

پیامدهای تغییر اقلیم بر بازار محصولات کشاورزی

حسن علی بخشی، آرش دوراندیش، محمود صبوحی^۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۶/۰۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۱/۱۲

چکیده

تغییر اقلیم تغییری برگشتناپذیر در متوسط شرایط آب و هوایی است. این پدیده دامنه زمانی و مکانی گسترده‌ای دارد و به دنبال آن دامنه اثرگذاری گسترده بر بخش‌های مختلف اقتصادی از جمله منابع آب و کشاورزی می‌باشد. در این میان، حساس بودن شرایط زیستی در منطقه‌های خشک سبب می‌شود پیامدهای تغییرات اقلیمی در این نقطه‌ها، ملموس‌تر و شدیدتر خود را نشان دهد و به علت این حساسیت بررسی اثرگذاری‌های تغییر اقلیم در این منطقه‌ها ضرورت دوجندانی می‌یابد. در این راستا هدف مطالعه‌ی حاضر بررسی پیامدهای تغییر اقلیم در منطقه‌های خشک و بر بازار محصول‌های کشاورزی کشور است. برای این منظور ضمن استفاده از الگو چندبازاره کشاورزی، اقدام به پهنه‌بندی اقلیم و زیراقلیم‌های ایران به روش دومارتن اصلاح شده، گردیده است. نتایج نشان داد که تا سال ۲۰۲۵ تغییرپذیری‌های آب و هوایی، باعث تغییرپذیری‌های متفاوتی مانند تغییر در عملکرد، سطح زیرکشت و آب در دسترس در محصول‌های منتخب (گندم آبی و دیم، جو آبی و دیم، و ذرت دانه‌ای)، می‌گردد که این امر باعث تغییر در قیمت و افزایش این محصول‌های شده است. همچنین تغییرپذیری‌های صورت گرفته در محصول‌های باعث تغییر در درآمد بهره‌برداران کشاورزی شده و میزان صادرات و واردات این محصول‌ها را متأثر کرده است. در این راستا پیشنهاد می‌شود سیاست حمایتی قیمتی و غیرقیمتی مناسب برای حمایت از تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان این محصولات اتخاذ شود تا پیامدهای تغییرات اقلیمی بر بخش کشاورزی قابل مدیریت (کنترل) برنامه‌ریزی شود.

طبقه‌بندی JEL: C61, Q25, Q54

واژه‌های کلیدی: تغییر اقلیم، پهنه‌بندی اقلیمی، بازار محصولات کشاورزی و سیاست‌های حمایتی

^۱ به ترتیب دانشجوی کارشناس ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشیار (نویسنده مسئول) و استاد اقتصاد کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

مقدمه

استفاده گسترده از سوخت‌های فسیلی، تغییر کاربری اراضی و افزایش جمعیت جهان و به دنبال آن گسترش روزافزون فعالیت‌های صنعتی برای تأمین نیازهای رو به افزایش موجب شد تا پس از انقلاب صنعتی، به تدریج تغییرپذیری‌های مشهودی در اقلیم کره زمین بوجود آید. بارزترین پیامدهای تغییر اقلیم عبارت از افزایش میانگین دمای کره زمین، افزایش پدیده‌های حدی اقلیمی مانند سیل، توفان، تگرگ، ذوب شدن یخ‌های قطبی و در نتیجه افزایش فراوانی، شدت و طول دوره خشک‌سالی‌ها می‌باشد. افزایش این رخدادها در سال‌های اخیر به دغدغه اصلی اقلیم‌شناسان و سران کشورهای جهان تبدیل شده است، به گونه‌ای که امروزه از تغییر اقلیم به‌عنوان یکی از مهم‌ترین چالش‌های زیست‌محیطی سده بیست و یکم یاد می‌شود (Redsma et al., 2009).

تغییر اقلیم در واقع تغییر برگشت‌ناپذیر در متوسط شرایط آب و هوایی است که در یک ناحیه رخ دهد (Zarakani et al., 2014). هیأت بین‌الدولی تغییر اقلیم (IPCC, ۲۰۰۷)^۱، تغییر اقلیم را به‌صورت تغییر در وضعیت اقلیم که مبنای تغییر در میانگین یا واریانس عامل‌های آن (بارندگی و دما) برای یک دوره طولانی‌مدت (یک دهه یا بیشتر) شناخته می‌شود، تعریف می‌کند. این تعریف به‌طور آشکار عامل اصلی تغییرات اقلیمی را مربوط به فعالیت‌های انسانی می‌داند که به انباشت گازهای گلخانه‌ای^۲ (GHGs) با قدرت ماندگاری طولانی‌مدت در جو می‌انجامد. بر مبنای راه‌گزینه‌های انتشار (SRES)^۳ ۳ تدوین شده توسط IPCC، انباشت گازهای گلخانه‌ای GHGs در سال ۲۰۳۰ نسبت به سال پایه (۲۰۰۰) بین دامنه ۹/۷ تا ۳۶/۷ گیگاتن "معادل CO₂" افزایش خواهد یافت (Kemfert, 2009). یکی از اثرگذاری‌های پدیده تغییر اقلیم، آسیب‌های ایجادشده در بخش کشاورزی است و به علت تغییر الگوی بارش و دمای میانگین جو، این پدیده می‌تواند بر تولید انواع محصول‌های باغی و زراعی که عمده‌ترین منابع‌های غذایی کشور را تشکیل می‌دهند، آسیب وارد کند (Eslami, 2011). همچنین باید توجه داشت که سیستم تولید کشاورزی در کشورهای در حال توسعه و به‌ویژه ایران، نسبت به تغییر اقلیم آسیب‌پذیرتر است، زیرا انعطاف‌پذیری این کشورها نسبت به تغییر فناوری و سرمایه، به‌عنوان دیگر عامل‌های مؤثر بر تولید کشاورزی، کمتر است (Vaseghee & Asmaeli, 2008). در این میان، حساس بودن شرایط زیستی در مناطق خشک سبب می‌شود پیامدهای تغییرپذیری‌های اقلیمی در این نقطه

¹ Intergovernmental panel of climate change (IPCC)

² Green House Gases (GHGs)

³ Special Report on Emissions Scenarios (SRES)

پیامدهای تغییر اقلیم... ۵۷

ها، ملموس تر و شدیدتر خود را نشان دهد و به علت این حساسیت بررسی اثرگذاری تغییر اقلیم در این منطقه‌ها ضرورت دوچندان می‌یابد (Zamani et al., 2011).

تاکنون بررسی‌های چندی برای تعیین پیامدهای تغییر اقلیم و کمیابی منابع آب در بخش کشاورزی انجام گرفته است، از جمله (Ponce et al., 2014) در پژوهشی یک الگو چندبازاره کشاورزی ۱ (AMM) برای تجزیه و تحلیل "اثرگذاری‌های تغییرات آب و هوایی در کشورهای در حال توسعه با توجه به عدم اطمینان تغییرات اقلیمی" فراهم آوردند. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که پیامدهای اقتصادی تغییرات آب و هوایی، وابسته به نوع فعالیت‌ها متفاوت‌اند. Parhezkari et al (2017) در پژوهشی به ارزیابی "اثرگذاری‌های تغییر اقلیم بر منابع آب در دسترس و تولیدات کشاورزی در حوضه آبخیز شاهرود" پرداختند. بدین منظور از یک سامانه الگوسازی بیوفیزیکی - اقتصادی برای تحلیل اثرگذاری‌های تغییر اقلیم استفاده شد. نتایج تحقیق نشان دادند که تغییر اقلیم ناشی از کاهش بارش منجر به کاهش منابع آب در دسترس، افزایش ارزش اقتصادی آب آبیاری، کاهش مجموع سطح زیر کشت محصول‌های آبی و کاهش سود ناخالص کشاورزان شده است. (Jason & Koopman (2017) به "بررسی ۲ سناریوی تغییرات پیش‌بینی شده آب و هوایی هلند، شامل تابستان‌های گرم و خشک‌تر و کاهش قابل ملاحظه در آبدهی رودخانه‌ها" پرداختند. بدین منظور از یک الگو تعادل عمومی قابل محاسبه (CGE) برای ارزیابی ظرفیت و قابلیت (پتانسیل) ایجاد بازار آب (تخصیص آب با توجه به قیمت سایه‌ای آن) در بخش‌های کشاورزی، صنعت و آشامیدن استفاده شد. نتایج این تحقیق نشان داد که همه‌ی آسیب و زیان‌های ناشی از تغییرات آب و هوایی و کمبود آب به بخش کشاورزی وارد می‌شود. Karin Barrueto et al (2018) در پژوهشی با عنوان "تغییرات اقلیمی و تأثیر آن بر نظام بازار کشاورزی (نمونه‌ای از بازار نپال)" با استفاده از الگو فضایی به بررسی تغییرات اقلیمی جاری و پیش‌بینی آب و هوا برای منطقه‌های مختلف نپال پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهند که درجه حرارت و میزان بارندگی بسته به منطقه‌های آب و هوایی متفاوت است و تغییرات آب و هوایی پاسخ‌های مختلفی را از عملکرد بازار در میان هر یک از زیر بخش‌های مختلف به وجود می‌آورد. karine fard et al (2018) به بررسی "تأثیر تغییرات اقلیم بر عملکرد محصول‌های گندم، برنج و جو در استان خوزستان" بر مبنای داده‌های ترکیبی دوره ۱۳۷۲-۱۳۹۲ پرداختند. نتایج نشان داد که تغییرات در شرایط آب و هوایی باعث کاهش در عملکرد و سود اقتصادی گندم، برنج و

جو شده است. Yan et al (2018) در پژوهشی "اثرگذاری‌های تغییرات آب و هوایی بر آبیاری، تولید محصول در شمال شرقی چین و پیامدهای آن برای مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه ای" را تحلیل کرده‌اند. در این راستا از یک الگو شبیه‌سازی آب چین برای شبیه‌سازی اثرگذاری‌های تغییر آب‌وهوا بر آب و تولید محصول‌های کشاورزی استفاده شد. بر اساس نتایج تا سال ۲۰۳۰، تقاضای آب برای آبیاری در شمال شرقی چین افزایش می‌یابد؛ که با توجه به کمبود آب، منطقه‌های آبیاری کاهش خواهد یافت. همچنین الگوی کشت با افزایش مکان‌های کاشت ذرت و کاهش کاشت برنج کاهش می‌یابد. در نتیجه، کل تولید محصول‌ها و سود آشکارا کاهش خواهد یافت.

وجود شواهدی از تغییر احتمالی در وضعیت اقلیم و پیامدهای آن بر منابع آب، ضرورت هماهنگی و سازگاری جامعه‌های ذینفع به این تغییرات و کسب اطلاعات بهتر از پیامدهای اقتصادی آن و تقویت راهبردهای سازگار سازی در دهه‌های آتی را پرهیز ناپذیر می‌سازد. چراکه افق زمانی به نسبت مناسبی برای طراحی و به کارگیری گزینه‌های سیاستی عملی در مقابله با این تغییرات وجود دارد؛ بنابراین پژوهش حاضر نیز تلاشی است در این زمینه تا بتواند پیامدهای اقتصادی پدیده تغییر اقلیم بر منابع آب کشور را با لحاظ هزینه‌های فرصت و سودمندی‌های هر سطح و ترکیب تصمیم‌های تخصیص و ذخیره منابع آب در شرایط تغییر اقلیم تعیین کند. در دستیابی به این هدف، با توجه به حساس بودن شرایط زیستی در منطقه‌های خشک و پیامدهای دوچندان تغییرات اقلیمی در این نقاط، مطالعه حاضر به بررسی آثار اقتصادی پدیده تغییر اقلیم تنها در منطقه‌های خشک اختصاص می‌یابد. بدین منظور در تحقیق حاضر از یک الگو چند بازاری کشاورزی استفاده شود که به علت در نظر گرفتن قیمت‌ها به صورت درون‌زا نسبت به دیگر روشها دارای برتری است. همچنین این الگو برای بخش کشاورزی با پراکندگی جغرافیای بالا طراحی شده است (Ponce et al., (2014)). هسته مرکزی AMM شامل دو مجموعه از معادله‌هاست است، مجموعه اول به توصیف رفتار تولیدکنندگان کشاورزی (عرضه) و مجموعه دوم تصویری از رفتار مصرف‌کنندگان (تقاضا) ترسیم می‌کند.

روش تحقیق

الگو چندبازاری که گاهی به عنوان "تعادل عمومی محدود"^۱ (Quizón & Binswanger, 1986) یا "الگو تعادل جزئی چند بازاری"^۲ (Arulpragasam & Conway, 2003) نامیده می‌شود، از پیچیدگی‌های الگوهای تعادل عمومی محاسبه‌پذیر (CGE)^۳ کاسته است. این الگو اثرگذاری‌های مستقیم و غیرمستقیم سیاست‌ها را در شمار اندکی از بازارهای کشاورزی بررسی می‌کند که از این لحاظ استفاده از الگو چندبازاری بر الگوهای تک بازاره ارجحیت دارد (Croppenstedt et al., 2007). این الگو برای تحلیل اثر گذاری‌های پیامدهای بخش کشاورزی با پراکندگی جغرافیایی بالا همچون ایران مناسب است (Ponce et al., 2014). الگو چندبازاری شامل یک فرایند سه مرحله‌ای است. در مرحله اول، یک الگو برنامه‌ریزی ریاضی با هدف بیشینه کردن درآمد ناخالص زراعی منطقه طراحی می‌شود. این الگو همه اطلاعات مرتبط و شرایط زراعی از جمله منابع هدف که کشاورز را به عنوان یک عامل عقلانی توصیف می‌کند و محدودیت‌های دسترسی به منابع و شرایط نهادی را در نظر می‌گیرد. متغیر تصمیم اصلی در این جا سطح زیر کشت (X) است. الگو می‌تواند به شکل فشرده به صورت زیر نگاشته شود (i نشانگر نوع نهاده تولید است که شامل زمین، آب و... است):

$$Z = \sum_r \sum_a (P_a * y_{ra} - AC_{ra}) * X_{ra} \quad (1)$$

$$\sum_a H_{ira} * X_{ra} \leq b_{ir} \quad (2)$$

$$X_{ra} \geq 0 \quad (3)$$

در رابطه‌های بالا، Z نشانگر مقدار تابع هدف (درآمد ناخالص) است. X_{ra} نشانگر زمین تخصیص یافته به محصول a در منطقه r است. AC_{ra} برداری از هزینه‌های متغیر متوسط به ازای هر واحد فعالیت است. P_a قیمت محصول a و y_{ra} عملکرد به ازای هر هکتار محصول a در منطقه r است. همچنین H_{ira} نشانگر ماتریسی از ضرایب‌های فنی، b_{ir} برداری از مقادیر منابع‌های در دسترس (i) در منطقه r است. لازم به یادآوری است که معادله (۳)، قید نامنفی

^۱ limited General equilibrium

^۲ multi- market partial equilibrium

^۳ Computable General Equilibrium

بودن تخصیص زمین را نشان می‌دهد. همچنین محدودیت نشان داده شده در معادله (۲)، محدودیت عامل‌های تولید است که در این تحقیق با توجه به اهداف، محدودیت زمین و محدودیت دسترسی به منابع آب در نظر گرفته شده است. الگو بالا این نکته را در نظر می‌گیرد که شرایط اقلیمی در هر منطقه بر دسترسی به منابع آبی به علت کاهش بارش‌های آسمانی اثرگذار است.

در مرحله دوم، یک تابع هدف غیرخطی با استفاده از روش PMP و مبنی بر سطوح فعالیت مشاهده شده برای سال پایه واسنجی می‌شود. الگو برنامه‌ریزی خطی کمکی مورد استفاده به صورت زیر نوشته می‌شود.

$$Z = \sum_r \sum_a (P_a * y_{ra} - AC_{ra}) * X_{ra} \quad (۴)$$

$$\sum_a H_{ira} * X_{ra} \leq b_{ir} \quad (۵)$$

$$X_{ra} \geq 0 \quad (۶)$$

$$X_{ra} \leq X_{ra}^0 + \varepsilon \quad (۷)$$

که محدودیت (۷)، محدودیت واسنجی است و بیانگر این مطلب است که سطح زیر کشت هر محصول در هر اقلیم و زیر اقلیم (X_{ra}) کوچک‌تر یا برابر سطح زیر کشت آن محصول در اقلیم و زیر اقلیم مورد نظر در سال پایه (X_{ra}^0) با اضافه یک عدد کوچک (ε) باشد.

در الگوی برنامه‌ریزی اثباتی، تابع هزینه به صورت غیرخطی و به شکل رابطه (۸) است:

$$AC_{ra} = \alpha_{ra} * (X_{ra})^{\beta_{ra}} \quad (۸)$$

که در رابطه بالا فرا سنج‌های α_{ra} و β_{ra} از معادله‌های حداکثر سازی درآمد ناخالص به دست می‌آید که معادله (۱) (تابع هدف) را مشروط به محدودیت‌های (۲)، (۳) و (۸) حداکثر می‌کند. در مرحله سوم، پس از استخراج فرا سنج‌های تابع هزینه (۸)، الگو غیرخطی واسنجی شده ساخته می‌شود. الگوی AMM مازاد رفاه مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان معادله (۱۰) را حداکثر می‌کند. برای این منظور توابع‌های تقاضا مشتمل بر مجموعه‌ای از معادله‌های خطی تقاضا در نظر گرفته می‌شود:

$$P_M^d = \phi_M + \lambda_M * q_M^d \quad (۹)$$

پیامدهای تغییر اقلیم... ۶۱

که در آن P_M^d قیمت تقاضای محصول M است. ϕ_M مقدار ثابت تابع تقاضا است. λ_M شیب تابع تقاضا و P_M^d مقدار تقاضا شده از محصول M است (پونس و همکاران، ۲۰۱۴). در زمینه شیوه برآورد اجزای آن در ادامه توضیح‌هایی ارائه شود.

بنابر نتایج پژوهش (McCarl & Spreen, 2011) الگو نهایی به شکل زیر خواهد شد:

$$\text{Max: } cps = \sum_p \left(\phi * q_M^d + \frac{1}{2} * \lambda_M * ((q_M^d))^2 \right) - TTC$$

S.T:

$$\sum_a \sum_s H_{ra} * X_{ra} \leq b_{ir} \quad (10)$$

$$X_{ra} \geq 0$$

$$AC_{ra} = \alpha_{ra} * (X_{ra})^{\beta_{ra}}$$

$$P_M^d = \phi_M + \lambda_M * q_M^d$$

که در آن TTC نشانگر هزینه کل است:

$$TTC = \sum \sum (AC_{ra} * X_{ra}) \quad (11)$$

الگو ارائه‌شده در بالا سطوح فعالیت مشاهده‌شده برای سال پایه (۱۳۹۴) را بازتولید کرده و امکان شبیه‌سازی سناریوهای تغییر اقلیم را فراهم می‌کند.

نبود اطمینان، بخشی از چهارچوب الگوسازی با روش مونت و کارلو است. این روش امکان شبیه‌سازی رفتار یک متغیر تصادفی را با توجه به توزیع آن فراهم می‌کند. در پژوهش حاضر دسترسی به آب به عنوان یک متغیر تصادفی در نظر گرفته می‌شود. با توجه به این‌که تأثیر تغییرات آب و هوایی بر دسترسی منابع آب قابل پیش‌بینی نیست، لازم است یک توزیع احتمال برای نشان دادن رفتار آن در نظر گرفته شود. بر مبنای نظر خبرگان این حوزه، فرض می‌شود که دسترسی منابع آبی از یک توزیع گاما پیروی می‌کند (Ponce et al., 2014)؛ بنابراین، مجموعه‌ای از سناریوهای دسترسی به منابع آبی با استفاده از اعداد شبه تصادفی و تابع توزیع احتمال معکوس از سناریوهای دسترسی به منابع آبی می‌شوند. تابع توزیع احتمال گاما و فراسنجی‌های کلیدی آن در معادله‌های زیر قابل مشاهده هستند (پونس و همکاران، ۲۰۱۴):

$$f(x) = \frac{1}{(\beta^\alpha \Gamma(\alpha))} \exp\left(\frac{-x}{\beta}\right) x^{(\alpha-1)}$$

$$\alpha = \frac{[E(x)]^2}{(\sigma^2)} \quad (12)$$

$$\beta = \frac{(\sigma^2)}{E(x)}$$

در الگوی بالا به شرط مثبت بودن فرا سنجی‌های α و β ، $E(x)$ میانگین توزیع و σ^2 واریانس توزیع را نشان می‌دهد.

از موارد مورد نیاز در این الگو دستیابی به میزان اثرگذاری‌های فیزیکی تغییر اقلیم (تغییر دما و بارندگی) بر عملکرد محصول‌های کشاورزی است که از آن به عنوان ضرایب‌های پاسخ عملکرد نام برده می‌شود. این ضریب بیانگر این مطلب است که در صورتی که یک درصد دما یا بارندگی تغییر کنند عملکرد محصولات کشاورزی چند درصد تغییر می‌کنند. بررسی‌ها زیادی تأثیر تغییر اقلیم را بر عملکرد محصولات برآورد کرده‌اند. باین وجود اغلب این بررسی‌های تمرکز خود را روی یک محصول گذاشته‌اند. برای مثال می‌توان به مطالعات (Li et al., 2011) روی سورگوم و (Holden et al., 2003) که در زمینه جو و سیب‌زمینی مطالعه کرده‌اند، اشاره کرد. بررسی‌هایی که اثر تغییر اقلیم بر عملکرد چند محصول را لحاظ کرده باشند، کمتر دیده شده است (Momany & Zibaei, 2013)؛ بنابراین در تحقیق حاضر با توجه به اطلاعات موجود، برای هر یک از محصولات (گندم آبی و دیم، جو آبی و دیم و ذرت دانه‌ای) در یک اقلیم و سه زیر اقلیم مختلف یک الگو رگرسیونی عملکرد و با استفاده از اطلاعات دوره (سری) زمانی ۹۴-۱۳۶۱، برآورد می‌شود. در این مدل رگرسیونی، با استفاده از متغیرهای اقلیمی و غیر اقلیمی اثرات فیزیکی تغییر اقلیم بر عملکرد محصول بررسی می‌شود. دمای محیط و بارندگی به عنوان عامل‌های اقلیمی اصلی و روند زمانی به عنوان شاخصی از پیشرفت طی زمان در نظر گرفته می‌شود. تأثیر دیگر عامل‌های مؤثر بر عملکرد نیز به جزء اخلاص واگذار شد و به منظور برآورد کشش متغیرهای اقلیمی، همه‌ی متغیرها به جز متغیر روند زمانی، به فرم لگاریتمی در نظر گرفته شدند. فرم کلی مدل رگرسیونی به صورت زیر است:

$$\ln Y_t = f(\ln \text{tempt}, \ln \text{raint}, \text{time}) + \varepsilon \quad (13)$$

که در آن: $\ln Y_t$: لگاریتم میانگین عملکرد محصول در سال t ام، $\ln \text{tempt}$: لگاریتم میانگین دما در سال t ام، $\ln \text{raint}$: لگاریتم متوسط بارندگی در سال t ام، time : روند زمانی و به عنوان شاخصی از پیشرفت فناوری طی زمان در نظر گرفته شده و ε : جزء اخلاص است.

پیامد های تغییر اقلیم... ۶۳

پس از محاسبه ضرایب های واکنش عملکرد محصول های می توان عملکرد در هکتار محصولات مختلف پس از ایجاد تغییر اقلیم را محاسبه کرد.

برای تعیین تغییر های ایجاد شده در تقاضا و در نهایت تعیین قیمت های تعادلی نیاز به ضرایب های تابع تقاضای محصولات کشاورزی است. برای این منظور مصرف هر یک از محصول های تابعی از قیمت محصول، درآمد مصرف کننده و قیمت محصول جانشین در نظر گرفته می شود (Mahjori et al., 2010; Amir nejad, 2001; Nzare, 2018)

$$\text{Ln}Q_i = f(\text{Ln}p_i, \text{Ln}I_i, \text{Ln}p_{pi}) + \varepsilon \quad (14)$$

که در آن: $\text{Ln}Q_i$: لگاریتم مصرف محصول مورد بررسی در اقلیم و زیر اقلیم I_i ، $\text{Ln}p_i$: لگاریتم میانگین قیمت محصول مورد بررسی در اقلیم و زیر اقلیم I_i ، $\text{Ln}p_{pi}$: لگاریتم میانگین قیمت محصول جانشین I_i و ε : جزء اخلاص است. سپس با استفاده از ضرایب های محاسبه شده، شیب (β) و عرض از مبدأ (α) تابع تقاضا برای هر یک از محصول های از طریق روابط زیر به دست می آیند (Momany & Zibaei, 2013):

$$\alpha = P - \beta Q \quad (15)$$

$$\beta = \frac{\varepsilon}{\left(\frac{P}{Q}\right)} \quad (16)$$

همچنین مقدار تغییر پذیری های عرضه بر اثر تغییر پذیری های اقلیمی توسط الگو AMM تعیین می شود و نیازی به محاسبه ی تابع عرضه نیست. طبق مطالعه ی مقدار تغییرات عرضه (که همان ضرایب پاسخ عملکرد می باشد) توسط تغییر پذیری های اقلیمی به دست آمده است.

با توجه به اینکه شمار شهرستان های کشور زیاد بوده و نمی توان همه ی شهرستان ها را بررسی کرد و همچنین به علت تفاوت نیاز آبی محصول ها در شهرستان های مختلف، لازم است جهت بررسی دقیق تر پهنه بندی اقلیمی انجام گیرد. پهنه بندی اقلیمی در بررسی های متفاوت با توجه به اهداف کاربردی آن ها به روش های مختلفی صورت می گیرد. که از مهم ترین آن ها می توان روش های دومارتن^۱، کوپن^۲، ایوانف^۳، بارات^۴، ترنت وایت^۵ و سلیمانینوف^۶ نام برد. روش دومارتن بهترین و پرکاربردترین و ساده ترین روش طبقه بندی اقلیم برای کشور ایران به شمار می آید

^۱ De Martoune

^۲ Coupon

^۳ Ivanov

^۴ Barat

^۵ Thornthwaite

^۶ Selyaninov

(Ghorbanizadeh Kharrazi & Chelmal Dezfulnezhad, 2014). بنابراین این بررسی از روش دومارتن اصلاح شده به منظور پهنه‌بندی استفاده شده است. رابطه تجربی روش دومارتن اصلاح شده، بین دما و میزان بارندگی به صورت زیر می‌باشد:

$$I = \frac{P}{(t + 10)} \quad (17)$$

که در رابطه بالا I: شاخص خشکی؛ P: میانگین بارش سالانه بر حسب میلی‌متر و t: میانگین درجه حرارت سالانه بر حسب درجه سلسیوس است. بنا بر مقادیر I شش نوع اقلیم و زیر اقلیم (جدول ۱) مشاهده شود (Seyedan & Mohammadi, 1997).

جدول (۱) طبقه‌بندی اقلیم و زیر اقلیم بر اساس روش دومارتن اصلاح شده

Table 1. Climatic classification of sub-climates based on modified Domartan method

محدوده متوسط حداقل دما در سردترین ماه سال Average minimum temperature range in the coldest month of the year	زیر اقلیم Sub-Climate	محدوده ضریب خشکی دومارتن (I) Domartan Drought Coefficient Range (I)	اقلیم Climate
>5	گرم (Warm)	I < 10	خشک (Dry)
0 to 5	معتدل (Temperate)	10 to 19.9	نیمه خشک (semi-arid)
-7 to 0	سرد (Cold)	20 to 23.9	مدیترانه‌ای (Mediterranean)
<-7	فرا سرد (Ultracold)	24 to 27.9	نیمه مرطوب (Sub-humid)
		28 to 34.9	مرطوب (Wet)
		I > 35	خیلی مرطوب (Very wet)

Source: Alizadeh, 2014

منبع: علیزاده، ۱۳۹۳

نتایج و بحث

نتایج در سه بخشی که در ادامه می‌آید ارائه شده است. در آغاز منطقه‌های خشک کشور با استفاده از روش دومارتن تعریف می‌گردند. سپس نتایج محاسبه کشتش واکنش عملکرد محصولات به تغییرپذیرهای اقلیمی و کشتش تقاضای این محصولات آورده شده است. در نهایت نیز نتایج بررسی اثرگذاری‌های تغییر اقلیم بر تولید و بازار محصولات کشاورزی منطقه‌های خشک آورده شده است.

پهنه‌بندی اقلیمی و تعیین منطقه‌های خشک کشور

به منظور پهنه‌بندی اقلیمی کشور، اطلاعات ۱۶۶ ایستگاه همدید (سینوپتیک) به صورت سالانه برای ۴۰ سال استخراج شد که شامل دما (درجه سلسیوس) و بارش (میلی‌متر) و کمینه دما در

پیامدهای تغییر اقلیم... ۶۵

سردترین ماه سال (میلی متر) بود. سپس با استفاده از روش دومارتن اصلاح شده، منطقه‌های خشک کشور که مشتمل بر سه زیر اقلیم خشک سرد، خشک گرم و خشک معتدل بودند، مشخص شدند که در جدول‌های ۲ تا ۴ آورده شده‌اند. همچنین منطقه‌های فراسرد با سرد ادغام شده است به خاطر ۱-شمار کم منطقه‌های فراسرد ۲-نیاز آبی محصول‌های فراسرد تا حدودی با منطقه‌های سرد یکسان است ۳- داده‌های دما و بارش مناطق فراسرد تا حدودی با مناطق سرد یکسان بوده است.

جدول (۲) شهرستان‌های خشک سرد کشور به وسیله روش دومارتن اصلاح شده

Table 2. Cold dry county's of the country by modified Domartan method

شهرستان (county)	استان (Province)
فرخ شهر، ایلگی	چهارمحال بختیاری
Farrokshahr, Ilbegi	Chahar Mahal Bakhtiari
گرماب	زنجان
Garmab	Zanjan
بناب، جلفا	آذربایجان شرقی
Bonab, Jolfa	East Azarbaijan
پارس آباد	اردبیل
Pars Abad	Ardebil
اصفهان، گلپایگان، کاشان، مبارکه، نائین، نجف‌آباد، نطنز، چادگان، شهرضا، دهق، ورزنه، زرین شهر، میمه	اصفهان
Esfahan, Golpayegan, Kashan, Mobarkeh, Nain, Najafabad, Natanz, Chadegan, Shahreza, Dehgh, Varzaneh, Zarrinshahr, Meymeh	Esfahan
کرج (Karaj)	البرز (Alborz)
شهریار (Shahriar)	تهران (Tehran)
بیرجند، بشرویه، فردوس، قائن، سربیشه	خراسان جنوبی
Birjand, Bashruyeh, Ferdows, Qayn, Sarbisheh	southern Khorasan
درگز، فریمان، گناباد، خواف، سبزوار، سرخس، تربت حیدریه، تربت جام، گلستان	خراسان رضوی
Dargaz, Fareeman, Gonabad, Khawf, Sabzevar, Sarakhs, Torbat H, Torbat J, Golmakan	Khorasan Razavi
اسفراین، شیروان، بجنورد	خراسان شمالی
Esfarain, Shirvan, Bojnourd	North Khorasan
رومشکان	لرستان
Romashkan	Lorestan
دامغان، گرمسار، میامی، سمنان، شاهرود، بیارجمند، شهمیرزاد	سمنان
Damghan, Garmsar, Miami, Semnan, Shahroud, Biarjmand, Shahmirzad	Semnan
زاهدان (Zahedan)	سیستان بلوچستان (Sistan)
آباد، بوانات، استهبان، ایزدخواست، صفا شهر، مرودشت	(Baluchistan)
Abadeh, Bavanat, Estahban, Izad Khod, Safa Shahr, Marvdasht	فارس (Fars)
بویین زهرا، تاکستان (Bojin Zahra, Takestan)	قزوین (Qazvin)
قم، کهنک، سلفچگان (Qom, Kahak, Salafchegan)	قم (Qom)
انار، بافت، کرمان، رفسنجان، شهر بابک، سیرجان، زرنده، لاله زار	کرمان (Kerman)
Anar, Baft, Kerman, Rafsanjan, Shahr Babak, Sirjan, Zarand, Lalehzar	مرکزی (Markazi)
دلیجان، محلات، ساوه (Delijan, Mahallah, Saveh)	یزد (Yazd)
بهباد، میبد، ابرکوه، اشکذر، مروست، ندوشن، اردکان	
Bahabad, Meybod, Abarkuh, Eskar, Marvast, Nodushan, Ardakan	

source: the study's findings

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول (۳) شهرستان‌های خشک گرم کشور به وسیله روش دومارتن اصلاح شده

Table 3. Warm dry county's of the country by modified Domartan method

استان (Province)	شهرستان (county)
ایلام (Ilam)	دهلران، مهران (Dehloran, Mehran)
بوشهر (Bushehr)	عسلویه، بندر گناوه، بوشهر، جم، بندر دیر، بندر دیلم، *بزازجان، *جزیره خارک Asalouyeh, Port Genaveh, Bushehr, Jam, Deir Port, Deilam Port, * Borazjan, * Khark Island
خوزستان (Khuzestan)	آغاجاری، اهواز، بهبهان، گتوند، بستان، هندیجان، رامهرمز، *صفی آباد دزفول، شوشتر، شوش، آبادان، ماهشهر Aghajari, Ahvaz, Behbahan, Gotvand, Bostan, Hindijan, Ramhormoz, Safi Abad Dezful, Shooshtar, Shoosh, Abadan, Mahshahr
سیستان و بلوچستان Sistan and Baluchestan	چابهار، ایرانشهر، نیک شهر، *بازمان، *راسک Chabahar, Iranshahr, Nick Shahr, * Bazman, * Rask
کرمانشاه (Kermanshah)	*سومار (*Sumar)
فارس (Fars)	کازرون، خنج، لامرد، قیروکارزین (Kazeroun, Dagger, Lamard, Chirocarzin)
قزوین (Qazvin)	آبیک (Abick)
کرمان (Kerman)	بم، جیروفت، کهنوج، *شهداد Bam, Jiroft, Kohnuj, * Shahdad
هرمزگان (Hormozgan)	بندر عباس، بندر خمیر، بندر لنگه، بستک، *جاسک، میناب، پارسیان، *قشم ساحلی، رودان، بشاگرد، *جزیره ابو موسی، *جزیره کیش، *جزیره لوان، *جزیره قشم، *جزیره سیری Bandar Abbas, Bandar Khamer, Bandar Lengeh, Bastak, * Jask, Minab, Parsian, * Qeshm coastal, Rudan, Bashagar, * Abu Musa Island, * Kish Island, * Lavan Island, * Qeshm Island, * Siri Island

source: the study's findings

منبع یافته‌های تحقیق

واکنش به تغییر اقلیم و کشتش تقاضای محصول‌های کشاورزی

برای بررسی اثرگذاری‌های تغییر اقلیم بر عملکرد محصول‌های کشاورزی از تابع واکنش عملکرد استفاده شد. با توجه به ضرایب کشتی که از برآورد تابع‌های عملکرد به دست می‌آید، عملکرد محصول‌های کشاورزی منتخب شبیه‌سازی می‌شود. به این صورت که درصد تغییرپذیری‌های پیش‌بینی‌شده‌ی متغیرهای اقلیمی مانند درجه دمای محیط و بارندگی در کشتش مربوط به آن‌ها ضرب می‌شود و آنگاه میزان تغییرپذیری‌های عملکرد در هکتار برحسب درصد در سناریوی اقلیمی برای محصول‌های کشاورزی منتخب شبیه‌سازی می‌شود. سپس تغییرات عملکرد ناشی از تغییر اقلیم در سناریوی تحت بررسی به عملکرد سال پایه اضافه می‌شود و مقادیر به دست آمده عملکرد محصول در سناریو را نشان می‌دهد (Momany & Zibaei, 2013). ضریب‌های واکنش عملکرد به بارش و دما نشانگر آن است که با یک درصد افزایش بارندگی یا دما چند درصد عملکرد محصول‌های تغییر می‌یابد. در جدول ۵ ضرایب محاسبه‌شده واکنش عملکرد محصولات مورد بررسی در اقلیم و زیر اقلیم‌های خشک کشور با استفاده از داده‌های سال‌های ۹۴-

پیامد های تغییر اقلیم...۶۷

۱۳۶۱ آورده شده است. مدل رگرسیونی برای محصول جو آبی در اقلیم و زیر اقلیم های خشک گرم، خشک معتدل و ذرت دانه ای در اقلیم و زیر اقلیم خشک معتدل و جو دیم در اقلیم و زیر اقلیم خشک معتدل پس از روند زدایی برآورد شدند. تنها محصولی که نسبت به تغییر پذیری های بارندگی واکنش معکوس دارد ذرت دانه ای است که با نتایج بررسی های (Chang, 2002; Momany & Zibaei, 2013) همخوانی دارد. همان گونه که در جدول ۵ مشاهده می شود، ضریب متغیر دما در مدل های مربوط به گندم دیم در اقلیم و زیر اقلیم خشک معتدل و جو دیم در اقلیم و زیر اقلیم خشک گرم و ذرت دانه ای در اقلیم و زیر اقلیم خشک گرم و ضریب متغیر بارش در مدل مربوط به جو آبی و جو دیم در اقلیم و زیر اقلیم خشک سرد و گندم دیم در اقلیم و زیر اقلیم خشک گرم معنی دار نشدند.

جدول (۴) شهرستان های خشک معتدل کشور به وسیله روش دومارتن اصلاح شده
Table 4. Temperate dry county's of the country by modified Domartan methoa

شهرستان (county)	استان (Province)
اردستان، خورو بیابانک (Ardestan, Khoru Biabank)	اصفهان (Esfahan)
ورامین (Varamin)	تهران (Tehran)
خسروشهر (Khosrowshahr)	آذربایجان شرقی (East Azarbaijan)
یوانکی (Ivanky)	سمنان (Semnan)
آب بر (Abbar)	زنجان (Zanjan)
منجیل (Manjil)	گیلان (Gilan)
حاجی آباد، نهبندان، سرایان، طبس Haji Abad, Nehbandan, Sarayan, Tabas	خراسان جنوبی (South Khorasan)
بجستان، بردسکن، کلات نادر، کاشمر Bejistan, Bardaskan, Nader Kalat, Kashmar	خراسان رضوی (Khorasan Razavi)
خاش، میرجاوه، سراوان، زابل، زهک، نصرت آباد Khash, Mirjaveh, Saravan, Zabul, Zakah, Nosrat Abad	سیستان و بلوچستان Sistan and Baluchestan
ارسنجان، فرابند، فسا، چهرم، نیریز، سروستان، لار، زرین دشت Arsanjan, Farashband, Fasa, Jahrom, Nairiz, Sarvestan, Lar, Zarrin Dasht	فارس (Fars)
اینچه برون (Incheboron)	گلستان (Golestan)
راور (Rover)	کرمان (Kerman)
قصر شیرین (Ghasre Shirin)	کرمانشاه (Kermanshah)
حاجی آباد (Haji Abad)	هرمزگان (Hormozgan)
باق، مهریز، عقدا، هرات (Bafq, Mehriz, Aqda, Herat)	یزد (Yazd)

source: the study's findings

منبع: یافته های تحقیق

جدول (۵) ضرایب‌های واکنش عملکرد محصول‌های مورد بررسی در اقلیم و زیر اقلیم‌های خشک کشور طی سال‌های ۹۴-۱۳۶۱

Table 5. Yield response factors of the studied crops in Iran's various climates and sub-climates during 1982-2015 period

آمار دوربین واتسون Durbin-Watson statistic	ضریب تعیین Coefficient of determination	روند زمانی Time trend	دما Temperature	بارش precipitation	محصول Crop	اقلیم و زیر اقلیم Climate and sub- climate
1.62	0.49	0.004218 (0.0761*)	0.267 (0.0897*)	0.560 (0.0018***)	گندم آبی irrigated wheat	
1.67	0.65	0.024236 (0.0003***)	1.691 (0.0008***)	1.039 (0.0743*)	گندم دیم dry-farmed wheat	
2.11	0.33	0.005399 (0.0466**)	0.560 (0.0115**)	0.354 (0.1239)	جو آبی irrigated barley	خشک سرد cold arid
1.45	0.34	0.016855 (0.0647*)	1.323 (0.0303**)	1.266 (0.1507)	جو دیم dry-farmed barley	
1.54	0.42	0.020484 (0.0034***)	0.945 (0.0324**)	-1.087 (0.0910*)	ذرت دانه‌ای Corn	
1.49	0.41	0.008688 (0.0022***)	0.649 (0.0061***)	0.498 (0.0186**)	گندم آبی irrigated wheat	
1.78	0.42	0.049556 (0.0003***)	1.862 (0.0729*)	1.541 (0.1020)	گندم دیم dry-farmed wheat	
1.86	0.27	-	1.992 (0.0459**)	0.592 (0.0037***)	جو آبی irrigated barley	خشک گرم hot arid
1.39	0.32	0.056858 (0.0034***)	2.459 (0.1132)	2.737 (0.0564*)	جو دیم dry-farmed barley	
2.19	0.82	0.024245 (0.0000***)	0.299 (0.1192)	-0.371 (0.0557*)	ذرت دانه‌ای Corn	
2.06	0.40	0.003334 (0.0000*)	0.678 (0.0042***)	0.205 (0.0167**)	گندم آبی irrigated wheat	
2.10	0.41	0.056223 (0.0000***)	1.783 (0.2596)	1.066 (0.0738*)	گندم دیم dry-farmed wheat	خشک
1.74	0.35	-	0.609 (0.0035***)	0.395 (0.0712*)	جو آبی irrigated barley	معتدل temperate
1.72	0.42	-	1.601 (0.0066***)	0.751 (0.0173**)	جو دیم dry-farmed barley	arid
1.34	0.31	-	0.784 (0.0085***)	-0.274 (0.0050***)	ذرت دانه‌ای Corn	

source: the study's findings (*, **, *** are significance level of 10%, 5% and 1%, respectively)

منبع: یافته‌های تحقیق (* و ** و *** به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱۰ درصد، ۵ درصد و ۱ درصد)

در جدول ۶ نیز، کشش تقاضای محصول‌های مورد بررسی آورده شده است؛ همان‌طور که مشاهده می‌گردد واکنش قیمتی محصول‌های بالا کوچک‌تر از یک و همگی در سطح پنج درصد معنی‌دار است و این بیانگر آن است که همه محصول‌های بی کشش هستند. گفتنی است در فرآیند برآورد این ضرایب، فرم‌های تابعی مختلف بررسی شد و از بین آن‌ها فرم کاب-داگلاس از سایر فرم‌های

پیامدهای تغییر اقلیم... ۶۹

تابعی بهتر تشخیص داده شد. در تابع بالا محصول برنج به عنوان جانشین گندم (Mahjori et al., 2010)، محصول گندم به عنوان جانشین جو و کنجاله سویا به عنوان محصول جانشین ذرت دانه‌ای در نظر گرفته شده است.

جدول (۶) کشش تقاضای محصول‌های مورد بررسی طی سال‌های ۹۴-۱۳۶۱

Table 6. Elasticity of demand for the studied crops during 1982-2015 period

سایر مطالعات Other studies	Prop	F	DW	R ²	لگاریتم محصول جانشین Substitute crop log	لگاریتم درآمد Income log	لگاریتم قیمت Price log	محصول crop
فقیهی کاشانی -۰/۵۸ :۱۳۶۹ Faghehi Kashani 1990:- 0/58 اسفندیاری ۱۳۷۵: -۰/۶۴	0.00000 (***)	24.83	2.04	0.71	0.20 (0.0143***) [2.599]	0.088 (0.0981*) [1.707]	-0.54 (0.0000***) [-5.260]	گندم wheat
مهنجوری و همکاران، ۱۳۸۹: -۰/۴۳ Mahjori et al., -2010:0/43								
شعبان زاده و همکاران، ۱۳۹۴: -۰/۴۳ Shabanzadh et al., 2015:-0/43	0.000025 (***)	11.95	1.60	0.54	0.15 (0.0859*) [1.775]	0.064 (0.0443***) [2.099]	-0.41 (0.0000***) [-4.798]	جو barley
احمدیان و همکاران، ۱۳۸۹: -۰/۴۳ Ahmadeyan et al., 2010:-0/43 شیخ زین‌الدین و بخشوده، ۱۳۹۴: -۰/۲۵ Sheikh zayn Lden & bakhshodh 2015:-0/25	0.00000 (***)	32.45	1.47	0.76	0.24 (0.0000***) [6.107]	0.75 (0.0008***) [3.744]	-0.33 (0.0196***) [-2.465]	ذرت دانه‌ای corn

source: the study's findings

The numbers in parentheses are the significance levels of the factors . (*, **, ***) are significance level of 10%, 5% and 1%, respectively (S)

The numbers in brackets indicate t values.

منبع: یافته‌های تحقیق

اعداد داخل پرانتز سطح معنی‌داری ضرایب هستند. (* و ** و ***) به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱۰ درصد، ۵ درصد و ۱ درصد اعداد درون کروشه نشان‌دهنده t می‌باشند.

بررسی اثرات تغییر اقلیم با استفاده از مدل AMM

برای بررسی اثرگذاری‌های تغییر اقلیم بایستی تغییرپذیری‌های آب‌وهوایی در قالب سناریویی مورد بررسی شد. بدین منظور از سناریوی انتشار IPCC که در قالب ۱۸ سناریوی اقلیمی، تدوین شده استفاده شود. در پژوهش حاضر از میانگین این ۱۸ سناریو استفاده شد. در جدول ۷ میانگین تغییرپذیری‌های بارش و دمای پیش‌بینی شده برای سال ۲۰۲۵ بر مبنای سناریوهای بالا آورده شده است.

جدول (۷) تغییرات بارش و دمای پیش‌بینی شده (درصد) کشور برای سال ۲۰۲۵

Table 7. Predicted variations of Iran's precipitation and temperature for 2025

سال ۲۰۲۵ Years 2025	متغیرها Variables
-0.9	بارش precipitation
1	دما Temperature

Source: Abbasi and Samari (2011)

منبع: عباسی و اثمري (۱۳۹۰).

همان‌طور که در جدول بالا مشاهده می‌شود روند تغییرات بارش کشور در سال‌های آینده کاهش است و به مرور از میزان بارش در کشور کاسته می‌شود. به این صورت که در ۲۰۲۵ به میزان ۰/۹ درصد کاهش بارندگی نسبت به شرایط کنونی خواهیم داشت؛ اما روند تغییرپذیری‌های دما حالت افزایشی دارد و دمای کشور در ۲۰۲۵ به میزان یک درصد افزایش می‌یابد. در بررسی‌های Momany, (2011) & Ponce et al., (2014) به علت تصادفی بودن ماهیت تغییرپذیری‌های اقلیمی فرض بر آن شده که تغییرپذیری‌های اقلیمی در اقلیم‌های مختلف یکسان نیستند. بلکه تغییرپذیری‌های اقلیمی به صورت یک متغیر تصادفی، از طریق میانگین اعداد پیش‌بینی شده بارش و دما، انحراف معیار آن‌ها و با استفاده از تابع توزیع نرمال ساخته می‌شود.

جدول (۸) محاسبه انحراف معیار بارندگی و دما در اقلیم و زیر اقلیم‌های مختلف کشور در سال ۱۳۹۴

Table 8. Calculation of standard deviation for precipitation and temperature in Iran's various climates and sub-climates in 2015

دما Temperature	بارش precipitation	اقلیم و زیر اقلیم Climate and sub-climate
0.229	0.634	خشک گرم hot arid
0.169	0.600	خشک سرد cold arid
0.100	1.014	خشک معتدل temperate arid

source: the study's findings

منبع: یافته‌های تحقیق

پیامدهای تغییر اقلیم... ۷۱

در این بررسی نیز، برای تولید عددهای تصادفی برای بارش و دما در اقلیم و زیر اقلیم های مختلف از میانگین عددهای جدول ۷ و انحراف معیارهای ذکر شده در جدول ۸، استفاده شد. بر این مبنا سناریوهای تغییر اقلیم برای اقلیم و زیر اقلیم های مختلف کشور به صورت جدول ۹ برای بارش و دما به دست آمده است. همان طور که مشاهده می شود، بیشترین کاهش بارش در سال های ۲۰۲۵ مربوط به اقلیم زیر اقلیم خشک معتدل ۱/۶۴۲- درصد می باشد. بیشترین افزایش دما در سال ۲۰۲۵ مربوط به اقلیم و زیر اقلیم خشک گرم به میزان ۱/۰۷۵ درصد است.

جدول (۹) تغییرپذیری های بارش و دما در اقلیم و زیر اقلیم های مختلف برای سال ۲۰۲۵

Table 9. Variations of precipitation and temperature in Iran's various climates and sub-climates for 2025

تغییرپذیری های دما سال ۲۰۲۵ temperature variations for 2025	تغییرپذیری های بارش سال ۲۰۲۵ Precipitation variations for 2025	اقلیم و زیر اقلیم Climate and sub-climate
1.075	-1.099	خشک گرم hot arid
0.691	-0.622	خشک سرد cold arid
0.903	-1.642	خشک معتدل temperate arid

source: the study's findings

منبع: یافته های تحقیق

در مرحله بعد اقدام به محاسبه میانگین عملکرد محصول های کشاورزی شد گردید. میانگین عملکرد محصول های در اقلیم و زیر اقلیم های خشک کشور در حالت کنونی و برای سال ۲۰۲۵ در جدول ۱۰ گزارش شده است. همان گونه که مشاهده می شود، بیشترین تغییرات عملکرد ۰/۰۱۴۹۱۱ درصد در محصول جو آبی در اقلیم و زیر اقلیم خشک گرم و ۰/۰۱۶۳۸- درصد برای محصول گندم آبی در اقلیم و زیر اقلیم خشک سرد است. کمترین تغییرها نیز برای جو دیم و جو آبی به ترتیب به اندازه ۰/۰۰۱۲۶۵ و ۰/۰۰۰۹۸۶- درصد در اقلیم و زیر اقلیم های خشک سرد و خشک معتدل است.

همان گونه که ملاحظه می شود با ایجاد تغییرپذیری های اقلیمی، عملکرد محصول های گندم دیم، جو آبی، جو دیم و ذرت دانه ای در اقلیم و زیر اقلیم های خشک گرم و خشک سرد به ترتیب ۰/۰۰۳۰۸۷، ۰/۰۱۴۹۱۱، ۰/۰۰۸۴۰۱، ۰/۰۰۷۲۹۰ و ۰/۰۰۵۲۱۹، ۰/۰۰۱۶۶۷، ۰/۰۰۱۲۶۵، ۰/۰۱۳۲۸۷ درصد افزایش داشته است. همچنین عملکرد گندم آبی در اقلیم و زیر اقلیم خشک گرم ۰/۰۰۱۵۰۶ درصد افزایش داشته است. عملکرد محصولات گندم آبی، جو دیم و ذرت دانه ای نیز در اقلیم و زیر اقلیم خشک معتدل به ترتیب به اندازه ۰/۰۰۲۷۵۵، ۰/۰۰۲۱۲۴ و ۰/۰۱۱۵۷۷

درصد افزایش داشته است. عملکرد محصول‌های جو آبی و گندم دیم در اقلیم و زیر اقلیم خشک معتدل به ترتیب به اندازه ۰/۰۰۰۹۸۶ و ۰/۰۰۱۴۰۴ درصد کاهش داشته است. عملکرد محصول گندم آبی در اقلیم و زیر اقلیم خشک سرد ۰/۰۰۱۶۳۸ درصد کاهش داشته است. افزایش عملکرد محصول‌های منتخب، به دلیل ضریب واکنش به دمای بالاتر نسبت به ضریب واکنش به بارش است، زیرا بیشترین عامل تأثیرگذار افزایش عملکرد در این اقلیم و زیر اقلیم‌ها مربوط به دما است. این نتایج، با یافته‌های بررسی‌های Sajidin & Mudasser (2007) Janet sayegh et al., (2017); Molaey et al., (2017); Momany, (2011); (2018) همخوانی دارد.

جدول (۱۰) میانگین عملکرد محصول‌های مورد بررسی در اقلیم و زیر اقلیم‌های خشک کشور (کیلوگرم)

Table 10. The average yield of the studied crops in Iran's various climates and sub-climates (kg)

درصد تغییرات Change percent	سال ۲۰۲۵ Years 2025	فعلی current	محصول crop	اقلیم و زیر اقلیم Climate and sub-climate
0.001506	4001.15	3995	گندم آبی irrigated wheat	خشک گرم hot arid
0.003087	1120.950	1117.5	گندم دیم dry-farmed wheat	
0.014911	2622.732	2584.2	جو آبی irrigated barley	
0.008401	754.082	747.8	جودیم dry-farmed barley	
0.007290	7389.079	7335.6	ذرت دانه‌ای corn	خشک سرد cold arid
-0.001638	3814.541	3820.8	گندم آبی irrigated wheat	
0.005219	1102.122	1096.4	گندم دیم dry-farmed wheat	
0.001667	3182.996	3177.7	جو آبی irrigated barley	
0.001265	924.969	923.8	جودیم dry-farmed barley	
0.013287	7593.473	7493.9	ذرت دانه‌ای corn	
0.002755	3483.372	3473.8	گندم آبی irrigated wheat	خشک معتدل temperate arid
-0.001404	1151.980	1153.6	گندم دیم dry-farmed wheat	
-0.000986	2731.901	2734.6	جو آبی irrigated barley	
0.002124	852.507	850.7	جودیم dry-farmed barley	
0.011577	6974.924	6895.1	ذرت دانه‌ای corn	

source: the study's findings

منبع: یافته‌های تحقیق

پیامدهای تغییر اقلیم... ۷۳

در بعضی از منطقه‌ها کاهش ضریب بارش بر افزایش عملکرد بعضی از محصولات تأثیرگذار بوده است. به‌عنوان مثال در اقلیم و زیراقلیم خشک گرم، محصول گندم آبی ضریب واکنش به بارش ۰/۴۹۸ میلی‌متر و ضریب نتایج به دست آمده بالا برای گندم دیم ۱/۵۴۱ میلی‌متر بوده است. همچنین ضریب واکنش به بارش برای محصول گندم آبی در اقلیم و زیر اقلیم خشک معتدل حدود ۰/۲۰۵ میلی‌متر و برای محصول گندم دیم معادل ۱/۰۶۶ میلی‌متر است و نشان‌دهنده آن است که ضریب واکنش به بارش محصول گندم آبی کمتر از محصول گندم دیم می‌باشد. نتایج فوق با نتایج بررسی‌های (Janet sayegh et al., (2018); Momany, (2011); Mosaade & Kahe, (2008) مطابقت دارد. در زمینه برخی از محصولات‌های مانند گندم آبی در بعضی از اقلیم و زیراقلیم‌ها عملکردشان برای سال ۲۰۲۵ روند کاهشی داشته است که دلیل آن می‌تواند ناشی از کاهش یا افزایش ضریب واکنش به دما یا بارش باشد؛ یعنی در اقلیم و زیراقلیم خشک سرد محصول گندم آبی ضریب واکنش به دما ۰/۲۶۷ درجه سلسیوس و ضریب واکنش به دما محصول گندم دیم در اقلیم و زیر اقلیم خشک سرد ۱/۶۹۱ درجه سلسیوس برآورد شده است و ضریب واکنش به دما محصول گندم آبی کمتر از محصول گندم دیم می‌باشد.

برابر پیش‌بینی مرکز آمار ایران نرخ رشد جمعیت در افق ۲۰۲۶ نزدیک به یک درصد خواهد رسید به همین علت نرخ رشد جمعیت در حل مدل یک درصد در نظر گرفته شد. (Statistical Center of Iran, 2017). استفاده از فرآیند واسنجی کردن مدل AMM این انتظار را ایجاد می‌کند که نتایج مدل و مقادیر سال پایه تا حدودی یکسان باشند. نتایج مدل AMM نشان داد که مقادیر واسنجی شده با مقادیر کنونی و یا به عبارتی با مقادیر سال پایه تقریباً یکسان (با بیشینه چند صدم هکتار تفاوت) است؛ بنابراین الگو به‌درستی واسنجی شد است و مدل مناسبی برای ارزیابی اثرگذاری‌های تغییر اقلیم است. سطح زیر کشت و میزان تولید محصولات در زیر اقلیم و زیر اقلیم‌های مختلف در حالت کنونی و سال ۲۰۲۵ برای پنج محصول زراعی در جدول ۱۱ آورده شده است.

برابر با جدول ۱۱ بیشترین تغییر سطح زیر کشت ۰/۲۰۷۸۰۱ درصد برای محصول جو آبی در اقلیم و زیر اقلیم خشک معتدل و ۰/۱۱۹۲۷۸- درصد برای محصول ذرت دانه‌ای در اقلیم و زیر اقلیم خشک سرد است. کمترین تغییرها نیز برای محصولات‌های گندم دیم و گندم آبی به ترتیب به‌اندازه ۰/۰۲۰۹۸ و ۰/۰۳۰۲۹- درصد در اقلیم و زیراقلیم‌های خشک گرم و خشک معتدل است. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود تأثیر تغییرپذیری‌های اقلیمی بر سطح زیر کشت محصول جو آبی در اقلیم و زیراقلیم خشک گرم به اندازه ۰/۰۶۷۲۷ درصد کاهش یافته است و همچنین

۷۴ اقتصاد کشاورزی/جلد ۱۳/شماره ۴/۱۳۹۸

محصول ذرت دانه‌ای در اقلیم و زیراقلیم‌های خشک سرد، خشک معتدل و خشک گرم به ترتیب حدود ۰/۱۳۰۸۱۹، ۰/۰۶۱۳۲۶ و ۰/۴۷۸۲۶ درصد کاهش یافته است در زمینه گندم دیم در اقلیم و زیراقلیم خشک سرد به ترتیب به میزان ۰/۰۴۳۲۸ درصد کاهش یافته است و محصول گندم آبی در اقلیم و زیر اقلیم خشک معتدل به ترتیب به اندازه ۰/۰۳۰۲۹ درصد کاهش یافته است.

از سوی دیگر سطح زیر کشت محصول‌های جو آبی، جو دیم و گندم دیم در اقلیم و زیراقلیم خشک معتدل به ترتیب به اندازه ۰/۰۲۰۷۸۰۱، ۰/۰۱۷۶۲۷ و ۰/۰۱۱۱۰ درصد افزایش داشته است و محصول‌های جو آبی، جو دیم و گندم آبی در اقلیم و زیراقلیم خشک سرد به ترتیب به اندازه ۰/۰۰۹۵۷۱، ۰/۰۰۰۹۹۷۶ و ۰/۰۰۲۵۱۲ درصد افزایش داشته است. همچنین محصول‌های جو دیم، گندم آبی و گندم دیم در اقلیم و زیراقلیم خشک گرم به ترتیب به اندازه ۰/۰۱۱۷۴۲، ۰/۰۳۶۸۳ و ۰/۰۲۰۹۸ درصد افزایش خواهد داشت.

جدول (۱۱) سطح و مقدار تولید محصولات در اقلیم و زیر اقلیم‌های مختلف در حالت کنونی و ۲۰۲۵ (هزار هکتار)

Table 11. area and crop amount in various climates and subclimates currently and 2025 (thousand hectares)

درصد تغییرات Variation percent	میزان تولید Crop amount		سطح زیر کشت Farming area			محصول Crop	اقلیم و زیر اقلیم Climate and sub-climate
	سال ۲۰۲۵ Years 2025	فعلی current	درصد تغییرات Variation percent	سال ۲۰۲۵ Years 2025	کنونی current		
0.005195	1061845.099	1056357.900	0.003683	265.394	264.420	گندم آبی irrigated wheat	
0.005194	252069.597	250767	0.002098	224.871	224.400	گندم دیم dry-farmed wheat	خشک
0.008066	69697.972	69140.271	-0.006727	26.575	26.755	جو آبی irrigated barley	گرم
0.020239	35539.130	34834.094	0.011742	47.129	46.582	جودیم dry-farmed barley	hot arid
-0.040886	266558.534	277921.677	-0.047826	36.075	37.877	ذرت دانه‌ای Corn	
0.000869	134827.464	1347099.456	0.002512	353.456	352.570	گندم آبی irrigated wheat	
0.000869	206848.861	206669.207	-0.004328	187.682	188.498	گندم دیم dry-farmed wheat	خشک
0.011256	817473.096	808374.150	0.009571	256.825	254.390	جو آبی irrigated barley	سرد
0.011255	60119.575	59450.410	0.009976	64.996	64.354	جودیم dry-farmed barley	cold arid
-0.119278	158772.538	180275.507	-0.130819	20.909	24.056	ذرت دانه‌ای Corn	

پیامد های تغییر اقلیم...۷۵

ادامه جدول (۱۱) سطح و مقدار تولید محصولات در اقلیم و زیر اقلیم های مختلف در حالت کنونی و ۲۰۲۵ (هزار هکتار)

Table 11. area and crop amount in various climates and subclimates currently and 2025 (thousand hectares)

درصد تغییرات Variation percent	میزان تولید Crop amount		سطح زیر کشت Farming area			محصول Crop	اقلیم و زیر اقلیم Climate and sub- climate
	سال ۲۰۲۵ Years 2025	فعلی current	درصد تغییرات Variation percent	سال ۲۰۲۵ Years 2025	کنونی current		
-0.000283	349590.833	349690.077	-0.003029	100.360	100.665	گندم آبی irrigated wheat	
-0.000283	36305.027	36315.328	0.001110	31.515	31.480	گندم دیم dry-farmed wheat	
0.019781	149766.502	146861.420	0.0207801	54.821	53.705	جو آبی irrigated barley	خشک
0.019781	5462.909	5356.943	0.017627	6.408	6.297	جودیم dry-farmed barley	معتدل tempera te arid
-0.050500	102165.565	107599.415	-0.061326	14.648	15.605	ذرت دانه‌ای Corn	

source: the study's findings

منبع: یافته‌های تحقیق

برای تحلیل تغییرپذیری‌های سطح زیر کشت از جدول ۱۲، میزان آب در دسترس استفاده شده است. به‌عنوان مثال در اقلیم و زیر اقلیم خشک گرم آب در دسترس محصول جو آبی کاهش یافته است و این باعث کاهش سطح زیر کشت محصول جو آبی در این اقلیم و زیر اقلیم شده است. نتایج نشان می‌دهد که سطح زیر کشت محصول‌های موردبررسی در اقلیم و زیر اقلیم مختلف نسبت به کاهش یا افزایش آب در دسترس واکنش نشان می‌دهند. آب در دسترس برای محصول‌های آبی بسیار مهم است به‌این‌علت که بیشترین تأثیر را بر سطح زیر کشت می‌تواند داشته باشد. تغییر اقلیم نه‌تنها عملکرد، سطح زیر کشت و غیره را تحت تأثیر قرار می‌دهد، بلکه از طریق تأثیر بر منابع آب باعث کاهش سطح زیر کشت محصولات آبی نیز می‌شود نتایج ارائه‌شده با نتایج بررسی‌های (Draje et al., (2010); Norjo (2001); Momany (2011); Parhezkari (2017) همخوانی دارد.

در زمینه محصول‌های دیم علت کاهش یا افزایش سطح زیر کشت به خاطر کاهش یا افزایش عملکرد محصول‌های منتخب است زیرا این محصول‌های نیاز به آب کمتری دارند و افزایش عملکرد به دلیل تغییرپذیری‌های اقلیمی و یا افزایش قیمت می‌تواند عاملی در افزایش سطح زیر کشت آن‌ها باشد. برای مثال در اقلیم و زیر اقلیم خشک گرم سطح زیر کشت محصول گندم دیم افزایش یافته است که دلیل این افزایش به خاطر افزایش عملکرد محصول گندم دیم می‌باشد.

جدول (۱۲) میزان آب در دسترس در اقلیم و زیر اقلیم‌های مختلف کشور در حالت کنونی برای سال ۲۰۲۵ (مترمکعب)

Table 12 The amount of accessible water in Iran's various climates and sub-climates currently and for 2025 (m3)

درصد تغییرات Variation percent	سال ۲۰۲۵ Years 2025	فعلی current	محصول crop	اقلیم و زیر اقلیم Climate and sub-climate
0.003683	1224792.946	1220298.300	گندم آبی (irrigated wheat)	خشک گرم (hot arid)
-0.006743	98299.323	98966.745	جو آبی (irrigated barley)	
-0.047827	385024.857	404364.749	ذرت دانه‌ای (corn)	
0.002511	1084401.481	1081684.760	گندم آبی (irrigated wheat)	خشک سرد (cold arid)
0.009573	540873.482	535744.708	جو آبی (irrigated barley)	
-0.130827	159829.020	183886.357	ذرت دانه‌ای (corn)	
-0.003030	349653.920	350716.860	گندم آبی (irrigated wheat)	خشک معتدل (temperate arid)
0.020788	152513.005	149407.032	جو آبی (irrigated barley)	
-0.061367	117297.596	124966.442	ذرت دانه‌ای (corn)	

source: the study's findings

منبع: یافته‌های تحقیق

برابر با جدول (۱۲) بیشترین تغییرپذیری‌های آب در دسترس ۰/۰۲۰۷۸۸ درصد برای محصول جو آبی در اقلیم و زیر اقلیم خشک معتدل و ۰/۰۶۱۳۶۷- درصد برای محصول ذرت دانه‌ای در اقلیم و زیر اقلیم خشک معتدل است. کمترین تغییرپذیری‌های نیز برای محصول گندم آبی به ترتیب به اندازه ۰/۰۰۲۵۱۱ و ۰/۰۰۳۰۳۰- درصد در اقلیم و زیر اقلیم‌های خشک سرد و خشک معتدل است.

در این پژوهش با توجه به اهمیت قیمت محصول‌های موردبررسی و به دلیل تفاوت سطح زیر کشت آن‌ها در اقلیم و زیر اقلیم‌های مختلف از قیمت سر مزرعه استفاده شده است. قابل یادآوری است که قیمت‌های سر مزرعه با قیمت تضمینی که دولت تعیین می‌کند اختلاف ناچیزی دارد. قیمت محصول‌های موردبررسی در اقلیم و زیر اقلیم‌های مختلف کشور در حالت کنونی و تغییر اقلیم برای سال ۲۰۲۵ برحسب ریال در جدول ۱۳ آورده شده است.

پیامد های تغییر اقلیم...۷۷

جدول (۱۳) قیمت محصولات کشاورزی در اقلیم و زیر اقلیم های کشور در حالت کنونی و تغییر اقلیم (ریال/کیلوگرم)

Table 13. The crops' prices in Iran's climates and sub-climates for current and climate change situations (IRR kilogram)

درصد تغییرات Variation percent	سال ۲۰۲۵ Years 2025	فعلی current	محصول crop	اقلیم و زیر اقلیم Climate and sub-climate
0.288	15334.806	11899	گندم (wheat)	خشک گرم hot arid
0.340	13391.862	9993	جو (barley)	
0.545	15421.560	9978	ذرت دانه ای (corn)	
0.296	15488.266	11913	گندم (wheat)	خشک سرد cold arid
0.332	12993.026	9752	جو (barley)	
0.783	17440.584	9781	ذرت دانه ای corn	
0.298	15572.417	11989	گندم (wheat)	خشک معتدل temperate arid
0.311	12605.321	9611	جو (barley)	
0.574	15468.194	9823	ذرت دانه ای corn	

source: the study's findings

منبع: یافته های تحقیق

برابر با جدول بالا بیشترین تغییرپذیری های قیمت ۰/۷۸۳ درصد برای محصول ذرت دانه ای در اقلیم و زیر اقلیم خشک سرد و کمترین تغییرها نیز برای محصول گندم ۰/۲۸۸ درصد در اقلیم و زیر اقلیم خشک گرم است.

نرخ تورم در سال های ۱۳۹۴-۱۳۵۵ به طور میانگین حدود ۶ درصد بوده است و فرض می شود که قیمت تضمینی دولت برابر با نرخ تورم افزایش یابد. همچنین برابر با پیش بینی های صورت گرفته در این پژوهش نرخ تورم برای افق ۲۰۲۵ حدود ۵۴ درصد پیش بینی شده است. قیمت محصولات کشاورزی با لحاظ کردن نرخ تورم در اقلیم و زیر اقلیم های مختلف کشور در حالت کنونی و تغییر اقلیم برای سال ۲۰۲۵ برحسب کیلو گرم ریال در جدول ۱۴ آورده شده است. جواب های الگو تحقیق برحسب محصولات های کشاورزی و به صورت انواع اقلیم و زیر اقلیم بوده است. مطابق با جدول ۱۴ بیشترین تغییرپذیری های قیمت ۱/۷۴۵ درصد برای محصول ذرت دانه ای در اقلیم و زیر اقلیم خشک سرد و کمترین تغییرها نیز برای محصول گندم ۰/۹۸۴ درصد در اقلیم و زیر اقلیم خشک گرم است. افزون بر مواردی که در قسمت پیش برای افزایش قیمت محصولات های کشاورزی منتخب بیان شد، افزایش نرخ تورم نیز باعث افزایش قیمت محصولات های کشاورزی می شود که در جدول ۱۶ لحاظ شده است.

جدول (۱۴) قیمت محصولات کشاورزی با لحاظ تورم در اقلیم و زیر اقلیم‌های مختلف در حالت کنونی و تغییر اقلیم (ریال/کیلوگرم)

Table 14. The crops' prices based on the inflation rate in various and sub-climates for current and climate change situations (IRR kilogram)

درصد تغییرات Variation percent	سال ۲۰۲۵ Years 2025	کنونی current	اقلیم و زیر اقلیم Climate and sub-climate	محصول Crop
0.984	23615.601	11899	گندم(wheat)	خشک گرم hot arid
1.063	20623.46	9993	جو(barley)	
1.380	23749.203	9978	ذرت دانه‌ای(corn)	
1.000	23790.330	11913	گندم(wheat)	خشک سرد cold arid
1.051	20009.260	9752	جو(barley)	
1.745	26858.499	9781	ذرت دانه‌ای corn	
0.997	23981.523	11989	گندم(wheat)	خشک معتدل temperate arid
1.019	19412.194	9611	جو(barley)	
1.425	23821.018	9823	ذرت دانه‌ای(corn)	

source: the study's findings

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول (۱۵) درآمد ناخالص کشاورزان بدون و همراه با نرخ تورم در اقلیم و زیر اقلیم‌های مختلف کشور در حالت کنونی و تغییر اقلیم (هزار میلیارد ریال)

Table 15 Gross income of the farmers with and without considering the inflation rate in Iran's various climates and sub-climates for current and climate change situations (trillion IRR)

درصد تغییرات Variation percent	با نرخ تورم Current price		درصد تغییرات Variation percent	بدون نرخ تورم Real price		اقلیم و زیر اقلیم Climate and sub-climate
	سال ۲۰۲۵ Years 2025	فعلی current		سال ۲۰۲۵ Years 2025	فعلی current	
1.040	39521000000	19365600000	0.325	25663000000	19365600000	خشک گرم hot arid
1.046	58821200000	28736300000	0.329	38195600000	28736300000	خشک سرد cold arid
1.056	14701400000	7147739000	0.335	9546365000	7147739000	خشک معتدل temperate arid

source: the study's findings

منبع: یافته‌های تحقیق

پیامدهای تغییر اقلیم... ۲۹

تأثیر تغییر اقلیم بر درآمد ناخالص کشاورزان در اقلیم و زیر اقلیم‌های مختلف کشور در حالت کنونی و تغییر اقلیم پیش‌بینی‌شده برای سال ۲۰۲۵ و در دو حالت با و بدون نرخ تورم برحسب هزار میلیارد ریال در جدول ۱۵ آورده شده است. برابر با جدول (۱۵) در حالت بدون نرخ تورم، بیشترین تغییرپذیری‌های درآمد ناخالص با ۰/۳۳۵ درصد در اقلیم و زیر اقلیم خشک معتدل و کمترین تغییرها نیز با ۰/۳۲۵ درصد در اقلیم و زیر اقلیم خشک گرم است. بعلاوه در حالت با نرخ تورم، بیشترین تغییرات درآمد با ۱/۰۵۶ درصد در اقلیم و زیر اقلیم خشک معتدل و کمترین تغییرات نیز با ۱/۰۴۰ درصد در اقلیم و زیر اقلیم خشک گرم است. همچنین مشاهده می‌گردد که هم در حالت با افزایش نرخ تورم و هم در حالت بدون افزایش نرخ تورم، درآمد ناخالص کشاورزان در اقلیم و زیر اقلیم‌های خشک گرم، خشک سرد، خشک معتدل افزایش یافته است. در مجموع می‌توان عنوان نمود برای سال ۲۰۲۵ درآمد کشاورزان در اقلیم و زیر اقلیم‌های ذکرشده نسبت به مقدار فعلی افزایش می‌یابند؛ که علت این امر به خاطر افزایش قیمت انواع محصولات در تمامی اقلیم و زیر اقلیم‌های مورد بررسی است.

نتایج اثر تغییر اقلیم بر خالص صادرات محصولات منتخب در جدول ۱۶ آورده شده است. در مطالعه‌ی حاضر برای نشان دادن مقدار صادرات و واردات محصولات از متغیر خالص صادرات استفاده گردیده که به صورت تفاضل صادرات محصول از واردات آن در نظر گرفته می‌شود؛ بنابراین خالص صادرات مثبت، نشانگر صادرات آن محصولات و اعداد منفی نشانگر آن است که محصولات مورد نظر وارد می‌گردند.

جدول (۱۶) خالص صادرات در کشور (هزار تن)

Table 16. Net export of Iran (thousand tones)

درصد تغییرات Variation percent	سال ۲۰۲۵ Years 2025	فعلی current	محصول Crop
100.92	-335300.179	-3289.520	گندم (wheat)
55.52	-106051.908	-1876.360	جو (barley)
15.91	-104305.154	-6165.320	ذرت دانه‌ای (corn)

source: the study's findings

منبع یافته‌های تحقیق

مطابق با جدول (۱۶) بیشترین تغییرات خالص واردات (حدود ۱۰۰ درصد) برای محصول گندم و کمترین تغییرات نیز برای محصول ذرت دانه‌ای (حدود ۱۵ درصد) است. علت افزایش واردات محصولات کشاورزی به خاطر کاهش تولید محصولات منتخب در برخی از نواحی اقلیمی و زیر اقلیمی و افزایش نرخ رشد جمعیت که باعث افزایش تقاضا می‌گردد، است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

با توجه به نقش مهم کشاورزی در اقتصاد کشور و وجود بحران آب و خشک‌سالی‌های پیاپی در کشور و تأثیرات عمده‌ای که تغییر اقلیم می‌تواند بر تشدید آن‌ها داشته باشد. هدف مطالعه‌ی حاضر بررسی اثرات تغییر اقلیم و کمبود منابع آب بر تولید، قیمت و درآمد بخش کشاورزی در ایران بود. بدین منظور از الگو AMM استفاده گردید. به‌منظور شبیه‌سازی اثرات تغییر اقلیم، عملکرد محصولات زراعی کشور با استفاده از ضرایب پاسخ عملکرد محاسبه گردید. سپس تابع تقاضای محصولات مختلف با استفاده از کشش‌های برآوردشده، محاسبه شد. در ادامه اقدام شبیه‌سازی تغییرپذیری‌های اقلیمی برای سال ۲۰۲۵ گردید. نتایج تحقیق نشان داد با ایجاد تغییرپذیری‌های اقلیمی سطح زیر کشت محصول ذرت دانه‌ای در اقلیم وزیر اقلیم‌های خشک گرم، خشک سرد و خشک معتدل و جو آبی، گندم دیم و گندم آبی در اقلیم و زیر اقلیم‌های خشک گرم، خشک سرد و خشک معتدل برای سال ۲۰۲۵ کاهش می‌یابد و سطح زیر کشت دیگر محصول‌های کشاورزی در اقلیم و زیر اقلیم‌های منتخب برای سال ۲۰۲۵ افزایش می‌یابد. نتایج تحقیق همچنین نشان داد با ایجاد تغییرپذیری‌های اقلیمی میزان تولید محصول ذرت دانه‌ای در اقلیم و زیر اقلیم‌های خشک گرم، خشک سرد و خشک معتدل و گندم آبی و دیم در اقلیم و زیر اقلیم خشک معتدل برای سال ۲۰۲۵ نسبت به میزان کنونی کاهش می‌یابد و تولید دیگر محصول‌های کشاورزی در اقلیم و زیر اقلیم‌های منتخب در سال ۲۰۲۵ افزایش می‌یابد. بعلاوه، با تغییرات اقلیمی قیمت محصولات گندم، جو و ذرت دانه‌ای در اقلیم و زیر اقلیم‌های خشک گرم، خشک سرد و خشک معتدل برای سال ۲۰۲۵ نسبت به حال حاضر افزایش خواهد داشت. همچنین با تغییرات اقلیمی درآمد کشاورزان در اقلیم و زیر اقلیم‌های خشک گرم، خشک سرد و خشک معتدل برای سال‌های ۲۰۲۵ نسبت به مقدار فعلی افزایش می‌یابد. همچنین نتایج نشان داد که با ایجاد تغییرات اقلیمی خالص صادرات گندم، جو و ذرت دانه‌ای برای سال ۲۰۲۵ منفی باقی‌مانده و با ایجاد تغییر اقلیم، کشور همچنان واردکننده این محصول‌های کشاورزی باقی می‌ماند با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از تحقیق و به‌منظور مدیریت ناشی از تغییرپذیری‌های اقلیمی آینده، پیشنهادهای زیر ارائه می‌شود:

نتایج تحقیق نشان داد که با ایجاد تغییرات آب و هوایی، میانگین قیمت محصول‌های کشاورزی برای همه‌ی اقلیم و زیر اقلیم‌ها افزایش می‌یابد و با توجه به اینکه محصولات مورد بررسی کالاهای

پیامدهای تغییر اقلیم... ۸۱

بی‌کشش بوده‌اند لذا تاکید می‌شود سیاست حمایتی قیمتی برای افزایش قدرت خرید مصرف‌کنندگان اتخاذ گردد.

از آنجا که نتایج تحقیق نشان داد که ضریب واکنش دما برای محصول‌های گندم آبی، گندم دیم و جو آبی در اقلیم و زیر اقلیم خشک گرم و خشک معتدل و گندم دیم، جو آبی و جو دیم در اقلیم و زیر اقلیم خشک سرد و جو دیم در اقلیم و زیر اقلیم خشک معتدل نسبت به بارش بیشتر است، بنابراین ضرورت دارد سطح زیر کشت این محصول‌های در اقلیم و زیر اقلیم‌های ذکر شده افزایش یابد.

منبع‌ها

- Ahmadeyan, M., Eslami, M.R. and Baghestani, A.A.(2010). Evaluation of welfare effects due to development of maize production technology in Iran. *Journal of Agricultural Development Research and Education*. 3(1).31-44. (In Farsi).
- Alizadeh, A. (2014). Principles of Applied Hydrology. Mashhad: Astan Qods Razavi Publications. (In Farsi).
- Amir nejad, H. and Asadpor kori, M. (2001). Economic Assessment of Climate Change on the Performance of Iranian Rainfed Barley. Iranian Agricultural Economics Conference, Kerman.(In Farsi).
- Arulpragasam, C. P. and Conway, P.J. (2003). Partial Equilibrium Multi-Market Analysis, Chapter 12 in Bourguignon F., Pereira da Silva LA. The Impact of Economic Policies on Poverty and Income Distribution: Evaluation Techniques and Tools.
- Chang, CH.CH. (2002).The potential impact of climate change on Taiwans agriculture.*AgriculturalEconomics*,27:51-64.
- Croppenstedt, A., Bellú, L. G. Bresciani, F. and DiGiuseppe, S. (2007). Agricultural policy impact analysis with multi-market models: a primer. Agricultural Development Economics Division (ESA): Rome, Italy, 1-12.
- Draje,S.S.,golchin,A. and Ahmadi,SH. (2010). The effect of different levels of superab A200 and soil salinity on water retention capacity in three sandy, loamy and clay textures. *Journal of Soil and Water*. 24 (2): 316-306. (In Farsi).
- Eslami,p.(2011). The role of greenhouse gases from combustion of fossil fuels in relation to climate change. National Conference on Climate Change Impact on Agriculture and Environment. West Azarbaijan Agriculture and Natural Resources Research Center. (In Farsi).

- Esfandeyari, N. (1996). Demand function of wheat and some other foodstuffs in Iran: An almost ideal demand system. Institute for Business Studies and Research, First Edition, Tehran. (In Farsi).
- Faghehi Kashani, M. (1989). Investigation of the impact of major government supportive policies (quotas-subsidies) on the consumption of foodstuffs under it (before and after the revolution). Master of Science Degree in Economics. Faculty of Economics, University of Tehran. (In Farsi).
- Ghorbanizadeh Kharrazi, H., and Chelmal Dezfulezhad, M. (2014). Inventing a New Hydro meteorological Climate Classification Method. *Journal of Water Engineering*, 2 (2): 97-108. (In Farsi).
- Hardaker, J. B. (1997). Guidelines for the integration of sustainable agriculture and rural development into agricultural policies (No. 4). Food & Agriculture Org.
- Holden, N.M., Brereton. A.J., Fealy, R., & Sweeney, J. (2003). Possible change in Irish climate and its impact on barley and potato yields. *Agriculture and Forest Meteorology*, 116: 181-196.
- IPCC. (2007). Climate change-synthesis report. Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel of Climate Change. Rome.
- Janet sayegh, M., shanoshi froshani, N. Daneshvar kakhki, M. dorandesh, A. and Mahamadi, H. (2018). In Khorasan Razavi Province, Managing Director of Agricultural Strategic Establishments (Wheat and Barley). *Journal of Agricultural Economics*. 12(2):111-134. (In Farsi).
- Jason, F. and Koopman, L. (2017). The potential of water markets to allocate water between industry, agriculture, and public water utilities as an adaptation mechanism to climate change. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 22: 325-347.
- Karin Barrueto, A., Merz, J. Clot, N. and Hammer, T. (2017). Climate Changes and Their Impact on Agricultural Market Systems: Examples from Nepal. *Sustainability Journal*, 9: 1-16.
- Karine fard, c., Moghadace, R. Yazdani, C. and Mohamad nejad, A. (1979). Climate Change and Crop Performance in Iran (Case Study of Khuzestan Province). *Journal of Agricultural Economics*. 12 (2), 109-91. (In Farsi).
- Kempfert, C. (2009). Climate Protection Requirements the Economic Impact Of Climate Change. *Handbook Utility Management*, 725-739.
- Li, X., Takahashi, T. Suzuki, N. & Kaiser, H.M. (2011). The impact of climate change on maize yields in the United States and China. *Agricultural System*, 104: 348-353.
- Mahjori, K., mohamad rezaey, R. Hagheghat, j. and Ghahreman azadeh, M. (2010). Presenting Different Plans in Implementing Wheat Price Support Policy: A Case Study of Mazandaran Province. *Journal of Economic Research and Policies*. 18 (56): 135-161. (In Farsi).
- McCarl, B. and Spreen, T. (2011). *Applied Mathematical Programming Using Algebraic Systems*. Texas: Texas A and M University, college station, Texas.

پیامدهای تغییر اقلیم... ۸۳

- Molaey, M., sadaghe, s. and javan bakht, A. (2017). The Effect of Climate Parameters on Yield and Yield Risk of Two Wheat and Barley Crops in West Azerbaijan Province. *Journal of Ecological Agriculture*. 7 (2): 45-31. (In Farsi).
- Momany, c. 2011. Potential climate change impacts on Fars city level. Master of Science Degree in Agricultural Economics, Faculty of Agricultural Economics. Shiraz University. (In Farsi).
- Momany, C. and Zibaei, M. (2013). Potential Impacts of Climate Change on Agriculture in Fars Province. *Journal of Agricultural Economics and Development*. 27 (3): 169- 179. (In Farsi).
- Mosaade, A. and Kahe, M. (2008). Effect of Rainfall on Wheat and Barley Crop Yield in Golestan Province. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*. 15(4): 206-218. (In Farsi).
- Norjo.A. 2001 Investigation of the effect of different levels of irrigation on tomato farming. Proceedings of the First National Conference on Strategies for Coping with Water Crisis, University of Zabol. (In Farsi).
- Nzare, M. (2018). Microeconomics. Tehran: Naghsh Danesh Publications, Tehran. (In Farsi).
- Parhezkari, A., Mahmodi.A. and shokat fadaey, M. (2017). Evaluation of Climate Change Impacts on Available Water Resources and Agricultural Production in Shahroud Watershed. *Journal of Agricultural Economics Research*. 9 (1): 23-50. (In Farsi).
- Ponce, R., Blanco, M. and Giupponi, C. (2014). Climate change, water scarcity in agriculture and the country-level economic impacts. A multimarket analysis, No 2, Serie Working Papers from Universidad del Desarrollo, School of Business and Economics, 1-31.
- Quizón, J. and Binswanger, H. (1986). Modeling the impact of agricultural growth and government policy on income distribution in India. *The World Bank Economic Review*, 1: 103-148.
- Redsma, P., Lansink, A.O. and Ewert, F. (2009). Economic impacts of climatic variability and subsidies on European agriculture and observed adaptation strategies. *Mitig Adapt Strategy Glob Change*, 14: 35-59.
- Sajidin, H.S. and Mudasser, M. (2007). Prospects for wheat production under changing climate in mountain of areas of Pakistan-An econometric analysis, *Agricultural system*, 94: 495-501.
- Seyedan, S. and Mohammadi, F. (1997). Climate classification method. *Journal of Geographical Research*. 12 (2): 74-109 (In Farsi).
- Shabanzadh, M., Mahmodi, A. and Asfanjari kenari, R. (2015). Investigating the Effect of Transferring World Prices to Domestic Markets for Specific Iranian Agricultural Products. *Journal of Agricultural Economics and Development*. 29 (1): 56-55. (In Farsi).
- Sheikh zayn Iden, A. and bakhshodh, M. (2015). Investigating the Welfare Effects of Removing Government Intervention from the Iranian Corn Market. Iranian

- Journal of Agricultural Economics and Development Research. 46(1): 177-184. (In Farsi).
- Statistical Center of Iran. (2017)<www.amar.org.ir>
- Vaseghee, A. and Asmaeli, A. (2008). Investigation of the Economic Impact of Climate Change on Iran's Agricultural Sector: Ricardian Method (Case Study: Wheat). *Journal of Water and Soil Science (Agricultural Science and Technology)*. 12 (45): 695-685. (In Farsi).
- Yan, T., Wang, J. Huang, J. Xie, W. and Zhu, T. (2018). The Impacts of Climate Change on Irrigation and Crop Production in Northeast China and Implications for Energy Use and GHG Emission. *Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences*, 379: 301-311.
- Zamani, S., Entezari, A. Erfani Rahmatnia, A. and Neghabi, A. (2011). Temperature behavior changes in arid regions an index of climate change - Case study Sabzevar, First National Conference on Agricultural Meteorology and Water Management, Tehran, University of Tehran. (In Farsi).
- Zarakani, F., kamali, GH. and chizare, A.H. (2014). The Impact of Climate Change on Dryland Wheat Economy (North Khorasan Case Study). *Journal of Agricultural Ecology*. 6 (2): 301-310. (In Farsi).



Investigating the Effects of Climate Change on the Agricultural Market

Hasan ailbakhshi ,Arash Dourandish, Mahmoud Sabouhi¹

Received: 26 Aug.2019

Accepted:1 Feb.2020

Abstract Extended

Introduction: Climate change is an irreversible change in average climate. This phenomenon has a wide temporal and spatial range and consequently has a wide impact on various economic sectors including water and agriculture. The economic implications of climate change affect water resources, taking into account the opportunity costs and benefits of allocating and storing water resources in climate change. In order to achieve this goal, considering the sensitive climate conditions in arid regions and the multiple consequences of climate change in these areas, this study aims to investigate the economic effects of climate change and water deficiency in arid regions on production, price and income the agricultural sector in Iran.

Materials and Methods: For this purpose, the present study uses a multi-market agricultural model that is superior to other methods because of its endogenous price considerations. It is also designed for agriculture with high geographical distribution (Ponce et al., (2014)). The core of the AMM consists of two sets of equations, the first set depicts the behavior of agricultural producers (supply) and the second set depicts a picture of consumer behavior (demand)

Results and discussion: The results showed that with climate change, the area under cultivation of maize crop under warm, cold and temperate dry climate, barley, rainfed wheat and wheat decreased under warm, cold and temperate dry climate for 2025. The results also showed that with climate change, maize crop production in hot dry, cold dry and temperate dry sub-climates and wheat and rainfed wheat in temperate dry sub-climates decreased for 2025 compared to year 2016. Wheat, barley and maize crops will also rise under the hot, cold and temperate climate for 2025 compared to year 2016. Climate change is projected to increase farmers' income in hot, cold, and temperate sub-climates. The results also showed that with the

¹Respectively:M.Sc.Student of Agricultural Economics , Associate professor & Professor of Agricultural Economics, Ferdowsi University of Mashhad
Email: Dourandish@um.ac.ir

climate change net exports of wheat, barley and maize remained negative for 2025 and the country remained an importer of these agricultural products.

Suggestion: The results of the study show that as climate change increases, the average price of agricultural products for the sub-climates will increase and since the products under consideration are inelastic commodities, it is emphasized that a price protection policy should be adopted to increase consumer purchase power.

Since the results showed that the temperature response coefficient for wheat, rainfed wheat and barley in warm and dry sub-climates and rainfed wheat, barley and rainfed crops in cold dry climate and rainfed barley in dry temperate climates more than rainfall. Therefore, it is necessary to increase the cultivation level of these products in the above sub-climates.

JEL Classification:C61, Q25, Q54

Keywords: Climate Change, zoning Climatic, Agricultural Crops Market.