اقتصاد کشاورزی/جلد ۱۳/شماره۴/صفحه های ۸۶-۵۵

پیامدهای تغییر اقلیم بر بازار محصولات کشاورزی

حسن علی بخشی، آرش دوراندیش، محمود صبوحی[۱]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۶/۰٤ 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 دامنهٔ 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 دوچندانی 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 درسترس در محصول‌های منتخب (گندم آبی و دیم، جوآبی 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 متاثر 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 سیاست های حمایتی

پرتال جامع علوم انسانی

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

Email: Dourandish@um.ac.ir

مقدمه

استفادهٔ 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، به‌تدریج تغییرپذیری‌های مشهودی در اقلیم کرهٔ زمین بوجود آید. بارزترین پیامدهای تغییر اقلیم عبارت از افزایش میانگین دمای کرهٔ 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 دغدغهٔ اصلی اقلیم‌شناسان و سران کشورهای جهان تبدیل شده است، به‌گونه‌ای که امروزه از تغییر اقلیم به‌عنوان یکی از مهم‌ترین چالش‌های زیست‌محیطی سده بیست و یکم یاد می‌شود (Redsma et al., 2009).

تغییر اقلیم درواقع 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)[1]، تغییر اقلیم را به‌صورت تغییر در وضعیت اقلیم که مبنای تغییر در میانگین یا واریانس عامل‌های آن (بارندگی و دما) برای یک دورهٔ 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[2] (GHGs) باقدرت ماندگاری طولانی‌مدت در جو می‌انجامد. بر مبنای راه‌گزین‌های انتشار (SRES)[3] تدوین‌شده توسط IPCC، انباشت گازهای گلخانه‌ای GHGs در سال ۲۰۳۰ نسبت به سال پایه (۲۰۰۰) بین دامنهٔ ۹/۷ تا ۳۶/۷ گیگاتن "معادل CO_2" 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 منبع‌های غذایی کشور را تشکیل می‌دهند، آسیب وارد کند (Eslami, 2011). همچنین باید توجه داشت که سیستم تولید کشاورزی در کشورهای درحال‌توسعه و به‌ویژه ایران، نسبت به تغییر اقلیم آسیب‌پذیرتر است، زیرا انعطاف‌پذیری این کشورها نسبت به تغییر 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)

ها، ملموس‌تر 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، ازجمله Ponce et al., (2014) در پژوهشی یک الگو چندبازاره کشاورزی[۱] (AMM) برای تجزیه‌وتحلیل "اثرگذاری‌های تغییرات آب و هوایی در کشورهای درحال‌توسعه با توجه به عدم اطمینان تغییرات اقلیمی" فراهم آوردند. نتایج به‌دست‌آمده 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 پیش‌بینی‌شده آب و هوایی هلند، شامل تابستان‌های گرم و خشک‌تر و کاهش قابل‌ملاحظه در آبدهی رودخانه‌ها" پرداختند. بدین منظور از یک الگو تعادل عمومی قابل‌محاسبه (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 آب‌وهوا 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

---

[۱] Agricultural Multimarket Model

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. درنتیجه، 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 پدیدهٔ تغییر اقلیم بر منابع آب کشور را با لحاظ هزینه‌های فرصت و سودمندی‌های هر سطح و ترکیب تصمیم‌های تخصیص و ذخیرهٔ 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 پدیدهٔ 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 به‌عنوان "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 اگذاری های 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 ازجمله منابع هدف که کشاورز را به‌عنوان 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 به‌صورت زیر نگاشته شود (i نشانگر نوع نهاده تولید است که شامل زمین، آب و... است):

$$Z = \sum_{r}\sum_{a}(P_a * y_{ra} - AC_{ra}) * X_{ra} \quad (۱)$$

$$\sum_{a} H_{ira} * X_{ra} \leq b_{ir} \quad (۲)$$

$$X_{ra} \geq 0 \quad (۳)$$

در رابطه‌های بالا، Z نشانگر مقدار تابع هدف (درآمد ناخالص) است. X_{ra} نشانگر زمین تخصیص‌یافته به محصول a در منطقه r است. AC_{ra} برداری از هزینه‌های متغیر متوسط به ازای هر واحد فعالیت است. Pa 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 اهداف‌ها، 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 مشاهده‌شده برای سال پایه واسنجی می‌شود. الگو برنامه‌ریزی خطی کمکی مورد استفاده به‌صورت 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 زیراقلیم (X_{ra}) کوچک‌تر یا برابر سطح زیرکشت آن محصول در اقلیم و زیراقلیم موردنظر در سال پایه (X_{ra}^{0}) با اضافه یک عدد کوچک (ε) باشد.

در الگوی برنامه‌ریزی اثباتی، تابع هزینه به‌صورت 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 درامد 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:

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

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:

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

S.T:

$$\sum_a \sum_s H_{ra} * X_{ra} \leq b_{ir} \qquad (۱۰)$$

$$X_{ra} \geq 0$$

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

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

که در آن TTC نشانگر هزینه کل است:

$$TTC = \sum \sum (AC_{ra} * X_{ra}) \qquad (۱۱)$$

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 (Hardaker et. al., 1997) شبیه‌سازی می‌شوند. تابع توزیع احتمال گاما و فرا سنجی‌های کلیدی آن در معادل‌های زیر قابل‌مشاهده هستند (پونس و همکاران، ۲۰۱۴):

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

$$\alpha = \frac{([E(x)]^2)}{(\sigma^2)} \qquad (۱۲)$$

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

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 موردنیاز در این الگو دستیابی به میزان اثرگذاری‌های فیزیکی تغییر اقلیم (تغییر دما و بارندگی) بر عملکـرد محصول‌های کشاورزی است که از آن به عنوان ضرایب‌های پاسخ عملکرد نام برده می‌شود. این ضریب بیانگر این مطلب است که درصورتی‌که 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. بااین‌وجود 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 زیراقلیم 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 اقلیمـی و غیراقلیمی اثرات فیزیکی تغییر اقلیم بر عملکـرد محصـول بررسـی می‌شود. دمای محیط و بارندگی به عنوان عامل‌های اقلیمی اصلی و روند زمانی به عنوان شاخصی از پیشـرفت طـی زمـان در نظـر گرفته می‌شود. تأثیر دیگر عامل‌های مؤثر بر عملکرد نیز به جزء اخلال واگذار شد و به‌منظور برآورد کشش متغیرهای اقلیمی، همه‌ی متغیرهـا به‌جز متغیر روند زمانی، به فرم لگاریتمی در نظر گرفته شدند. فرم کلـی مدل رگرسیونی به‌صورت زیر است:

$$LnYt = f(Lntempt, Lnraint, time) + \varepsilon \qquad (۱۳)$$

که در آن: LnYt: لگاریتم میانگین عملکرد محصول در سال tام، Lntempt: لگاریتم میانگین دما در سال tام، Lnraint: لگاریتم متوسط بارندگی در سال tام، time: روند زمانی و به عنوان شاخصـی از پیشـرفت فناوری طی زمان در نظر گرفته شده و ε: جزء اخلال است.

پس از محاسبه ضرایب‌های واکنش عملکرد محصول‌های می‌توان عملکرد در هکتار محصولات مختلف پس از ایجاد تغییر اقلیم را محاسبه کرد.

برای تعیین تغییرهای ایجادشده در تقاضا و در نهایت تعیین قیمت‌های تعادلی نیاز به ضرایب‌های تابع تقاضای محصولات کشاورزی است. برای این منظور مصرف هر یک از محصول‌های تابعی از قیمت محصول، درآمد مصرف‌کننده و قیمت محصول جانشین در نظر گرفته می‌شود (Mahjori et al., 2010; Amir nejad, 2001; Nzare, 2018)

$$LnQi = f(Lnpi, LnIi, Lnppi) + \varepsilon \quad (۱۴)$$

که در آن: LnQi: لگاریتم مصرف محصول موردبررسی در اقلیم و زیراقلیم iام، Lnpi: لگاریتم میانگین قیمت محصول موردبررسی در اقلیم و زیراقلیم iام، Lnpi: لگاریتم درآمد در اقلیم و زیراقلیم iام، Lnppi: لگاریتم میانگین قیمت محصول جانشین iام و ε: جزء اخلال است. سپس با استفاده از ضرایب‌های محاسبه‌شده، شیب (β) و عرض از مبدأ (α) تابع تقاضا برای هر یک از محصول‌های از طریق روابط زیر به دست می‌آیند (Momany & Zibaei, 2013):

$$\alpha = P - \beta Q \quad (۱۵)$$

$$\beta = \varepsilon \Big/ \left(\frac{P}{Q}\right) \quad (۱۶)$$

همچنین مقدار تغییرپذیری‌های عرضه بر اثر تغییرپذیری‌های اقلیمی توسط الگو AMM تعیین می‌شود و نیازی به محاسبه‌ی تابع عرضه نیست. طبق مطالعه‌ی مقدار تغییرات عرضه (که همان ضرایب پاسخ عملکرد می‌باشد) توسط تغییرپذیری‌های اقلیمی به‌دست‌آمده است.

با توجه به اینکه شمار شهرستان‌های کشور زیاد بوده و نمی‌توان همه‌ی شهرستان‌ها را بررسی کرد و همچنین به علت تفاوت نیاز آبی محصول‌ها در شهرستان‌های مختلف، لازم است جهت بررسی دقیق‌تر پهنه‌بندی اقلیمی انجام گیرد. پهنه‌بندی اقلیمی در بررسی‌های متفاوت با توجه به اهداف کاربردی آن‌ها به روش‌های مختلفی صورت می‌گیرد. که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان روش‌های دومارتن[۱]، کوپن[۲]، ایوانف[۳]، بارات[۴]، ترنت وایت[۵] و سلیانینوف[۶] نام برد. روش دومارتن بهترین و پرکاربردترین و ساده‌ترین روش طبقه بندی اقلیم برای کشور ایران به شمار می‌آید

---

۱ De Martoune

۲ Coupon

۳ Ivanov

۴ Barat

۵ Thornthwaite

۶ Selyaninov

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

$$I = \frac{p}{(t+10)} \qquad (۱۷)$$

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) طبقه بندی اقلیم و زیر اقلیم بر اساس روش دومارتن اصلاح شده

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

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

منبع: علیزاده، ۱۳۹۳

Source: Alizadeh, 2014

نتایج و بحث

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

سردترین ماه سال (میلی‌متر) بود. سپس با استفاده از روش دومارتن اصلاح شده، منطقه‌های خشک کشور که مشتمل بر سه زیراقلیم خشک‌سرد، خشک‌گرم و خشک‌معتدل بودند، مشخص شدند که در جدول های 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- دادهای 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

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

منبع: یافته‌های تحقیق

source: the study's findings

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، *برازجان، *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 وبلوچستان Sistan and Baluchestan	چابهار، ایرانشهر، نیک شهر،*بزمان،*راسک Chabahar, Iranshahr, Nick Shahr, * Bazman, * Rask
کرمانشاه(Kermanshah)	*سومار(Sumar*)
فارس(Fars)	کازرون، خنج، لامرد، قیروکارزین(Kazeroon, 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 لاوان،* 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

منبع یافته‌های تحقیق — source: the study's findings

واکنش به تغییر اقلیم و کشش تقاضای محصول‌های کشاورزی

برای بررسی اثرگذاری‌های تغییر اقلیم بر عملکرد محصول‌های کشاورزی از تابع واکنش عملکرد استفاده شد. با توجه به ضرایب کششی که از برآورد تابع های 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 کشش 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 به‌دست‌آمده عملکرد محصول در سناریو را نشان می‌دهد (Momany & Zibaei, 2013). ضریب های 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 موردبررسی در اقلیم و زیراقلیم‌های خشک کشور با استفاده از داده‌های سال‌های ۹۴-

۱۳۶۱ آورده شده است. مدل رگرسیونی برای محصول جو آبی در اقلیم و زیراقلیم‌های خشک گرم، خشک معتدل و ذرت دانه‌ای 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 تغییرپذیری‌های بارندگی واکنش معکوس دارد ذرت دانه‌ای است که با نتایج بررسی‌های (Chang, 2002 ;Momany & Zibaei, 2013) همخوانی دارد. همان‌گونه که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، ضریب متغیر دما در مدل‌های مربوط به گندم دیم در اقلیم و زیراقلیم خشک معتدل و جو دیم در اقلیم و زیراقلیم خشک گرم و ذرت دانه‌ای در اقلیم و زیراقلیم خشک گرم و ضریب متغیر بارش در مدل مربوط به جو آبی و جو دیم در اقلیم و زیراقلیم خشک سرد و گندم دیم در اقلیم و زیراقلیم خشک گرم معنی‌دار نشدند.

جدول(۴)شهرستان‌های خشک معتدل کشور به وسیله روش دومارتن اصلاح شده

Table 4. Temperate dry county's of the country by modified Domartan metho

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

منبع: یافته‌های تحقیق

source: the study's findings

جدول(۵)ضرایب‌های واکنش عملکرد محصول‌های موردبررسی 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

اقلیم و زیراقلیم Climate and sub-climate	محصول Crop	بارش precipitation	دما Temperature	روند زمانی Time trend	ضریب تعیین Coefficient of determination	آمار دوربین واتسون Durbin-Watson statistic
	گندم آبی irrigated wheat	0.560 (0.0018***)	0.267 (0.0897*)	0.004218 (0.0761*)	0.49	1.62
	گندم دیم dry-farmed wheat	1.039 (0.0743*)	1.691 (0.0008***)	0.024236 (0.0003***)	0.65	1.67
خشک سرد cold arid	جو آبی irrigated barley	0.354 (0.1239)	0.560 (0.0115**)	0.005399 (0.0466**)	0.33	2.11
	جو دیم dry-farmed barley	1.266 (0.1507)	1.323 (0.0303**)	0.016855 (0.0647*)	0.34	1.45
	ذرت دانه‌ای Corn	-1.087 (0.0910*)	0.945 (0.0324**)	0.020484 (0.0034***)	0.42	1.54
	گندم آبی irrigated wheat	0.498 (0.0186**)	0.649 (0.0061***)	0.008688 (0.0022***)	0.41	1.49
	گندم دیم dry-farmed wheat	1.541 (0.1020)	1.862 (0.0729*)	0.049556 (0.0003***)	0.42	1.78
خشک گرم hot arid	جو آبی irrigated barley	0.592 (0.0037***)	1.992 (0.0459**)	-	027	1.86
	جو دیم dry-farmed barley	2.737 (0.0564*)	2.459 (0.1132)	0.056858 (0.0034***)	0.32	1.39
	ذرت دانه‌ای Corn	-0.371 (0.0557*)	0.299 (0.1192)	0.024245 (0.0000***)	0.82	2.19
	گندم آبی irrigated wheat	0.205 (0.0167**)	0.678 (0.0042***)	0.003334 (0.0000*)	0.40	2.06
خشک معتدل temperate arid	گندم دیم dry-farmed wheat	1.066 (0.0738*)	1.783 (0.2596)	0.056223 (0.0000***)	0.41	2.10
	جو آبی irrigated barley	0.395 (0.0712*)	0.609 (0.0035***)	-	0.35	1.74
	جو دیم dry-farmed barley	0.751 (0.0173**)	1.601 (0.0066***)	-	0.42	1.72
	ذرت دانه‌ای Corn	-0.274 (0.0050***)	0.784 (0.0085***)	-	0.31	1.34

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

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

در جدول ۶ نیز، کشش تقاضای محصول‌های موردبررسی 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

تابعی بهتر تشخیص داده شد. در تابع بالا محصول برنج به عنوان جانشین گندم (Mahjori at 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 موردبررسی طی سال‌های ۹۴-۱۳۶۱

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

محصول crop	لگاریتم قیمت Price log	لگاریتم درامد Income log	لگاریتم محصول جانشین Substitute crop log	R^2	DW	F	Prop	سایر مطالعات Other studies
گندم wheat	-0.54 (0.0000***) [-5.260]	0.088 (0.0981*) [1.707]	0.20 (0.0143**) [2.599]	0.71	2.04	24.83	0.00000 (***)	فقیهی کاشانی ۱۳۶۹: ۰/۵۸- Faghehi Kashani 1990:- 0/58 اسفندیاری ۱۳۷۵: ۰/۶۴- Esfandeyari 1996:- 0/64 مهجوری و همکاران، ۱۳۸۹: ۰/۴۳- Mahjori at al., 2010:0/43-
جو barley	-0.41 (0.0000***) [-4.798]	0.064 (0.0443**) [2.099]	0.15 (0.0859*) [1.775]	0.54	1.60	11.95	0.000025 (***)	شعبان زاده و همکاران،۱۳۹۴: ۰/۴۳- Shabanzadh et al., 2015:-0/43
ذرت دانه‌ای corn	-0.33 (0.0196**) [-2.465]	0.75 (0.0008***) [3.744]	0.24 (0.0000***) [6.107]	0.76	1.47	32.45	0.00000 (***)	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

منبع: یافته‌های تحقیق

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

اعداد درون کروشه نشان‌دهنده t می‌باشند.

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.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

بررسی اثرات تغییر اقلیم با استفاده از مدل AMM

برای بررسی اثرگذاری‌های تغییر اقلیم بایستی تغییرپذیری‌های آب‌وهوایی در قالب سناریویی مورد بررسی شد. بدین‌منظور 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 پیش‌بینی‌شده برای سال ۲۰۲۵ بر مبنای سناریوهای بالا آورده شده است.

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

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

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

منبع: عباسی و اثمری (۱۳۹۰). Source: Abbasi and Samari (2011)

همان‌طور که در جدول بالا مشاهده می شود 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 به‌صورت یک متغیر تصادفی، از طریق میانگین اعداد پیش‌بینی‌شده 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

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

منبع: یافته‌های تحقیق source: the study's findings

در این بررسی نیز، برای تولید عددهای تصادفی برای بارش و دما در اقلیم و زیراقلیم های مختلف از میانگین عددهای جدول ۷ و انحراف معیارهای ذکرشده در جدول ۸، استفاده شد. بر این مبنا سناریوهای تغییر اقلیم برای اقلیم و زیراقلیم‌های مختلف کشور به‌صورت جدول ۹ برای بارش و دما به دست آمده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، بیشترین کاهش بارش در سال‌های ۲۰۲۵ مربوط به اقلیم زیراقلیم خشک معتدل ۱/۶۴۲- درصد می‌باشد. بیشترین افزایش دما در سال ۲۰۲۵ مربوط به اقلیم و زیر اقلیم خشک گرم به میزان ۱/۰۷۵ درصد است.

جدول (۹) تغییرپذیری‌های بارش و دما در اقلیم و زیر اقلیم‌های مختلف برای سال ۲۰۲۵

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

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

منبع: یافته‌های تحقیق

source: the study's findings

در مرحله بعد اقدام به محاسبه میانگین عملکرد محصول‌های کشاورزی شد گردید. میانگین عملکرد محصول‌های در اقلیم و زیراقلیم‌های خشک کشور در حالت کنونی و برای سال ۲۰۲۵ در جدول ۱۰ گزارش شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، بیشترین تغییرات عملکرد ۰/۰۱۴۹۱۱ درصد در محصول جو آبی در اقلیم و زیراقلیم خشک گرم و ۰/۰۰۱۶۳۸- درصد برای محصول گندم آبی در اقلیم و زیراقلیم 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 اقلیم‌های خشک سرد و خشک معتدل است.

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود با ایجاد تغییرپذیری‌های اقلیمی، عملکرد محصول‌های گندم دیم، جو آبی، جو دیم و ذرت دانه‌ای در اقلیم و زیر اقلیم‌های 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 دانه‌ای 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 زیراقلیم 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 یافته های بررسی‌های Janet sayegh et al., Sajidin & Mudasser (2007); Momany, (2011); Molaey et al., (2017); (2018) همخوانی دارد.

جدول (۱۰) میانگین عملکرد محصول‌های موردبررسی 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)

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

منبع: یافته‌های تحقیق

source: the study's findings

در بعضی از منطقه‌ها کاهش ضریب بارش بر افزایش عملکرد بعضی از محصول‌ها تأثیرگذار بوده است. به‌عنوان‌مثال 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 محصول‌های 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 محصول‌ها 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 ۰/۰۲۰۷۸۰۱ 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 محصول‌های گندم دیم و گندم آبی به ترتیب به‌اندازه ۰/۰۰۲۰۹۸ و ۰/۰۰۳۰۲۹- درصد در اقلیم و زیراقلیم‌های خشک گرم و خشک معتدل است. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود تاثیر تغییرپذیری‌های اقلیمی بر سطح زیر کشت محصول جو آبی در اقلیم و زیراقلیم خشک گرم به اندازه ۰/۰۰۶۷۲۷ درصد کاهش یافته است و همچنین

محصول ذرت دانه‌ای در اقلیم و زیراقلیم‌های خشک سرد، خشک معتدل و خشک گرم به ترتیب حدود ۰/۱۳۰۸۱۹، ۰/۰۶۱۳۲۶ و ۰/۰۴۷۸۲۶ درصد کاهش یافته است در زمینه گندم دیم در اقلیم و زیراقلیم خشک سرد به ترتیب به میزان ۰/۰۰۴۳۲۸ درصد کاهش یافته است و محصول گندم آبی در اقلیم و زیر اقلیم خشک معتدل به ترتیب به اندازه ۰/۰۰۳۰۲۹ 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 ۰/۰۰۱۱۱۰ 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، ۰/۰۰۳۶۸۳ و ۰/۰۰۲۰۹۸ 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)

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

ادامه 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)

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

منبع: یافته‌های تحقیق source: the study's findings

برای تحلیل تغییرپذیری‌های سطح زیر کشت از جدول ۱۲، میزان آب در دسترس استفاده شده است. به‌عنوان‌مثال در اقلیم و زیراقلیم 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 زیراقلیم شده است. نتایج نشان می‌دهد که سطح زیر کشت محصول‌های موردبررسی در اقلیم و زیراقلیم 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 می شود 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 زیراقلیم 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 زیراقلیم‌های 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)

اقلیم و زیر اقلیم Climate and sub-climate	محصول crop	فعلی current	سال۲۰۲۵ Years 2025	درصد تغییرات Variation percent
خشک گرم(hot arid)	گندم آبی(irrigated wheat)	1220298.300	1224792.946	0.003683
	جوآبی(irrigated barley)	98966.745	98299.323	-0.006743
	ذرت دانه‌ای(corn)	404364.749	385024.857	-0.047827
خشک سرد(cold arid)	گندم آبی(irrigated wheat)	1081684.760	1084401.481	0.002511
	جوآبی(irrigated barley)	535744.708	540873.482	0.009573
	ذرت دانه‌ای(corn)	183886.357	159829.020	-0.130827
خشک معتدل(temperate arid)	گندم آبی(irrigated wheat)	350716.860	349653.920	-0.003030
	جوآبی(irrigated barley)	149407.032	152513.005	0.020788
	ذرت دانه‌ای(corn)	124966.442	117297.596	-0.061367

منبع: یافته‌های تحقیق source: the study's findings

برابر با جدول(۱۲) بیشترین تغییرپذیری‌های آب در دسترس ۰/۰۲۰۷۸۸ درصد برای محصول جوآبی 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.

جدول (۱۳) قیمت محصول‌های کشاورزی در اقلیم و زیراقلیم‌های 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)

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

منبعد: یافته‌های تحقیق source: the study's findings

برابر با جدول بالا بیشترین تغییرپذیری‌های قیمت ۰/۷۸۳ درصد برای محصول ذرت دانه‌ای 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 سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۵۵ به‌طور میانگین حدود ۶ درصد بوده است و فرض می‌شود که قیمت تضمینی دولت برابر با نرخ تورم افزایش یابد. همچنین برابر با پیش‌بینی‌های صورت گرفته در این پژوهش نرخ تورم برای افق ۲۰۲۵ حدود ۵۴ درصد پیش‌بینی‌شده است. قیمت محصول‌های کشاورزی با لحاظ کردن نرخ تورم در اقلیم و زیر اقلیم‌های مختلف کشور در حالت کنونی و تغییر اقلیم برای سال ۲۰۲۵ برحسب کیلو گرم ریال در جدول ۱۴ آورده شده است. جواب‌های الگو تحقیق برحسب محصول‌های کشاورزی و به‌صورت انواع اقلیم و زیر اقلیم بوده است. مطابق با جدول ۱۴ بیشترین تغییرپذیری‌های قیمت ۱/۷۴۵ درصد برای محصول ذرت دانه‌ای 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 محصول‌های کشاورزی منتخب بیان شد، افزایش نرخ تورم نیز باعث افزایش قیمت محصول‌های کشاورزی می‌شود که در جدول ۱۶ لحاظ شده است.

جدول (۱۴) قیمت محصول‌های کشاورزی با لحاظ تورم در اقلیم و زیراقلیم‌های 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)

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

منبع: یافته‌های تحقیق source: the study's findings

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

Table 15Gross 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)

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

منبع: یافته‌های تحقیق source: the study's findings

تاثیر 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. درمجموع 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 زیراقلیم‌های موردبررسی 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 به‌صورت 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 موردنظر وارد می‌گردند.

جدول(۱۶)خالص صادرات در کشور (هزار تن)

Table 16. Net export of Iran (thousand tones)

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

منبع یافته‌های تحقیق source: the study's findings

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 زیراقلیمی 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 زیراقلیم‌ها افزایش می‌یابد و با توجه به اینکه محصولات موردبررسی کالاهای

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

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

منبع ها

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 Dezfulnezhad, 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 Interngovernmental 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).

Kemfert, 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.

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 lden, 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).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Agricultural Economics/Volume 13/Issue 4/1398

Investigating the Effects of Climate Change on the Agricultural Market

Hasan ailbakhshi ,Arash Dourandish, Mahmoud Sabouhi[1]

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

[1]Respectively: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.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی