

اثر گذاری های تغییر اقلیم بر عملکرد تولید محصول غلات عمده در ایران

نسبیه زارعی، آرش دوراندیش، حسن علی بخشی، محمود صبحی 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 محصول های گندم (آبی و دیم)، جو (آبی و دیم) و ذرت دانه ای در اقلیم و زیر اقلیم های کشور پرداخته می شود. در این راستا از داده های میانگین عملکرد کشت و تولید محصول های مورد بررسی، میانگین بارش، میانگین دما طی سال های ۹۴-۱۳۶۱ استفاده شده است. باتوجه به این که محصولات غلات ۵۶ و ۷۷ درصد از سطح زیر کشت را به ترتیب در منطقه های خشک و نیمه خشک شامل می شوند، در این پژوهش تنها غلات بررسی می شوند و از میان آنها پنج محصول که دارای بالاترین سطح زیر کشت هستند انتخاب شده است. در نهایت برای بررسی اثر گذاری های 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 نیمه خشک سرد، نیمه خشک گرم، نیمه خشک 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 نیمه خشک سرد، نیمه خشک گرم، نیمه خشک 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 به دست آمده از تحقیق و به منظور مدیریت کارآمد تولید و عملکرد بهتر، محصول های کشاورزی در اقلیم و زیر اقلیم ها در کشور پیشنهاد می شود. تدوین الگوی کشت جامع و تخصیص نوع کشت و تولید محصول ها در اقلیم و زیر اقلیم با در نظر گرفتن بیشترین ضریب واکنش عملکرد محصول ها بررسی بهره برداری بیشتر محصول های یاد شده صورت پذیرد.

طبقه بندی JEL: Q 54, Q13, Q00, Q16

واژه های 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@ut.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، به تدریج تغییرپذیری‌های آشکاری در اقلیم کره زمین به وجود آید. بارزترین پیامدهای تغییر اقلیم عبارت از افزایش میانگین دمای کره زمین، افزایش پدیده‌های حدی اقلیمی مانند سیل، توفان، تگرگ، امواج گرمایی، افزایش سطح آب دریاها، ذوب شدن یخ‌های قطبی و در نتیجه افزایش فراوانی، شدت و طول دوره خشک‌سالی‌هاست. افزایش این رخدادها در سال‌های اخیر به دغدغه اصلی اقلیم‌شناسان و سران کشورهای جهان تبدیل شده است، به گونه‌ای که امروزه از تغییر اقلیم به عنوان یکی از مهم‌ترین چالش‌های زیست‌محیطی سده بیست و یکم یاد می‌شود (ریدسما و همکاران^۱، ۲۰۰۹). اقلیم بیانگر میانگین درازمدت فرا سنج‌های هواشناسی مانند دما، رطوبت، بارندگی، نور و باد است که تغییرپذیری‌های هر یک از این فرا سنج‌ها باعث ایجاد تغییر در اقلیم می‌شوند (اسمعیل‌نژاد و خاشعی سیوکی، ۱۳۹۷). بنا بر یافته‌های هیئت بین‌الدولی تغییر اقلیم (IPCC، ۲۰۰۷)^۲، 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 عرضه آب یاد شده است. در بخش تقاضای آب نیز اثرگذاری‌هایی مانند افزایش اراضی زیر کشت آبی (به دلیل آسیب‌پذیری کمتر محصول‌های آبی به تغییر اقلیم و در نتیجه 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 بر شمرده 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^۳، ۱۹۹۹).

^۱ Redsma et al

^۲ Intergovernmental panel of climate change (IPCC)

^۳ Reilly

اثر گذاری های تغییر اقلیم...۲۹

به دیگر سخن، بخش کشاورزی به دلیل وابستگی اش به وضعیت منابع آب، دما و رطوبت آسیب پذیرترین بخش نسبت به تغییر اقلیم است (مؤمنی و زیبایی، ۱۳۹۲). از این رو یکی از مهم ترین جنبه های مسئله گرمایش کره زمین اثر آن بر منابع آب و تولید مواد غذایی است و در سال های اخیر محور اصلی بحث های سیاسی و پروژه های علمی و تحقیقاتی اجلاس های جهانی درباره تغییر اقلیم، موضوع آب و راهبردهای تطبیقی در این بخش بوده است (بتس و همکاران^۱، ۲۰۰۸). شناخت نوسان های زمانی و مکانی فرا سنج های اقلیمی (مانند دما، بارش، رطوبت نسبی و ...) و تأثیر آن بر بخش کشاورزی بررسی مدیریت منابع های کشاورزی و در پیش گرفتن راهبردهای مناسب بسیار ضروری است. بارش از طریق تأمین رطوبت مورد نیاز گیاه به طور مستقیم بر تولید محصول دیم بسیار مؤثر است و از طریق تغذیه منابع آب سطحی و زیرزمینی تولید محصول های کشاورزی آبی را به طور نا مستقیم تحت تأثیر قرار می دهد (فهریر^۲، ۲۰۰۳). بنابراین در این پژوهش به بررسی ضریب های واکنش عملکرد تولید محصول های کشاورزی منتخب در اقلیم و زیر اقلیم های کشاورزی پرداخته خواهد شد. در زمینه تغییر پذیری های اقلیمی و عملکرد تولید محصول کشاورزی ناشی از آن بررسی و ارزیابی های متفاوتی صورت پذیرفته است که در ادامه به برخی از این مطالعات اشاره خواهد شد.

دشتی و همکاران (۱۳۹۷) در بررسی های خود با عنوان "اندازه گیری ریسک عملکرد ناشی از تغییر اقلیم در گندم دیم شهرستان اهر": کاربرد رهیافت ارزش در معرض خطر آب و هوا با استفاده از دادهای هواشناسی در دوره ۲۰۱۵-۱۹۸۶ و عملکرد سال های زراعی ۹۴-۱۳۷۰ شهرستان اهر انجام دادند. نتایج نشان داد که بر مبنای تغییر متغیرهای آب و هوایی، میانگین عملکرد در دوره آتی افزایش می یابد. همچنین تبخیر و تعرق یکی از متغیرهایی است که موجب افزایش ریسک عملکرد می شود؛ از این رو برای کاهش تبخیر و تعرق از سطح خاک استفاده از خاک پوشش های طبیعی و مصنوعی به کشاورزان توصیه می شود. جنت صادقی و همکاران (۱۳۹۷)، در بررسی های خود با عنوان "بررسی عامل های مؤثر بر عملکرد کشت و تولید محصول های راهبردی کشاورزی (گندم و جو) در استان خراسان رضوی" با استفاده از الگو جاست و پاپ انجام دادند. نتایج نشان داد، یک میلی متر 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 زیست‌فیزیکی-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 کم‌آب‌یاری، 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 در مجموع 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.

اثر گذاری های تغییر اقلیم... ۳۱

مختلف در این زمینه به این نتیجه دست یافتند که تغییر اقلیم بر امنیت غذایی تاثیر دارد و برای بررسی دقیق تر این موضوع نیازمند رویکرد و روش های بین رشته ای است. اوئاما و همکاران^۱ (۲۰۲۱)، به بررسی تغییرپذیری های اخیر آب و هوایی در دشت های بزرگ و شیوه های مدیریتی آن پرداخته اند. این پژوهش با استفاده از روش های توصیفی و ارزیابی رفتار جامعه های روستایی بر مبنای مصاحبه صورت گرفته است. تلاش های اخیر تحقیق و ارزیابی تغییرپذیری های آب و هوایی کنونی و پیش بینی شده در دشت های بزرگ نشان می دهد که جامعه های روستایی و اکوسیستم ها نسبت به تغییرپذیری های مرتبط با روند گرم شدن زمین، خشکسالی و افزایش تنوع در بارندگی، آسیب پذیرتر می شوند. این تغییرپذیری های آب و هوایی تأثیرگذاری های متفاوتی بر بوم سامانه ها دارند که برای کشاورزان معیشتی بسیار مهم و حیاتی است. یان و همکاران^۲ (۲۰۱۸)، در پژوهشی "اثرگذاری های تغییرپذیری های آب و هوایی بر آبیاری، تولید محصول در شمال شرقی چین و پیامدهای آن برای مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه ای" را تحلیل کرده اند. در این راستا از یک الگو شبیه سازی آب چین برای شبیه سازی اثرگذاری های تغییر آب و هوا بر آب و تولید محصول های کشاورزی استفاده شد. بنا بر نتایج تا سال ۲۰۳۰، تقاضای آب برای آبیاری در شمال شرقی چین افزایش می یابد؛ که با توجه به کمبود آب، منطقه های آبیاری کاهش خواهد یافت. همچنین با افزایش سطح زیرکشت محصول ذرت و سطح زیرکشت محصول برنج کاهش می یابد. در نتیجه، کل تولید محصول ها و سود به آشکار کاهش خواهد یافت. کارین باروتو و همکاران^۳ (۲۰۱۷)، در پژوهشی با عنوان "تغییرپذیری های اقلیمی و تأثیر آن بر نظام های بازار کشاورزی (نمونه ای از بازار نپال)" با استفاده از الگو فضایی به بررسی تغییرپذیری های اقلیمی جاری و پیش بینی آب و هوا برای منطقه های مختلف نپال پرداخته اند. برای تحلیل دقیق تر، محصول ها را به زیر بخش های موز، زغال چوب، قهوه، ماکادامی، نارنج، سبزی ها و گردو تقسیم کرده اند. نتایج نشان می دهند که دما و میزان بارندگی بسته به منطقه های آب و هوایی متفاوت است و تغییرپذیری های آب و هوایی پاسخ های مختلفی را از عملکرد بازار در میان هر یک از زیربخش های مختلف به وجود می آورد. این بررسی با مبنا قرار دادن تغییرپذیری های آب و هوایی و

^۱ Ojima et al.

^۲ Yan et al

^۳ Karin et al

میزان تأثیر آن بر افزایش عملکرد محصول‌های گندم و جو به صورت 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 مبنای آبی و دیم انجام داده‌اند. در نهایت در این بررسی شرایط اقلیمی ایران از روش برآورد تابع واکنش عملکرد استفاده خواهد شد.

روش تحقیق

از موارد مورد نیاز دستیابی به میزان اثرهای فیزیکی تغییر اقلیم (تغییر دما و بارش) بر عملکرد محصول‌های کشاورزی است که از آن به عنوان ضریب‌های پاسخ عملکرد نام برده می‌شود. این ضریب بیانگر این مطلب است که در صورتی که 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^۱ (۲۰۱۱)؛ روی سورگوم و هولدن و همکاران^۲ (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 دیده شده است (مؤمنی و زیبایی، ۱۳۹۲). بنابراین در این تحقیق با توجه به داده‌های 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 داده‌های 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 به عنوان عامل‌های اقلیمی اصلی و روند زمانی به عنوان شاخصی از پیشرفت فناوری طی زمان در نظر گرفته می‌شود. تأثیر دیگر عامل‌های مؤثر بر عملکرد نیز به جزء اخلاص واگذار شد و به منظور برآورد کشش متغیرهای اقلیمی، همه متغیرها به جز متغیر روند زمانی، به شکل لگاریتمی در نظر گرفته شدند. شکل کلی مدل رگرسیونی به صورت زیر است (مؤمنی و زیبایی، ۱۳۹۲):

^۱Li et al

^۲Holden et al

اثر گذاری های تغییر اقلیم...۳۳

$$\ln Y_t = f(\ln temp_t, \ln rain_t, time) + \varepsilon \quad (1)$$

که در آن: $\ln Y_t$ لگاریتم میانگین عملکرد محصول در سال t ام، $\ln temp_t$ لگاریتم میانگین دما در سال t ام، $\ln rain_t$ لگاریتم میانگین بارش در سال t ام، $time$ روند زمانی و به عنوان شاخصی از پیشرفت فناوری طی زمان در نظر گرفته شده، ε جزء اخلاص شکل های تابعی که در بررسی های مختلف برای متغیرهای اقلیمی استفاده شده، متفاوت است. از جمله برخی بررسی ها از هر دو شکل خطی و درجه دو برای متغیرهای اقلیمی در مدل رگرسیونی عملکرد استفاده کرده اند. در مدل های ریکاردین نیز برای اندازه گیری اثر تغییر اقلیم بر رانت زمین کشاورزی، فرض می شود 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 می شود. در یک جمع بندی کلی از نتایج بررسی ها درباره ی چگونگی لحاظ کردن متغیرهای اقلیمی، در سطح و توان دوم آن ها توافقی وجود ندارد منطقه مورد نظر تحقیق، کل کشور می باشد. کشور ایران دارای گستره ای بالغ بر ۱۶۴۸۰۰۰ کیلومتر مربع و بین ۲۵ تا ۴۰ درجه عرض شمالی و ۴۴ تا ۶۴ درجه طول شرقی قرار دارد. در این تحقیق اقلیم و زیر اقلیم های بر مبنای روش دومارتن اصلاح شده در بررسی علی بخشی و همکاران شامل خشک گرم، خشک سرد، خشک معتدل، نیمه خشک گرم، نیمه خشک سرد و نیمه خشک معتدل در نظر گرفته شده است اما با توجه به شرایط آب و هوایی، ۵/۷۲ درصد از گستره کشور اقلیم مدیترانه ای، 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 نیمه خشک می باشد. همچنین اقلیم خشک و نیمه خشک 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 مورد توجه و بررسی قرار گیرد (علی بخشی و همکاران، ۱۳۹۸). از داده های مربوط به محصول های (گندم آبی و دیم، جو آبی و دیم و ذرت دانه ای) کشاورزی به تفکیک اقلیم و زیر اقلیم های مختلف کشور استفاده خواهد شد. بدین منظور به داده های میانگین عملکرد، محصول های گندم آبی و دیم، جو آبی و دیم، ذرت دانه ای، میانگین بارش و میانگین دما نیاز است که از آمارنامه های جهاد کشاورزی، سایت هواشناسی کشور و دیگر منابع های کتابخانه ای و اینترنتی و مراجعه حضوری استخراج شده است. دوره زمانی داده های مورد استفاده در این بررسی و ارزیابی متفاوت است. در این راستا از نرم افزار Eviews برای محاسبه ضریب واکنش عملکرد استفاده شده است.

نتایج و بحث

گروه‌بندی محصولات زراعی و باغی عمده تولیدشده در کشور

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

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

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

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

اثر گذاری های تغییر اقلیم...۳۵

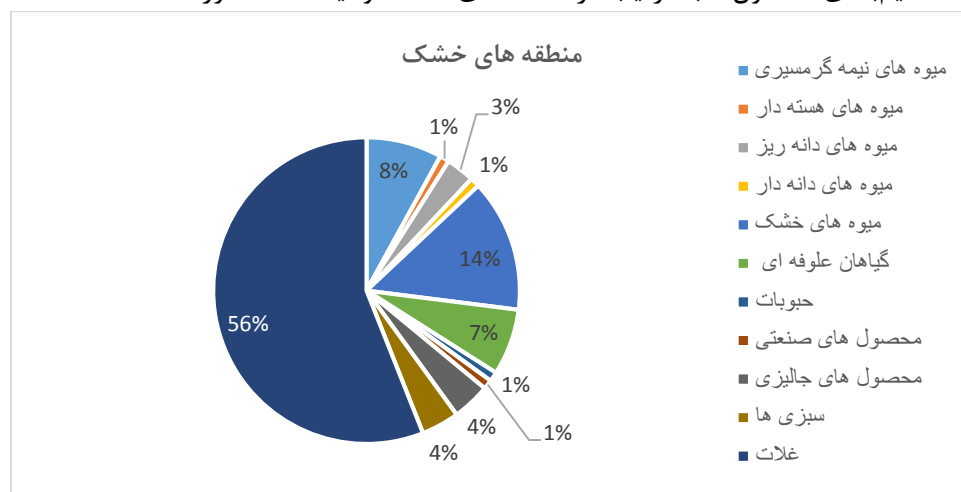
ادامه جدول (۱) گروه بندی محصولات های زراعی و باغی عمده تولید شده در کشور

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

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

منبع: وزارت جهاد کشاورزی

با توجه به اینکه در این پژوهش تنها منطقه های خشک و نیمه خشک بررسی می شوند، لذا در هر اقلیم و زیر اقلیم مهم ترین محصول های از بین محصولات های زراعی و باغی انتخاب شد. در نمودارهای ۱ و ۲ تقسیم بندی محصول ها به ترتیب در منطقه های خشک و نیمه خشک آورده شده است.

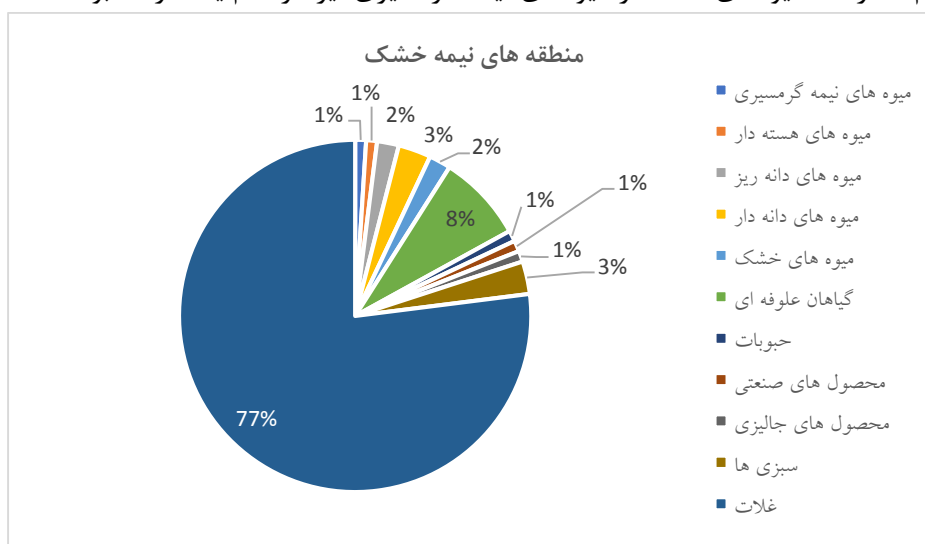


نمودار (۱) تقسیم بندی محصولات های زراعی و باغی در منطقه های خشک ایران در سال زراعی ۱۳۹۴

Graph (1) Division of Agriculture 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 به غلات 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 به غلات 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

اثر گذاری های تغییر اقلیم...۳۷

همان گونه که ملاحظه می شود محصول های غلات ۵۶ و ۷۷ درصد از سطح زیر کشت را به ترتیب در منطقه های خشک و نیمه خشک شامل می شوند. بنابراین در این پژوهش، تنها محصول های غلات بررسی و ارزیابی می شوند و از این بین، پنج محصول (گندم آبی و دیم، جو آبی و دیم و ذرت دانه ای) که دارای بالاترین سطح زیر کشت می باشند، انتخاب شده اند. علت انتخاب نشدن محصول برنج به دلیل نبود آمار و داده های سطح زیر کشت، نیاز آبی و عملکرد این محصول در منطقه های خشک و نیمه خشک می باشد.

تابع واکنش عملکرد

برای بررسی اثر گذاری های تغییر اقلیم بر عملکرد محصول ها از تابع واکنش عملکرد استفاده شد. با توجه به ضریب های کششی که از برآورد تابع های عملکرد به دست می آید، عملکرد محصول های منتخب شبیه سازی می شود. به این صورت که در هر پیش فرض (سناریو)، درصد تغییر پذیری های پیش بینی شده ی متغیر های اقلیمی مانند دما و بارش در کشش مربوط به آن ها ضرب می شود و آن گاه میزان تغییر پذیری های عملکرد در هکتار بر حسب درصد در سناریو های اقلیمی برای محصول های منتخب شبیه سازی می شود. سپس تغییر پذیری های عملکرد ناشی از تغییر اقلیم در سناریو های در دست بررسی به عملکرد سال پایه اضافه می شود و میزان های به دست آمده عملکرد محصول در هر سناریو را نشان می دهد (مؤمنی و زیبایی، ۱۳۹۲).

بارش و دما به عنوان عامل های دسترس پذیر و بسیار مهم اقلیمی می باشند که برای تابع واکنش عملکرد در نظر گرفته شده اند. از آنجایی که عامل های تبخیر و رطوبت نسبی با عامل دما ایجاد همخطی کردند که این موضوع بیانگر ارتباط شدید این عامل ها به دما بوده که در این تحقیق عامل های تبخیر و رطوبت نسبی به طور مستقیم در تابع واکنش عملکرد در نظر گرفته نشد. نتایج محاسبه ضریب های واکنش عملکرد محصول های زراعی در اقلیم و زیر اقلیم های مورد بررسی (خشک گرم، خشک سرد، خشک معتدل، نیمه خشک گرم، نیمه خشک سرد و نیمه خشک معتدل) نسبت به متغیر های اقلیمی (بارش و دما) در جدول ۲ ارائه شده است.

ضریب واکنش عملکرد به بارش و دما نشانگر آن است که با یک درصد افزایش بارش یا دما چند درصد عملکرد محصول تغییر می یابد، به عنوان مثال 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 میزان ۱/۲۲۵ 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 بررسی‌های چنگ^۱ (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.

^۱ Chang

اثر گذاری های تغییر اقلیم...۳۹

جدول (۲) ضریب‌های واکنش عملکرد محصول‌های مورد بررسی 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

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

ادامه جدول (۲) ضریب‌های واکنش عملکرد محصول‌های مورد بررسی 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

۱/۴۲	۰/۷۱	-۰/۱۰۹۷۴ (۰/۰۰۰۵)	۱/۱۵۱ (۰/۰۰۰۰)	۰/۴۱۴ (۰/۰۳۴۴)	گندم آبی Wheat Irrigated	نیمه‌خشک معتدل Moderate semi-dry
۱/۴۸	۰/۳۲	-۰/۱۶۰۵۰ (۰/۰۵۶۸)	۰/۸۶۶ (۰/۱۳۹۰)	۱/۳۰۲ (۰/۰۴۳۲)	گندم دیم Rainfed Wheat	
۱/۸۸	۰/۷۰	-۰/۱۷۴۸۸ (۰/۰۰۰۷)	۰/۷۰۵ (۰/۰۲۱۱)	۱/۲۹۴ (۰/۰۰۰۲)	جو آبی Irrigated Barley	
۱/۸۲	۰/۳۲	-۰/۱۱۷۵۹ (۰/۰۱۶۳)	۱/۱۰۷ (۰/۰۰۸۷)	۰/۶۲ (۰/۰۹۶۸)	جو دیم Rainfed wheat	
۱/۸۲	۰/۶۳	-۰/۱۸۹۰۵ (۰/۰۰۰۰)	۰/۷۹۷ (۰/۰۷۵۴)	-۰/۴۱۶ (۰/۰۷۲۴)	ذرت دانه‌ای Maize	
۱/۶۲	۰/۴۹	-۰/۰۰۴۲۱۸ (۰/۰۰۷۶۱)	۰/۲۶۷ (۰/۰۸۹۷)	۰/۵۶۰ (۰/۰۰۱۸)	گندم آبی Wheat Irrigated	خشک سرد Cold dry
۱/۶۷	۰/۶۵	-۰/۰۲۴۲۳۶ (۰/۰۰۰۳)	۱/۶۹۱ (۰/۰۰۰۱)	۱/۰۳۹ (۰/۰۷۴۳)	گندم دیم Rainfed Wheat	
۲/۱۱	۰/۳۳	-۰/۰۰۵۳۹۹ (۰/۰۰۴۶۶)	۰/۵۶۰ (۰/۰۱۱۵)	۰/۳۵۴ (۰/۱۲۳۹)	جو آبی Irrigated Barley	
۱/۴۵	۰/۳۴	-۰/۰۱۶۸۵۵ (۰/۰۰۶۴۷)	۱/۳۲۳ (۰/۰۳۰۳)	۱/۲۶۶ (۰/۱۵۰۷)	جو دیم Rainfed wheat	
۱/۵۴	۰/۴۲	-۰/۰۲۰۴۸۴ (۰/۰۰۳۴)	۰/۹۴۵ (۰/۰۳۲۴)	-۱/۰۸۷ (۰/۰۹۱۰)	ذرت دانه‌ای Maize	
۱/۴۹	۰/۴۱	-۰/۰۰۸۶۸۸ (۰/۰۰۲۲)	۰/۶۴۹ (۰/۰۰۶۱)	۰/۴۹۸ (۰/۰۱۸۶)	گندم آبی Wheat Irrigated	خشک گرم Hot dry
۱/۷۸	۰/۴۲	-۰/۰۴۹۵۵۶ (۰/۰۰۰۳)	۱/۸۶۲ (۰/۰۷۲۹)	۱/۵۴۱ (۰/۱۰۲۰)	گندم دیم Rainfed Wheat	
۱/۸۶	۰/۲۷	-	۱/۹۹۲ (۰/۰۴۵۹)	۰/۵۹۲ (۰/۰۰۳۷)	جو آبی Irrigated Barley	

اثر گذاری های تغییر اقلیم... ۴۱

ادامه جدول (۲) ضریب‌های واکنش عملکرد محصول‌های مورد بررسی 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

۱/۳۹	۰/۳۲	۰/۰۵۶۸۵۸ (۰/۰۰۳۴)	۲/۴۵۹ (۰/۱۱۳۲)	۲/۷۳۷ (۰/۰۵۶۴)	جو دیم Rainfed wheat	خشک گرم Hot dry
۲/۱۹	۰/۸۲	۰/۰۲۴۲۴۵ (۰/۰۰۰۰)	۰/۲۹۹ (۰/۱۱۹۲)	-۰/۳۷۱ (۰/۰۵۵۷)	ذرت دانه‌ای Maize	
۲/۰۶	۰/۴۰	۰/۰۰۳۳۳۴ (۰/۰۰۷۶۷)	۰/۶۷۸ (۰/۰۰۴۲)	۰/۲۰۵ (۰/۰۱۶۷)	گندم آبی Wheat Irrigated	خشک معتدل Moderate dry
۲/۱۰	۰/۴۱	۰/۰۵۶۲۲۳ (۰/۰۰۰۱)	۱/۷۸۳ (۰/۲۵۹۶)	۱/۰۶۶ (۰/۰۷۳۸)	گندم دیم Rainfed Wheat	
۱/۷۴	۰/۳۵	-	۰/۶۰۹ (۰/۰۰۳۵)	۰/۳۹۵ (۰/۰۷۱۲)	جو آبی Irrigated Barley	
۱/۷۲	۰/۴۲	-	۱/۶۰۱ (۰/۰۰۶۶)	۰/۷۵۱ (۰/۰۱۷۳)	جو دیم Rainfed wheat	
۱/۳۴	۰/۳۱	-	۰/۷۸۴ (۰/۰۰۸۵)	-۰/۲۷۴ (۰/۰۰۵۰)	ذرت دانه‌ای Maize	

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 از این‌بین، پنج محصول (گندم آبی و دیم، جو آبی و دیم و ذرت دانه‌ای) که دارای بالاترین سطح

زیر کشت می‌باشند، انتخاب شده‌اند. 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. به‌عنوان مثال برای اقلیم و زیر اقلیم 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 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 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- با توجه به آنکه بیشترین گستره کشور دارای اقلیم خشک و نیمه‌خشک است؛ شایسته است سازمان جهاد کشاورزی طی تصمیم‌گیری‌های بین‌سازمانی 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 نیمه‌خشک الویت بیشتری داده شود.

- 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., Breerton, 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., Lockett, 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 International Association of Hydrological Sciences*, 379: 301-311.



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

Hasan Ali Bakshi, Arash Durandish, Nasibeh Zarei, Mahmoud Sabohi¹

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 factor 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

¹Respectively: MA student of Agricultural Economics, Ferdowsi University of Mashhad , Associate Professor Department of Agricultural Economics, University of Tehran. PhD candidate & Professor of agricultural economics, Ferdowsi university of Mashhad, Mashhad, Iran
Email: dourandish@ut.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