اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال ۲۷، شمارهٔ ۱۰۶، تابستان ۱۳۹۸

ارزیابی پیامدهای ملی و منطقه‌ای خشکسالی در حوزهٔ تولید و اشتغال با استفاده از مدل تحلیل تعادل عمومی

زهره خیز[۱]، منصور زیبایی[۲]، زکریا فرج زاده[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۲/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۹/۲۰

چکیده

ارزیابی جامع آثار اقتصادی خشکسالی اطلاعات مهمی برای برنامه‌ها و سیاست‌های تعدیل خشکسالی فراهم می‌کند. بر همین اساس، آثار خشکسالی بر تولید و اشتغال اقتصاد ایران در قالب دو مدل تعادل عمومی قابل محاسبه (CGE) تک‌منطقه‌ای و مدل تعادل عمومی چندمنطقه‌ای (MRCGE) ارزیابی شد. داده‌های مورد نیاز این پژوهش از ماتریس حسابداری اجتماعی ۱۳۸۰ و جدول داده- ستانده ۱۳۸۵ به دست آمد. خشکسالی در قالب سه سطح

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی دانشگاه شیراز
۲. استاد بخش اقتصاد کشاورزی دانشگاه شیراز
۳. نویسنده مسؤل و استادیار بخش اقتصاد کشاورزی دانشگاه شیراز (zakariafarajzadeh@gmail.com)

ضعیف، متوسط و شدید و به صورت کاهش دسترسی به آب لحاظ شد. نتایج مدل تعادل عمومی تک‌منطقه‌ای نشان داد که تولید ناخالص داخلی ۱/۷ تا ۵/۵ درصد براساس شدت خشکسالی کاهش می‌یابد. همچنین ارقام متناظر به دست آمده از الگوی چندمنطقه‌ای در دامنه ۶/۴-۲/۲ درصد قرار دارد. کاهش تولید ناخالص در استان‌های کرمان، همدان، فارس و اردبیل نیز بیش از سایر استان‌هاست. همچنین مشخص گردید کاهش تولید موجب کاهش اشتغال شده، اما میزان کاهش اشتغال به مراتب پایین‌تر از تولید بوده است. به کارگیری تدابیری برای کاهش مصرف آب و همچنین ایجاد مشاغل در حوزه صنایع روستایی به عنوان توصیه‌های مطالعه مطرح شد.

طبقه‌بندی JEL: C68, D58, Q25, Q54

کلیدواژه‌ها: خشکسالی، تولید، اشتغال، تعادل عمومی چندمنطقه‌ای

مقدمه

ایران به علت واقع شدن در کمربند خشک جهان و نوسان قابل توجه بارش، در طول ادوار گذشته کم و بیش با پدیده خشکسالی‌های متناوب مواجه بوده است. ۷۳ درصد ایران در آب و هوای خشک قرار گرفته و متوسط بارندگی سالانه آن بسیار کمتر از آسیا و جهان است (۴۹). بنابراین یکی از مهم‌ترین چالش‌های توسعه ایران در دهه‌های آینده، کمیابی آب خواهد بود(۲۷). ایران در بین ۱۱۶ کشور، از نظر بحران آبی در رده ۱۴ قرار دارد که نشان‌دهنده وضعیت نامناسب منابع آب آن می‌باشد. در سال ۲۰۲۵، ایران باید بتواند ۱۱۲ درصد به منابع آب قابل استحصال خود بیفزاید (۱۸). این در حالی است که بخش اعظم تولیدات کشاورزی کشور متکی به استفاده از آب آبیاری می‌باشد به طوری که آب را می‌توان از مهم‌ترین نهاده‌ها در تولید کشاورزی ایران نام برد. اتکای بالا به منابع آب باعث شده است تا وقوع خشکسالی‌های متناوب با پیامدهای جبران‌ناپذیری همراه شود. خشکسالی با دیگر فجایع طبیعی از قبیل سیل، زلزله و توفان از چند جهت متفاوت است (۵، ۴۶ و ۴۸): نخست اینکه تأثیر

خشکسالی به تدریج و در یک دوره زمانی نسبتاً طولانی ظاهر می‌شود. یافته‌های تجربی پک و آدامز (۳۷) نیز طولانی بودن زمان بروز اثرات خشکسالی را نشان می‌دهد. دوم اینکه خسارت و اثرات ناشی از خشکسالی فاقد ساختار مشخص بوده و نسبت به خسارات حاصل از دیگر فجایع طبیعی، منطقه جغرافیایی وسیع‌تری را تحت تأثیر قرار می‌دهد. سوم اینکه نبود یک تعریف دقیق و قابل قبول جهانی از خشکسالی به پیچیدگی و سردرگمی در مورد وجود یا عدم وجود این پدیده و درجه شدت آن در صورت وجود، افزوده است. در همین زمینه نصرنیا و زیبایی (۳۱) آسیب‌پذیری ناشی از خشکسالی را به پنج دستهٔ آسیب‌پذیری تکنیکی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی، روان‌شناختی و زیرساختی تقسیم نمودند.

پژوهش پالمر (۳۲) در خصوص خشکسالی از جمله نخستین پژوهش‌هایی است که خشکسالی را کمبود رطوبت مستمر و غیرطبیعی نسبت به شرایط طبیعی یا میانگین درازمدت پارامترهای هواشناسی می‌داند. اداره آب و هواشناسی آمریکا خشکسالی را فقدان طولانی مدت بارش تعریف می‌کند به گونه‌ای که باعث آسیب دیدن گیاهان و حیوانات و تخلیه منابع آب می‌شود. سازمان هواشناسی جهانی، کاهش در میزان بارندگی را کافی ندانسته و خشکسالی را رخداد مستمر و ناحیه‌ای با قابلیت دسترسی به آب طبیعی پایین‌تر از شرایط میانگین ذکر می‌کند که می‌تواند هر یک از شکل‌های بارندگی، جریان رودخانه یا آب زیرزمینی را در برگیرد (۹).

اثرات بلایای طبیعی از جمله خشکسالی می‌تواند به دو اثر مستقیم و غیرمستقیم تقسیم شود. در جوامعی که اقتصادشان مبتنی بر کشاورزی است، اثرات غیرمستقیم خشکسالی به دلیل کاهش سطح زیرکشت و عملکرد محصولات، در قالب کاهش تولید مواد غذایی بروز می‌نماید. کاهش میزان اشتغال و سطح درآمد از جمله اثرات مستقیم خشکسالی در این‌گونه جوامع می‌باشد که عمده‌ترین دلیل آن کاهش سطح زیرکشت، کاهش عملیات داشت (آبیاری) و برداشت است. کاهش تولید مواد غذایی به صورت غیرطبیعی منجر به افزایش قیمت مواد غذایی و عدم دسترسی به شغل مناسب شده و موجب کاهش دسترسی مردم روستایی به غذا می‌شود. بروز این گونه مشکلات به خصوص در کشاورزان خرده‌پا و کارگران بدون زمین

نمود بیشتری دارد (۳۵). در همین زمینه سلامی و همکاران (۴۱) نشان دادند در ایران خشکسالی موجب افزایش هزینه تولید در بخش کشاورزی شده و با ایجاد شوک، باعث کاهش سرمایه‌گذاری بخش‌های مختلف اقتصادی و لذا تولید ناخالص داخلی می‌شود.

مروری بر ادبیات خشکسالی و پیامدهای اقتصادی آن حاکی از تنوع بسیار بالای مطالعات می‌باشد اما می‌توان آنها را در قالب دو گروه کلی جای داد. گروه نخست شامل مطالعاتی است که در سطح حوزه آبریز یا منطقه محلی به ارزیابی پیامدهای خشکسالی در قالب کاهش دسترسی به آب و مدیریت آب می‌پردازند؛ به عنوان مثال ایگلسیاس و همکاران (۱۷) با استفاده از مدل برنامه‌ریزی ریاضی پویای بازگشتی در سطح مزرعه نشان دادند که خشکسالی هزینه‌های قابل توجهی را بر کشاورزان تحمیل می‌کند و موجب کاهش سود کشاورزان حداقل به میزان ۳۰ درصد می‌شود. کاهیل و همکاران (۱۹) مدیریت تعاونی منابع آب را برای شرایط خشکسالی در اسپانیا مطلوب ارزیابی نمودند. در ایران نیز محسن‌پور و زیبایی (۲۸) در مطالعه خود به بررسی پیامدهای خشکسالی در سطح مزرعه در منطقه مرودشت پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که بیشترین کاهش در سود انتظاری (بیش از ۵۰ درصد) متوجه کشاورزانی است که از آب سطحی استفاده می‌کنند. این رقم برای زارعینی که از آب زیرزمینی و سطحی استفاده می‌کنند کمتر از ۳۰ درصد به دست آمد. یافته‌های مطالعه دانشور و زیبایی (۶) در استان فارس نشان داد استفاده از آبیاری بارانی می‌تواند به عنوان استراتژی مقابله با خشکسالی مورد استفاده قرار گیرد.

با توجه به هدف مطالعه حاضر، که تحلیل در سطح کلان و بخش‌های اقتصادی است، در گروه دوم مطالعات، بر روی حوزه کلان و ملی تمرکز بیشتری صورت گرفته است. با توجه به توانایی الگوهای تعادل عمومی در شبیه‌سازی اثرات متقابل میان بخش‌ها، مطالعات متعددی از این روش استفاده کرده‌اند. از جمله این مطالعات، سئونگ و همکاران (۴۳) است که اثرات انتقال آب از بخش کشاورزی را با مدل تعادل عمومی پویا در نواحی روستایی نوادا ارزیابی کردند. نتایج این مدل نشان داد که با انتقال آب، افزایش تولید غیرکشاورزی، کاهش تولید

کشاورزی را جبران نمی‌کند. یافته‌های مطالعه آرند و همکاران (۲) در موزامبیک نیز حاکی از آن است که خشکسالی تولید ناخالص داخلی را به میزان ۵ درصد کاهش می‌دهد. دیکسون و همکاران (۷) نیز با استفاده از مدل تعادل عمومی محاسبه‌پذیر چندمنطقه‌ای در استرالیا نشان دادند پیامدهای خشکسالی قابل توجه است اما مبادله آب میان مصرف‌کنندگان می‌تواند مهم باشد به این ترتیب که خشکسالی با امکان مبادله محدود آب، تولید ناخالص داخلی (GDP) واقعی را تا حدود ۱/۵ درصد و با امکان مبادله بیشتر آب، حدود ۱/۳ درصد کاهش می‌دهد. پائو و همکاران (۳۶) با استفاده از تحلیل تعادل عمومی قابل محاسبه در مالاوی نشان دادند که ترکیب خشکسالی و سیل، تولید ناخالص داخلی این کشور را ۱/۷ درصد کاهش داده است. همچنین اجاز قریشی و همکاران (۸) نشان دادند خشکسالی ۲۰۰۹-۲۰۰۰ در استرالیا افزون بر کاهش تولید موجب تغییر الگوی کشت و ترکیب محصولات شده است. هوویت و همکاران(۱۶) زیان خشکسالی ۲۰۱۴ کالیفرنیا را حدود ۱/۵ میلیارد دلار ارزیابی نمودند. در مطالعه مشابه دیگری، مدلین-آزوآرا و همکاران (۲۵) این رقم را در کالیفرنیا بیش از ۶۰۰ میلیون دلار برآورد نمودند. همچنین هیل و پورتر (۱۲) پیامدهای اقتصادی خشکسالی متوسط در مناطق روستایی اتیوپی را معادل ۹ درصد مصرف خانوارها تعیین کردند.

در ایران نیز با توجه به شرایط آب و هوایی خشک کشور، خشکسالی و نقش آب مورد توجه بوده است. یوسفی و همکاران (۴۹) معتقدند سهم بخش آب در حساب‌های ملی کم ارزش‌گذاری شده است (۰/۳ درصد تولید ناخالص داخلی) و در تأیید این ادعای خود نشان دادند شوک کمیابی آب، تولید ناخالص را به مراتب بالاتر از رقم فوق تحت تأثیر قرار می‌دهد. در همین راستا سلامی و همکاران (۴۱) نشان دادند که اثر خشکسالی شدید همانند خشکسالی سال زراعی ۲۰۰۰-۱۹۹۹ معادل ۳۰ درصد کل ارزش‌افزوده بخش زراعی در ایران می‌باشد. این رقم برای سایر زیربخش‌های کشاورزی (زیربخش دام، شیلات و جنگلداری) حدوداً معادل ۱۳ درصد کاهش تولید است. همچنین ارزش افزوده بخش خدمات و تولید به ترتیب ۷/۸ درصد و ۳/۷ درصد کاهش نشان داد. ضیائی (۵۰) نیز همانند سلامی و همکاران (۴۱) آثار خشکسالی

سال ۱۳۸۷-۱۳۸۶ را در زیربخش زراعت و با استفاده از مدل تعادل عمومی چندمنطقه‌ای Iran ORANI-G ارزیابی کرد. در این مطالعه پیامدهای سه سناریوی کاهش آب در دسترس (۲۰، ۳۰ و ۴۵ درصدی) شبیه‌سازی شد. نتایج نشان داد که تولید ناخالص داخلی و اشتغال کل در تمام سناریوها و تمام استان‌ها کاهش می‌یابد. همچنین مشخص گردید که بیشترین کاهش ارزش افزوده مربوط به بخش کشاورزی است. سحابی و همکاران (۴۰) هم زیان‌های خشکسالی سال ۱۳۸۶ را از منظر تقاضاکننده معادل ۱/۸ درصد و از منظر عرضه‌کننده معادل ۲/۹ درصد ارزش‌افزوده اقتصاد ایران ارزیابی نمودند در حالی که کاهش تولید زیربخش زراعت بیش از ۲۶ درصد برآورد شد.

به طور کلی مطالعات نشان می‌دهد خشکسالی دارای اثر مستقیم در سطح حوزه کشاورزی است و پیامدهای آن در قالب کاهش تولید کشاورزی رخ می‌دهد اما به صورت غیرمستقیم بر کل اقتصاد نیز اثرگذار است و کاهش تولید اقتصاد را موجب می‌شود. براساس یافته‌های مطالعات پیشین، میزان اثرگذاری خشکسالی بر کل اقتصاد به میزان ارتباط و سهم فعالیت‌های کشاورزی در کل اقتصاد بستگی دارد.

در حال حاضر خشکسالی و اثرات آن بر تولیدات کشاورزی و توسعه اقتصادی یکی از نگرانی‌های عمده جهانی محسوب می‌شود (۲۱). هر چند امکان جلوگیری از وقوع پدیده خشکسالی وجود ندارد اما می‌توان با انجام سیاست‌ها و اقدامات مؤثر از اثرات این پدیده کاست. رایج‌ترین روش به منظور برآورد اثرات ثانویه تغییرات برون‌زا مانند خشکسالی، مدل داده- ستانده[۴] می‌باشد. معایب این مدل این است که جانشینی نهاده، اثرات قیمت و محدودیت منابع را در نظر نمی‌گیرد و به همین دلیل ممکن است اثرات ثانویه را بزرگ‌تر از حد تخمین بزند. از این رو از مدل تعادل عمومی قابل محاسبه (CGE)[۵] به منظور برآورد اثرات ثانویه

4. Input- output

۵. Computable General Equilibrium

خشکسالی استفاده می‌شود. مدل CGE بسیار پیچیده و انعطاف‌پذیر می‌باشد و بر محدودیت‌های مدل داده- ستانده غلبه می‌کند (۳۹ و ۴۵). در مطالعه حاضر به منظور بررسی اثرات خشکسالی بر اقتصاد ایران از مدل CGE و جهت مطالعه منطقه‌ای خشکسالی از مدل تعادل عمومی چندمنطقه‌ای استفاده شد که اثرات خشکسالی را به تفکیک استان ارائه می‌کند.

با توجه به ضرورت بیان شده در خصوص مطالعه اثر خشکسالی در ایران، این مطالعه با هدف ارزیابی اثر خشکسالی بر مهم‌ترین متغیر یعنی تولید صورت گرفت. شدت خشکسالی نیز در قالب سه سطح یا سه سناریو در نظر گرفته شد. تغییرات تولید در سطح ملی و استانی و همچنین در سطح بخش‌های اقتصاد ایران ارزیابی گردید. مهم‌ترین مساعدت مطالعه حاضر به ادبیات موجود، تحلیل پیامد خشکسالی براساس سناریوهای شدت خشکسالی است که این شدت خود براساس شاخص بارش استاندارد، خارج از مدل تعادل عمومی محاسبه شد. افزون بر استفاده از الگوی تعادل عمومی منطقه‌ای یک مدل تعادل عمومی نیز برای کل اقتصاد استفاده گردید.

مبانی نظری و روش تحقیق

جهت بررسی اثرات خشکسالی بر اقتصاد همانند مطالعه هوریج (۱۴) شوک کاهش میزان آب در دسترس (خشکسالی) معادل با کاهش بهره‌وری در تابع تولید در نظر گرفته شد. برای تحلیل کاهش بهره‌وری نیز از مدل تعادل عمومی استفاده گردید. مدل تعادل عمومی، تعادل را به طور هم‌زمان برای تمامی بازارها در اقتصاد در نظر می‌گیرد. این مدل‌ها به طور وسیعی برای ارزیابی و تحلیل آثار سیاست‌ها و شوک‌های وارد بر اقتصاد به کار می‌رود و دارای مزیت در مرتبط کردن بخش‌های مختلف تولیدی و برقراری ارتباط میان سطوح اقتصاد خرد و کلان با استفاده از مبانی بهینه‌یابی الگوهای رفتاری اقتصاد خرد در سطح اقتصاد کلان می‌باشد (۲۳). ارتباط بین بخشی در مورد خشکسالی نیز به طور خاص حائز اهمیت است به این ترتیب که خشکسالی به احتمال زیاد کاهش در تولیدات کشاورزی و دامی، کاهش اشتغال و

کاهش درآمد مزرعه را سبب می‌شود. به منظور تحلیل اثرات اقتصاد کلان کمیابی آب (خشکسالی) چارچوب گسترده‌تری باید استفاده شود. برای غلبه بر محدودیت‌های روش تعادل جزئی، مدل‌های تعادل عمومی قابل‌محاسبه برای تحلیل جنبه‌های اقتصادی مدیریت آب ارائه شده است (۴۹). در مورد خشکسالی استفاده از الگوهای تعادل عمومی منطقه‌ای می‌تواند تفاوت در اثرپذیری از خشکسالی را در میان مناطق مختلف نشان دهد.

مدل تعادل عمومی قابل‌محاسبه چندمنطقه‌ای برای ایران، موسوم به‌مدل Iran ORANI-G است و برای شبیه‌سازی شوک‌ها قابل استفاده می‌باشد. مدل ORANI یک مدل تعادل عمومی جامع برای کل اقتصاد است، اما می‌توان با اضافه کردن داده‌های اقتصادی مناطق مختلف آن را به مدل چندمنطقه‌ای تبدیل کرد. مدل‌های تعادل عمومی چندمنطقه‌ای (MRCGE)[۶] نوعی از مدل‌های CGE هستند که برای تحلیل سناریوهای سیاستی منطقه‌ای به کار برده می‌شوند. در مقایسه MRCGEبا مدل‌های داده- ستانده و اقتصادسنجی می‌توان گفت مدل‌های داده- ستانده به دلیل قیمت‌های ثابت، عرضه کاملاً با کشش و عدم اعمال قیود روی عرضه، منجر به برآورد بیش از حد منافع خالص اقتصاد می‌شود (۳۸). همچنین مدل‌های اقتصادسنجی نوعاً فاقد ساختار کافی برای تحلیل سیاستی جامع هستند که موجب می‌شود این مدل‌ها اهرم‌های سیاستی لازم را نداشته و مشروط به ارزیابی و تفسیر لوکاس باشند (۳۴). بنابراین، مدل‌های CGE نسبت به دیگر مدل‌ها مزایای بیشتری در تحلیل اقتصاد منطقه‌ای دارند. زمانی که اثرات شوکی روی چندین منطقه مورد نیاز است، مدل‌های تعادل عمومی چندمنطقه‌ای نسبت به مدل‌های تعادل عمومی تک‌منطقه‌ای مزایای بیشتری دارند، زیرا مدل‌های تعادل عمومی چندمنطقه‌ای می‌توانند تفاوت‌های منطقه‌ای و تعاملات اقتصادی را در سرتاسر مناطق مختلف نشان دهند (۴۴). این مدل دارای یک ساختار نظری و نمونه‌ای از مدل‌های CGE ایستا و شامل معادلاتی است که توصیف‌کننده تقاضای تولیدکنندگان برای نهاده‌ها و عوامل اولیه تولیدشده، عرضه کالاهای

۶. Multi Regional Computable General Equilibrium Model

تولیدکنندگان، تقاضای نهاده‌ها جهت تشکیل سرمایه، تقاضای خانوار، تقاضای صادرات، تقاضای دولت، ارتباط مقادیر پایه با هزینه‌های تولید و قیمت‌های خریداران، شرایط تسویه بازار برای کالاها و عوامل تولید اولیه و شاخص‌های قیمتی است (۱۳).

در ساخت مدل تعادل عمومی کل اقتصاد ایران، که در واقع مدل تک‌منطقه‌ای است، از الگوی لافگرین و السعید (۲۲) و در تدوین مدل چندمنطقه‌ای از مدل Iran ORANI-G مطالعه ضیایی (۵۰) استفاده شده است. در مدل تعادل عمومی قابل محاسبه مطابق ماتریس به‌کارگرفته‌شده، رشته فعالیت‌ها به دو دسته رشته فعالیت‌های کشاورزی و غیرکشاورزی تقسیم می‌شوند. فعالیت‌های غیرکشاورزی شامل صنعت، ساختمان و خدمات می‌باشند. کالاهای کشاورزی، صنعت و خدمات جزو کالاهایی هستند که هم صادر و هم وارد می‌شوند اما ساختمان جزو کالای غیرصادراتی و غیرواردراتی می‌باشد. نهادها شامل دولت، حساب دنیای خارج و خانوار می‌باشد. عوامل تولید نیز شامل سرمایه و نیروی‌کار است. با توجه به حجم بالای معادلات مورد استفاده، تنها معادلات بلوک تولید و عوامل تولید ارزش افزوده که نحوه اعمال سناریوها را نشان می‌دهد، ارائه شده است.

بلوک تولید و تقاضای عوامل تولید ارزش‌افزوده

تابع تولید هر رشته فعالیت به فرم تابع کاب- داگلاس در نظر گرفته شده است (معادله۱). این معادله تابعی از عوامل تولید نیروی‌کار و سرمایه می‌باشد. با استفاده از این معادله می‌توان ارزش‌افزوده فعالیت‌ها را محاسبه کرد. در این قسمت طبق فرض مورد مطالعه، متغیر ad_a، که معیاری از پارامتر بهره‌وری تابع تولید می‌باشد، به میزان درصد سناریوهای مورد مطالعه تغییر می‌کند. با توجه به معادله ۱، با وقوع خشکسالی، ارزش افزوده به صورت مستقیم تغییر می‌کند. بنابراین طبق این معادله می‌توان پیش‌بینی کرد که با وقوع خشکسالی، ارزش افزوده فعالیت‌ها کاهش می‌یابد (۲۲).

$$QA_a = ad_a . \prod QF^{\alpha_{fa}} \qquad a \in A \qquad (1)$$

در معادله فوق α_{fa} پارامتر سهم در تابع تولید یا کشش تولید فعالیت a نسبت به عامل تولیدی f، QA_a سطح تولید فعالیت a، ad_a پارامتر بهره‌وری تابع تولید و QF تقاضای رشته فعالیت برای عامل تولید است.

معادله ۲ تابع تقاضای عوامل تولید را نشان می‌دهد که به دو صورت در این معادله نوشته شده است. در شرایط رقابتی ارزش تولید نهایی باید با میزان دریافتی عوامل تولید برابر باشد. مسئله قابل توجه، اختلاف پاداش عوامل تولید در فعالیت‌های مختلف است. برای نشان دادن این اختلاف از W_f و $WFDIST_{fa}$ استفاده شد که W_f با توجه به نوع عامل تولید تغییر می‌کند ولی برای رشته فعالیت‌های مختلف یکسان است و $WFDIST_{fa}$ با توجه به نوع عامل تولید و رشته فعالیت تغییر می‌کند. در این معادله نیز نشان داده شده است که تقاضا برای عوامل تولید تابعی از ارزش‌افزوده فعالیت‌ها است. بنابراین از آنجا که در معادله ۱ با وقوع خشکسالی، ارزش افزوده فعالیت‌ها کاهش می‌یابد، در نهایت طبق معادله ۲، خشکسالی سبب کاهش تقاضا برای عوامل تولید خواهد شد. به علت تأثیر متغیرها بر هم و مرتبط بودن معادلات با هم، به دلیل تغییر تقاضا برای عوامل تولید، سایر متغیرها نیز تغییر خواهند کرد (۲۲).

$$QF_{fa} = CES[W_f . WFDIST_{fa} . PVA_a] = \frac{\alpha_{fa} . PVA . QA_a}{W_f} \qquad f \in F , a \in A \qquad (۲)$$

در فرمول فوق، W_f دستمزد عامل تولیدی f، $WFDIST_{fa}$ عامل تحریف دستمزد عامل تولیدی f در فعالیت a از متوسط قیمت عامل تولیدی f، QF_{fa} = تقاضای رشته فعالیت a برای عامل تولیدی f است.

سناریوهای خشکسالی

به منظور بررسی اثرات شوک خشکسالی بر متغیرهای اقتصادی نیاز به سناریوسازی می‌باشد. یکی از اقدام‌های مهم و اساسی در مطالعات خشکسالی در هر منطقه، تعیین شاخص‌هایی است که بتوان براساسشان میزان، شدت و تداوم خشکسالی را در یک منطقه ارزیابی کرد. با استفاده از آمار بارندگی می‌توان شاخص خشکسالی را محاسبه کرد و سال‌های

نرمال، خشکسالی ضعیف، متوسط و شدید را شناسایی کرد. از میان شاخص‌های متعدد خشکسالی که در واقع بیان‌کننده حدود طبیعی خشکسالی‌های رخ‌داده هستند و امکان ارزیابی آنها را در مقیاس مختلف زمانی و مکانی ممکن می‌سازند، می‌توان شاخص بارش استاندارد[۷] (SPI)، شاخص درصد بارش نرمال (PNI)، شاخص دهک‌ها (DI) و شاخص شدت خشکسالی پالمر (PDSI) را نام برد. در این مطالعه برای سناریوسازی از شاخص بارش استاندارد استفاده شد. شاخص بارش استاندارد (SPI) شاخصی است که براساس احتمال بارش، برای بازه‌های زمانی مختلف محاسبه می‌شود و جهت دادن هشدار اولیه و کمک به ارزیابی شدت خشکسالی و تعیین اثرات آن بر منابع آب قابل دسترس به کار می‌رود (۲۴). این شاخص به علت ساده بودن محاسبات، استفاده از داده‌های قابل دسترس بارندگی، قابلیت محاسبه برای مقیاس زمانی دلخواه و قابلیت بسیار زیاد در مقایسه مکانی، به عنوان مناسب‌ترین شاخص برای بررسی خشکسالی شناخته می‌شود. برای محاسبه این شاخص از معادله ۳ استفاده می‌شود (۱۱):

$$SPI = \frac{P_i - \overline{P}}{SD} \qquad (۳)$$

که در آن P_i میانگین بارندگی هر سال، $\overline{P}$ میانگین بارندگی کل سال‌ها و SD انحراف معیار کل سال‌هاست.

مقادیر مثبت SPI نشان‌دهنده بارندگی بیشتر از بارش متوسط و مقادیر منفی آن معنای عکس دارد. طبق این روش، دوره خشکسالی هنگامی اتفاق می‌افتد کهSPI به طور مستمر منفی و به مقدار ۱- یا کمتر برسد و هنگامی پایان می‌یابد که SPI مثبت شود (۲۶). در جدول ۱ مقادیر SPI و شدت‌های مختلف خشکسالی ارائه شده است.

۷. Standard Precipitation Index

جدول (۱). طبقه‌بندی شاخص SPI

شرح	مقدار SPI			
ترسالی بسیار شدید	۲ و بیشتر	خشکسالی متوسط	۱-	تا ۱/۴۹-
خیلی مرطوب	۱/۵+ تا ۱/۹۹+	خشکسالی شدید	۱/۵- تا ۱/۹۹-	
ترسالی متوسط	۱+ تا ۱/۴۹+	خشکسالی بسیار شدید	۲-	و کمتر
تقریباً نرمال	۰/۹۹- تا ۰/۹۹+	-	-	

مأخذ: صمدی بروجنی و ابراهیمی (۴۲)

سناریوهای مورد مطالعه در این تحقیق مطابق با آمار میانگین بارندگی سالانه، شاخص بارش استاندارد (SPI) و ارزش‌افزوده سال‌هایی که خشکسالی ضعیف، متوسط و شدید داشته‌اند، طی چند مرحله به دست آمده است. این مراحل به شرح زیر می‌باشد:

- مرحله اول: ابتدا با استفاده از SPI سال‌هایی که خشکسالی ضعیف، متوسط، شدید و بارندگی نرمال بوده، شناسایی شده است.
- مرحله دوم: میانگین ارزش افزوده سال‌های نرمال و سال‌هایی که خشکسالی متوسط وجود داشته، به دست آمده است. سپس تفاضل این دو میانگین محاسبه شده و نسبت تفاضل این دو به میانگین ارزش افزوده سال‌های نرمال به دست آمده است.
- مرحله سوم: در این مرحله نسبت میانگین بارندگی سال خشکسالی متوسط به سال نرمال حساب شده است که عدد به دست آمده در این مرحله نشان‌دهنده سناریو خشکسالی متوسط می‌باشد.
- مرحله چهارم: در ادامه بین اعداد به دست آمده از مراحل دوم و سوم تناسب بسته شده است تا بتوان اعدادی را برای خشکسالی‌های ضعیف و شدید نیز به دست آورد.

داده‌های مورد استفاده

جهت حل الگوهای تعادل عمومی، نیاز به مجموعه کاملی از آمار و اطلاعات می‌باشد. این اطلاعات از جدول داده- ستانده، ماتریس حسابداری اجتماعی و اطلاعات مربوط به حساب‌های ملی جمع‌آوری می‌شود. پایه آماری برای مدل تعادل عمومی قابل محاسبه یا مدل تک‌منطقه‌ای، ماتریس حسابداری اجتماعی برگرفته از دو مطالعه ذوقی‌پور (۵۱) و کرمی کالوس (۲۰) است. بخشی از پارامترهای مورد استفاده در این مدل از مطالعه متوسلی و فولادی(۳۰) در ایران و مطالعه احمد و همکاران (۱) در کشور مصر گرفته شده است.

مدل تعادل عمومی چندمنطقه‌ای نیز از مطالعه ضیائی (۵۰) اقتباس شده است. وی در این مدل از داده‌های جدول داده- ستانده سال ۱۳۸۵ و حساب‌های اقتصادی منطقه‌ای کشور استفاده کرد. مدل چندمنطقه‌ای مطالعه با استفاده از داده‌های فوق و مدل تعادل عمومی Iran ORANI-G در نرم‌افزار GEMPACK به زبان TABLO ساخته شده است. جهت لحاظ کردن جزئیات منطقه‌ای، اطلاعاتی شامل سهم هر استان از ستانده کل، سرمایه‌گذاری، مصرف، صادرات، مخارج دولت و موجودی انبار به زبان TABLO وارد مدل شد. در مطالعه حاضر در مقایسه با مطالعه ضیائی (۵۰) افزون بر تجدید داده‌های بیانگر جزئیات منطقه‌ای، خشکسالی نیز با استفاده از داده‌های سری زمانی و به کمک شاخص SPI به صورت کاهش دسترسی به آب لحاظ شد.

نتایج و بحث

به منظور دستیابی به اهداف مطالعه ابتدا شاخص بارش استاندارد محاسبه گردید، سپس براساس روشی که در بخش روش تحقیق ارائه شد میزان تغییر در دسترسی به آب برآورد و مطابق روش پیشنهادی هوریج (۱۴) به صورت تغییر بهره‌وری در تابع تولید مدل تعادل عمومی وارد شد. در ادامه این بخش، ابتدا یافته‌های مربوط به تغییر میزان دسترسی به آب گزارش شده است. سپس مقادیر تغییرات تولید در دو مدل چندمنطقه‌ای و تک‌منطقه‌ای و همچنین تغییر اشتغال در مدل چندمنطقه‌ای ارائه شد.

محاسبه شاخص بارش استاندارد نشان داد تا قبل از دهه هشتاد خورشیدی و در فاصله سال‌های ۸۰-۱۳۵۰، ایران تنها یک خشکسالی بحرانی و شدید را تجربه کرده است (خشکسالی ۷۸-۱۳۷۷). اما با آغاز دهه هشتاد خورشیدی، شاهد افزایش وقوع، شدت و گستره خشکسالی بوده است. شدت خشکسالی‌های اخیر به حدی بوده که بسیاری از تخریب‌های ناشی از این پدیده همچنان به گونه‌ای جبران‌ناپذیر باقی مانده و خسارات سنگینی بر پیکره جوامع روستایی وارد کرده است. این خشکسالی شدیدترین خشکسالی در ۴۰ سال اخیر ارزیابی شده است. به منظور تحلیل سناریوها ابتدا میزان کاهش دسترسی به آب در هر یک از سناریوها در جدول ۲ ارائه شده است. همان طور که مشاهده می‌شود، وقوع خشکسالی ضعیف به معنی کاهش دسترسی به آب به میزان ۱۶ درصد خواهد بود و در دو سناریو متوسط و شدید این رقم به ترتیب به ۳۶ و ۴۷ درصد افزایش می‌یابد.

جدول (۲). میانگین کاهش دسترسی به آب در سناریوهای خشکسالی (درصد)

سناریو	خشکسالی ضعیف	خشکسالی متوسط	خشکسالی شدید
میانگین کاهش دسترسی به آب (درصد)	۱۶	۳۶	۴۷

مأخذ: سایت آمار بارندگی و یافته‌های تحقیق

اثر خشکسالی بر تولید ناخالص داخلی

بخش کشاورزی تحت تأثیر عوامل متعددی قرار می‌گیرد که شرایط مختلف اقلیمی و پدیده‌های گوناگون جوی را می‌توان به عنوان یکی از این عوامل نام برد به گونه‌ای که با تغییر این عوامل، تولید این بخش تا حدود زیادی دستخوش تغییر می‌شود.

نتایج حاصل از شبیه‌سازی سناریوهای خشکسالی با مدل تعادل عمومی قابل محاسبه (تک‌منطقه‌ای) نشان داد وقتی خشکسالی ضعیف، متوسط و شدید اتفاق می‌افتد، به ترتیب GDP معادل ۱/۶۸، ۴/۰۶ و ۵/۵۴ درصد کاهش می‌یابد. جدول۳ نیز نتایج حاصل از شبیه‌سازی سناریوهای خشکسالی را با مدل تعادل عمومی چندمنطقه‌ای در سطح استان‌ها و کشور نشان می‌دهد. با توجه به نتایج ارائه شده در جدول، در سه سناریو خشکسالی، تولید ناخالص داخلی

کشور به ترتیب به میزان ۲/۱۷، ۴/۸۹ و ۶/۳۹ درصد کاهش می‌یابد. به نظر می‌رسد در الگوی تعادل عمومی تک‌منطقه‌ای که در سطح ملی به شبیه‌سازی می‌پردازد، به دلیل اینکه در واقع تنها یک منطقه در نظر گرفته شده سهولت حرکت و امکان مبادله عوامل تولید موجب شده است تا میزان کاهش تولید کمتر برآورد شود. دیکسون و همکاران (۷) در استرالیا نشان دادند فراهم شدن زمینه مبادله آب می‌تواند موجب کاهش زیان تولیدی ناشی از خشکسالی شود.

میزان کاهش GDP در مطالعه ارشدی (۳) برابر با ۲/۰۲ درصد می‌باشد که به سناریوی اول مطالعه حاضر نزدیک است. ضیائی (۵۰) نیز در مطالعه خود که از تعادل عمومی کاربردی چندمنطقه‌ای استفاده کرد، میزان کاهش GDP را برای سه سطح شدت خشکسالی به ترتیب برابر با ۲/۷۲، ۴/۰۸ و ۶/۱۲ درصد به دست آورد که دارای تفاوت کمی با نتایج سناریوهای مورد مطالعه این پژوهش می‌باشد. پائو و همکاران (۳۶) نیز با استفاده از مدل تعادل عمومی محاسبه‌پذیر، ضررهای اقتصادی خشکسالی و سیل مالاوی را ۱/۷ درصدGDP به دست آوردند.

همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، این سناریوها سبب کاهش تولید ناخالص استانی در همه استان‌ها می‌شود که بیشترین درصد کاهش در هر سه سناریو به ترتیب متعلق به استان‌های کرمان، همدان، فارس و اردبیل می‌باشد. وجه تشابه این استان‌ها سهم بالای بخش کشاورزی در اقتصاد این استان‌ها می‌باشد. به همین ترتیب می‌توان مشاهده نمود که در استان‌های دارای تولید صنعتی و معدنی بالا مانند تهران، خوزستان و کهگیلویه و بویراحمد کاهش تولید ناخالص استان در سطح بسیار پایین‌تری قرار دارد. از نکات حائز اهمیت در خصوص تغییرات تولید استانی آن است که لزوماً دارای الگوی توزیع جغرافیایی نیست و این حاکی از پیوند قوی بخش کشاورزی با سایر بخش‌های اقتصاد است. به عنوان مثال تغییرات تولید دو استان یزد و گیلان با شرایط متفاوت و الگوی متمایز تولید کشاورزی تقریباً مشابه یکدیگر است. این پیوند همان طور که در مطالعه فرج‌زاده و همکاران (۱۰) نیز مورد تأکید قرار گرفته است، عمدتاً از طریق صنایع وابسته به کشاورزی شامل صنایع غذایی، منسوجات و چوب و کاغذ ایجاد می‌شود به این معنی که پس از تغییر تولید در بخش کشاورزی در گام نخست،

در گام بعد تولید در صنایع کشاورزی و در نهایت نیز تولید سایر بخش‌های اقتصاد متأثر می‌شود. به عبارت دیگر، اثرات مستقیم ایجاد شده در گام نخست، در ادامه به اثرات غیرمستقیم در سایر بخش‌های اقتصاد منتهی می‌شود.

جدول (۳). اثر خشکسالی بر تولید ناخالص منطقه‌ای در استان‌های مختلف کشور

استان	سناریو خشکسالی			استان	سناریو خشکسالی		
	ضعیف	متوسط	شدید		ضعیف	متوسط	شدید
اردبیل	-۲/۴۷	-۵/۵۵	-۷/۲۵	خراسان رضوی	-۱/۹۸	-۴/۴۶	-۵/۸۲
آذربایجان شرقی	-۱/۶۴	-۳/۶۹	-۴/۸۱	خراسان جنوبی	-۲/۲۵	-۵/۰۶	-۶/۶۱
آذربایجان غربی	-۲/۱۸	-۴/۹۲	-۶/۴۲	خوزستان	-۰/۶۸	-۱/۵۳	-۲/۰۰
بوشهر	-۱/۴۷	-۳/۳۱	-۴/۳۲	کهگیلویه	-۰/۵۶	-۱/۲۶	-۱/۶۵
چهارمحال و بختیاری	-۲/۰۵	-۴/۶۲	-۶/۰۴	کردستان	-۲/۱۸	-۴/۹۱	-۶/۴۱
فارس	-۲/۷۲	-۶/۱۳	-۷/۹۹	لرستان	-۲/۱۲	-۴/۷۸	-۶/۲۴
گیلان	-۱/۹۴	-۴/۳۶	-۵/۷۰	مرکزی	-۱/۶۷	-۳/۷۷	-۴/۹۲
گلستان	-۲/۴۸	-۵/۵۸	-۷/۲۸	مازندران	-۲/۲۶	-۵/۱۰	-۶/۶۶
همدان	-۲/۸۳	-۶/۳۷	-۸/۳۲	قزوین	-۱/۸۹	-۴/۲۵	-۵/۵۶
هرمزگان	-۲/۶۰	-۵/۸۵	-۷/۶۴	قم	-۱/۲۰	-۲/۷۰	-۳/۵۲
ایلام	-۰/۸۴	-۱/۸۹	-۲/۴۷	سمنان	-۲/۲۳	-۵/۰۳	-۶/۵۶
اصفهان	-۱/۴۲	-۳/۲۰	-۴/۱۸	سیستان و بلوچستان	-۲/۰۰	-۴/۵۰	-۵/۸۷
کرمان	-۳/۳۶	-۷/۵۷	-۹/۸۹	تهران	-۰/۹۹	-۲/۲۳	-۲/۹۲
کرمانشاه	-۲/۱۹	-۴/۹۴	-۶/۴۵	یزد	-۱/۸۷	-۴/۲۱	-۵/۴۹
خراسان شمالی	-۲/۳۲	-۵/۲۲	-۶/۸۲	زنجان	-۲/۳۸	-۵/۳۵	-۶/۹۹
کشور	-۲/۱۷	-۴/۸۹	-۶/۳۹	-	-	-	-

مأخذ: یافته‌های تحقیق

تغییرات تولید در سطح بخش‌های اقتصاد در جدول ۴ آمده است. با وقوع خشکسالی، ارزش‌افزوده بخش کشاورزی و سایر بخش‌ها در تمام سناریوها کاهش می‌یابد. اما در تمام سناریوها، بیشترین کاهش ارزش‌افزوده به فعالیت کشاورزی و کمترین کاهش به بخش ساختمان تعلق دارد به طوری که در سه سناریو ارزش‌افزوده بخش کشاورزی به ترتیب ۱۲/۷۲،

۲۹/۱۶ و ۳۸/۸۹ درصد کاهش می‌یابد. دلیل کاهش ارزش‌افزوده در این بخش را می‌توان کاهش دسترسی به آب و لذا کاهش تولید در هنگام خشکسالی دانست. این کاهش تولید هم در اثر کاهش عملکرد و هم در اثر کاهش اندازه فعالیت رخ می‌دهد. در هنگام خشکسالی انتظار می‌رود که سطح زیرکشت مزارع بزرگ‌تر، کوچک‌تر شود. به عبارت دیگر مزارعی که دارای سطح زیرکشت بالاتری بوده‌اند، جهت تعدیل شرایط خشکسالی و تطبیق با آن، مجبور می‌شوند که سطح زیرکشت خود را کاهش دهند.

مشاهده شد که خشکسالی نه تنها بر بخش کشاورزی بلکه بر بخش‌های غیرکشاورزی مانند صنعت، ساختمان و خدمات نیز اثر دارد. برخی از کالاهای تولیدشده در بخش کشاورزی، مواد اولیه برای بخش‌های غیرکشاورزی و به ویژه صنایع وابسته به کشاورزی می‌باشند. بنابراین با وقوع خشکسالی و کاهش تولیدات کشاورزی، انتظار می‌رود تولیدات غیرکشاورزی نیز کاهش یابد و به دلیل تورم ناشی از خشکسالی در کالاهای کشاورزی،که مواد اولیه برای صنایع وابسته به کشاورزی هستند، تولید در این صنایع کاهش یابد و لذا تقاضا برای کالاهای غیرکشاورزی و همچنین تولید این کالاها کاهش پیدا کند[۸]. به عنوان مثال، خشکسالی به تولیدات چوبی صنعت مبل‌سازی خسارت وارد می‌کند زیرا خشکسالی سبب آتش‌سوزی جنگل‌ها[۹]، تخریب حاصلخیزی جنگل، خسارت مستقیم به درختان، بیماری درختان و هجوم حشرات می‌شود. اثرات این پدیده حتی در حوزه خدمات و فعالیت‌های غیرکشاورزی نیز گسترده است. این پدیده با تخریب تفرجگاه‌ها، کم‌شدن درآمدهای مربوط به گردشگری و کم‌شدن فعالیت‌های تفریحی و خسارت به کارخانجات فروشنده لوازم تفریحی

۸. نمونه‌ای از رابطه میان تغییرات قیمت محصولات کشاورزی و تغییر تولید در صنایع کشاورزی در مطالعه فرج‌زاده و همکاران (۱۰) که از الگوی تعادل عمومی برای تحلیل کاهش موانع تجاری بهره گرفته‌اند، مشاهده می‌شود.

۹. رابطه مثبت میان آتش سوزی و گرم شدن هوا در اثر خشکسالی در مطالعه بیرانوند و همکاران (۴) مورد اشاره قرارگرفته است.

به صنعت گردشگری خسارت وارد می‌کند. تفرجگاه‌ها، پیست‌های اسکی، ماهیگیری و قایقرانی از جمله عوامل جذب گردشگر می‌باشند که با وقوع خشکسالی، این عوامل تحت تأثیر افزایش دما و کاهش بارندگی و رواناب، جذابیت و پتانسیل خود را تا حدود زیادی از دست می‌دهند. همه این عوامل موجب کاهش جمعیت گردشگر در منطقه و در نتیجه از رونق افتادن زنجیره فعالیت‌های اقتصادی وابسته به آن می‌شود. به علت افزایش تقاضای انرژی و کاهش منابع در زمان خشکسالی‌ها، همچنین افزایش هزینه‌های صنعت انرژی، بحث انرژی در زمان خشکسالی یکی از مباحث چالش‌برانگیز می‌باشد. در همین زمینه صمدی بروجنی و ابراهیمی(۴۲) نیز نتیجه گرفتند با وقوع خشکسالی تولید انرژی کاهش می‌یابد.

جدول (۴). تغییرات تولید بخش‌ها نسبت به سال نرمال (درصد)

سناریو خشکسالی	کشاورزی	صنعت	خدمات	ساختمان
ضعیف	-۱۲/۷۲	-۸/۱۴	-۱/۲۵	-۱/۷۹
متوسط	-۲۹/۱۶	-۱۹/۹۰	-۳/۳۰	-۴/۳۵
شدید	-۳۸/۸۹	-۲۷/۳۸	-۴/۸۰	-۵/۹۶

مأخذ: یافته‌های تحقیق

اثر خشکسالی بر اشتغال

خشکسالی علاوه بر تغییرات تولید ناخالص داخلی سبب تغییرات اشتغال در بخش‌های اقتصادی نیز می‌شود. یکی از مسائل اساسی اقتصاد ایران بیکاری و تبعات ناشی از آن می‌باشد. با توجه به محوری بودن بخش کشاورزی در توسعه اقتصادی و اشتغال، مسئله کاهش اشتغال و بیکاری دارای اهمیت زیادی است.

از نتایج خلاصه شده در جدول ۵ می‌توان دریافت که در شرایط خشکسالی، اشتغال کل کشور کاهش می‌یابد. به طور کلی انتظار می‌رود با کاهش تولید(که در جداول ۳ و ۴ مشاهده شد) به طور متناسب اشتغال نیز کاهش یابد. مقدار این کاهش در سناریوها به ترتیب ۱/۱۸، ۲/۶۶ و ۳/۴۷ درصد می‌باشد. مهم‌ترین دلیل کاهش اشتغال در هنگام خشکسالی به کاهش

تولید در کشاورزی مربوط است. میزان کاهش اشتغال در مطالعه ضیائی (۵۰)، در سه سطح خشکسالی به ترتیب برابر با ۱/۴۸، ۲/۲۲ و ۳/۳۲ درصد می‌باشد که دارای تفاوت کمی با نتایج سناریوهای مورد مطالعه این پژوهش می‌باشد. مشاهده می‌شود که در مقایسه با مقادیر کاهش تولید در جدول ۳، اشتغال کاهش کمتری نشان می‌دهد. یکی از دلایل این تفاوت می‌تواند الگوی نهادی استخدام نیروی‌کار باشد. به ویژه در بخش کشاورزی بخش مهمی از نیروی‌کار را نیروی‌کار خانوادگی تشکیل می‌دهد که با کاهش تولید لزوماً نیروی‌کار به طور متناسب از فعالیت خارج نمی‌شود. تغییر ترکیب فعالیت‌ها به سوی فعالیت‌های کاربرتر می‌تواند دلیل احتمالی دیگر باشد.

همان طور که نتایج ارائه شده در جدول ۵ نشان می‌دهد، خشکسالی سبب کاهش اشتغال در همه استان‌ها، به غیر از استان‌های کرمان و همدان، می‌شود. دو دلیل احتمالی می‌توان برای رشد ناچیز اشتغال در این استان‌ها ذکر کرد: نخست خروج نیروی‌کار به ویژه از بخش کشاورزی بر اثر خشکسالی و اشتغال آن در بخش‌های صنعت و خدمات، دوم وجود الگوی استخدامی نهادی یا خانوادگی در فعالیت‌های کشاورزی(که پیش‌تر به آن اشاره شد) به این معنی است که با کاهش تولید کشاورزی، افراد به دلیل تعامل نهادی از فرایند تولید خارج نمی‌شوند و لذا کاهش اشتغال چندان چشمگیر نیست. نرخ بیکاری پایین این دو استان به ویژه در مناطق روستایی نیز چنین الگوی تولیدی را متصور می‌سازد.[۱۰] بیشترین درصد کاهش اشتغال به ترتیب متعلق به استان‌های بوشهر، هرمزگان، خوزستان، اصفهان و کهگیلویه و بویراحمد می‌باشد. نکته مهم آن است که این استان‌ها لزوماً بالاترین کاهش تولید را تجربه نمی‌کنند (جدول ۳). اما وجه تمایز آنها وجود بخش غیرکشاورزی بزرگ‌تر می‌باشد. به عبارتی استان‌هایی که به طور نسبی دارای بخش غیرکشاورزی بزرگ‌تر هستند کاهش اشتغال بیشتری

۱۰. درخصوص این دو استان لازم به ذکر است که در سال ۱۳۹۴ با نرخ بیکاری حدود ۸/۵-۸ درصد دارای پایین‌ترین نرخ‌ها در میان استان‌ها بوده‌اند. در میان خانوارهای روستایی نرخ بیکاری به مراتب پایین‌تر بوده است(۴۷).

را تجربه می‌کنند. از سوی دیگر در استان‌های دارای بخش کشاورزی بزرگ‌تر مانند خراسان شمالی، مازندران، کردستان و فارس کاهش اشتغال در سطح بسیار پایین‌تر قرار دارد. همانند آنچه در مطالب فوق اشاره شد می‌توان ساختار استخدامی نهادی – خانوادگی را علت کاهش کمتر اشتغال در استان‌های دارای کشاورزی بزرگ عنوان نمود. افزون بر این به نظر می‌رسد بخشی از علت کاهش کمتر اشتغال جایگزینی آن با سرمایه است. زیرا اقتصاد ایران در زمره اقتصادهای با انباشت سرمایه پایین محسوب می‌شود که آزاد شدن نیروی‌کار در بخش‌های کاربرتر مانند کشاورزی زمینه جایگزینی آن با سرمایه را فراهم می‌کند.

جدول (۵). اثر خشکسالی بر اشتغال در استان‌های مختلف کشور

استان	سناریو خشکسالی			استان	سناریو خشکسالی		
	ضعیف	متوسط	شدید		ضعیف	متوسط	شدید
اردبیل	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۴	خراسان رضوی	-۰/۷۰	-۱/۵۷	-۲/۰۵
آذربایجان شرقی	-۱/۱۶	-۲/۶۱	-۳/۴۱	خراسان جنوبی	-۰/۴۵	-۱/۰۲	-۱/۳۴
آذربایجان غربی	-۰/۳۱	-۰/۶۹	-۰/۹۰	خوزستان	-۲/۰۵	-۴/۶۳	-۶/۰۴
بوشهر	-۲/۶۹	-۶/۰۶	-۷/۹۲	کهگیلویه	-۱/۸۰	-۴/۰۵	-۵/۲۹
چهارمحال و بختیاری	-۰/۵۳	-۱/۲۱	-۱/۵۸	کردستان	-۰/۰۴	-۰/۰۸	-۰/۱۱
فارس	-۰/۱۳	-۰/۲۸	-۰/۳۶	لرستان	-۰/۲۳	-۰/۵۲	-۰/۶۸
گیلان	-۰/۶۹	-۱/۵۶	-۲/۰۴	مرکزی	-۱/۳۴	-۳/۰۴	-۳/۹۶
گلستان	-۰/۰۶	-۰/۱۵	-۰/۱۹	مازندران	-۰/۴۲	-۰/۹۵	-۱/۲۴
همدان	۰/۰۵	۰/۱۲	۰/۱۶	قزوین	-۱/۰۶	-۲/۳۹	-۳/۱۲
هرمزگان	-۲/۴۹	-۵/۶۰	-۷/۳۱	قم	-۱/۲۵	-۲/۸۲	-۳/۶۸
ایلام	-۱/۴۱	-۳/۱۷	-۴/۱۴	سمنان	-۰/۶۵	-۱/۴۶	-۱/۹۱
اصفهان	-۱/۷۵	-۳/۹۴	-۵/۱۵	سیستان و بلوچستان	-۰/۱۶	-۰/۳۷	-۰/۴۹
کرمان	۰/۰۷	۰/۱۶	۰/۲۱	تهران	-۱/۳۸	-۳/۱۱	-۴/۰۶
کرمانشاه	-۰/۵۷	-۱/۲۸	-۱/۶۷	یزد	-۱/۲۸	-۲/۸۹	-۳/۷۷
خراسان شمالی	-۰/۴۴	-۱/۰۰	-۱/۳۰	زنجان	-۰/۶۱	-۱/۳۸	-۱/۸۱
کشور	-۱/۱۸	-۲/۶۶	-۳/۴۷	–	–	–	–

مأخذ: یافته‌های تحقیق

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

این مطالعه با هدف ارزیابی اثر خشکسالی بر تولید و اشتغال ملی و منطقه‌ای (استانی) صورت گرفت. از همین رو دو الگوی تعادل عمومی مورد استفاده قرار گرفت. در الگوی اول، که یک مدل تعادل عمومی قابل‌محاسبه تک‌منطقه‌ای بوده، تغییر متغیرهای تولید و اشتغال در سطح کشور به عنوان مدل کل برآورد شد. مدل دیگر مدل تعادل عمومی قابل محاسبه چندمنطقه‌ای موسوم به مدل Iran ORANI-G بوده که برای بررسی اثرات شوک خشکسالی بر تولید ناخالص داخلی منطقه‌ای (GRP) و اشتغال در سطح مناطق (استان‌ها) به کار گرفته شده است. مدل‌های ساخته شده تحت تأثیر سه نوع شوک کاهش آب در بخش کشاورزی شامل خشکسالی ضعیف، متوسط و شدید قرار گرفته‌اند. محاسبات مطالعه نشان داد وقوع خشکسالی ضعیف می‌تواند به معنی کاهش دسترسی به آب به میزان ۱۶ درصد باشد و در شرایط خشکسالی شدید می‌تواند تا حدود ۵۰ درصد افزایش یابد. براساس الگوی تعادل عمومی کل اقتصاد ایران، این شرایط می‌تواند ۵/۵-۱/۷ درصد کاهش تولید ناخالص داخلی ایران را به همراه داشته باشد. اما الگوی منطقه‌ای این مقادیر کاهش را ۱-۰/۵ درصد بالاتر نشان می‌دهد. این دامنه از کاهش تولید در مطالعات دیگر مانند ضیائی (۵۰) و آرند و همکاران (۲) در موزامبیک نیز مشاهده می‌شود. به نظر می‌رسد در مدل منطقه‌ای، مکان- محور بودن ساختار منابع موجب کاهش تحرک منابع به ویژه منابع مورد استفاده در کشاورزی شده و پیامدهای خشکسالی را شدیدتر ارزیابی می‌کند. از این نظر یافته‌های مطالعه با نتایج دیکسون و همکاران (۷) سازگار است. در سطح بخش‌ها نیز مطابق انتظار بخش کشاورزی بالاترین کاهش تولید را نشان می‌دهد به گونه‌ای که در خشکسالی شدید تا حدود ۴۰ درصد کاهش تولید مورد انتظار است. سلامی و همکاران (۴۱) برای خشکسالی سال ۲۰۰۰-۱۹۹۹ کاهش تولید زیربخش زارعت را ۳۰ درصد ذکر کرده‌اند. این در حالی است که خشکسالی مذکور در زمره خشکسالی‌های محدود به شمار می‌آید. با در نظرگرفتن کاهش تولید مجموع زیربخش‌های کشاورزی در مطالعه سلامی و همکاران (۴۱) که بیش از ۱۳ درصد گزارش شده است،

می‌توان گفت یافته‌های مطالعه حاضر با نتایج مطالعه یاد شده همسوست. اما به نظر می‌رسد بحث حائز اهمیت این باشد که چرا علی‌رغم وقوع خشکسالی شدید و چندساله، کاهش تولید ناخالص داخلی به معنای ارقام فوق محقق نشده است. به نظر می‌رسد تداوم استفاده از منابع آب زیرزمینی مانع از تحقق کاهش شدید تولید ناخالص شده است. به عبارت دیگر اضافه برداشت از منابع آب زیرزمینی مانع از وقوع کامل اثرات خشکسالی شده است. به منظور ارائه شواهد تجربی می‌توان به یافته‌های برخی از مطالعات تجربی نیز اشاره نمود. به عنوان مثال در دشت قزوین اضافه برداشت سالانه بیش از ۲۰۰ میلیون متر مکعب بوده است (۳۳). رقم متناظر در دشت رفسنجان بیش از ۲۵۰ میلیون متر مکعب برای سال ۱۳۸۲ ذکر شده است (۲۹). این رقم برای کل کشور در سال ۱۳۸۶ برابر با ۴/۸ میلیارد متر مکعب ذکر شده است (۱۵). لذا توصیه می‌شود زمینه کاهش مصرف آب با تدابیری مانند استفاده از کنتورهای هوشمند فراهم شود تا پیامدهای خشکسالی به نقطه غیرقابل برگشت نرسد.

تأثیرپذیری استان‌ها از خشکسالی در تولید تا حدود زیادی به ترکیب تولید بخش‌ها بستگی دارد و مشاهده گردید که استان‌های با سهم نسبی بالای بخش صنعت مانند تهران، خوزستان و کهگیلویه و بویر احمد از خشکسالی آسیب کمتری می‌بینند. در حالی که این میزان برای استان فارس و کرمان که بخش کشاورزی در آن‌ها سهم بالایی دارد، بسیار چشمگیرتر است. براساس اطلاعات مرکز آمار ایران (۴۷) سهم بخش کشاورزی در استان خوزستان و کهگیلویه و بویراحمد کمتر از ۷ درصد است و در تهران این سهم حتی کمتر از ۲ درصد می‌باشد در حالی که در استان فارس این رقم حدود ۱۸/۸ درصد و به مراتب از متوسط کشوری (۱۰/۲۲ درصد) بالاتر است. همچنین این رقم برای استان کرمان حدود ۲۹ درصد می‌باشد.

اشتغال متغیر دیگری است که در این مطالعه با توجه به نرخ بالای بیکاری در اقتصاد ایران به آن پرداخته شد. به طور کلی در مقایسه با تغییرات تولید، تغییرات اشتغال حدود ۴۵ درصد پایین‌تر است و اشتغال در مقایسه با تولید کاهش کمتری نشان می‌دهد. به نظر می‌رسد

وجود الگوی نهادی– خانوادگی استخدام نیروی‌کار به ویژه در فعالیت‌های کشاورزی و همچنین جانشینی نیروی‌کار به جای عامل تولیدی کمیاب سرمایه مانع از کاهش شدید اشتغال شده است. در مطالعه فرج‌زاده و همکاران (۱۰) بازده سرمایه بالاتر از نیروی‌کار به دست آمد. بازده بالاتر حاکی از کمیابی نسبی سرمایه می‌باشد. الگوی استخدام نهادی و خانوادگی در سطح استان‌ها یا مناطق با وضوح بیشتری قابل رصد است به این ترتیب که در حالی که استان‌هایی مانند فارس، کرمان و اردبیل در زمره استان‌های با بالاترین کاهش تولید قرار داشتند، در الگوی اشتغال برخی از آنها حتی افزایش ناچیز اشتغال ملاحظه شد. اثرپذیری کمتر بخش کشاورزی در حوزه اشتغال از نظر کاهش مهاجرت از مناطق روستایی به مناطق شهری (با توجه به شرایط فعلی اقتصاد ایران) حائز اهمیت است. اما تداوم آن می‌تواند به افزایش مهاجرت منجر شود. در این خصوص زمینه‌سازی ایجاد مشاغل صنعتی – روستایی قابل توصیه است. ایجاد مشاغل صنعتی و خدماتی متناسب با شرایط مناطق کشاورزی می‌تواند پیامدهای خشکسالی در حوزه تولید و اشتغال را کاهش دهد.

منابع

1. Ahmed, A., Bouis, H.W., Gutner, T. and Lofgren, H. (2001). The Egyptian food subsidy system structure, Performance, and options for reform research. International Food policy Research Institute (IFPRI). Washington D.C.
2. Arndt, C., Robinson, S. and Trap, F. (2001). Parameter estimation for a computable general equilibrium model: a maximum entropy approach, Discussion Paper No: 40, International Food policy Research Institute (IFPRI), Washington, D.C.
3. Arshadi, A. (2010). Analysis of private sector consumption in first semester of 2008. *News in Economy (Tazehaye Eghtesad),* 129: 30-34. (Persian)
4. Biranvand, A., Babaei Kafaki, S. and Kiadaliri, H. (2011). Investigation the ecological factor s affecting fire spread in forest ecosystems (case study: Kakareza-Lorestan). *Journal of Renewable Natural Resources Researches*, 2(2): 1-13. (Persian)
5. Changnon Jr, S.A. and Easterling, W.E. (1989). Measuring drought impacts. *Journal of the American Water Resources Association*, 25(1): 27-42.

6. Daneshvar, M. and Zibaei, M. (2012). The effects of sprinkler irrigation system on copping with drought in Fars province. *Journal Agricultural Economics*, 5(4): 109-125. (Persian)
7. Dixon, P.B., Rimmer, M.T. and Wittwer, G. (2007). The 2006-07 drought in Australia: analysis in TERM- H2O. Paper Presented at 36th Annual Conference of Economists, Hobert, 24- 26 September.
8. Ejaz Qureshi, M., Hanjra, M.A. and Ward, J. (2013). Impact of water scarcity in Australia on global food security in an era of climate change. *Food Policy*, 38: 136-145.
9. Farajzadeh, M. (1996). Drought and its methods of study. *Forest and Range Quarterly*, 32: 22-28. (Persian)
10. Farajzadeh, Z., Zhu, X. and Bakhshoodeh, M. (2017). Trade reform in Iran for accession to the World Trade Organization: analysis of welfare and environmental impacts. *Economic Modelling*, 63: 75–85.
11. Hayes, M.J., Svoboda, M.D., Wilhite, D.A. and Vanyarkho, O.V. (1999). Monitoring the 1996 drought using the standardized precipitation index. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 80(3): 429- 437.
12. Hill, R.V. and Porter, C. (2017). Vulnerability to drought and food price shocks: evidence from Ethiopia. *World Development*, 96: 65-77.
13. Horridge, M. (2003). ORANI-G: a generic single-country computable general equilibrium model. Center of Policy Studies (cops), Monash University. Available at: http://www.monash.edu.au/policy/oranig.htm.
14. Horridge, M. (2009). Hands on computing with ORANI-G: first simulation. Practical GE modelling course at Center of Policy Studies (CoPS), Monash University, Australia, 6-11 July.
15. Hosseinzad, J., Javadi, A. and Kazemiyeh, F. (2012). Determination of groundwater extraction based on cost management (case study: Ajabshir plain). *Water and Soil Science*, 22 (2): 165-172. (Persian)
16. Howitt, R.E., Medellín-Azuara, J., Mac Ewan, D., Lund, J. and Sumner, D. (2014). Economic analysis of the 2014 drought for California agriculture. Prepared for California Department of Food and Agriculture by UC Davis Center for Watershed Sciences and ERA Economics.
17. Iglesias, E., Garrido, A. and Gómez-Ramos, A. (2003). Evaluation of drought management in irrigated areas. *Agricultural Economics*, 29: 211-229.
18. International Water Management Institude (IWMI) (1993). Annual report 1992. Colombo. Srilanka: The Institute. ISSN, 1017-5954.
19. Kahil, M.T., Dinar, A. and Albiac, A. (2016). Cooperative water management and ecosystem protection under scarcity and drought in arid and semiarid regions. *Water Resources and Economics*, 13: 60–74.
20. Karami Kaloos, A. (2009). The effects of food subsidy reform on macroeconomic variables and social welfare in Iran: Application of computable general equilibrium model. PhD Thesis of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Shiraz University. (Persian)

21. Liu, C., Golding, D. And Gong, G. (2008). Farmers' coping response to the low flows in the lower Yellow River: a case study of temporal dimensions of vulnerability. *Global Environmental Change*, 18(4): 543-553.
22. Lofgren, H. and El-Said, M. (1999). A general equilibrium analysis of alternative scenarios for food subsidy reform in Egypt. International Food policy Research Institute (IFPRI). Washington, D.C.
23. Lofgren, H., Harris, R.B. and Robinson, S. (2002). A standard computable general equilibrium (CGE) model in GAMS. International Food Policy Research Institute (IFPRI). Washington D.C.
24. McKee, T.B. and Doesken, N.J. (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales. Eight Conferences on Applied Climatology. Anaheim, CA, American Meteorological Society. 179-18u PP.
25. Medellín-Azuara, J., MacEwan, D., Howitt, R.E., Sumner, D.S. and Lund, J.R. (2016). Economic analysis of the 2016 California drought on agriculture. Center for Watershed Sciences, University of California-Davis.
26. Mirza'i, A.A. and Sabae, G.A. (2011). Water engineering specialist softwares (1st ed.). Tehran: Kian Publication. (Persian)
27. Mohammad, V. and Samani, J. (2005). Water resource management and sustainable development. Tehran: Research Assistance of Iranian Islamic Council Parliament. Infrastructure Study Office.
28. Mohsenpour, R. and Zibaei, M. (2010). Assessing the consequences of drought at farm level: a case study of Marvdasht region. *Journal of Water and Soil Sciences*, 14(52):49-62. (Persian)
29. Mortazavi, S.M., Oleimani, K. and Ghafari Movafagh, F. (2011). Water resource management and land sustainable, the case study in Rafsanjan in Iran. *Bimonthly Journal of Water and Wastewater*, 2: 126-131. (Persian)
30. Motavaseli, M. and Fouladi, M. (2006). Investigating the effects of global oil price increase on GDP and employment in Iran using a generalized computational equilibrium model. *Journal of Economic Research*, 41(5): 51-76. (Persian)
31. Nasrnia, F. and Zibaei, M. (2017). Determination farmers' vulnerability patterns to drought in Iran: case study of Bakhtegan basin. *Journal of Agricultural Economics Research*, 9(2): 1-37. (Persian)
32. Palmer, W.C. (1965). Meteorological drought (p. 58), Washington D.C., USA: US Department of Commerce, Weather Bureau.
33. Parhizkari, A., Khodadadi Hoseyni, M., Taghizade Ranjbari, H. and Mahmoodi, A. (2015). Determining the appropriate economic strategy to conserve groundwater resources in Qazvin plain. *Rural Development Strategies*, 2(4): 477-496. (Persian)
34. Partridge, M.D. and Rickman, D.S. (2004). CGE modelling for regional economic development analysis Draft Book chapter for State – of- the – Art in Regional and Urban Modeling, 20 December.

35. Paul, B.K. (1998). Coping mechanisms practiced by drought victims (1994/5) in North Bengal, Bangladesh. *Applied Geograghy*, 18(4): 355-373.
36. Pauw, K., Thurlow, J. and Van Seventer, D. (2010). Droughts and floods in Malawi (No. 962). International Food Policy Research Institute (IFPRI). Washington D.C.
37. Peck, D. and Adams, R.M. (2009). Persistence of drought impacts across growing seasons: a dynamic stochastic analysis. Journal of Agricultural and Resource Economics. 101st EAAE Seminar 'Management of Climate Risks in Agriculture', Berlin, Germany.
38. Rickman, D.S. (1992). Estimating the impacts of regional business assistance programs: alternative closures in a regional model. *Papers in Regional Science*, 71: 421-435.
39. Rose, A. (1995). Input-output economics and computable general equilibrium models. *Structural Change and Economic Dynamic*s, 6: 295-304.
40. Sahabi, B., Banouei, A.A. and Ghahremani, F. (2016). Measurement of the socio-economic impact of drought in the framework of modified supply-side Social Accounting Matrix (SAM): case study of farming sector. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 94: 95-121. (Persian)
41. Salami, H., Shahnooshi, N. and Thomson, K.J. (2009). The economic impacts of drought on the economy of Iran: an integration of linear programming and macroeconometric modelling approaches. *Ecological Economics*, 68(4): 1032-1039.
42. Samadi Boroujeni, H. and Ebrahimi, A. (2010). Drought consequences in Chaharmahal and Bakhtiari province and ways to deal with it. Water Resource Research Center. Sharekord: Sharekord University Publication. (Persian)
43. Seung, C.K., Harris, T.R., Englin, J.E. and Netusil, N.R. (2000). Impacts of water reallocation: a combined computable general equilibrium and recreation demand model approach. *Annals of Regional Science*, 34(4): 473-487.
44. Shi, M., Li, N., Yuan, Y., Zhang, Z. and Wang, F. (2009). Developing a multi-regional CGE model for China based on china interregional input-output model". 17th International Input- Output Conference, Sao Paulo, Brazil.
45. Shoven, J.B. and Whalley, J.L. (1992). Applying general equilibrium. Cambridge: Cambridge University Press.
46. Stage, F.K., Carter, H.C. and Nora, A. (2004). Path analysis: an introduction and analysis of a decade of research. *The Journal of Educational Research*, 98(1): 5-13.
47. Statistical Center of Iran (2015). Fars province statistical yearbook. Available at:https://nnt.sci.org.ir/sites/Apps/yearbook/Lists/year_book_req/Item/newifs.aspx. (Persian)

48. Young, R.A. (1995). Coping with a severe sustained drought on the Colorado river: introduction and overview. *Journal of the American Water Resources Association*, 31(5): 779-788.
49. Yousefi, A., Khalilan, S. and Hajian, M.H. (2010). The role of water in Iranian economy: a CGE modeling approach. 11th Conference on Economic Modelling. Istanbul, 7-11 July.
50. Ziaei, S. (2012). Simulation of drought consequences in the agricultural farming subsector in the country and in different provinces: construction and application of Iran ORANI-G model. PhD Thesis of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, University of Zabol. (Persian)
51. Zoghipour, A. (2006). Effect of import tariff reduction on agricultural economics: computable general equilibrium framework. Master Thesis of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Shiraz University. (Persian)