$  ام به صورت زیر بیان می‌شود:

$$X_j = X_{1j} + X_{2j} + \dots + X_{nj} + VA_j \quad (5)$$

فرم ماتریسی این رابطه به صورت زیر می‌باشد:

$$X' = X_{ij} + VA' \quad (6)$$

ضرایب جدید  $b_{ij}$  مقدار تولید بخش  $i$  ام را که توسط بخش  $j$  ام مصرف می‌شود، نشان داده و به صورت زیر تعریف می‌شوند.

$$b_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_i} \quad (7)$$

با جایگذاری این رابطه در رابطه ۶ و بیان آن به صورت ماتریسی داریم:

$$X' = BX' + AV' \quad (8)$$

این رابطه می‌تواند به صورت  $X'(1-B) = AV'$  بازنویسی شود. با ضرب هر دو طرف رابطه ۸ در عبارت  $(1-B)^{-1}$ ، فرمول کلی مدل داده-ستانده مشتق شده از طرف عرضه به صورت زیر بدست می‌آید:

$$X' = AV'(1-B)^{-1} \quad (9)$$

اگر عناصر ماتریس  $(1-B)^{-1}$  را با  $\delta_{ij}$  نشان دهیم، تولید بخش  $j$  ترکیبی از ارزش افزوده بخش‌های مختلف خواهد بود:

$$X_j = \delta_{j1}AV_1 + \delta_{j2}AV_2 + \dots + \delta_{jn}AV_n \quad (10)$$

<sup>1</sup> Oosterhaven

<sup>2</sup> Ghosh

<sup>3</sup> Davis & Salkin

هر عنصر  $\delta_{ij}$  ماتریس  $(1-B)^{-1}$  مقدار افزایش در تولید بخش  $j$  ام را وقتی که یک افزایشی در ارزش افزوده بخش  $i$  ام وجود دارد، نشان می‌دهند. بنابراین جمع ردیف  $i$  ام این ماتریس، افزایش در تولید همه بخش‌ها را وقتی که ارزش افزوده بخش  $i$  ام افزایش می‌یابد، نشان می‌دهد.

با در دست بودن جدول داده-ستانده اقتصاد کشور و محاسبه ماتریس‌های معکوس لئونتیف و گش امکان محاسبه کل آثار (مستقیم، غیرمستقیم و استنتاجی) ناشی از تغییر ارزش افزوده بخش کشاورزی به دلیل تغییر اقلیم (آثار کلان اقتصادی تغییر اقلیم) قابل برآورد است. در این پژوهش از جدول داده-ستانده کشور منتشر شده توسط مرکز آمار ایران در سال ۱۳۸۵ استفاده شده است. این جدول آخرین جدول داده-ستانده کشور است که توسط مراکز رسمی تاکنون منتشر شده است. این جدول شامل ۵۲ فعالیت اقتصادی کشور می‌باشد. با محاسبه ماتریس معکوس لئونتیف و گش و با استفاده از روابط ۴ و ۹ کل آثار اقتصادی تغییر اقلیم بر بخش‌های مختلف اقتصادی و کل اقتصاد کشور محاسبه شده است. لازم به یادآوری مجدد است در اینجا تنها بخش‌هایی که به طور مستقیم تحت تاثیر تغییر اقلیم قرار گرفته‌اند، شامل دو بخش زراعت و دامپروری بوده و لذا آثار این پدیده بر سایر بخش‌ها، آثار غیرمستقیمی است که از طریق ارتباطات درونی این بخش‌ها با زیربخش‌های زراعت و دامپروری به آنها منتقل می‌شود.

فصل چهارم - نتایج پژوهش

۴-۱- پیوندهای پسین و پیشین فعالیت‌های مختلف اقتصادی کشور

در جدول ۳ پیوندهای پسین و پیشین ۵۲ فعالیت اقتصادی کشور بر اساس ماتریس‌های معکوس لئونتیف (مشتق از تقاضا) و گش (مشتق از طرف عرضه) ارائه شده است.

جدول ۳- پیوندهای پسین و پیشین فعالیت‌های اقتصادی کشور

پیوند پسین	پیوند پیشین	ردیف	فعالیت اقتصادی	پیوند پسین	پیوند پیشین	ردیف	فعالیت اقتصادی
5.469	1.446	۲۷	تولید مبلمان و سایر مصنوعات	1.719	1.797	۱	کاشت محصولات (زراعت و باغداری)
2.826	2.651	۲۸	تولید، انتقال و توزیع برق	1.482	2.235	۲	پرورش حیوانات
2.468	1.540	۲۹	تصفیه و توزیع گاز	4.042	1.156	۳	جنگلداری و قطع اشجار
2.708	2.478	۳۰	جمع آوری، تصفیه و توزیع آب	1.513	1.752	۴	ماهگیری
1.177	1.794	۳۱	ساختمان خصوصی	1.421	1.035	۵	استخراج نفت خام و گاز طبیعی
1.287	2.249	۳۲	ساختمان دولتی	4.338	1.398	۶	استخراج سایر معادن
1.269	1.368	۳۳	بازرگانی و انواع خدمات تعمیراتی	1.389	2.626	۷	تولید محصولات غذایی و آشامیدنی
2.166	1.549	۳۴	هتل و رستوران	1.025	1.675	۸	تولید محصولات از توتون و تنباکو
2.072	1.765	۳۵	حمل و نقل ریلی	1.426	2.335	۹	تولید منسوجات
1.901	1.705	۳۶	حمل و نقل جاده ای	1.142	1.207	۱۰	تولید پوشاک
1.951	1.737	۳۷	حمل و نقل آبی	1.312	1.601	۱۱	تولید چرم و محصولات چرمی
3.271	2.259	۳۸	حمل و نقل هوایی	1.333	1.218	۱۲	تولید چوب و محصولات چوب
2.378	1.424	۳۹	فعالیت‌های پشتیبانی حمل و نقل	2.718	2.240	۱۳	تولید کاغذ و محصولات کاغذی، انتشار، و تکثیر
2.701	1.607	۴۰	فعالیت‌های پستی	2.033	1.981	۱۴	تولید فرآورده های نفتی (پالایشگاه ها)
1.696	1.536	۴۱	مخابرات	1.352	1.737	۱۵	تولید سایر فرآورده‌های تصفیه نفت
2.654	1.161	۴۲	فعالیت‌های مربوط به واسطه‌گری مالی	2.843	2.057	۱۶	تولید مواد و محصولات شیمیایی
2.100	1.372	۴۳	تامین وجوه بیمه و بازنشستگی	2.154	2.433	۱۷	تولید محصولات از لاستیک و پلاستیک
1.365	1.067	۴۴	خدمات مستغلات	2.224	1.993	۱۸	تولید سایر محصولات کانی غیر فلزی
5.072	1.579	۴۵	سایر فعالیت‌های کسب و کار	3.955	2.109	۱۹	تولید فلزات اساسی
1.215	1.480	۴۶	خدمات امور عمومی	2.283	1.842	۲۰	تولید محصولات فلزی فابریکی
1.004	1.584	۴۷	خدمات دفاعی، انتظامی و امنیت عمومی	1.815	2.203	۲۱	تولید ماشین‌آلات و تجهیزات
1.002	1.370	۴۸	تامین اجتماعی اجباری	2.979	2.320	۲۲	تولید سایر ماشین‌آلات و دستگاه‌های برقی
1.143	1.380	۴۹	آموزش	1.333	2.150	۲۳	تولید رادیو، تلویزیون و وسایل ارتباطی
1.056	1.387	۵۰	بهداشت و مددکاری اجتماعی	3.028	1.851	۲۴	تولید ابزار پزشکی، اپتیکی و ابزار دقیق
1.791	1.534	۵۱	فعالیت‌های تفریحی، فرهنگی و ورزشی	1.032	2.497	۲۵	تولید وسایل نقلیه موتوری
1.618	1.420	۵۲	سایر فعالیت‌های خدماتی	1.412	2.077	۲۶	تولید سایر تجهیزات حمل و نقل

پیوند پیشین مقدار تقاضای یک بخش را برای استفاده از تولید سایر بخش‌ها معین می‌سازد و لذا هر چه این شاخص در یک بخش بزرگتر باشد، سرمایه‌گذاری در آن بخش منافع بیشتری را نصیب سایر بخش‌های اقتصادی نموده و موجب

رونق آن بخش‌ها خواهد شد. شاخص پیوند پسین، میزان عرضه محصول یک بخش را برای استفاده در سایر بخش‌ها نشان می‌دهد. به عبارت دیگر معیاری برای سنجش نیازمندی سایر بخش‌ها به ستانده یک بخش خاص می‌باشد. لذا هر چه این شاخص بزرگتر باشد، سرمایه‌گذاری در آن بخش از اولویت بالاتری برخوردار بوده و توسعه آن محرک توسعه سایر بخش‌ها به شمار می‌آید. همانطور که از نتایج این جدول بر می‌آید، ملاحظه می‌شود که فعالیت تولید، توزیع و انتقال برق دارای بالاترین میزان نیازمندی به ستانده سایر بخش‌ها و در مقابل استخراج نفت و گاز طبیعی دارای کمترین نیازمندی به ستانده سایر بخش‌ها دارد. رتبه فعالیت زراعت و باغداری بر اساس این شاخص ۲۱ و رتبه فعالیت پرورش حیوانات ۱۰ می‌باشد. بر اساس میزان نیازمندی سایر بخش‌ها به ستانده یک بخش خاص، تولید مبلمان و سایر مصنوعات با مقدار ضریب پیوند پسین ۵/۴۶۹ رتبه اول و در مقابل فعالیت تامین اجتماعی اجباری رتبه آخر را به خود اختصاص داده‌اند. ضریب پیوند پسین فعالیت‌های زراعت و باغداری و پرورش حیوانات به ترتیب ۱/۷۱۹ و ۱/۴۸۲ بوده که بدین لحاظ به ترتیب در جایگاه ۳۱ و ۲۷ قرار گرفته‌اند. بر این اساس، توسعه این زیربخش‌های کشاورزی بیش از آنکه موجب توسعه تولیدات سایر بخش‌ها شود، به تولیدات سایر بخش‌ها به عنوان نهاده وابسته‌اند.

#### ۴-۲- آثار مستقیم و غیرمستقیم تغییر اقلیم

در جداول ۴ الی ۶ اثرات مستقیم و غیرمستقیم سناریوهای مختلف تغییر اقلیم (بدبینانه، میانه و خوشبینانه) بر ارزش افزوده زیربخش‌های زراعت و دام (آثار مستقیم) بر اساس قیمت‌های پایه سال ۱۳۸۸ و همچنین بر کل ارزش افزوده (تولید ناخالص داخلی) ۵۲ فعالیت اقتصادی موجود در جدول داده-ستانده نشان داده شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود، مجموع کاهش ارزش افزوده زیربخش‌های زراعت و دام (آثار مستقیم) در سناریوهای بدبینانه و میانه به ترتیب حدود ۸۵۴۸/۵ و ۳۴۸۲/۷ میلیارد ریال و در عوض مقدار افزایش ارزش افزوده این بخش‌ها در سناریوی خوشبینانه معادل ۳۷۹۹/۳ میلیارد ریال است.

جدول ۴- آثار مستقیم و غیرمستقیم تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی و کل اقتصاد ایران در سناریوی بدبینانه

آثار مستقیم		آثار مستقیم	فعالیت اقتصادی	آثار کل		آثار مستقیم	فعالیت اقتصادی
مشتق از عرضه	مشتق از تقاضا			مشتق از عرضه	مشتق از تقاضا		
-8.2	-40.8	•	تولید مبلمان و سایر مصنوعات	-9422.4	-9422.4	-۶۳۵۷/۸	کاشت محصولات (زراعت و باغداری)
-78.8	-163.8	•	تولید، انتقال و توزیع برق	-1106.8	-3.8	-۲۱۶۲/۷	پرورش حیوانات
-3.1	-58.2	•	تصفیه و توزیع گاز	-0.1	-8.2	•	جنگلداری و قطع اشجار
-63.2	-232.6	•	جمع آوری، تصفیه و توزیع آب	-8.0	-0.2	•	ماهگیری
-103.3	-283.3	•	ساختمان خصوصی	-4.0	-226.5	•	استخراج نفت خام و گاز طبیعی
-56.8	-51.6	•	ساختمان دولتی	-7.1	-126.1	•	استخراج سایر معادن
-83.4	-203.4	•	بازرگانی و انواع خدمات تعمیراتی	-2530.4	-8.0	•	تولید محصولات غذایی و آشامیدنی
-15.6	-11.8	•	هتل و رستوران	-27.9	-0.1	•	تولید محصولات از توتون و تنباکو
-2.5	-20.5	•	حمل و نقل ریلی	-529.0	-7.3	•	تولید منسوجات
-23.0	-451.9	•	حمل و نقل جاده ای	-8.2	-2.7	•	تولید پوشاک
-15.2	-76.9	•	حمل و نقل آبی	-2.2	-1.1	•	تولید چرم و محصولات چرمی
-16.9	-77.9	•	حمل و نقل هوایی	-1.2	-14.6	•	تولید چوب و محصولات چوب
-10.3	-80.3	•	فعالیت های پشتیبانی حمل و نقل	-18.4	-174.0	•	تولید کاغذ و محصولات کاغذی، انتشار، و تکثیر
-0.7	-23.2	•	فعالیت های پستی	-15.8	-272.8	•	تولید فراورده های نفتی (پالایشگاه ها)
-6.5	-206.7	•	مخابرات	-0.7	-6.8	•	تولید سایر فراورده های تصفیه نفت
-5.7	-368.2	•	فعالیت های مربوط به واسطه گری مالی	-33.3	-1175.6	•	تولید مواد و محصولات شیمیایی
-5.2	-60.7	•	تامین وجوه بیمه و بازنشستگی	-14.9	-37.4	•	تولید محصولات از لاستیک و پلاستیک
-4.5	-139.0	•	خدمات مستغلات	-31.3	-159.4	•	تولید سایر محصولات کانی غیرفلزی
-2.4	-265.6	•	سایر فعالیت های کسب و کار	-38.1	-307.4	•	تولید فلزات اساسی
-33.0	-37.8	•	خدمات امور عمومی	-16.8	-133.3	•	تولید محصولات فلزی فابریکی
-145.1	-0.5	•	خدمات دفاعی، انتظامی و امنیت عمومی	-17.0	-45.8	•	تولید ماشین آلات و تجهیزات
-20.9	-0.6	•	تامین اجتماعی اجباری	-10.5	-57.2	•	تولید سایر ماشین آلات و دستگاههای برقی
-7.3	-10.9	•	آموزش	-3.1	-8.0	•	تولید رادیو، تلویزیون و وسایل ارتباطی
-51.6	-7.0	•	بهداشت و مددکاری اجتماعی	-1.2	-21.4	•	تولید ابزار پزشکی، اپتیکی و ابزار دقیق
-4.1	-17.7	•	فعالیت های تفریحی، فرهنگی و ورزشی	-67.8	-6.2	•	تولید وسایل نقلیه موتوری
-5.1	-225.0	•	سایر فعالیت های خدماتی	-9.2	-21.4	•	تولید سایر تجهیزات حمل و نقل



جدول ۵- آثار مستقیم و غیرمستقیم تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی و کل اقتصاد ایران در سناریوی میانه

آثار مستقیم		آثار مستقیم	فعالیت اقتصادی	آثار کل		آثار مستقیم	فعالیت اقتصادی
مشتق از عرضه	مشتق از تقاضا			مشتق از عرضه	مشتق از تقاضا		
-3.4	-16.6	۰	تولید مبلمان و سایر مصنوعات	-3838.8	-3838.8	-۲۴۷۲/۴	کاشت محصولات (زراعت و باغداری)
-32.1	-66.7	۰	تولید، انتقال و توزیع برق	-450.9	-1.6	-۱۰۰۹/۹	پرورش حیوانات
-1.3	-23.7	۰	تصفیه و توزیع گاز	-0.1	-3.3	۰	جنگلداری و قطع اشجار
-25.8	-94.8	۰	جمع آوری، تصفیه و توزیع آب	-3.3	-0.1	۰	ماهگیری
-42.1	-115.4	۰	ساختمان خصوصی	-1.6	-92.3	۰	استخراج نفت خام و گاز طبیعی
-23.1	-21.0	۰	ساختمان دولتی	-2.9	-51.4	۰	استخراج سایر معادن
-34.0	-82.9	۰	بازرگانی و انواع خدمات تعمیراتی	-1030.9	-3.3	۰	تولید محصولات غذایی و آشامیدنی
-6.4	-4.8	۰	هتل و رستوران	-11.4	0.0	۰	تولید محصولات از توتون و تنباکو
-1.0	-8.3	۰	حمل و نقل ریلی	-215.5	-3.0	۰	تولید منسوجات
-9.4	-184.1	۰	حمل و نقل جاده ای	-3.3	-1.1	۰	تولید پوشاک
-6.2	-31.3	۰	حمل و نقل آبی	-0.9	-0.5	۰	تولید چرم و محصولات چرمی
-6.9	-31.7	۰	حمل و نقل هوایی	-0.5	-5.9	۰	تولید چوب و محصولات چوب
-4.2	-32.7	۰	فعالیت های پشتیبانی حمل و نقل	-7.5	-70.9	۰	تولید کاغذ و محصولات کاغذی، انتشار، و تکثیر
-0.3	-9.4	۰	فعالیت های پستی	-6.5	-111.2	۰	تولید فرآورده های نفتی (پالایشگاه ها)
-2.7	-84.2	۰	مخابرات	-0.3	-2.8	۰	تولید سایر فرآورده های تصفیه نفت
-2.3	-150.0	۰	فعالیت های مربوط به واسطه گری مالی	-13.6	-478.9	۰	تولید مواد و محصولات شیمیایی
-2.1	-24.7	۰	تامین وجوه بیمه و بازنشستگی	-6.1	-15.2	۰	تولید محصولات از لاستیک و پلاستیک
-1.8	-56.6	۰	خدمات مستغلات	-12.8	-64.9	۰	تولید سایر محصولات کانی غیرفلزی
-1.0	-108.2	۰	سایر فعالیت های کسب و کار	-15.5	-125.2	۰	تولید فلزات اساسی
-13.4	-15.4	۰	خدمات امور عمومی	-6.9	-54.3	۰	تولید محصولات فلزی فابریکی
-59.1	-0.2	۰	خدمات دفاعی، انتظامی و امنیت عمومی	-6.9	-18.7	۰	تولید ماشین آلات و تجهیزات
-8.5	-0.2	۰	تامین اجتماعی اجباری	-4.3	-23.3	۰	تولید سایر ماشین آلات و دستگاه های برقی
-3.0	-4.5	۰	آموزش	-1.3	-3.2	۰	تولید رادیو، تلویزیون و وسایل ارتباطی
-21.0	-2.8	۰	بهداشت و مددکاری اجتماعی	-0.5	-8.7	۰	تولید ابزار پزشکی، اپتیکی و ابزار دقیق
-1.7	-7.2	۰	فعالیت های تفریحی، فرهنگی و ورزشی	-27.6	-2.5	۰	تولید وسایل نقلیه موتوری
-2.1	-91.7	۰	سایر فعالیت های خدماتی	-3.7	-8.7	۰	تولید سایر تجهیزات حمل و نقل

جدول ۶- آثار مستقیم و غیرمستقیم تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی و کل اقتصاد ایران در سناریوی خوشبینانه

میلیارد ریال

آثار مستقیم		آثار مستقیم	فعالیت اقتصادی	آثار کل		آثار مستقیم	فعالیت اقتصادی
مشتق از عرضه	مشتق از تقاضا			مشتق از عرضه	مشتق از تقاضا		
3.66	18.14	.	تولید میلمان و سایر مصنوعات	4,187.7	4,187.7	2583/5	کاشت محصولات (زراعت و باغداری)
35.03	72.78	.	تولید، انتقال و توزیع برق	491.92	1.70	1215/8	پرورش حیوانات
1.38	25.86	.	تصفیه و توزیع گاز	0.06	3.63	.	جنگلداری و قطع اشجار
28.10	103.38	.	جمع آوری، تصفیه و توزیع آب	3.56	0.10	.	ماهگیری
45.89	125.90	.	ساختمان خصوصی	1.78	100.68	.	استخراج نفت خام و گاز طبیعی
25.25	22.92	.	ساختمان دولتی	3.14	56.04	.	استخراج سایر معادن
37.06	90.41	.	بازرگانی و انواع خدمات تعمیراتی	1,124.62	3.55	.	تولید محصولات غذایی و آشامیدنی
6.95	5.24	.	هتل و رستوران	12.38	0.04	.	تولید محصولات از توتون و تنباکو
1.11	9.09	.	حمل و نقل ریلی	235.12	3.27	.	تولید منسوجات
10.21	200.83	.	حمل و نقل جاده ای	3.65	1.22	.	تولید پوشاک
6.77	34.18	.	حمل و نقل آبی	0.97	0.50	.	تولید چرم و محصولات چرمی
7.52	34.62	.	حمل و نقل هوایی	0.53	6.49	.	تولید چوب و محصولات چوب
4.57	35.69	.	فعالیت های پشتیبانی حمل و نقل	8.20	77.35	.	تولید کاغذ و محصولات کاغذی، انتشار، و تکثیر
0.31	10.31	.	فعالیت های پستی	7.04	121.26	.	تولید فرآورده های نفتی (پالایشگاه ها)
2.90	91.87	.	مخابرات	0.33	3.03	.	تولید سایر فرآورده های تصفیه نفت
2.54	163.63	.	فعالیت های مربوط به واسطه گری مالی	14.78	522.47	.	تولید مواد و محصولات شیمیایی
2.33	27.00	.	تامین وجوه بیمه و بازنشستگی	6.60	16.61	.	تولید محصولات از لاستیک و پلاستیک
1.98	61.78	.	خدمات مستغلات	13.93	70.83	.	تولید سایر محصولات کانی غیر فلزی
1.08	118.03	.	سایر فعالیت های کسب و کار	16.92	136.60	.	تولید فلزات اساسی
14.67	16.79	.	خدمات امور عمومی	7.48	59.25	.	تولید محصولات فلزی فابریکی
64.50	0.22	.	خدمات دفاعی، انتظامی و امنیت عمومی	7.54	20.35	.	تولید ماشین آلات و تجهیزات
9.31	0.26	.	تامین اجتماعی اجباری	4.65	25.41	.	تولید سایر ماشین آلات و دستگاههای برقی
3.23	4.85	.	آموزش	1.37	3.53	.	تولید رادیو، تلویزیون و وسایل ارتباطی
22.95	3.09	.	بهداشت و مددکاری اجتماعی	0.51	9.50	.	تولید ابزار پزشکی، اپتیکی و ابزار دقیق
1.82	7.88	.	فعالیت های تفریحی، فرهنگی و ورزشی	30.13	2.75	.	تولید وسایل نقلیه موتوری
2.25	100.01	.	سایر فعالیت های خدماتی	4.08	9.52	.	تولید سایر تجهیزات حمل و نقل

جدول ۷- جمع بندی آثار مستقیم و غیرمستقیم تغییر اقلیم بر کل ارزش افزوده اقتصاد کشور (میلیارد ریال)

آثار اقتصادی			سناریوی اقلیمی
کل آثار		مستقیم	
مشتق از عرضه	مشتق از تقاضا		
-۱۴۶۹۷/۹	-۱۵۳۶۳/۵	-۸۵۴۸/۵	بدبینانه
-۵۹۸۸/۱	-۶۲۵۹/۲	-۳۴۸۲/۷	میانه
۶۵۳۲/۸	۶۸۲۸/۲	۳۷۹۹/۳	خوشبینانه

منابع

- 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.
- Pérez, L. P and Hurlé, J. B. 2009. Assessing the socio-economic impacts of drought in the Ebro River Basin, *Spanish Journal of Agricultural Research*. 7(2): 269-280.
- Rose, A., Cao, Y., Oladosu, G. 2009. Simulating the economic impacts of climate change in the Mid-Atlantic Region. *Clim Res*,14: 175–183.
- Rosenberg N (ed) (1993) *Towards an integrated impact assessment of climate change: the MINK study*. Kluwer, Boston, MA