

## چگونه تغییر اقلیم تولید گندم را در مشهد متاثر می‌سازد؟

الهه بسکابادی، محمدرضا کهنسال و محمد قربانی\*

### چکیده

تغییر اقلیم یکی از مهم‌ترین چالش‌های زیست‌محیطی است که امروزه جهان با آن روبرو می‌باشد. بیان‌پی‌آمدهای تغییر اقلیم بر کشاورزی پیچیده است. افزایش غلظت  $CO_2$ ، تغییرات دما و تغییرات الگوهای بارش می‌توانند باعث اثرات مهمی بر کشاورزی جهانی شوند. در این مطالعه تلاش شده است تا اثر تغییر اقلیم ناشی از دو برابر شدن غلظت  $CO_2$  که بر دما و بارندگی تأثیر می‌گذارد، بر تولید گندم با در نظر گرفتن عوامل اقتصادی مورد بررسی قرار گیرد. بدین منظور نتایج شبیه‌سازی‌های بیوفیزیکی در الگوی اقتصادی ادغام شده است. الگوی اقتصادی، عکس‌العمل کشاورزان را نسبت به تغییر اقلیم با استفاده از برنامه ریزی غیرخطی بررسی می‌کند. این مطالعه عملکرد گندم را در مشهد نسبت به سناریوهای مختلف در دوره زمانی ۱۳۷۹-۱۴۰۰ تحلیل می‌نماید. سناریوهای متفاوتی از تغییر اقلیم، قیمت‌ها و درجه ریسک‌گریزی جهت بررسی واکنش عملکرد تعریف شدند. نتایج نشان داد که عملکرد بهینه گندم از ۱۳۳۱/۴۵ کیلوگرم در هکتار در سال پایه به ۱۹۵۵/۳۲ کیلوگرم در هکتار در سال هدف تغییر کرده است. به عبارت دیگر پیش‌بینی می‌شود، تغییر اقلیم ۴۸٪ عملکرد بهینه را افزایش دهد. همچنین پیش‌بینی می‌شود ۲۳٪ مصرف آب و ۸۱٪ مصرف کود در سال ۱۴۰۰ نسبت به سال پایه بیشتر شود، بنابراین تغییر اقلیم باعث افزایش به کارگیری نهاده‌های کود نیتروژن و آب می‌شود. مصرف نهاده‌ها و عملکرد گندم در سناریوهای سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۴۰۰ در اثر تغییر قیمت‌ها تحت تأثیر قرار نمی‌گیرد، بنابراین می‌توان گفت سیاست‌های قیمتی کارایی لازم را در آینده نخواهد داشت.

### طبقه بندی JEL: Q54

واژه‌های کلیدی: تغییر اقلیم، تولید گندم، رهیافت اقتصادی-زراعی، ریسک‌گریزی، قیمت‌ها

### مقدمه

تغییر آب و هوا یکی از پیچیده‌ترین چالش‌هایی است که بشر در حال حاضر و در آینده با آن مواجه بوده و خواهد بود (اون و هنلی، ۲۰۰۴). بیان اثر تغییر اقلیم بر کشاورزی پیچیده است. افزایش سطوح  $CO_2$ ، تغییرات دما و تغییرات الگوهای بارش می‌توانند باعث اثرات مهمی بر کشاورزی جهانی شوند. انتظار می‌رود که بهره‌وری تولید در نتیجه تغییرات در اقلیم و اتفاقات آب و هوایی، همچنین تغییرات در الگوهای آفات و بیماری‌ها تغییر یابد (ابیلدرپات و جیلینگ، ۲۰۰۱).

\* به ترتیب: کارشناس ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد  
Email: elahe.boskabadi@gmail.com

اقلیم بر عملکرد محصولات کشاورزی تاثیر بسزایی داشته و تغییرات بارش و دما باعث بروز تغییراتی در برداشت محصول می شود و این تغییرات می تواند باعث فراوانی محصول یا خشکسالی و کاهش محصول و به دنبال آن باعث رکود اقتصادی شود. چنانچه در ارتباط با فعالیت های کشاورزی برنامه ریزی مناسبی نسبت به تغییر اقلیم صورت گیرد، اثرات تغییر اقلیم تعدیل می شود. لذا، آگاهی از مقدار و آهنگ سریع تغییرات اقلیمی و بررسی اثرات اقلیم بر روی کشاورزی در سطح منطقه ای و سیاست گذاری مناسب و به موقع توسط دولت ها ضروری به نظر می رسد (رحیمی بدر و یزدانی، ۱۳۸۶).

محققان بسیاری در جهان به مطالعه واکنش محصول به تغییر اقلیم پرداخته اند که برخی از آنها در پی می آید: اسمیت و تیرپاک (۱۹۸۹) اثرات بالقوه تغییر اقلیم را بر چهار منطقه از ایالات متحده امریکا مورد مطالعه قرار دادند. در این مطالعه از الگوهای محصول، CERES-maiz، CERES-wheat و SOYGRO استفاده شد. جهت برآورد اثرات سناریوهای اقلیمی، از سه مدل شبیه سازی اقلیمی مختلف: الگوهای اقلیمی جهانی GISS<sup>1</sup>، GFDL<sup>2</sup> و OSU<sup>3</sup> استفاده شده است. این مطالعه نشان داد که ترکیب یک تغییر در تاریخ کاشت و واریته محصول یک روش انطباق موثر است که میانگین تولید را در گندم دیم ۱۸٪ و در گندم آبی ۲۸٪ افزایش اما ذرت دیم را ۱۳/۵٪ کاهش می دهد. فینگر و اشمیت (۲۰۰۷) جهت بررسی اثر تغییر اقلیم بر تولید کشاورزی شبیه سازی های بیوفیزیکی را در یک مدل اقتصادی ادغام نمودند. بدین منظور تولید دو محصول ذرت و گندم زمستانه را در فلات سوئیس با توجه به سناریوهای تغییر اقلیم در دوره ۲۰۳۰-۲۰۵۰ مورد مطالعه قرار دادند. همچنین گزینه های سازگاری مانند تغییر در تاریخ کشت، فشردگی تولید و پذیرش کشاورزی آبی را در مدل وارد نمودند. نتایج مطالعه آن ها نشان داد که عملیات سازگاری، میزان تولید و تغییر تولید وابستگی زیادی به تغییر اقلیم و قیمت های خارجی دارند.

کیسر و همکاران (۱۹۹۳) الگوی واکنش- تولید را در یک مدل تصادفی جداگانه برای ذرت، سویا و سورگوم در یک مزرعه فرضی در جنوب مینه سوتا ادغام نمودند. مولد اقلیمی تصادفی با نتایج CO<sub>2</sub>\*<sup>2</sup> از GISS و GCM<sup>4</sup> جهت تولید داده های تابش خورشیدی، بارندگی و دمای ماهانه تنظیم شد. این داده ها در یک مدل رشد- محصول جهت تعیین تولید محصول، محتوای رطوبت غلات ترکیب شدند. سه خروجی محصول در الگوی تصادفی جداگانه استفاده شدند تا ترکیب بهینه محصول، زمان بندی عملیات مزرعه و درآمد انتظاری خالص مزرعه را معین نمایند. سه سناریوی اقلیمی آزمایش شدند: بدون تغییر، گرمای تدریجی و خشکی (سناریوی الف) و یک گرمای تدریجی و رطوبت (سناریوی ب). استراتژی های انطباق مورد مطالعه شامل تغییر در ترکیب محصول، تعدیل در تاریخ های کاشت و عملیات برداشت و کار مزرعه می باشند. به کارگیری استراتژی های سازگاری درآمد خالص مزرعه را ۳۳٪ و ۸۷٪ در سناریوهای الف و ب نسبت به پایه افزایش می دهند.

<sup>1</sup> Goddard Institute for Space Studies

<sup>2</sup> Geophysical Fluid Dynamics Laboratory

<sup>3</sup> Oregon State University

<sup>4</sup> General Circulation Model

استرلینگ و همکاران (۲۰۰۱) به مقایسه اثرات تغییر اقلیم بر کشاورزی با توجه به سناریوهای تغییر اقلیم با دقت کم و زیاد در دشت های Great پرداختند. در این مطالعه مدل گردش عمومی CSIRO<sup>1</sup> (با دقت کم) و مدل اقلیم منطقه ای RegCM2 (با دقت زیاد) با و بدون افزایش CO<sub>2</sub> شبیه سازی شد. اثرات تغییر اقلیم در تولید محصول با استفاده از مدل EPIC<sup>2</sup> تحت استراتژی های انطباق متفاوت شامل کشت زود هنگام و تغییر در شخم فصلی، شبیه سازی شد. نتایج نشان داد که گزینه های انطباق زمانی موثرتر هستند که شبیه سازی با دقت بالاتر صورت می گیرد.

با توجه به آنچه بیان شد تغییر اقلیم یکی از چالش های کنونی و آتی فراروی تولیدکنندگان کشاورزی است یعنی بر روی نوع و میزان محصولات تولیدی و در نهایت درآمد کشاورزان تاثیر می گذارد. لذا باید به نوعی با استفاده از ابزارهای مختلف موجود در حوزه مدیریت این اثر پیش بینی و یا شبیه سازی شود تا با توجه به آن بتوان برنامه ریزی ها و سیاست گذاری های لازم را داشت تا در نهایت ضمن تامین امنیت غذایی مصرف کنندگان، رفاه حداکثری تولیدکنندگان نیز تامین شود. با توجه به این مهم در این مطالعه تلاش خواهد شد تا اثر تغییر اقلیم بر تولید گندم و عوامل اقتصادی مربوطه در مشهد مورد بررسی قرار گیرد.

## مواد و روش ها

با توجه به اینکه در این مطالعه اهداف متعددی دنبال می شود و دستیابی به هر یک از این اهداف نیازمند به کارگیری روش های کمی خاص می باشد، از این رو از روش های مختلفی استفاده شده است. قابل ذکر است که انتخاب روش نهایی در این مطالعه علاوه بر اینکه بر مبنای تئوری های اقتصادی است، بر اساس پیشینه ها و مبتنی بر صحت آزمایی و دقت آزمایی می باشد. بنابراین به مبنای نظری و تجربی الگوها و روش های مورد استفاده در این مطالعه اشاره شده است.

### رهیافت های بررسی تاثیر تغییر اقلیم بر کشاورزی

سه رهیافت مهم جهت تعیین کمیت اثرات تغییر اقلیم بر کشاورزی وجود دارد:

رهیافت تابع تولید<sup>۳</sup>، رهیافت ریکاردین<sup>۴</sup> و رهیافت اقتصادی-زراعی<sup>۵</sup>

رهیافت اقتصادی-زراعی: در آن شبیه سازی های بیوفیزیکی در یک الگوی اقتصادی ادغام می شود و جهت تحلیل اثر تغییر اقلیم بر تولید محصول استفاده می شود. الگوی بیوفیزیکی روابط اقلیم-مدیریت-محصول را در آینده شبیه سازی می کند. الگوی اقتصادی اثرات اقتصادی آن را مورد بررسی قرار می دهد. در این رهیافت الگوی محصول را با توجه به تجربه های زراعی تنظیم می نماید، جایی که شبیه سازی رشد محصولات تحت سناریوهای متفاوت اقلیمی و سطوح CO<sub>2</sub> بدون تغییر در روش های کشت و استراتژی های انطباق صورت می گیرد. تغییرات برآوردی در محصول، در الگوی

<sup>1</sup> Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization

<sup>2</sup> Erosion Productivity Impact Calculator

<sup>3</sup> Production Function Approach

<sup>4</sup> Ricardian Approach

<sup>5</sup> Agronomic-Economic Approach

اقتصادی که محصول تولیدی و قیمت ها را پیش بینی می کند، ادغام شده است. اکثر الگوهای بیو- اقتصادی در سطح مزرعه و سطوح کوچک توسعه یافته و در سطح منطقه ای برآورد می شود (کاباس، ۲۰۰۶).

با توجه به مزیت های رهیافت اقتصادی- زراعی در این مطالعه از این رهیافت استفاده شده که شامل مراحل شبیه سازی داده های زراعی و استفاده از نتایج آن در الگوی اقتصادی است. مراحل تفصیلی این رهیافت در ادامه آمده است.

### شبیه سازی داده ها: مرحله با رویکرد زراعی

به منظور پیش بینی اثر شرایط اقلیمی سال ۱۴۰۰ هجری شمسی بر خصوصیات رشد و نمو و عملکرد ارقام گندم در شرایط مشهد از نتایج کوچکی و همکاران (۱۳۸۰) استفاده شده است. در این مطالعه ابتدا شاخص های اقلیمی در شرایط دو برابر شدن غلظت CO<sub>2</sub> برای مشهد برآورد شده است. داده های آب و هوایی مشهد در شرایط ۱۳۷۹ و شرایط دو برابر شدن غلظت CO<sub>2</sub> در سال ۱۴۰۰ به عنوان ورودی های یک الگوی شبیه سازی رشد و نمو و عملکرد گندم مورد استفاده قرار گرفته است. بدین منظور از الگوی SIMTAG که قبلاً در شرایط مشهد واسنجی و تعیین اعتبار شده بود، استفاده شده است.

داده های گیاهی مورد نیاز جهت اجرای الگوی SIMTAG (تراکم کاشت، تاریخ کاشت و نظایر آن) از آزمایش های مزرعه ای بر روی پنج ژنوتیپ گندم (امید، بزوستایا، قدس، الموت و الوند) استخراج گردیده است. الگو در شرایط اقلیمی ۱۳۷۹ و نیز در شرایط اقلیمی سال ۱۴۰۰ با شرایط زراعی یکسان از نظر تراکم، تاریخ کاشت و سایر عملیات مدیریت اجرا گردیده تا تاثیر تغییر اقلیم بر خصوصیات رشد و نمو عملکرد ارقام گندم مورد مطالعه قرار گیرد. نتایج این مطالعه نشان داد که در کلیه ارقام تحت بررسی عملکرد دانه در شرایط اقلیمی سال ۱۴۰۰ به طور قابل ملاحظه ای نسبت به شرایط ۱۳۷۹ افزایش یافت. این افزایش در عملکرد به مراتب بیشتر از افزایش در کل ماده خشک تولیدی بوده و میانگین آن ۳۰٪ می باشد.

### الگوی اقتصادی

تحلیل بر مبنای حداکثرسازی مطلوبیت انتظاری  $E(U)$  می باشد که به صورت زیر تعریف شده است:

$$E(U(\pi)) = \int_0^{\infty} U(\pi) f(\pi) d\pi \quad (1)$$

به طوری که  $E$  عملگر عملگر انتظاری و  $U(\pi)$  مطلوبیت شبه اجاره<sup>۱</sup> سود (درآمد منهای هزینه های متغیر) است. سود به عنوان یک متغیر تصادفی با تابع چگالی  $f(\pi)$  رفتار می کند. ویژگی تصادفی بودن شبه اجاره ها می تواند در نتیجه محصولات تصادفی و قیمت های تصادفی باشد. در این مطالعه فرض شده که قیمت های نهاده و ستاده، معین هستند. فقط تولید محصول و تغییرات تولید  $(\sigma_y)$ ، متغیر تصادفی هستند. تابع مطلوبیت که در شبه اجاره ها خطی است، به صورت زیر تعریف می شود (هیزل و نورتن، ۱۹۸۶):

<sup>1</sup> Utility of quasi-rents

$$(۲) U(\pi) = E(\pi) - \gamma\sigma_\pi$$

به طوری که در آن  $\gamma$  ضریب ریسک گریزی است (به صورت  $(\partial U / \partial \sigma_\pi) / (\partial U / \partial \pi)$ ) - تعریف شده است و رفتار کشاورز ریسک گریز، ریسک خنثی و ریسک پذیر را به ترتیب با  $\gamma < 0$ ،  $\gamma = 0$ ،  $\gamma > 0$  نشان می دهد. شبه اجاره انتظاری  $E(\pi)$  به صورت زیر تعریف شده است:

$$E(\pi) = pE(y(X)) - ZX \quad (۳)$$

که در آن  $y(X)$  بر رابطه تابعی، یعنی تابع تولید، میان عدد اسکالر ستاده  $(Y)$  و بردار نهاده ها  $(X)$  دلالت دارد.  $p$  نشانگر عدد اسکالر قیمت ستاده و  $Z$  نشان دهنده بردار قیمت نهاده است. بردار نهاده شامل دو نهاده است: کود نیتروژن  $(N)$  و آب آبیاری  $(W)$ . انحراف استاندارد از شبه اجاره به صورت زیر تعریف می شود:

$$\sigma_\pi = |E(\pi - E(\pi))| \quad (۴)$$

تحت فرض قیمت های معین و با دوباره مرتب کردن معادله فوق، انحراف استاندارد شبه اجاره به  $\sigma_\pi = p\sigma_y$  ساده می شود. از تولید انتظاری (یعنی نتایج تابع تولید) جهت مشتق گرفتن از تغییر محصول،  $\sigma_y(X)$  استفاده شده است. این متغیر به عنوان تفاوت کامل بین محصولات واقعی و محصولات انتظاری تعریف شده است.

$$\sigma_y(X) = |y(X) - E(y(X))| \quad (۵)$$

بنابراین، تفاوت میان محصولات (i) واقعی و پیش بینی شده باقیمانده کامل تحلیل رگرسیون می باشد  $(e_i)$ ، یعنی  $\sigma_{y_i}(X_i) = |e_i| = |y_i(X_i) - y_i(X_i)|$ . تغییر محصول به وسیله شرایط خاک و هوا و استفاده نهاده تعریف شده است،  $\sigma_y(X) = f(W, N)$ . در این الگو، مقدار ثابت<sup>۱</sup> اثرات خاک و هوا را بر تغییرات محصول نشان می دهد. جانشینی معادله (۳) و (۵) در (۲) به مسأله بهینه یابی نهایی منجر می شود:

$$\max_{X, Y} E(U(\pi)) = pE(y(X)) - ZX - \gamma p\sigma_y(X) \quad (۶)$$

$$s.t. Y = f(W, N)$$

که در آن  $E(U(\pi))$  مطلوبیت انتظاری سود،  $p$  قیمت محصول گندم،  $E(y(X))$  عملکرد انتظاری گندم،  $ZX$  کل هزینه نهاده های مصرفی،  $\gamma$  ضریب ریسک گریزی و  $\sigma_y(X)$  تغییر محصول گندم را نشان می دهد.

مطلوبیت انتظاری (معادله ۶) با توجه به محدودیت تابع تولید  $y(X)$  حداکثر شده که در آن میزان عملکرد محصول گندم (کیلوگرم در هکتار) متغیر وابسته است که تابعی از نهاده های  $W$  آب (مترمکعب در هکتار) و کود نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) می باشد. رابطه متقابل این دو نهاده و تغییر اقلیم بر روی عملکرد گندم سبب لحاظ آن ها در تابع تولید شده است که توضیح دقیق آن در پی می آید. در این مطالعه برای برآورد توابع تولید از اشکال تابعی کاب-داگلاس، متعالی<sup>۲</sup>، ترانسلوگ، لئونتیف تعمیم یافته و درجه دوم تعمیم یافته استفاده شده است. جهت مقایسه نتایج و

<sup>1</sup> Intercept

<sup>2</sup> Transcendental

انتخاب فرم برتر، از میان فرم‌های تابعی کاب داگلاس، متعالی، ترانسلوگ، لئونتیف تعمیم یافته و درجه دوم تعمیم یافته، از آزمون‌های تشخیصی زیرجهت چک کردن انحراف از فروض کلاسیک، استفاده شده است:

۱. آزمون‌های همبستگی سریالی جمله پسماند<sup>۱</sup>: شامل آزمون دوربین-واتسون (DW) و آزمون ضریب لاگرانژ (LM)<sup>۲</sup>

۲. آزمون رمزی<sup>۳</sup> برای تصریح شکل تابعی

۳. آزمون نرمالیتی<sup>۴</sup>: برای بررسی نرمال بودن جملات پسماند، توسط جرگ-برا<sup>۵</sup> (۱۹۸۷)

۴. آزمون واریانس ناهمسانی: بر اساس آماره LM (تشکینی، ۱۳۸۴).

ارزیابی واقعی اثرات تغییر اقلیم بر رشد گیاه به وسیله مدل‌های محصول نیاز به حساسیت مدل به سایر منابع محدودکننده مانند نیتروژن همراه با CO<sub>2</sub> دارد. تثبیت CO<sub>2</sub> به وسیله فتوسنتز به وجود مستقیم و غیرمستقیم مواد مغذی نیاز دارد. رابطه متقابل میان مواد مغذی و CO<sub>2</sub> برای نیتروژن واضح است. در نتیجه وجود آن در فتوسنتز از طریق آنزیم روبیسکو. فتوسنتز به مقدار زیادی نیتروژن در نوکلئوتیدها و پروتئین‌ها نیاز دارد، در حالی که فتوسنتز در بخشی از نیتروژن استفاده شده در ساختار سطح برگ و ساختارهای بیوشیمیایی فتوسنتز به دست آمده است (بنایان و همکاران، ۲۰۰۵).

همچنین با توجه به اینکه آمار آب مورد استفاده کشاورز موجود نمی‌باشد، نیاز آبی گیاه گندم با لحاظ متغیرهای هواشناسی به کمک نرم افزار CDC@NWS به کار رفته است. جهت مقایسه و بالا بردن دقت، از نرم افزارهای NETWAT و OPTIWAT نیز استفاده شد. اما از آنجایی که در استفاده از روش پنمن-مونتیث-فائو-۵۶ باید داده‌های هواشناسی از ایستگاه‌های مرجع (از دیدگاه کشاورزی) که در وسط یک منطقه وسیع تحت آبیاری قرار گرفته باشند، برداشت شده باشد و در ایران به ندرت ایستگاه‌های هواشناسی چنین شرایطی را دارا می‌باشند، آمار استفاده شده از CDC@NWS می‌باشد که بر اساس آن می‌توان نتایج حاصله از داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی معمولی یا اصطلاحاً فرودگاهی را اصلاح نمود. با این نرم افزار نیاز آبی محاسبه شده برای هر گیاه، بسته به درجه خشکی ایستگاه، اصلاح می‌گردد (علیزاده، ۱۳۸۶).

پیش بینی تاثیر تغییر اقلیم بر عملکرد، استفاده از نهاده‌ها و مطلوبیت کشاورز به الگوسازی رفتار کشاورزان نیاز دارد که این هدف با حداکثرسازی مطلوبیت انتظاری (معادله ۶) ممکن است. سطوح نهاده بهینه به دست آمده، بالاترین مطلوبیت انتظاری را در هکتار نشان می‌دهد. کل هزینه‌های متغیر ZX شامل هزینه‌های متغیر کود نیتروژن (حاصلضرب میزان نیتروژن به کارگرفته شده در قیمت نیتروژن) و هزینه‌های متغیر آبیاری (حاصلضرب میزان آب مصرف شده در قیمت آب) است. سایر هزینه‌ها ثابت فرض شده است.

<sup>1</sup> Tests of Residual Serial Correlation

<sup>2</sup> Lagrange multiplier

<sup>3</sup> Ramsey Test

<sup>4</sup> Normality Test

<sup>5</sup> Jarque and Bera

در مورد پارامتر ریسک گریزی تعریف پارامتری منطبق با عقاید ریسکی کشاورز در تحلیل بسیار مهم است. مطالعات زیادی پارامتر ریسکی  $\gamma$  کشاورز را با نتایج بسیار متفاوتی تخمین زده اند (هیزل و نورتن، ۱۹۸۶). با این وجود طبق هارداکر و همکاران (۱۹۹۷) در ۵ سطح استفاده شده است:

$$\gamma = 0, 0.25, 0.5, 0.75, 1$$

در سال زراعی ۱۳۸۶-۸۷، ۴۸۰۸۴۶ هکتار از اراضی استان خراسان رضوی به کشت گندم اختصاص یافته که از این میزان ۴۳۴۱۰ هکتار برابر ۹٪ آن در شهرستان مشهد صورت گرفته است. میزان سطح زیرکشت آبی در مشهد، ۲۱۷۱۰ هکتار و میزان تولید گندم آبی ۸۰۲۲۱ تن معادل ۸۸٪ کل تولید شهرستان می باشد. در این سال عملکرد گندم آبی در مشهد ۳۶۹۵ هکتار در کیلوگرم است (سازمان جهاد کشاورزی خراسان رضوی). جامعه آماری در این مطالعه کشاورزان مشهد می باشند. داده های مورد نیاز از طریق سازمان های جهاد کشاورزی و شرکت آب منطقه ای فراهم شده است. در این پژوهش در مراحل مختلف به منظور انجام برآوردها و عملیات آماری مختلف بسته های نرم افزاری Excel، 3.0، Microfit 4.0، Eviews و WinQSB 1.00 به کار گرفته شده اند.

## نتایج و بحث

با توجه به مطالعات گذشته، از فرم های تابعی کاب داگلاس، متعالی، ترانسلوگ، لئونتیف تعمیم یافته و درجه دوم تعمیم یافته استفاده شده است. رژیم های آب و کود واکنش های محصول را به افزایش  $CO_2$  تغییر می دهند، بنابراین نهاده های آب و کود نیتروژن در تابع تولید وارد شده و فرض شده است که سایر نهاده های تولید رشد ثابتی در طول زمان داشته و رفتار کشاورزان در مصرف سایر نهاده ها تغییر نمی کند. از آنجایی که یکی از نتایج تغییر اقلیم در مشهد کاهش بارندگی است، بنابراین نقش آبیاری در عملکرد گیاه بسیار مهم می شود. دلیل وجود کود نیتروژن در مدل از آنجا ناشی می شود که این ماده مغذی بر رشد رویشی گیاه اثر زیادی دارد، در نتیجه رشد رویشی و افزایش برگ ها و ساقه محصول فرآیند فتوسنتز تحت تاثیر قرار می گیرد. از طرفی  $CO_2$  نیز در فتوسنتز نقش دارد، بنابراین رابطه متقابل این دو عامل بر عملکرد محصول در نتیجه تغییر اقلیم مهم می شود.

در مطالعه حاضر برای مشخص کردن فرم برتر، مراحل مختلفی طی گردید و در نهایت از بیست تابع برازش شده تابع درجه دوم تعمیم یافته انتخاب شد.

با توجه به انتخاب تابع، در این قسمت ضرایب توابع تولید منتخب برای سال های ۱۳۷۹ و ۱۴۰۰، که در حقیقت ورودی های الگوی برنامه ریزی هستند، اشاره و تشریح شده است.

ضرایب تخمینی تابع تولید منتخب گندم در سال های مختلف در جدول ۱ آمده است. همان طور که از جدول مشخص است در سال پایه به جز متغیر مربع کود نیتروژن، سایر متغیرها معنی دار هستند اما در سال هدف سه متغیر کود نیتروژن، مربع آن و حاصلضرب کود و آب بی معنی اند.

جدول شماره (۱) - پارامترهای تابع تولید گندم در مشهد

نام متغیر	توضیح متغیر	سال مورد نظر	سال مورد نظر
		1400	1379
C	عرض از مبدا	-24349/9	(-4/038)**
N	کود نیتروژن	-1/057	(3/989)**
W	آب	12/096	(1/952)*
N <sup>2</sup>	مربع کود نیتروژن	0/014	(-0/783)
W <sup>2</sup>	مربع آب	-0/001	(1/794)*
NW	حاصلضرب آب و نیتروژن	-0/002	(-2/851)**

اعداد داخل پرانتز آماره t را نشان می دهد. \*\* معنی دار در سطح ۱٪ \* معنی دار در سطح ۱۰٪.

ماخذ: یافته های تحقیق

میزان عرض از مبدا که به عبارتی تولید را در شرایط عدم استفاده از کود نیتروژن و آب نشان می دهد، از سال ۱۳۷۹ به ۱۴۰۰ کاهش می یابد. به عبارتی کلیه نهاده های تولید به جز کود نیتروژن و آب، که می توان شرایط اقلیمی را هم جزء آن ها به حساب آورد، به طور مجموع اثر منفی بر عملکرد گندم دارند که مقدار این ضریب در سال هدف بیشتر است. به عبارتی افزایش غلظت CO<sub>2</sub> باعث کاهش سطح عملکرد شده است. البته به طور قطع نمی توان گندم را بدون به کارگیری آب و کود نیتروژن به دست آورد. بنابراین، نتایج اثرات تغییر اقلیم بر عملکرد را تنها می توان با مقایسه سطوح بهینه نهاده و عملکرد که در برنامه ریزی غیرخطی مورد توجه است، به دست آورد.

نتایج جدول ۱ نشان می دهد که ضرایب علامت های مورد انتظار را دارند. نهاده آب که در مشهد جزء منابع محدود است، در هر دو سال ۱۳۷۹ و ۱۴۰۰ ضریب مثبتی دارد، یعنی افزایش آب اثر مثبتی بر عملکرد محصول گندم دارد که منطقی است و مقدار این ضریب در سال ۱۴۰۰ حدود سه برابر بیشتر از سال ۱۳۷۹ می باشد. ضریب کود نیتروژن در سال پایه مثبت است، به عبارتی با افزایش مصرف کود، عملکرد گندم افزایش می یابد اما در سال ۱۴۰۰ این ضریب منفی شده ولی بی معنی است.

جدول ۱ نشان می دهد که ضریب متغیر NW در هر دو سال پایه و هدف منفی بوده ولی با وجود افزایش این ضریب در سال ۱۴۰۰، بی معنی شده است. اثر متقابل کود نیتروژن و آب از آن جهت اهمیت دارد که نیتروژن در محلول آبی جذب گیاه می شود. به عبارتی اثر متقابل این دو متغیر در سال پایه اثر منفی بر تولید گندم دارد، البته مقدار این ضریب بسیار کوچک (۰/۰۲۳-) است. چنانچه باران با آب آبیاری جانشین شود، شستشوی کود نیتروژن کاهش می یابد مشروط به این که آبیاری بیش از ظرفیت مزرعه نباشد. گرچه مقدار ضریب NW بسیار کم است، انتظار می رود که تغییر اقلیم، چنانچه آبیاری در مزرعه بدون توجه کافی به ظرفیت مزرعه باشد، مصرف کود نیتروژن را افزایش دهد، اما در صورت به کارگیری آبیاری دقیق و حساب شده آن را کاهش دهد. فینگر و اشمیت (۲۰۰۷) نیز این مسأله را مورد توجه و تأیید قرار داده اند.



### شبیه سازی اقتصادی: سناریوسازی و استفاده از برنامه ریزی ریاضی

۴۵ سناریو در هر سال برای گندم با توجه به سناریوهای قیمت و ریسک گریزی تعریف شد. جهت لحاظ نمودن نرخ رشد تکنولوژی در مدل برنامه ریزی غیرخطی برای سال هدف از نتایج مقاله هنرآموز (۱۳۸۴) استفاده شد. با توجه به سیاست هدفمند کردن یارانه های دولت در کشور، انتظار می رود که قیمت نهاده های تولید افزایش یافته و محتمل است به قیمت بازاری آن نزدیک شود. به خصوص در مورد نهاده ای مانند کود نیتروژن که در حال حاضر به علت ارزان بودن و توزیع دولتی آن، به کارگیری آن در مزارع بیش از حد مورد نیاز می باشد. این مطلب را کریم زادگان و همکاران (۱۳۸۵) نیز مورد توجه قرار داده و متذکر شده اند که سیاست قیمت گذاری فعلی کود شیمیایی، که بر مبنای پرداخت یارانه مستقیم از طریق کود شیمیایی ارزان می باشد، ناکارا و لذا مستلزم بازنگری است. اما در مورد قیمت گندم، از آن جا که این محصول استراتژیک قلمداد شده و تحت حمایت دولت قرار دارد، افزایش قیمت آن با توجه به سیاست های دولت و قیمت تضمینی است و در این مورد به پیش بینی های هائف (۱۳۸۵) می توان اشاره کرد. بنابراین سعی شده با توجه به روند کنونی و سیاست های دولتی سناریوسازی انجام شود که در جدول ۲ آمده است. برای محصول گندم سه قیمت سرخرمن، تمام شده و تضمینی موجود بود که در این مطالعه از قیمت تضمینی استفاده شد.

جدول (۲) سناریوهای قیمتی

سناریو	قیمت گندم (ریال / کیلوگرم)	نسبت قیمت جدید به پایه	قیمت کود نیتروژن (ریال / کیلوگرم)	نسبت قیمت جدید به پایه	قیمت آب (ریال / مترمکعب)	نسبت قیمت جدید به پایه
پایه	875	-	390	-	130	-
1	3500	4	780	2	390	3
2	5250	6	975	2.5	650	5

ماخذ: یافته های تحقیق

ابتدا به تحلیل نتایج سناریوها در هر سال پرداخته و سپس سال پایه و مبدا مقایسه شده است. همانطور که از جدول ۳ مشخص است که با افزایش پارامتر ریسک گریزی مطابق آنچه انتظار می رود، مطلوبیت سود انتظاری در سال پایه و هدف در ۹۹٪ موارد کاهش می یابد، به عبارتی کشاورزان ریسک گریزتر سود کمتری را در آینده انتظار دارند. بنابراین مطلوبیت آن نیز کمتر خواهد شد. در هر سناریو پارامتر ریسک گریزی را ثابت نگهداشته، تا اثر تغییر قیمت ها بر میزان به کارگیری بهینه نهاده ها مشخص شود. نتایج نشان می دهد که تغییر قیمت ها، مصرف نهاده ها و عملکرد را در سناریوهای هر سال (۱۳۷۹ و ۱۴۰۰) تحت تاثیر قرار نمی دهد، فقط مطلوبیت انتظاری سود و عملکرد انتظاری تغییر می کند. شریف (۱۳۸۳) نیز در مطالعه ای نشان داد که عموماً قیمت بر تولید گندم و در اکثر موارد بر تقاضای نهاده ها تاثیر ناچیزی دارد.

بنابراین می توان گفت سیاست های قیمتی که در کشورمان به عنوان ابزاری جهت کنترل بازار مورد استفاده قرار می گیرد، کارایی لازم را در آینده نخواهد داشت، به عبارتی چنانچه یارانه های دولتی نهاده ها برداشته شده یا کاهش یابد، افزایش قیمت گندم ابزار مناسبی جهت افزایش عملکرد نخواهد بود. با افزایش سطح عمومی قیمت نهاده ها و ستاده، روند کلی مطلوبیت انتظاری سود افزایش یافته است. اما عملکرد انتظاری فقط به تغییر در قیمت محصول واکنش نشان داده و با افزایش قیمت ستاده، افزایش می یابد. متغیر عملکرد انتظاری با ثابت بودن پارامتر ریسک گریزی، به تغییر قیمت ها واکنش نشان می دهد. بدین معنی که در سال پایه با افزایش قیمت نهاده ها و محصول در سناریوها شاهد افزایش عملکرد انتظاری هستیم و این مسأله در سال هدف برای سناریوهای ۸-۵ رخ داده است. بنابراین افزایش قیمت محصول بیش از افزایش قیمت نهاده ها سبب افزایش عملکرد انتظاری در این سناریوها شده است.

در این قسمت نتایج سال پایه و هدف مقایسه شده که در واقع اثر تغییر اقلیم را بازتاب می کند. با ثابت فرض نمودن پارامتر ریسک گریزی و قیمت نهاده ها و ستاده، همان طور که جدول ۳ نشان می دهد، تغییر اقلیم باعث افزایش به کارگیری نهاده های کود نیتروژن و آب شده است. با توجه به کاهش بارندگی حاصل از تغییر اقلیم، افزایش به کارگیری مصرف آب منطقی است، به طوری که ۲۳٪ مصرف آب در سال ۱۴۰۰ بیشتر شده است.

در مورد افزایش مصرف کود نیتروژن می توان این چنین تفسیر کرد که از آن جا که مصرف کود نیتروژن باعث رشد رویشی گیاه می شود، کشاورزان با افزایش مصرف آن و مشاهده افزایش رشد رویشی، با تفکر افزایش برداشت محصول، اقدام به مصرف بیش از حد کود نیتروژن می نمایند، بنابراین چنانچه الگوی فعلی مصرف کود ادامه یابد و نگرش

کشاورزان نسبت به مصرف این کود اصلاح نشود، این روند ادامه خواهد یافت. به علاوه همان طور که قبلاً مطرح شد، مسأله رابطه متقابل مصرف نیتروژن و آب نیز مهم بوده و باید آبشویی را در نظر گرفت، که باعث افزایش به کارگیری کود نیتروژن می شود.

در مورد مطلوبیت انتظاری سود، روند یکسانی در تمام سناریوها مشاهده نمی شود. با افزایش ریسک گریزی وقتی  $\gamma = 0$  و کشاورز ریسک خنثی فرض شده است، در تمام حالت‌ها تغییر اقلیم سبب افزایش مطلوبیت انتظاری سود شده است. اما با افزایش ریسک گریزی در  $\gamma = 0.25$  در دو سناریو ۴ و ۵ و در ریسک گریزی بالاتر در سناریوهای ۲-۵ که وجه مشترک آن‌ها چهار برابر شدن قیمت گندم نسبت به حالت پایه است،  $E(U(p))$  از سال پایه به سال هدف کاهش می یابد.

عملکرد بهینه گندم از ۱۳۳۱/۴۵ کیلوگرم در هکتار در سال پایه به ۱۹۵۵/۳۲ کیلوگرم در هکتار در سال هدف تغییر کرده است. به عبارتی با تغییر اقلیم ۴۸٪ عملکرد بهینه افزایش یافته است که این افزایش عملکرد را شبیه سازی های بیوفیزیکی به کارگرفته شده حدود ۳۰٪ (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۰) برآورد کرده اند. بنابراین تغییر اقلیم در نتیجه دو برابر شدن غلظت  $CO_2$  طبق نتایج این مطالعه منجر به افزایش عملکرد گندم در مشهد شده است. مطالعه فلوکیگر و ریدر (۱۹۹۷) نیز افزایش عملکرد گندم زمستانه را در سوئیس با استفاده از روش های رگرسیون نشان داد.

### جدول (۳) نتایج برنامه ریزی غیرخطی

شماره سناریو	سال مورد مطالعه	کود نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	آب (مترمکعب در هکتار)	مطلوبیت انتظاری سود در هکتار	عملکرد بهینه (کیلوگرم در هکتار)	تغییر محصول (کیلوگرم)	عملکرد انتظاری (کیلوگرم در هکتار)	قیمت گندم (ریال)	قیمت آب (ریال)	قیمت کود (ریال)
۱	۱۳۷۹	۱۰۹/۳۹	۳,۳۱۶/۹۰	۲,۳۹۴,۳۹۱/۰۰	۱,۳۳۱/۴۵	۴۷۵/۴۵	۳,۲۷۸/۰۰	۸۷۵	۱۳۰	۳۹۰
	۱۴۰۰	۱۹۸/۹۶	۴,۰۹۰/۵۸	۳,۷۳۷,۹۴۰/۰۰	۱,۹۵۵/۳۲	۶۵۷/۹۱	۴,۹۶۸/۳۵			
۲	۱۳۷۹	۱۰۹/۳۹	۳,۳۱۶/۹۰	۱۵,۳۳۲,۸۷۰/۰۰	۱,۳۳۱/۴۵	۴۷۵/۴۵	۴,۷۷۴/۸۰	۳۵۰۰	۳۹۰	۷۸۰
	۱۴۰۰	۱۹۸/۹۶	۴,۰۹۰/۵۸	۱۵,۶۳۸,۷۳۰/۰۰	۱,۹۵۵/۳۲	۶۵۷/۹۱	۴,۹۶۸/۳۵			
۳	۱۳۷۹	۱۰۹/۳۹	۳,۳۱۶/۹۰	۱۵,۳۱۱,۵۴۰/۰۰	۱,۳۳۱/۴۵	۴۷۵/۴۵	۴,۷۷۴/۸۰	۳۵۰۰	۳۹۰	۹۷۵
	۱۴۰۰	۱۹۸/۹۶	۴,۰۹۰/۵۸	۱۵,۵۹۹,۹۳۰/۰۰	۱,۹۵۵/۳۲	۶۵۷/۹۱	۴,۹۶۸/۳۵			
۴	۱۳۷۹	۱۰۹/۳۹	۳,۳۱۶/۹۰	۱۴,۴۷۰,۴۸۰/۰۰	۱,۳۳۱/۴۵	۴۷۵/۴۵	۴,۷۷۴/۸۰	۳۵۰۰	۶۵۰	۷۸۰
	۱۴۰۰	۱۹۸/۹۶	۴,۰۹۰/۵۸	۱۴,۵۷۵,۱۸۰/۰۰	۱,۹۵۵/۳۲	۶۵۷/۹۱	۴,۹۶۸/۳۵			
۵	۱۳۷۹	۱۰۹/۳۹	۳,۳۱۶/۹۰	۱۴,۴۴۹,۱۵۰/۰۰	۱,۳۳۱/۴۵	۴۷۵/۴۵	۴,۷۷۴/۸۰	۳۵۰۰	۶۵۰	۹۷۵
	۱۴۰۰	۱۹۸/۹۶	۴,۰۹۰/۵۸	۱۴,۵۳۶,۳۸۰/۰۰	۱,۹۵۵/۳۲	۶۵۷/۹۱	۴,۹۶۸/۳۵			
۶	۱۳۷۹	۱۰۹/۳۹	۳,۳۱۶/۹۰	۲۲,۴۳۷,۸۳۰/۰۰	۱,۳۳۱/۴۵	۴۷۵/۴۵	۴,۷۷۴/۸۰	۵۲۵۰	۳۹۰	۷۸۰
	۱۴۰۰	۱۹۸/۹۶	۴,۰۹۰/۵۸	۳۱,۶۹۵,۴۲۰/۰۰	۱,۹۵۵/۳۲	۶۵۷/۹۱	۶,۳۷۰/۶۵			
۷	۱۳۷۹	۱۰۹/۳۹	۳,۳۱۶/۹۰	۲۲,۳۷۳,۸۴۰/۰۰	۱,۳۳۱/۴۵	۴۷۵/۴۵	۴,۷۷۴/۸۰	۵۲۵۰	۳۹۰	۹۷۵
	۱۴۰۰	۱۹۸/۹۶	۴,۰۹۰/۵۸	۳۱,۶۵۶,۶۲۰/۰۰	۱,۹۵۵/۳۲	۶۵۷/۹۱	۶,۳۷۰/۶۵			
۸	۱۳۷۹	۱۰۹/۳۹	۳,۳۱۶/۹۰	۲۲,۸۲۶,۳۷۰/۰۰	۱,۳۳۱/۴۵	۴۷۵/۴۵	۴,۷۷۴/۸۰	۵۲۵۰	۶۵۰	۷۸۰
	۱۴۰۰	۱۹۸/۹۶	۴,۰۹۰/۵۸	۳۰,۶۳۱,۸۷۰/۰۰	۱,۹۵۵/۳۲	۶۵۷/۹۱	۶,۳۷۰/۶۵			
۹	۱۳۷۹	۱۰۹/۳۹	۳,۳۱۶/۹۰	۲۲,۸۰۵,۰۴۰/۰۰	۱,۳۳۱/۴۵	۴۷۵/۴۵	۴,۷۷۴/۸۰	۵۲۵۰	۶۵۰	۹۷۵
	۱۴۰۰	۱۹۸/۹۶	۴,۰۹۰/۵۸	۳۰,۵۹۳,۰۷۰/۰۰	۱,۹۵۵/۳۲	۶۵۷/۹۱	۶,۳۷۰/۶۵			

پارامتر ریسک گریزی =\*

ادامه جدول (۳) نتایج برنامه ریزی غیرخطی

شماره سناریو	سال مورد مطالعه	کود نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	آب (مترمکعب در هکتار)	مطلوبیت انتظاری سود در هکتار	عملکرد بهینه (کیلوگرم در هکتار)	تغییر محصول (کیلوگرم)	عملکرد انتظاری (کیلوگرم در هکتار)	قیمت گندم (ریال)	قیمت آب (ریال)	قیمت کود (ریال)
۱	۱۳۷۹	۱۰۹/۳۹	۳,۳۱۶/۹۰	۲,۲۹۰,۳۸۶/۰۰	۱,۳۳۱/۴۵	۴۷۵/۴۵	۳,۲۷۸/۰۰	۸۷۵	۱۳۰	۳۹۰
	۱۴۰۰	۱۹۸/۹۶	۴,۰۹۰/۵۸	۳,۵۹۴,۰۲۲/۰۰	۱,۹۵۵/۳۲	۶۵۷/۹۱	۴,۹۶۸/۳۵			
۲	۱۳۷۹	۱۰۹/۳۹	۳,۳۱۶/۹۰	۱۴,۹۱۶,۸۵۰/۰۰	۱,۳۳۱/۴۵	۴۷۵/۴۵	۴,۷۷۴/۸۰	۳۵۰۰	۳۹۰	۷۸۰
	۱۴۰۰	۱۹۸/۹۶	۴,۰۹۰/۵۸	۱۵,۰۶۳,۰۶۰/۰۰	۱,۹۵۵/۳۲	۶۵۷/۹۱	۴,۹۶۸/۳۵			
۳	۱۳۷۹	۱۰۹/۳۹	۳,۳۱۶/۹۰	۱۴,۸۹۵,۵۲۰/۰۰	۱,۳۳۱/۴۵	۴۷۵/۴۵	۴,۷۷۴/۸۰	۳۵۰۰	۳۹۰	۹۷۵
	۱۴۰۰	۱۹۸/۹۶	۴,۰۹۰/۵۸	۱۵,۰۲۴,۲۶۰/۰۰	۱,۹۵۵/۳۲	۶۵۷/۹۱	۴,۹۶۸/۳۵			
۴	۱۳۷۹	۱۰۹/۳۹	۳,۳۱۶/۹۰	۱۴,۰۵۴,۴۶۰/۰۰	۱,۳۳۱/۴۵	۴۷۵/۴۵	۴,۷۷۴/۸۰	۳۵۰۰	۶۵۰	۷۸۰
	۱۴۰۰	۱۹۸/۹۶	۴,۰۹۰/۵۸	۱۳,۹۹۹,۵۰۰/۰۰	۱,۹۵۵/۳۲	۶۵۷/۹۱	۴,۹۶۸/۳۵			
۵	۱۳۷۹	۱۰۹/۳۹	۳,۳۱۶/۹۰	۱۴,۰۳۳,۱۳۰/۰۰	۱,۳۳۱/۴۵	۴۷۵/۴۵	۴,۷۷۴/۸۰	۳۵۰۰	۶۵۰	۹۷۵
	۱۴۰۰	۱۹۸/۹۶	۴,۰۹۰/۵۸	۱۳,۹۶۰,۷۱۰/۰۰	۱,۹۵۵/۳۲	۶۵۷/۹۱	۴,۹۶۸/۳۵			
۶	۱۳۷۹	۱۰۹/۳۹	۳,۳۱۶/۹۰	۲۳,۲۷۲,۷۵۰/۰۰	۱,۳۳۱/۴۵	۴۷۵/۴۵	۴,۷۷۴/۸۰	۵۲۵۰	۳۹۰	۷۸۰
	۱۴۰۰	۱۹۸/۹۶	۴,۰۹۰/۵۸	۳۱,۱۱۹,۷۵۰/۰۰	۱,۹۵۵/۳۲	۶۵۷/۹۱	۶,۳۷۰/۶۵			
۷	۱۳۷۹	۱۰۹/۳۹	۳,۳۱۶/۹۰	۲۳,۲۵۱,۴۱۰/۰۰	۱,۳۳۱/۴۵	۴۷۵/۴۵	۴,۷۷۴/۸۰	۵۲۵۰	۳۹۰	۹۷۵
	۱۴۰۰	۱۹۸/۹۶	۴,۰۹۰/۵۸	۳۱,۰۸۰,۹۵۰/۰۰	۱,۹۵۵/۳۲	۶۵۷/۹۱	۶,۳۷۰/۶۵			
۸	۱۳۷۹	۱۰۹/۳۹	۳,۳۱۶/۹۰	۲۲,۴۱۰,۳۵۰/۰۰	۱,۳۳۱/۴۵	۴۷۵/۴۵	۴,۷۷۴/۸۰	۵۲۵۰	۶۵۰	۷۸۰
	۱۴۰۰	۱۹۸/۹۶	۴,۰۹۰/۵۸	۳۰,۰۵۶,۲۰۰/۰۰	۱,۹۵۵/۳۲	۶۵۷/۹۱	۶,۳۷۰/۶۵			
۹	۱۳۷۹	۱۰۹/۳۹	۳,۳۱۶/۹۰	۲۲,۳۸۹,۰۲۰/۰۰	۱,۳۳۱/۴۵	۴۷۵/۴۵	۴,۷۷۴/۸۰	۵۲۵۰	۶۵۰	۹۷۵
	۱۴۰۰	۱۹۸/۹۶	۴,۰۹۰/۵۸	۳۰,۰۱۷,۴۰۰/۰۰	۱,۹۵۵/۳۲	۶۵۷/۹۱	۶,۳۷۰/۶۵			

پارامتر ریسک گریزی=۰/۲۵

### ادامه جدول (۳) نتایج برنامه ریزی غیرخطی

شماره سناریو	سال مورد مطالعه	کود نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	آب (مترمکعب در هکتار)	مطلوبیت انتظاری سود در هکتار	عملکرد بهینه (کیلوگرم در هکتار)	تغییر محصول (کیلوگرم)	عملکرد انتظاری (کیلوگرم در هکتار)	قیمت گندم (ریال)	قیمت آب (ریال)	قیمت کود (ریال)
۱	۱۳۷۹	۱۰۹/۳۹	۳,۳۱۶/۹۰	۲,۱۸۶,۳۸۲/۰۰	۱,۳۳۱/۴۵	۴۷۵/۴۵	۳,۲۷۸/۰۰	۸۷۵	۱۳۰	۳۹۰
	۱۴۰۰	۱۹۸/۹۶	۴,۰۹۰/۵۸	۳,۴۵۰,۱۰۵/۰۰	۱,۹۵۵/۳۲	۶۵۷/۹۱	۴,۹۶۸/۳۵			
۲	۱۳۷۹	۱۰۹/۳۹	۳,۳۱۶/۹۰	۱۴,۵۰۰,۸۳۰/۰۰	۱,۳۳۱/۴۵	۴۷۵/۴۵	۴,۷۷۴/۸۰	۳۵۰۰	۳۹۰	۷۸۰
	۱۴۰۰	۱۹۸/۹۶	۴,۰۹۰/۵۸	۱۴,۴۸۷,۳۸۰/۰۰	۱,۹۵۵/۳۲	۶۵۷/۹۱	۴,۹۶۸/۳۵			
۳	۱۳۷۹	۱۰۹/۳۹	۳,۳۱۶/۹۰	۱۴,۴۷۹,۵۰۰/۰۰	۱,۳۳۱/۴۵	۴۷۵/۴۵	۴,۷۷۴/۸۰	۳۵۰۰	۳۹۰	۹۷۵
	۱۴۰۰	۱۹۸/۹۶	۴,۰۹۰/۵۸	۱۴,۴۴۸,۵۹۰/۰۰	۱,۹۵۵/۳۲	۶۵۷/۹۱	۴,۹۶۸/۳۵			
۴	۱۳۷۹	۱۰۹/۳۹	۳,۳۱۶/۹۰	۱۳,۶۳۸,۴۴۰/۰۰	۱,۳۳۱/۴۵	۴۷۵/۴۵	۴,۷۷۴/۸۰	۳۵۰۰	۶۵۰	۷۸۰
	۱۴۰۰	۱۹۸/۹۶	۴,۰۹۰/۵۸	۱۳,۴۲۳,۸۳۰/۰۰	۱,۹۵۵/۳۲	۶۵۷/۹۱	۴,۹۶۸/۳۵			
۵	۱۳۷۹	۱۰۹/۳۹	۳,۳۱۶/۹۰	۱۳,۶۱۷,۱۱۰/۰۰	۱,۳۳۱/۴۵	۴۷۵/۴۵	۴,۷۷۴/۸۰	۳۵۰۰	۶۵۰	۹۷۵
	۱۴۰۰	۱۹۸/۹۶	۴,۰۹۰/۵۸	۱۳,۳۸۵,۰۳۰/۰۰	۱,۹۵۵/۳۲	۶۵۷/۹۱	۴,۹۶۸/۳۵			
۶	۱۳۷۹	۱۰۹/۳۹	۳,۳۱۶/۹۰	۲۲,۴۴۰,۷۱۰/۰۰	۱,۳۳۱/۴۵	۴۷۵/۴۵	۴,۷۷۴/۸۰	۵۲۵۰	۳۹۰	۷۸۰
	۱۴۰۰	۱۹۸/۹۶	۴,۰۹۰/۵۸	۲۹,۹۶۷,۴۱۰/۰۰	۱,۹۵۵/۳۲	۶۵۷/۹۱	۶,۳۷۰/۶۵			
۷	۱۳۷۹	۱۰۹/۳۹	۳,۳۱۶/۹۰	۲۲,۴۱۹,۳۸۰/۰۰	۱,۳۳۱/۴۵	۴۷۵/۴۵	۴,۷۷۴/۸۰	۵۲۵۰	۳۹۰	۹۷۵
	۱۴۰۰	۱۹۸/۹۶	۴,۰۹۰/۵۸	۲۹,۹۲۹,۶۱۰/۰۰	۱,۹۵۵/۳۲	۶۵۷/۹۱	۶,۳۷۰/۶۵			
۸	۱۳۷۹	۱۰۹/۳۹	۳,۳۱۶/۹۰	۲۱,۵۷۸,۳۱۰/۰۰	۱,۳۳۱/۴۵	۴۷۵/۴۵	۴,۷۷۴/۸۰	۵۲۵۰	۶۵۰	۷۸۰
	۱۴۰۰	۱۹۸/۹۶	۴,۰۹۰/۵۸	۲۸,۹۰۴,۸۶۰/۰۰	۱,۹۵۵/۳۲	۶۵۷/۹۱	۶,۳۷۰/۶۵			
۹	۱۳۷۹	۱۰۹/۳۹	۳,۳۱۶/۹۰	۲۱,۵۵۶,۹۸۰/۰۰	۱,۳۳۱/۴۵	۴۷۵/۴۵	۴,۷۷۴/۸۰	۵۲۵۰	۶۵۰	۹۷۵
	۱۴۰۰	۱۹۸/۹۶	۴,۰۹۰/۵۸	۲۸,۸۶۶,۰۶۰/۰۰	۱,۹۵۵/۳۲	۶۵۷/۹۱	۶,۳۷۰/۶۵			

پارامتر ریسک گریزی=۰/۵

ادامه جدول (۳) نتایج برنامه ریزی غیرخطی

شماره سناریو	سال مورد مطالعه	کود نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	آب (مترمکعب در هکتار)	مطلوبیت انتظاری سود در هکتار	عملکرد بهینه (کیلوگرم در هکتار)	تغییر محصول (کیلوگرم)	عملکرد انتظاری (کیلوگرم در هکتار)	قیمت گندم (ریال)	قیمت آب (ریال)	قیمت کود (ریال)
۱	۱۳۷۵= پارامتر ریسک گریزی	۱۰۹/۳۹	۳,۳۱۶/۹۰	۲,۰۸۲,۳۷۷/۰۰	۱,۳۳۱/۴۵	۴۷۵/۴۵	۳,۲۷۸/۰۰	۸۷۵	۱۳۰	۳۹۰
	۱۴۰۰	۱۹۸/۹۶	۴,۰۹۰/۵۸	۳,۳۰۶,۱۸۷/۰۰	۱,۹۵۵/۳۲	۶۵۷/۹۱	۴,۹۶۸/۳۵			
۲	۱۳۷۹	۱۰۹/۳۹	۳,۳۱۶/۹۰	۱۴,۰۸۴,۸۲۰/۰۰	۱,۳۳۱/۴۵	۴۷۵/۴۵	۴,۷۷۴/۸۰	۳۵۰۰	۳۹۰	۷۸۰
	۱۴۰۰	۱۹۸/۹۶	۴,۰۹۰/۵۸	۱۳,۹۱۱,۷۱۰/۰۰	۱,۹۵۵/۳۲	۶۵۷/۹۱	۴,۹۶۸/۳۵			
۳	۱۳۷۹	۱۰۹/۳۹	۳,۳۱۶/۹۰	۱۴,۰۶۳,۴۸۰/۰۰	۱,۳۳۱/۴۵	۴۷۵/۴۵	۴,۷۷۴/۸۰	۳۵۰۰	۳۹۰	۹۷۵
	۱۴۰۰	۱۹۸/۹۶	۴,۰۹۰/۵۸	۱۳,۸۷۲,۹۱۰/۰۰	۱,۹۵۵/۳۲	۶۵۷/۹۱	۴,۹۶۸/۳۵			
۴	۱۳۷۹	۱۰۹/۳۹	۳,۳۱۶/۹۰	۱۳,۲۲۲,۴۲۰/۰۰	۱,۳۳۱/۴۵	۴۷۵/۴۵	۴,۷۷۴/۸۰	۳۵۰۰	۶۵۰	۷۸۰
	۱۴۰۰	۱۹۸/۹۶	۴,۰۹۰/۵۸	۱۲,۸۴۸,۱۶۰/۰۰	۱,۹۵۵/۳۲	۶۵۷/۹۱	۴,۹۶۸/۳۵			
۵	۱۳۷۹	۱۰۹/۳۹	۳,۳۱۶/۹۰	۱۳,۲۰۱,۰۹۰/۰۰	۱,۳۳۱/۴۵	۴۷۵/۴۵	۴,۷۷۴/۸۰	۳۵۰۰	۶۵۰	۹۷۵
	۱۴۰۰	۱۹۸/۹۶	۴,۰۹۰/۵۸	۱۲,۸۰۹,۳۶۰/۰۰	۱,۹۵۵/۳۲	۶۵۷/۹۱	۴,۹۶۸/۳۵			
۶	۱۳۷۹	۱۰۹/۳۹	۳,۳۱۶/۹۰	۲۲,۴۴۰,۷۱۰/۰۰	۱,۳۳۱/۴۵	۴۷۵/۴۵	۴,۷۷۴/۸۰	۵۲۵۰	۳۹۰	۷۸۰
	۱۴۰۰	۱۹۸/۹۶	۴,۰۹۰/۵۸	۲۹,۹۶۸,۴۱۰/۰۰	۱,۹۵۵/۳۲	۶۵۷/۹۱	۶,۳۷۰/۶۵			
۷	۱۳۷۹	۱۰۹/۳۹	۳,۳۱۶/۹۰	۲۲,۴۱۹,۳۸۰/۰۰	۱,۳۳۱/۴۵	۴۷۵/۴۵	۴,۷۷۴/۸۰	۵۲۵۰	۳۹۰	۹۷۵
	۱۴۰۰	۱۹۸/۹۶	۴,۰۹۰/۵۸	۲۹,۹۲۹,۶۱۰/۰۰	۱,۹۵۵/۳۲	۶۵۷/۹۱	۶,۳۷۰/۶۵			
۸	۱۳۷۹	۱۰۹/۳۹	۳,۳۱۶/۹۰	۲۱,۵۷۸,۳۱۰/۰۰	۱,۳۳۱/۴۵	۴۷۵/۴۵	۴,۷۷۴/۸۰	۵۲۵۰	۶۵۰	۷۸۰
	۱۴۰۰	۱۹۸/۹۶	۴,۰۹۰/۵۸	۲۸,۹۰۴,۸۶۰/۰۰	۱,۹۵۵/۳۲	۶۵۷/۹۱	۶,۳۷۰/۶۵			
۹	۱۳۷۹	۱۰۹/۳۹	۳,۳۱۶/۹۰	۲۱,۵۵۶,۹۸۰/۰۰	۱,۳۳۱/۴۵	۴۷۵/۴۵	۴,۷۷۴/۸۰	۵۲۵۰	۶۵۰	۹۷۵
	۱۴۰۰	۱۹۸/۹۶	۴,۰۹۰/۵۸	۲۸,۸۶۶,۰۶۰/۰۰	۱,۹۵۵/۳۲	۶۵۷/۹۱	۶,۳۷۰/۶۵			

### ادامه جدول (۳) نتایج برنامه ریزی غیرخطی

شماره سناریو	سال مورد مطالعه	کود نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	آب (مترمکعب در هکتار)	مطلوبیت انتظاری سود در هکتار	عملکرد بهینه (کیلوگرم در هکتار)	تغییر محصول (کیلوگرم)	عملکرد انتظاری (کیلوگرم در هکتار)	قیمت گندم (ریال)	قیمت آب (ریال)	قیمت کود (ریال)
۱	۱۳۷۹	۱۰۹/۳۹	۳,۳۱۶/۹۰	۲,۱۸۶,۳۸۲/۰۰	۱,۳۳۱/۴۵	۴۷۵/۴۵	۳,۲۷۸/۰۰	۸۷۵	۱۳۰	۳۹۰
	۱۴۰۰	۱۹۸/۹۶	۴,۰۹۰/۵۸	۳,۱۶۲,۲۶۹/۰۰	۱,۹۵۵/۳۲	۶۵۷/۹۱	۴,۹۶۸/۳۵			
۲	۱۳۷۹	۱۰۹/۳۹	۳,۳۱۶/۹۰	۱۳,۶۶۸,۸۰۰/۰۰	۱,۳۳۱/۴۵	۴۷۵/۴۵	۴,۷۷۴/۸۰	۳۵۰۰	۳۹۰	۷۸۰
	۱۴۰۰	۱۹۸/۹۶	۴,۰۹۰/۵۸	۱۳,۳۳۶,۰۴۰/۰۰	۱,۹۵۵/۳۲	۶۵۷/۹۱	۴,۹۶۸/۳۵			
۳	۱۳۷۹	۱۰۹/۳۹	۳,۳۱۶/۹۰	۱۳,۶۴۷,۴۷۰/۰۰	۱,۳۳۱/۴۵	۴۷۵/۴۵	۴,۷۷۴/۸۰	۳۵۰۰	۳۹۰	۹۷۵
	۱۴۰۰	۱۹۸/۹۶	۴,۰۹۰/۵۸	۱۳,۲۹۷,۲۴۰/۰۰	۱,۹۵۵/۳۲	۶۵۷/۹۱	۴,۹۶۸/۳۵			
۴	۱۳۷۹	۱۰۹/۳۹	۳,۳۱۶/۹۰	۱۲,۸۰۶,۴۰۰/۰۰	۱,۳۳۱/۴۵	۴۷۵/۴۵	۴,۷۷۴/۸۰	۳۵۰۰	۶۵۰	۷۸۰
	۱۴۰۰	۱۹۸/۹۶	۴,۰۹۰/۵۸	۱۲,۲۷۲,۴۹۰/۰۰	۱,۹۵۵/۳۲	۶۵۷/۹۱	۴,۹۶۸/۳۵			
۵	۱۳۷۹	۱۰۹/۳۹	۳,۳۱۶/۹۰	۱۲,۷۸۵,۰۷۰/۰۰	۱,۳۳۱/۴۵	۴۷۵/۴۵	۴,۷۷۴/۸۰	۳۵۰۰	۶۵۰	۹۷۵
	۱۴۰۰	۱۹۸/۹۶	۴,۰۹۰/۵۸	۱۲,۲۳۳,۶۹۰/۰۰	۱,۹۵۵/۳۲	۶۵۷/۹۱	۴,۹۶۸/۳۵			
۶	۱۳۷۹	۱۰۹/۳۹	۳,۳۱۶/۹۰	۲۱,۱۹۲,۶۵۰/۰۰	۱,۳۳۱/۴۵	۴۷۵/۴۵	۴,۷۷۴/۸۰	۵۲۵۰	۳۹۰	۷۸۰
	۱۴۰۰	۱۹۸/۹۶	۴,۰۹۰/۵۸	۲۸,۲۴۱,۳۹۰/۰۰	۱,۹۵۵/۳۲	۶۵۷/۹۱	۶,۳۷۰/۶۵			
۷	۱۳۷۹	۱۰۹/۳۹	۳,۳۱۶/۹۰	۲۱,۱۷۱,۳۲۰/۰۰	۱,۳۳۱/۴۵	۴۷۵/۴۵	۴,۷۷۴/۸۰	۵۲۵۰	۳۹۰	۹۷۵
	۱۴۰۰	۱۹۸/۹۶	۴,۰۹۰/۵۸	۲۸,۲۰۲,۶۰۰/۰۰	۱,۹۵۵/۳۲	۶۵۷/۹۱	۶,۳۷۰/۶۵			
۸	۱۳۷۹	۱۰۹/۳۹	۳,۳۱۶/۹۰	۲۰,۳۳۰,۲۶۰/۰۰	۱,۳۳۱/۴۵	۴۷۵/۴۵	۴,۷۷۴/۸۰	۵۲۵۰	۶۵۰	۷۸۰
	۱۴۰۰	۱۹۸/۹۶	۴,۰۹۰/۵۸	۲۷,۱۷۷,۸۴۰/۰۰	۱,۹۵۵/۳۲	۶۵۷/۹۱	۶,۳۷۰/۶۵			
۹	۱۳۷۹	۱۰۹/۳۹	۳,۳۱۶/۹۰	۲۰,۳۰۸,۹۲۰/۰۰	۱,۳۳۱/۴۵	۴۷۵/۴۵	۴,۷۷۴/۸۰	۵۲۵۰	۶۵۰	۹۷۵
	۱۴۰۰	۱۹۸/۹۶	۴,۰۹۰/۵۸	۲۷,۱۳۹,۰۴۰/۰۰	۱,۹۵۵/۳۲	۶۵۷/۹۱	۶,۳۷۰/۶۵			

ماخذ: یافته‌های تحقیق



## پیشنهادات

- با توجه به یافته های مطالعه، پیشنهادات ذیل به منظور بهبود مطالعات آتی در این حوزه ارائه می شود.
- از آنجاکه کشاورزان در به کارگیری بعضی از نهاده های تولید مانند کود نیتروژن زیاده روی دارند و از طرف دیگر اثر متقابل نهاده هایی مانند آب و کود نیتروژن، برای کشاورزان روشن شده است، شایسته است دولت برنامه های ترویجی و فرهنگ سازی در جهت استفاده مناسب از عوامل تولید داشته باشد تا نه تنها هزینه های تولید کاهش یابد، بلکه مشکلاتی مانند آبیروی نیز حل می شود.
  - به دلیل کاهش بارندگی و افزایش دمای ناشی از تغییر اقلیم، تأمین آب مورد نیاز گیاه و روش های آبیاری اهمیت بیشتری پیدا خواهند کرد. تبلیغ روش های نوین آبیاری و سرمایه گذاری دولتی در این زمینه می تواند کارگشا باشد. البته به گونه ای که این روش ها مبتنی بر کاهش مصرف آب باشد و منجر به بهره برداری بی رویه از منابع آب به خصوص منابع آب زیرزمینی نشود.
  - گرچه سیاست های قیمتی ابزاری دولتی برای کنترل بازار است، اما بهتر است به کارگیری این روش ها در مواقع مناسب و حتی الامکان ضروری باشد و دولت اجازه دهد مکانیزم بازار قیمت های محصول و نهاده ها را تعیین کند که این روش خود به خود باعث استفاده مناسب و مطلوب عوامل تولید خواهد شد.
  - پیشنهاد می شود با اتخاذ سیاست هایی که حاشیه اطمینانی برای کشاورزان ایجاد می کند، ریسک گریزی کشاورزان کاهش داده شود.
  - با توجه به مطالعات محدود کاربردی در زمینه تغییر اقلیم و اثرات آن در بخش کشاورزی و به ویژه با لحاظ متغیرهای اقتصادی، لازم است مطالعات کاربردی و وسیعی در این زمینه صورت گیرد. به خصوص با انجام کارهای گروهی ترکیبی از رشته های مرتبط می توان موارد بیشتری در تغییرات اقلیمی مانند خشکسالی را نیز وارد سناریوها نمود.
  - در مورد روش های سازگاری با تغییر اقلیم مانند تغییر تاریخ کاشت، کشت آبی به جای دیم یا کاشت محصولات متناسب با شرایط اقلیمی منطقه مطالعاتی صورت گیرد و آموزش های لازم به کشاورزان داده شود.

## منابع

- تشکینی، ا. ۱۳۸۴. اقتصادسنجی کاربردی به کمک Microfit. موسسه فرهنگی و هنری دیباگران تهران.
- رحیمی بدر، ب و س. یزدانی. (۱۳۸۶). ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر کشاورزی. فصلنامه توسعه و بهره وری، (۷) ۳، صفحات ۴۴-۴۸.
- شریف، م. (۱۳۸۳). بررسی آثار تعیین قیمت گندم بر تولید آن در ایران. فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه. ۴۶: صفحات ۱۸۹-۱۵۹.
- علیزاده، ا. و غ. کمالی. (۱۳۸۶). نیاز آبی گیاهان در ایران. انتشارات دانشگاه امام رضا.
- کریم زادگان، ح.، گیلان پور، ا. و ا. میرحسینی. (۱۳۸۵). فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۵۵: صفحات ۱۳۳-۱۲۱.

کوچکی، ع.، نصیری محلاتی، م.، شریفی، ح.، زند، ا. و غ. کمالی. (۱۳۸۰). شبیه سازی رشد، فنولوژی و تولید ارقام گندم در اثر تغییر اقلیم در شرایط مشهد. *مجله پژوهشی بیابان*، (۶): ۲. صفحات ۱۱۷-۱۲۷.

هنرآموز، ن. (۱۳۸۴). مدل رشد بخش کشاورزی ایران با تاکید بر فناوری و سرمایه انسانی. *فصلنامه اقتصاد و تجارت نوین*. ۳: صفحات ۱۱۹-۱۳۷.

هاتف، ح. (۱۳۸۵). آثار طرح خودکفایی گندم بر الگوی کشت (مطالعه موردی دشت مشهد). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.

سالنامه آماری استان خراسان رضوی ۱۳۸۵

سرشماری عمومی نفوس و مسکن ۱۳۸۵ - مرکز آمار ایران

سیستم هزینه تولید سازمان جهاد کشاورزی

- Abildtrup. J. and M. Gylling. (2001). Climate change and regulation of agricultural land use: A literature survey on adaptation options and policy measures. Working Paper for Danish Institute of Agricultural and Fisheries Economics Farm Management and Production Systems Division.
- Bannayan, M., Kobayashi, K., Kim, H.Y., Lieffering, M., Okada, M. and S. Miura. (2005). Modeling the interactive effects of atmospheric CO<sub>2</sub> and N on rice growth and yield. *Field Crops Research*. 93: 237-251.
- Cabas, J. (2006). Economic evaluation of agricultural adaptation strategies to weather events. Phd Thesis, The University of Guelph.
- Easterling, W., Mearns, L.O., Hays, C., and D. Marx. (2001). Comparison of agricultural impacts of climate change calculated from high and low resolution climate model scenarios: Part two. Accounting for adaptation and CO<sub>2</sub> direct effects. *Climatic Change*, 51: 173-197.
- Finger. R. and S. Schmid. (2007). Modeling agricultural production risk and the adaptation to climate change. Presentation at the 101st EAAE Seminar 'Management of Climate Risks in Agriculture'. Berlin, Germany, July 5-6, 2007.
- Flukiger, S. and P. Rieder. (1997). Klimawandel und landwirtschaft. VDF Hochschulverlag, Zurich. In Finger. R. and S. Schmid. (2007). Modeling agricultural production risk and the adaptation to climate change. Presentation at the 101st EAAE Seminar 'Management of Climate Risks in Agriculture'. Berlin, Germany, July 5-6, 2007.
- Hardaker, J.B., Huirne, R.B.M. and J.R. Andeson. (1997). Coping with risk in agriculture. CAB International press.
- Hazell, P., and R. Norton. (1986). Mathematical programming for economic analysis in agriculture. Macmillan publishing company, New York.
- Kaiser, H., Rihe, S., Wikes, D. and R. Sampath. (1993). Adaptation to global climate change at the farm level. In: Kaiser, H.M. and Drennen T.E. (2000). Agricultural dimensions of global climate change. St. Lucie press.
- Owen, A. D. and N. Hanley. (2004). The economics of climate change. Routledge press.



Smith, J. and D. Tirpak. (1989). Potential impacts of global climate change on the United States. Washington, D.C.: Environmental Protection Agency.  
[www.koaj.ir](http://www.koaj.ir)

## How does climate change affect the wheat production in Mashhad?

Elahe Boskabadi, Mohammadreza Kohansal and Mohammad Ghorbani\*

### Abstract

Climate change effect is one of the most important environmental problems in the world. Climate change effect on agriculture is complex. Temperature change can cause main effects on the world agriculture, such as changes in raining model and CO<sub>2</sub> level increase. In this study, the climate change effects resulted from duplicated CO<sub>2</sub> that changes temperature and raining, investigates wheat yield with respect to economic factors. Therefore results of biophysical simulation integrates in an economic model. The economic model simulates farmers' reactions to climate change using a nonlinear programming approach. This study analyses wheat production in different scenarios that cover the period of 2000-2021 in Mashhad. Different scenarios of climate change, prices and farmers risk aversion are applied in order to show the sensitivity of crop yields on these factors. Results show that wheat optimum yield is changed from 1331.45 kg/ha in base year to 1955.32 kg/ha in goal year. So, it is predicted that climate change increase 48% optimum yield. Climate change increase water and Nitrogen fertilizer consumption. 23% of water usage and 81% of fertilizer usage increase in 1400 in comparison with base year. Price changes don't influence factors consumption and production in both years scenarios (2000,2021).

**JEL: Q54**

**Key Words: Climate change, wheat production, Economic- agronomic approach, risk aversion, prices**

---

\* Msc. Of Agricultural Economics, Associate Professor, Agricultural Economics Department, Ferdowsi Univ. of Mashhad  
Elahe.boskabadi@gmail.com