**Doi: 10.22034/IAES.2022.539359.1871**

**اقتصاد کشاورزی/جلد ۱۶/شماره۲/صفحه های ۴۶-۲۷**

# اثرگذاری‌های تغییر اقلیم بر عملکرد تولید محصول غلات عمده در ایران

**نسیبه زارعی، آرش دوراندیش، حسن علی بخشی، محمود صبوحی صابونی[۱]**

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۲۳

## چکیده

در این تحقیق به بررسی میزان و چگونگی عملکرد کشت و تولید محصول‌های گندم (آبی و دیم)، جو (آبی و دیم )و ذرت دانه‌ای در اقلیم و زیر اقلیم‌های کشور پرداخته می‌شود. در این راستا از داده‌های میانگین عملکرد کشت و تولید محصول‌های موردبررسی، میانگین بارش، میانگین دما طی سال‌های ۹۴-۱۳۶۱ استفاده شده است. باتوجه به این‌که محصولات غلات ۵۶ و ۷۷ درصد از سطح زیر کشت را به ترتیب در منطقه‌های خشک و نیمه‌خشک شامل می‌شوند، در این پژوهش تنها غلّات بررسی می‌شوند و از میان آن‌ها پنج محصول که دارای بالاترین سطح زیر کشت هستند انتخاب‌شده است. در نهایت برای بررسی اثرگذاری‌های تغییر اقلیم بر عملکرد محصولات از تابع واکنش عملکرد استفاده شد. نتایج گویای آن است که بیشترین ضریب واکنش عملکرد به بارش در اقلیم و زیر اقلیم نیمه‌خشک سرد، نیمه‌خشک گرم، نیمه‌خشک معتدل، خشک سرد، خشک گرم و خشک معتدل به ترتیب مربوط به گندم دیم، گندم آبی، گندم دیم، جو دیم، جو دیم و گندم دیم است. افزون براین بیشترین ضریب واکنش عملکرد به دما در اقلیم و زیر اقلیم نیمه‌خشک سرد، نیمه‌خشک گرم، نیمه‌خشک معتدل، خشک سرد، خشک گرم و خشک معتدل به ترتیب مربوط به گندم دیم، جو دیم، گندم آبی و گندم دیم جو دیم، گندم دیم است. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از تحقیق و به‌منظور مدیریت کارآمد تولید و عملکرد بهتر، محصول‌های کشاورزی در اقلیم و زیراقلیم‌ها در کشور پیشنهاد می‌شود. تدوین الگوی کشت جامع و تخصیص نوع کشت و تولید محصول‌ها در اقلیم و زیراقلیم با درنظر گرفتن بیشترین ضریب واکنش عملکرد محصول‌ها بررسی بهره‌برداری بیشتر محصول‌های یادشده صورت پذیرد.

**طبقه‌بندی JEL:** Q 54, Q13, Q00, Q16

**واژه‌های کلیدی:** بارش، تابع واکنش عملکرد، دما، عملکرد محصولات کشاورزی.

[۱] به ترتیب: دانشجو دکترا اقتصاد کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، دانشیار(نویسنده مسئول) گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه تهران، دانش آموخته ارشد اقتصاد کشاورزی و استاد گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

Email: dourandish@um.ac.ir

## مقدمه

استفاده‌ی 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 آشکاری در اقلیم کرۀ زمین به وجود آید. بارزترین پیامدهای تغییر اقلیم عبارت از افزایش میانگین دمای کرۀ زمین، افزایش پدیده‌های حدّی اقلیمی مانند سیل، توفان، تگرگ، امواج گرمایی، افزایش سطح آب دریاها، ذوب شدن یخ‌های قطبی و درنتیجه افزایش فراوانی، شدت و طول دوره خشک‌سالی‌هاست. افزایش این رخدادها در سال‌های اخیر به دغدغۀ اصلی اقلیم‌شناسان و سران کشورهای جهان تبدیل‌شده است، به‌گونه‌ای که امروزه از تغییر اقلیم به‌عنوان یکی از مهم‌ترین چالش‌های زیست‌محیطی سده بیست و یکم یاد می‌شود (ریدسما و همکاران[1]، ۲۰۰۹). اقلیم بیانگر میانگین درازمدت فرا سنج‌های هواشناسی مانند دما، رطوبت، بارندگی، نور و باد است که تغییرپذیری‌های هریک از این فرا سنج‌ها باعث ایجاد تغییر در اقلیم می‌شوند (اسمعیل‌نژاد و خاشعی سیوکی، ۱۳۹۷). بنا بر یافته‌های هیئت بین‌الدولی تغییر اقلیم (IPCC, ۲۰۰۷)[2]، پیامدهای تغییر اقلیم بر منابع آب شامل هر دو طرف عرضه و تقاضای آن است. در این گزارش تغییر الگوی زمانی و منطقه‌ای بارش، افزایش تبخیر سطحی و تعرق گیاهی، افزایش فراوانی و شدت پدیده‌های حدی اقلیمی مانند سیل و خشک‌سالی، اختلال‌های فصلی در تأمین آب، افزایش آلودگی آب و سرانجام حساسیت رژیم هیدرولوژیکی رودخانه‌ها از مهم‌ترین تأثیرگذاری‌های تغییر اقلیم در طرف عرضۀ آب یادشده است. در بخش تقاضای آب نیز اثرگذاری‌هایی مانند افزایش اراضی زیر کشت آبی (به دلیل آسیب‌پذیری کمتر محصول‌های آبی به تغییر اقلیم و درنتیجه سودآوری بیشتر)، افزایش نیاز آبی در هر هکتار کشت گیاهان، افزایش تقاضای آب شهری، کاهش کارایی سامانه خنک‌کنندگی آب در بخش صنعتی و فشار نا مستقیم ناشی از افزایش مصرف انرژی بر بخش آب از عمده‌ترین عامل‌ها برشمرده شده است.در این میان بخش کشاورزی وابسته‌ترین بخش اقتصادی به اقلیم است و اقلیم تعیین‌کننده اصلی مکان، منبع‌های تولید و بهره‌وری فعالیت‌های کشاورزی است (ریلی[3]، ۱۹۹۹).

---

[1] Redsma et al

[2] Intergovernmental panel of climate change (IPCC)

[3] Reilly

به دیگر سخن، بخش کشاورزی به دلیل وابستگی‌اش به وضعیت منابع آب، دما و رطوبت آسیب پذیرترین بخش نسبت به تغییر اقلیم است (مؤمنی و زیبایی، ۱۳۹۲). ازاین‌رو یکی از مهم‌ترین جنبه‌های مسئله‌ی گرمایش کرۀ زمین اثر آن بر منابع آب و تولید مواد غذایی است و در سال‌های اخیر محور اصلی بحث‌های سیاسی و پروژه‌های علمی و تحقیقاتی اجلاس‌های جهانی دربارۀ تغییر اقلیم، موضوع آب و راهبردهای تطبیقی در این بخش بوده است (بتس و همکاران[1]، ۲۰۰۸).شناخت نوسان های زمانی و مکانی فرا سنج‌های اقلیمی (مانند دما، بارش، رطوبت نسبی و ...) و تأثیر آن بر بخش کشاورزی بررسی مدیریت منبع‌های کشاورزی و در پیش گرفتن راهبردهای مناسب بسیار ضروری است. بارش از طریق تأمین رطوبت موردنیاز گیاه به‌طور مستقیم بر تولید محصول دیم بسیارمؤثر است و از طریق تغذیه منابع آب سطحی و زیرزمینی تولید محصول‌های کشاورزی آبی را به‌طور نا مستقیم تحت تأثیر قرار می‌دهد (فهریر[2]، ۲۰۰۳). بنابراین در این پژوهش به بررسی ضریب‌های واکنش عملکرد تولید محصول‌های کشاورزی منتخب در اقلیم و زیر اقلیم‌های کشاورزی پرداخته خواهد شد. در زمینه تغییرپذیری‌های اقلیمی و عملکرد تولید محصول کشاورزی ناشی از آن بررسی و ارزیابی‌های متفاوتی صورت پذیرفته است که در ادامه به برخی از این مطالعات اشاره خواهد شد.

دشتی و همکاران (۱۳۹۷) در بررسی‌های خود با عنوان " اندازه‌گیری ریسک عملکرد ناشی از تغییر اقلیم در گندم دیم شهرستان اهر": کاربرد رهیافت ارزش در معرض خطر آب‌وهوا با استفاده از دادهای هواشناسی در دوره ۲۰۱۵-۱۹۸۶ و عملکرد سال‌های زراعی ۹۴-۱۳۷۰ شهرستان اهر انجام دادند. نتایج نشان داد که بر مبنای تغییر متغیرهای آب و هوایی، میانگین عملکرد در دوره آتی افزایش می‌یابد. همچنین تبخیر و تعرق یکی از متغیرهایی است که موجب افزایش ریسک عملکرد می‌شود؛ ازاین‌رو برای کاهش تبخیر و تعرق از سطح خاک استفاده از خاک‌پوش‌های طبیعی و مصنوعی به کشاورزان توصیه می‌شود. جنت صادقی و همکاران (۱۳۹۷)، در بررسی‌های خود با عنوان "بررسی عامل‌های مؤثر بر عملکرد کشت و تولید محصول‌های راهبردی کشاورزی (گندم و جو) در استان خراسان رضوی" با استفاده از الگو جاست و پاپ انجام دادند. نتایج نشان داد، یک میلی‌متر افزایش

[1] Bates et al
[2] Fuhrer

لگاریتم بارش سبب افزایش میانگین عملکرد محصول‌های گندم آبی و دیم و جو آبی و کاهش عملکرد جو دیم می‌شود. افزایش یک درجه سلسیوس در لگاریتم میانگین بیشینه دما نیز سبب کاهش در میانگین عملکرد گندم و جو آبی و افزایش عملکرد گندم و جو دیم می‌شود؛ درنهایت محققان استفاده از ابزار مدیریتی ریسک شامل بیمه آب‌وهوا و به‌کارگیری رقم‌های بذر مقاوم به خشکی را پیشنهاد می‌کنند. پرهیزکاری و همکاران (۱۳۹۶)، در بررسی‌های خود به ارزیابی "اثرگذاری‌های تغییر اقلیم بر منابع آب در دسترس و تولیدهای کشاورزی در حوضه آبخیز شاهرود" پرداختند. بدین منظور از یک سامانه الگوسازی زیست فیزیکی- اقتصادی برای تحلیل اثرگذاری‌های تغییر اقلیم استفاده شد. نتایج تحقیقات نشان دادند، تغییر اقلیم ناشی از کاهش بارش منجر به کاهش منابع آب در دسترس، افزایش ارزش اقتصادی آب آبیاری، کاهش مجموع سطح زیر کشت و تولید محصول‌های آبی و کاهش سود ناخالص کشاورزان شده و به‌کارگیری روش‌های کم‌آب یاری، تعیین نرخ آب‌بها، آیش‌گذاری اراضی و ارائه تسهیلات به کشاورزان برای تجهیز کشتزارها به سامانه‌های نوین آبیاری پیشنهاد شد. امیر نژاد و اسد پور کردی (۱۳۹۶)، نیز در بررسی‌های خود با عنوان " بررسی اثرگذاری‌های تغییر اقلیم بر تولید گندم ایران " انجام دادند. داده‌ها به‌صورت سالانه و برای یک دوره ۵۰ ساله با استفاده از الگوی خود رگرسیونی با وقفه توزیعی برآورد شده است. نتایج نشان داد، هم در کوتاه‌مدت و هم در بلندمدت متغیرهای اقلیمی به همراه سطح زیر کشت رابطه‌ای مثبت و معنی‌دار با تولید گندم داشته و متغیرهای بذر و سرمایه ثابت در ماشین‌ها و ادوات معنی‌دار نشده است. در بلندمدت با افزایش یک درصد در متغیرهای اقلیمی با فرض ثابت بودن دیگر شرایط، کم‌تر از یک درصد به ترتیب ۰/۳۸ و ۰/۲۱ درصد بر میزان تولید گندم افزوده می‌شود. پرهیزکاری (۱۳۹۶) "اثرگذاری‌های نابهنگامی تغییر اقلیم بر تولیدهای کشاورزی و وضعیت درآمدی کشاورزان در اراضی پایین‌دست سد طالقان" را بررسی کردند. به این منظور از الگو برنامه‌ریزی ریاضی خطی استفاده شد. نتایج این پژوهش نشان داد که با دو درجه افزایش دما و پانزده میلی‌متر کاهش بارش درمجموع بازده ناخالص کشاورزان نسبت به سال پایه ۵/۱۶ درصد کاهش می‌یابد. میسیو و کوتسومانز[۱] (۲۰۲۱)، به بررسی اثر تغییرپذیری اقلیم بر امنیت غذایی پرداخته‌اند. در این پژوهش مروری با مقایسه نتایج بررسی‌های

---

[۱] .Misiou and Koutsoumanis

مختلف در این زمینه به این نتیجه دست یافتند که تغییر اقلیم بر امنیت غذایی تاثیر دارد و برای بررسی دقیق‌تر این موضوع نیازمند رویکرد و روش‌های بین رشته‌ای است. اویما و همکاران[۱] (۲۰۲۱)، به بررسی تغییرپذیری‌های اخیر آب و هوایی در دشت‌های بزرگ و شیوه‌های مدیریتی آن پرداخته‌اند. این پژوهش با استفاده از روش‌های توصیفی و ارزیابی رفتار جامعه‌های روستایی بر مبنای مصاحبه صورت گرفته است. تلاش‌های اخیر تحقیق و ارزیابی تغییرپذیری‌های آب و هوایی کنونی و پیش بینی شده در دشت‌های بزرگ نشان می‌دهد که جامعه‌های روستایی و اکوسیستم‌ها نسبت به تغییرپذیری‌های مرتبط با روند گرم شدن زمین، خشکسالی و افزایش تنوع در بارندگی، آسیب پذیرتر می‌شوند. این تغییرپذیری‌های آب و هوایی تأثیرگذاری‌های متفاوتی بر بوم سامانه‌ها دارند که برای کشاورزان معیشتی بسیار مهم و حیاتی است. یان و همکاران[۲] (۲۰۱۸)، در پژوهشی "اثرگذاری‌های تغییرپذیری‌های آب و هوایی بر آبیاری، تولید محصول در شمال شرقی چین و پیامدهای آن برای مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای" 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. بنا بر 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 با افزایش سطح‌زیرکشت محصول ذرت و سطح زیرکشت محصول برنج کاهش می‌یابد. درنتیجه، کل تولید محصول‌ها و سود به آشکار کاهش خواهد یافت. کارین باروتو و همکاران[۳] (۲۰۱۷)، در پژوهشی با عنوان "تغییرپذیری‌های اقلیمی و تأثیر آن بر نظام های بازار کشاورزی (نمونه‌ای از بازار نپال) " با استفاده از الگو فضایی به بررسی تغییرپذیری‌های اقلیمی جاری و پیش‌بینی آب‌وهوا برای منطقه‌های مختلف نپال پرداخته‌اند. برای تحلیل دقیق‌تر، محصول‌ها را به زیر بخش‌های موز، زغال چوب، قهوه، ماکادامی، نارنج، سبزی‌ها و گردو تقسیم کرده‌اند. نتایج نشان می‌دهند که دما و میزان بارندگی بسته به منطقه‌های آب و هوایی متفاوت است و تغییرپذیری‌های آب و هوایی پاسخ‌های مختلفی را از عملکرد بازار در میان هر یک از زیربخش‌های مختلف به وجود می‌آورد. این بررسی با مبنا قرار دادن تغییرپذیری‌های آب و هوایی و

---

۱ Ojima et al.

2 Yan et al

3 Karin et al

میزان تأثیر آن بر افزایش عملکرد محصول‌های گندم و جو به‌صورت تفکیکی آبی و دیم انجام شده است درحالی‌که دیگر مطالعات صورت گرفته در این زمینه، تحقیق و بررسی خود را بر پایه سود و درآمد یا میزان تولیدهای محصول‌های کشاورزی بدون تفکیک کردن محصول‌ها بر مبنا آبی و دیم انجام داده‌اند. درنهایت در این بررسی شرایط اقلیمی ایران از روش برآورد تابع واکنش عملکرد استفاده خواهد شد.

## روش تحقیق

از موارد موردنیاز دستیابی به میزان اثرهای فیزیکی تغییر اقلیم (تغییر دما و بارش) بر عملکرد محصول‌های کشاورزی است که از آن به‌عنوان ضریب‌های پاسخ عملکرد نام‌برده می‌شود. این ضریب بیانگر این مطلب است که درصورتی‌که یک درصد دما یا بارش تغییر کنند عملکرد محصول‌های کشاورزی چند درصد تغییر می‌کنند. بررسی‌های زیادی اثرگذاری‌های تغییر اقلیم را بر عملکرد محصول‌ها برآورد کرده‌اند. با این وجود اغلب این بررسی‌ها تمرکز خود را روی یک محصول گذاشته‌اند. برای مثال می‌توان به بررسی‌های لی و همکاران[1] (۲۰۱۱)؛ روی سورگوم و هولدن و همکاران[2] (۲۰۰۳)؛ که در زمینه جو و سیب‌زمینی بررسی کرده‌اند، اشاره کرد. بررسی‌هایی که اثر تغییر اقلیم بر عملکرد چند محصول را لحاظ کرده باشند، کمتر دیده‌شده است (مؤمنی و زیبایی، ۱۳۹۲). بنابراین در این تحقیق با توجه به داده های موجود، برای هر یک از محصول‌های گندم آبی و دیم، جو آبی و دیم و ذرت دانه‌ای در ۶ اقلیم و زیر اقلیم مختلف یک الگوی رگرسیونی عملکرد و با استفاده از داده های دوره‌ی زمانی ۹۴-۱۳۶۱، برآورد می‌شود. در این مدل رگرسیونی، با استفاده از متغیرهای اقلیمی و غیراقلیمی اثرگذاری‌های فیزیکی تغییر اقلیم بر عملکرد محصول بررسی می‌شود. دما و بارندگی به‌عنوان عامل‌های اقلیمی اصلی و روند زمانی به‌عنوان شاخصی از پیشرفت فنّاوری طی زمان در نظر گرفته می‌شود. تأثیر دیگر عامل‌های مؤثر بر عملکرد نیز به جزء اخلال واگذار شد و به‌منظور برآورد کشش متغیرهای اقلیمی، همه متغیرها به‌جز متغیر روند زمانی، به شکل لگاریتمی در نظر گرفته شدند. شکل کلی مدل رگرسیونی به‌صورت زیر است (مؤمنی و زیبایی، ۱۳۹۲):

---

[1] Li et al
[2] Holden et al

$$Ln\ Y_t = f(Lntemp_t, Lnrain_t, time) + \varepsilon \qquad (1)$$

که در آن:LnYt لگاریتم میانگین عملکرد محصول در سال t ام، Lntempt لگاریتم میانگین دما در سال t ام، Lnraint لگاریتم میانگین بارش در سال t ام، time روند زمانی و به‌عنوان شاخصی از پیشرفت فنّاوری طی زمان در نظر گرفته‌شده، $\varepsilon$ جزء اخلال شکل‌های تابعی که در بررسی‌های مختلف برای متغیرهای اقلیمی استفاده‌شده، متفاوت است. از جمله برخی بررسی‌ها از هر دو شکل خطی و درجه‌دو برای متغیرهای اقلیمی در مدل رگرسیونی عملکرد استفاده کرده‌اند. در مدل‌های ریکاردین نیز برای اندازه‌گیری اثر تغییر اقلیم بر رانت زمین کشاورزی، فرض می‌شود که رابطه بین درآمد و متغیرهای اقلیمی U شکل است. در نتیجه ترکیبی از شکل تابعی خطی و درجه دو از متغیرهای اقلیمی در نظر گرفته می‌شود. در یک جمع‌بندی کلی از نتایج بررسی‌ها درباره‌ی چگونگی لحاظ کردن متغیرهای اقلیمی، در سطح و توان دوم آن‌ها توافقی وجود نداردمنطقه مورد نظر تحقیق، کل کشور می‌باشد. کشور ایران دارای گستره‌ای بالغ بر ۱۶۴۸۰۰۰ کیلومترمربع و بین ۲۵ تا ۴۰ درجه عرض شمالی و ۴۴ تا ۶۴ درجه طول شرقی قرار دارد. در این تحقیق اقلیم و زیراقلیم‌های بر مبنای روش دومارتن اصلاح شده در بررسی علی بخشی و همکاران شامل خشک گرم، خشک سرد، خشک معتدل، نیمه‌خشک گرم، نیمه‌خشک سرد و نیمه‌خشک معتدل درنظر گرفته شده است اما با توجه به شرایط آب و هوایی، ۵/۷۲ درصد از گستره کشور اقلیم مدیترانه‌ای، ۲/۷۵ درصد مرطوب، ۱/۸۳ درصد نیمه مرطوب و ۴ /۱۲ درصد اقلیم بسیار مرطوب، ۴۴/۳۹ درصد اقلیم خشک و ۴۱/۱۹ درصد نیمه‌خشک می‌باشد. همچنین اقلیم خشک و نیمه‌خشک حدود ۸۵/۵۸ درصد از کل گستره ایران را به خود اختصاص داده است. همین عامل سبب شده است که تنها این دو اقلیم در این پژوهش موردتوجه و بررسی قرار گیرد (علی بخشی و همکاران، ۱۳۹۸). از داده‌های مربوط به محصول‌های (گندم آبی و دیم، جو آبی و دیم و ذرت دانه‌ای) کشاورزی به تفکیک اقلیم و زیر اقلیم‌های مختلف کشور استفاده خواهد شد. بدین منظور به داده‌های میانگین عملکرد، محصول‌های گندم آبی و دیم، جو آبی و دیم، ذرت دانه‌ای، میانگین بارش و میانگین دما نیاز است که از آمارنامه‌های جهاد کشاورزی، سایت هواشناسی کشور و دیگر منبع‌های کتابخانه‌ای و اینترنتی و مراجعه حضوری استخراج‌شده است. دوره زمانی داده‌های مورداستفاده در این بررسی و ارزیابی متفاوت است. در این راستا از نرم‌افزار Eviews برای محاسبه ضریب واکنش عملکرد استفاده‌شده است.

## نتایج و بحث

## گروه‌بندی محصول‌های زراعی و باغی عمده تولیدشده در کشور

برای انتخاب محصول‌های موردنظر در تحقیق از تقسیم‌بندی صورت گرفته توسط وزارت جهاد کشاورزی استفاده شد. در آمارنامه جهاد کشاورزی محصول‌های زراعی به ۶ گروه غلات، حبوبات، سبزی‌ها، محصول‌های جالیزی، محصول‌های صنعتی و محصول‌های علوفه‌ای و همچنین محصول‌های باغی نیز به ۵گروه میوه‌های دانه‌دار، میوه‌های هسته‌دار، میوه‌های دانه‌ریز، میوه‌های خشک و میوه‌های نیمه گرمسیری تقسیم‌بندی شده‌اند. محصول‌های قرارگرفته در هر گروه در جدول ۱ آورده شده است.

**جدول(۱) گروه‌بندی محصول‌های زراعی و باغی عمده تولیدشده در کشور**

**Table (1) Grouping of Major Agricultural and Horticultural Products Produced In Iran**

| ردیف<br>Raw | محصول‌های<br>Products | گروه<br>Group | محصولات<br>Products |
|---|---|---|---|
| ۱ | زراعی<br>crop | غلات<br>Cereals | گندم، جو، ذرت دانه‌ای، برنج<br>Wheat, Barly, Maize, Rice. |
| ۲ | | حبوبات<br>Beans | لوبیا، نخود<br>Beans, peas |
| ۳ | | سبزی‌ها<br>Vegetables | گوجه‌فرنگی، پیاز، سیب‌زمینی<br>Tomoates, Onison, Potatoes |
| ۴ | | محصول‌های جالیزی<br>Cucurbitaceae Products | خیار، خربزه، هندوانه<br>Cucumber, Melon, Watermelon |
| ۵ | | محصول‌های صنعتی<br>Industrial Products | چغندر، کلزا<br>Beets, Rapeseed |
| ۶ | | گیاهان علوفه‌ای<br>Forage plants | یونجه، ذرت علوفه‌ای<br>Alfalfa, Fodder Corn |

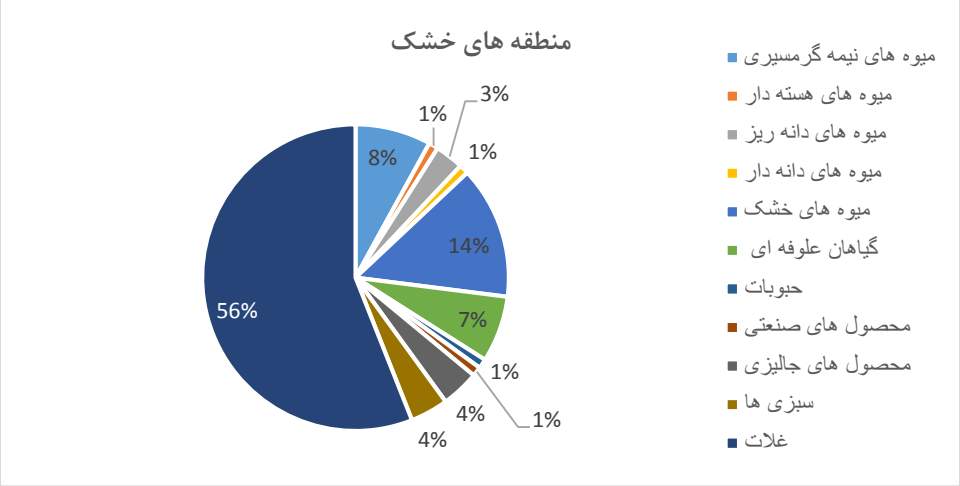
**ادامه جدول(۱) گروه‌بندی محصول‌های زراعی و باغی عمده تولیدشده در کشور**

**Table (1) Grouping of Major Agricultural and Horticultural Products Produced In Iran**

| ردیف Raw | محصول‌های Products | گروه Group | محصولات Products |
|---|---|---|---|
| ۷ | | میوه‌های دانه‌دار Seeded Fruits | سیب، گلابی Apples, Pears |
| ۸ | | میوه‌های هسته‌دار Stone Fruit Crops | گیلاس، آلبالو، هلو، آلو، شلیل Cherries, Sour Cherries, Peaches, Plums, Nectarines |
| ۹ | باغی Horticultural | میوه‌های دانه‌ریز Berry Fruit | انگور Grapes |
| ۱۰ | | میوه‌های خشک Dried Fruits | فندق، گردو، پسته، بادام Hazelnuts, Walnuts, Pistachios, Almonds |
| ۱۱ | | میوه‌های نیمه گرمسیری Subtropical Fruits | نارنگی، پرتقال، خرما، انار، زیتون Tangerines, Oranges, Dates, Pomegranates, Olives |

**منبع: وزارت جهاد کشاورزی**

با توجه به اینکه در این پژوهش تنها منطقه‌های خشک و نیمه‌خشک بررسی می‌شوند، لذا در هر اقلیم و زیر اقلیم مهم‌ترین محصول‌های از بین محصول‌های زراعی و باغی انتخاب شد. در نمودارهای ۱ و۲ تقسیم‌بندی محصول‌ها به ترتیب در منطقه‌های خشک و نیمه‌خشک آورده شده است.

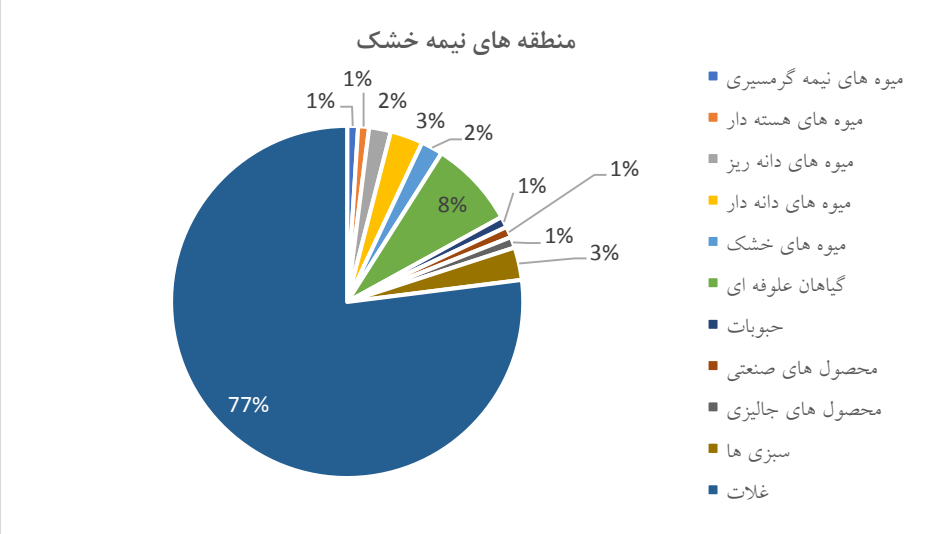



**نمودار(۱)تقسیم‌بندی محصول‌های زراعی و باغی در منطقه‌های خشک ایران در سال زراعی ۱۳۹۴**

**Graph (1) Division of Agricultural and Horticulture Product in Arid Regions of Iran in 2015 Year**

همان‌گونه که در نمودار ۱، ملاحظه می‌شود، در سال زراعی ۱۳۹۴ سطح زیر کشت محصول‌های زراعی و باغی در منطقه‌های خشک به ترتیب مربوط بـه غـلات ۵۶ درصد، سبزی‌ها ۴ درصد، محصول‌های جالیزی ۴ درصد، محصول‌های صنعتی و حبوبات هرکدام یک درصد، گیاهان علوفه‌ای ۷ درصد، میوه‌های خشک ۱۴ درصد، میوه‌های دانه‌دار و هسته‌دار هرکدام یک درصد، میوه‌های دانه‌ریز ۳ درصد، میوه‌های نیمه گرمسیری ۸ درصد بوده است.

همچنین در نمودار ۲، در سال زراعی ۱۳۹۴ سطح زیر کشت در منطقه‌های نیمه‌خشک کشور مربوط بـه غـلات ۷۷ درصد، سبزی‌ها ۳ درصد، محصول‌های جالیزی، محصول‌های صنعتی حبوبات هرکدام یک درصد، گیاهان علوفه‌ای ۸ درصد، میوه‌های خشک ۲ درصد، میوه‌های دانه‌دار میوه‌های دانه‌ریز هرکدام ۳ درصد، میوه‌های هسته‌دار میوه‌های نیمه گرمسیری نیز هرکدام یک درصد بوده است.




**نمودار (۲) تقسیم‌بندی محصول‌های زراعی و باغی در مناطق نیمه‌خشک ایران در سال زراعی ۱۳۹۴**

**Graph 1. Division of Agricultural and Horticulture Product in Semi-Arid Regions of Iran in 2015 Year**

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود محصول‌های غلات ۵۶ و ۷۷ درصد از سطح زیر کشت را به ترتیب در منطقه‌های خشک و نیمه‌خشک شامل می‌شوند. بنابراین در این پژوهش، تنها محصول‌های غلات بررسی و ارزیابی می‌شوند و ازاین‌بین، پنج محصول (گندم آبی و دیم، جو آبی و دیم و ذرت دانه‌ای) که دارای بالاترین سطح زیر کشت می‌باشند، انتخاب‌شده‌اند. علت انتخاب نشدن محصول برنج به دلیل نبود آمار و داده‌های سطح زیر کشت، نیاز آبی و عملکرد این محصول در منطقه‌های خشک و نیمه‌خشک می‌باشد.

## تابع واکنش عملکرد

برای بررسی اثرگذاری‌های تغییر اقلیم بر عملکرد محصول‌ها از تابع واکنش عملکرد استفاده شد. با توجه به ضریب‌های کششی که از برآورد تابع‌های عملکرد به دست می‌آید، عملکرد محصول‌های منتخب شبیه‌سازی می‌شود. به این صورت که در هر پیش‌فرض(سناریو،) درصد تغییرپذیری‌های پیش‌بینی‌شده‌ی متغیرهای اقلیمی مانند دما و بارش در کشش مربوط به آن‌ها ضرب می‌شود و آن گاه میزان تغییرپذیری‌های عملکرد در هکتار برحسب درصد در سناریوهای اقلیمی برای محصول‌های منتخب شبیه‌سازی می‌شود. سپس تغییرپذیری‌های عملکرد ناشی از تغییر اقلیم در سناریوهای در دست بررسی به عملکرد سال پایه اضافه می‌شود و میزان‌های به‌دست‌آمده عملکرد محصول در هر سناریو را نشان می‌دهد (مؤمنی و زیبایی، ۱۳۹۲).

بارش و دما به‌عنوان عامل‌های دسترس‌پذیر و بسیار مهم اقلیمی می‌باشدند که برای تابع واکنش عملکرد در نظر گرفته‌شده‌اند. ازآنجایی‌که عامل‌های تبخیر و رطوبت نسبی با عامل دما ایجاد همخطی کردند که این موضوع بیانگر ارتباط شدید این عامل‌ها به دما بوده که در این تحقیق عامل‌های تبخیر و رطوبت نسبی به‌طور مستقیم در تابع واکنش عملکرد در نظر گرفته نشد. نتایج محاسبه ضریب‌های واکنش عملکرد محصول‌های زراعی در اقلیم و زیر اقلیم‌های موردبررسی (خشک گرم، خشک سرد، خشک معتدل، نیمه‌خشک گرم، نیمه‌خشک سرد و نیمه‌خشک معتدل) نسبت به متغیرهای اقلیمی (بارش و دما) در جدول ۲ ارائه‌شده است.

ضریب واکنش عملکرد به بارش و دما نشانگر آن است که با یک درصد افزایش بارش یا دما چند درصد عملکرد محصول تغییر می‌یابد، به‌عنوان‌مثال برای اقلیم و زیر اقلیم خشک گرم، با یک درصد

کاهش در بارش عملکرد گندم آبی ۰/۴۹۸ درصد کاهش می‌یابد و دیگر محصول‌ها در اقلیم و زیر اقلیم‌های مختلف نیز مانند بالا تفسیر می‌شود. همان‌طور که در جدول بالا مشاهده می‌شود در اقلیم و زیر اقلیم نیمه‌خشک سرد بیشترین ضریب واکنش عملکرد به بارش مربوط به گندم دیم با میزان۱/۲۲۵ درصد است. بیشترین ضریب واکنش عملکرد به دما در اقلیم و زیر اقلیم نیمه‌خشک سرد نیز مربوط به گندم دیم با میزان ۱/۴۲۱ درصد است. بیشترین ضریب واکنش عملکرد به بارش در اقلیم و زیر اقلیم نیمه‌خشک گرم مربوط به گندم آبی با میزان ۱/۵۲۳ درصد و بیشترین ضریب واکنش عملکرد به دما نیز مربوط به جو دیم با میزان ۱/۵۷۶ درصد است. همچنین بیشترین ضریب واکنش عملکرد به بارش در اقلیم و زیر اقلیم نیمه‌خشک معتدل مربوط به گندم دیم با میزان ۱/۳۰۲ درصد و بیشترین ضریب واکنش عملکرد به دما نیز مربوط به گندم آبی با میزان ۱/۱۵۱ درصد است. در اقلیم و زیر اقلیم خشک سرد بیشترین ضریب واکنش عملکرد به بارش مربوط به جو دیم با میزان ۱/۲۶۶ درصد و بیشترین ضریب واکنش عملکرد به دما نیز مربوط به گندم دیم با میزان ۱/۶۹۱ درصد است. در اقلیم و زیر اقلیم خشک گرم بیشترین ضریب واکنش عملکرد به بارش مربوط به جو دیم با میزان ۲/۷۳۷ درصد و بیشترین ضریب واکنش عملکرد به دما نیز مربوط به جو دیم با میزان ۲/۴۵۹ درصد است. بیشترین ضریب واکنش عملکرد به بارش در اقلیم و زیر اقلیم خشک معتدل مربوط به گندم دیم با میزان ۱/۰۶۶ درصد و بیشترین ضریب واکنش عملکرد به دما نیز مربوط به گندم دیم با میزان ۱/۷۸۳ درصد است و تنها محصولی که نسبت به تغییرپذیری‌های بارش واکنش معکوس دارد ذرت دانه‌ای است که با نتایج بررسی های چنگ[1] (۲۰۰۲) و مؤمنی و زیبایی (۱۳۹۲) همخوانی دارد.

همان‌گونه که در جدول شماره (۲) مشاهده می‌شود، ضریب متغیر دما در مدل‌های مربوط به گندم دیم در اقلیم و زیر اقلیم‌های نیمه‌خشک گرم، نیمه‌خشک معتدل و خشک معتدل و جو دیم در اقلیم و زیر اقلیم‌های نیمه‌خشک گرم و خشک گرم و ذرت دانه‌ای 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 معنی‌دار نشدند.

[1] Chang

**جدول (۲) ضریب‌های واکنش عملکرد محصول‌های موردبررسی در اقلیم و زیر اقلیم‌های مختلف کشور طی سال‌های ۹۴-۱۳۶۱**

**Table (2) Yield Coefficients of the Studied Products in Different Climates and Sub-Climates in Iran During 1982-2015**

| اقلیم و زیر اقلیم<br>Climate and sub-climate | محصول<br>Product | بارش<br>precipitation | دما<br>Temperature | روند زمانی<br>Time trend | ضریب تعیین<br>$R^2$ | آمار دوربین واتسون<br>D.W |
|---|---|---|---|---|---|---|
| نیمه‌خشک سرد<br>Cold semi-dry | گندم آبی<br>Wheat Irrigated | ۰/۹۴۱<br>(۰/۰۰۴۴) | ۰/۸۴۷<br>(۰/۰۲۹۸) | ۰/۰۰۷۶۱۹<br>(۰/۰۴۰۷) | ۰/۳۴ | ۱/۳۱ |
| | گندم دیم<br>Rainfed Wheat | ۱/۲۲۵<br>(۰/۰۵۳۶) | ۱/۴۲۱<br>(۰/۰۶۴۷) | ۰/۰۲۰۷۲۲<br>(۰/۰۰۶۶) | ۰/۳۰ | ۱/۴۱ |
| | جو آبی<br>Irrigated Barley | ۰/۵۶۲<br>(۰/۰۲۱۷) | ۰/۸۵۰<br>(۰/۰۰۱۵) | - | ۰/۴۱ | ۱/۵۴ |
| | جو دیم<br>Rainfed wheat | ۰/۶۶۸<br>(۰/۰۸۱۴) | ۰/۹۹۳<br>(۰/۰۳۵۲) | ۰/۰۱۴۸۳۲<br>(۰/۰۰۱۷) | ۰/۳۵ | ۱/۹۱ |
| | ذرت دانه‌ای<br>Maize | ۰/۳۳۴<br>(۰/۰۷۰۱) | ۰/۹۸۲<br>(۰/۰۰۰۱) | ۰/۰۰۸۸۴۲<br>(۰/۰۰۰۲) | ۰/۵۲ | ۱/۵۴ |
| نیمه‌خشک گرم<br>Warm semi-dry | گندم آبی<br>Wheat Irrigated | ۱/۵۲۳<br>(۰/۰۰۶۵) | ۰/۸۴۲<br>(۰/۰۹۶۳) | ۰/۰۱۵۵۹۲<br>(۰/۰۴۴۰) | ۰/۴۵ | ۱/۶۷ |
| | گندم دیم<br>Rainfed Wheat | ۱/۲۳۴<br>(۰/۰۶۱۹) | ۰/۹۴۱<br>(۰/۱۸۵۸) | ۰/۰۳۰۳۹۵<br>(۰/۰۰۱۰) | ۰/۳۷ | ۱/۴۴ |
| | جو آبی<br>Irrigated Barley | ۱/۲۰۸<br>(۰/۰۶۲۷) | ۱/۴۶۹<br>(۰/۰۴۰۴) | ۰/۰۳۱۷۱۶<br>(۰/۰۰۰۵) | ۰/۴۰ | ۱/۷۳ |
| | جو دیم<br>Rainfed wheat | ۰/۵۰۵<br>(۰/۰۶۹۸) | ۱/۵۷۶<br>(۰/۱۱۷۷) | ۰/۰۲۴۹۱۳<br>(۰/۰۰۰۳) | ۰/۳۳ | ۱/۷۰ |
| | ذرت دانه‌ای<br>Maize | -۱/۲۴۴<br>(۰/۰۰۱۰) | ۰/۶۳۵<br>(۰/۰۸۱۱) | - | ۰/۳۹ | ۱/۹۹ |

**ادامه جدول (۲) ضریب‌های واکنش عملکرد محصول‌های موردبررسی در اقلیم و زیر اقلیم‌های مختلف کشور طی سال‌های ۹۴-۱۳۶۱**

**Table (2) Yield Coefficients of the Studied Products in Different Climates and Sub-Climates in Iran During 1982-2015**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| نیمه‌خشک معتدل Moderate semi-dry | گندم آبی Wheat Irrigated | ۰/۴۱۴ (۰/۰۳۴۴) | ۱/۱۵۱ (۰/۰۰۰۰) | ۰/۰۱۰۹۷۴ (۰/۰۰۰۵) | ۰/۷۱ | ۱/۴۳ |
| | گندم دیم Rainfed Wheat | ۱/۳۰۲ (۰/۰۴۳۲) | ۰/۸۶۶ (۰/۱۳۹۰) | ۰/۰۱۶۰۵۰ (۰/۰۵۶۸) | ۰/۳۲ | ۱/۴۸ |
| | جو آبی Irrigated Barley | ۱/۲۹۴ (۰/۰۰۰۲) | ۰/۷۰۵ (۰/۰۲۱۱) | ۰/۰۱۷۴۸۸ (۰/۰۰۰۷) | ۰/۷۰ | ۱/۸۸ |
| | جو دیم Rainfed wheat | ۰/۶۲ (۰/۰۹۶۸) | ۱/۱۰۷ (۰/۰۰۸۷) | ۰/۰۱۱۷۵۹ (۰/۰۱۶۳) | ۰/۳۲ | ۱/۸۲ |
| | ذرت دانه‌ای Maize | -۰/۴۱۶ (۰/۰۷۲۴) | ۰/۷۹۷ (۰/۰۷۵۴) | ۰/۰۱۸۹۰۵ (۰/۰۰۰۰) | ۰/۶۳ | ۱/۸۲ |
| خشک سرد Cold dry | گندم آبی Wheat Irrigated | ۰/۵۶۰ (۰/۰۰۱۸) | ۰/۲۶۷ (۰/۰۸۹۷) | ۰/۰۰۴۲۱۸ (۰/۰۷۶۱) | ۰/۴۹ | ۱/۶۲ |
| | گندم دیم Rainfed Wheat | ۱/۰۳۹ (۰/۰۷۴۳) | ۱/۶۹۱ (۰/۰۰۰۱) | ۰/۰۲۴۲۳۶ (۰/۰۰۰۳) | ۰/۶۵ | ۱/۶۷ |
| | جو آبی Irrigated Barley | ۰/۳۵۴ (۰/۱۲۳۹) | ۰/۵۶۰ (۰/۰۱۱۵) | ۰/۰۰۵۳۹۹ (۰/۰۴۶۶) | ۰/۳۳ | ۲/۱۱ |
| | جو دیم Rainfed wheat | ۱/۲۶۶ (۰/۱۵۰۷) | ۱/۳۲۳ (۰/۰۳۰۳) | ۰/۰۱۶۸۵۵ (۰/۰۶۴۷) | ۰/۳۴ | ۱/۴۵ |
| | ذرت دانه‌ای Maize | -۱/۰۸۷ (۰/۰۹۱۰) | ۰/۹۴۵ (۰/۰۳۲۴) | ۰/۰۲۰۴۸۴ (۰/۰۰۳۴) | ۰/۴۲ | ۱/۵۴ |
| خشک گرم Hot dry | گندم آبی Wheat Irrigated | ۰/۴۹۸ (۰/۰۱۸۶) | ۰/۶۴۹ (۰/۰۰۶۱) | ۰/۰۰۸۶۸۸ (۰/۰۰۲۲) | ۰/۴۱ | ۱/۴۹ |
| | گندم دیم Rainfed Wheat | ۱/۵۴۱ (۰/۱۰۲۰) | ۱/۸۶۲ (۰/۰۷۲۹) | ۰/۰۴۹۵۵۶ (۰/۰۰۰۳) | ۰/۴۲ | ۱/۷۸ |
| | جو آبی Irrigated Barley | ۰/۵۹۲ (۰/۰۰۳۷) | ۱/۹۹۲ (۰/۰۴۵۹) | - | ۰/۲۷ | ۱/۸۶ |

**ادامه جدول (۲) ضریب‌های واکنش عملکرد محصول‌های موردبررسی در اقلیم و زیر اقلیم‌های مختلف کشور طی سال‌های ۹۴-۱۳۶۱**

**Table (2) Yield Coefficients of the Studied Products in Different Climates and Sub-Climates in Iran During 1982-201**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| خشک گرم Hot dry | جو دیم Rainfed wheat | ۲/۷۳۷ (۰/۰۵۶۴) | ۲/۴۵۹ (۰/۱۱۳۲) | ۰/۰۵۶۸۵۸ (۰/۰۰۳۴) | ۰/۳۲ | ۱/۳۹ |
| | ذرت دانه‌ای Maize | -۰/۳۷۱ (۰/۰۵۵۷) | ۰/۲۹۹ (۰/۱۱۹۲) | ۰/۰۲۴۲۴۵ (۰/۰۰۰۰) | ۰/۸۲ | ۲/۱۹ |
| خشک معتدل Moderate dry | گندم آبی Wheat Irrigated | ۰/۲۰۵ (۰/۰۱۶۷) | ۰/۶۷۸ (۰/۰۰۴۲) | ۰/۰۰۳۳۳۴ (۰/۰۷۶۷) | ۰/۴۰ | ۲/۰۶ |
| | گندم دیم Rainfed Wheat | ۱/۰۶۶ (۰/۰۷۳۸) | ۱/۷۸۳ (۰/۲۵۹۶) | ۰/۰۵۶۲۲۳ (۰/۰۰۰۱) | ۰/۴۱ | ۲/۱۰ |
| | جو آبی Irrigated Barley | ۰/۳۹۵ (۰/۰۷۱۲) | ۰/۶۰۹ (۰/۰۰۳۵) | - | ۰/۳۵ | ۱/۷۴ |
| | جو دیم Rainfed wheat | ۰/۷۵۱ (۰/۰۱۷۳) | ۱/۶۰۱ (۰/۰۰۶۶) | - | ۰/۴۲ | ۱/۷۲ |
| | ذرت دانه‌ای Maize | -۰/۲۷۴ (۰/۰۰۵۰) | ۰/۷۸۴ (۰/۰۰۸۵) | - | ۰/۳۱ | ۱/۳۴ |

منبع: یافته‌های تحقیق

اعدا داخل پرانتز سطح معنی‌داری ضرایب هستند. مدل رگرسیونی برای محصول جو آبی در اقلیم و زیر اقلیم‌های خشک گرم، نیمه‌خشک سرد و خشک معتدل و ذرت دانه‌ای در اقلیم و زیر اقلیم‌های نیمه‌خشک گرم و خشک معتدل و جو دیم در اقلیم و زیر اقلیم‌های خشک معتدل پس از روند زدایی برآورد شدند.(روند زمانی به عنوان شاخصی از پیشرفت فناوری طی زمان در نظر گرفته شده است که به عنوان یک متغیر مستغل در مدل وارد می‌گردد که به این کار روند زدایی گفته می‌شود.)

## نتیجه‌گیری و پیشنهادها

تولید محصول‌های غلات ۵۶ و ۷۷ درصد از سطح زیر کشت را به ترتیب در منطقه‌های خشک و نیمه‌خشک شامل می‌شوند. بنابراین در این پژوهش، تنها محصول‌های غلات بررسی و ارزیابی می‌شوند و ازاین‌بین، پنج محصول (گندم آبی و دیم، جو آبی و دیم و ذرت دانه‌ای) که دارای بالاترین سطح

زیر کشت می‌باشند، انتخاب‌شده‌اند. علت انتخاب نشدن محصول برنج به دلیل نبود آمار و داده‌های سطح زیر کشت، نیاز آبی و عملکرد این محصول در منطقه‌های خشک و نیمه‌خشک می‌باشد. در نهایت برای بررسی اثرگذاری‌های تغییر اقلیم بر عملکرد محصول‌ها از تابع واکنش عملکرد استفاده شد. ضریب واکنش عملکرد به بارش و دما نشانگر آن است که با یک درصد افزایش بارش یا دما چند درصد عملکرد محصول تغییر می‌یابد. به‌عنوان‌مثال برای اقلیم و زیراقلیم خشک گرم، با یک درصد کاهش در بارش عملکرد گندم آبی ۰/۴۹۸ درصد کاهش می‌یابد. نتایج گویای آن است که بیشترین ضریب واکنش عملکرد به بارش در اقلیم و زیراقلیم نیمه‌خشک سرد، نیمه‌خشک گرم، نیمه‌خشک معتدل، خشک سرد، خشک گرم و خشک معتدل به ترتیب مربوط به گندم دیم، گندم آبی، گندم دیم، جو دیم، جو دیم و گندم دیم است. افزون بر این بیشترین ضریب واکنش عملکرد به دما در اقلیم و زیر اقلیم نیمه‌خشک سرد، نیمه‌خشک گرم، نیمه‌خشک معتدل، خشک سرد، خشک گرم و خشک معتدل به ترتیب مربوط به گندم دیم، جو دیم، گندم آبی و گندم دیم جو دیم، گندم دیم است. بنابراین پیشنهادهای زیر ارائه می‌شود:

۱-باتوجه به آنکه بیشترین گستره کشور دارای اقلیم خشک و نیمه خشک است؛ شایسته است سازمان جهادکشاورزی طی تصمیم‌گیری‌های بین سازمانی سعی بر آن کند که تولیدکنندگان این منطقه‌ها را به سمت محصول‌های با عملکرد بالاتر راهنمایی و تشویق کند.

۲-با توجه به عملکرد متفاوت محصول‌ها در اقلیم‌های مختلف ضرورت دارد وزارت جهاد کشاورزی با همکاری دیگر سازمان‌ها سعی در تدوین و اجرای الگوی کشت جامع بهینه گردد و در این الگوی کشت به تولید محصول‌های با عملکرد بالا در اقلیم‌های مختلف به‌ویژه اقلیم‌های خشک و نیمه خشک الویت بیشتری داده شود.

## منبع‌ها

Ali Bakhshi, H. Doorandish, A. and Saboohi Sabooni, M. 2019. Effects of climate change and water scarcity on the market of agricultural products in Iran. Master's Thesis. Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture. Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian)

Amirnejad, H. and Asadpour Kurdi, M. 2017. Evaluation of the effects of anachronous climate change on wheat production in Irani. Agricultural Economics Research, 9(35): 163-182. (In Persian)

Bates, B., Kundzewicz, Z., Wu, S., and Palutikof, J. 2008. Climate change and water. Technical paper. Intergovernmental panel on climate change, Geneva: IPCC Secretariat.

Chang, CH.CH. 2002. The potential impact of climate change on Taiwans agriculture. *Agricultural*
*Economics, 27: 51-64.*

Dashti, Gh., Bagheri, P., Pishbahar, A. and Majnooni, A. 2018. Measurement of yield risk driven by climate change in rainfed wheat in Ahar City: Application of the value at risk climate approach. *Agricultural Economics and Development, 32(2): 139-153.* (In Persian)

Esmail Nejad, M. and Khasheie Sioki, A. 2018. Modeling the effect of climate change on the spatial distribution of saffron cultivation for future periods (Case study: South Khorasan province). Saffron Research, 6(4): 75-88.(In Persian)

Fuhrer, J. 2003. Agro ecosystem responses to combination of evaluated CO2, ozone and global climate change. *Agriculture, Ecosystem and Environment, 97: 1-20.*

Holden, N.M., Brereton, A.J., Fealy, R., and 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.

Janat Sadeghi, M., Shahnooshi Foroushani, N., Daneshvar Kakhaki, M., Doorandish, A. and Mohammadi, H. 2018. Factors affecting the yield of strategic crops (wheat and barley) in Khorasan Razavi Province. Agricultural Economics, 12(2): 111-134. (In Persian)

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.*

Li ,X., Takahashi, T., Suzuki, N., and Kaiser, H.M. 2011. The impact of climate change on maize yields in the United States and China. *Agricultural System, 104: 348-353.*

Misiou, O and Koutsoumanis, K. 2021. Climate change and its implications for food safety and spoilage. Trends in Food Science & Technology. 26:

Momeni, S. and Zibaei, M. 2013. Potential effects of climate change on agriculture in Fars Province. Agricultural Economics and Development, 27(3): 169-179. (In Persian)

Ojima, D, S., Conant, R, T,. Parton, W.J., Lackett, J, M, and Even, T, L. 2021. Recent Climate Changes Across the Great Plains and Implications for Natural Resource Management Practices, Rangeland Ecology & Managemen. 3.

Parhizkari, A. 2017. Assessment of the anachronous effects of climate change on agricultural production and income status of farmers downstream of Taleghan Dam. Agricultural Economics Research, 9(36): 125-152. (In Persian)

Parhizkari, A., Mahmoodi, A. and Shokat Fadai, M. 2017. Assessment of the effects of climate change on available water resources and agricultural production in Shahroud watershed. Agricultural Economics Research, 9(1): 23-50. (In Persian)

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 Strateg Glob Change, 14: 35-59.*

Reilly, J. 1999. What does climate change mean for agriculture in developing countries? a comment on Mendelsohn and dinar. *Journal Of World Bank, 14:295-305.*

Website of the Ministry of Agriculture Jihad: www.maj.ir. (In Persian)

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 Intermational Association of Hydrological Sciences, 379: 301-311.*

**Doi:** 10.22034/IAES.2022.539359.1871

**Agricultural Economics/Volume 16/Issue 2/1401**

# Effects of climate change on production yield of major cereals in Iran

***Hasan Ali Bakshi, Arash Durandish, Nasibeh Zarei, Mahmoud Sabohi*** [1]

**Received: 20 Sept.2021** **Accepted:13 May.2022**

**Extended abstract**

**Introduction:** This study has investigated the amount and how the cultivation and production yield of wheat (rainfed and irrigated), barley (rainfed and irrigated) and grain corn in the climate and sub-climates of the country.

**Materials and methods:**

This study used the data of the average cultivation and production yield of the investigated products, average rainfall and average temperature during the years 1982-2015. Since cereal crops comprise 56 and 77% of the cultivated area in arid and semiarid areas, respectively, the present study is focused on cereals and among them five products that have the highest cultivated area have been selected. Finally, the yield response function was used to investigate the effects of climate change on crop yields.

**Discussion and conclusion:**

According to the results, the highest yield response factort to precipitation in cold semi-arid, hot semi-arid, moderate semi-arid, cold dry, hot dry and moderate dry climates and sub-climates is related to rainfed wheat, irrigated wheat, rainfed wheat, rainfed barley and rainfed barley respectively and rainfed wheat. Furthermore, the highest coefficient of yield response to temperature in cold semi-arid, warm semi-arid, moderate semi-arid, cold dry, hot dry and moderate

[1]Respectively: MA student of Agricultural Economics, Ferdowsi University of Mashhad , Associate ProfessorDepartment of Agricultural Economics, University of Tehran. PhD candidate & Professor of agricultural economics,Ferdowsi university of Mashhad, Mashhad,Iran
Email: dourandish@um.ac.ir

dry climates and sub-climates is related to rainfed wheat, rainfed barley, irrigated wheat and rainfed wheat, rainfed barley, rainfed wheat respectively.

**Recommendation:**

Agricultural crops in the climate and sub-climates in the country are suggested according to the results and in order to efficiently manage production and better yield. It is suggested that the development of a comprehensive cultivation model and the allocation of the type of cultivation and production of crops in the climate and sub-climate should be done by taking into account the highest yield reaction factor of the crops and investigating the further exploitation of the mentioned products.

**JEL Classification:** Q 54, Q13, Q00, Q16

**Keywords:** precipitation, yield response function, temperature, yield of agricultural crops