نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی
جلد 28، شماره 3، پاییز 1393، ص. 300-292

Journal of Agricultural Economics and Development
Vol. 28, No. 3, Fall 2014, p. 292-300

بررسی اثرات رفاهی ناشی از تغییراقلیم بر روی محصول گندم در ایران

صادق خلیلیان[1*]- کتایون شمشادی[2]- سیدابوالقاسم مرتضوی[3]-مجید احمدیان[4]

تاریخ دریافت:1393/03/02
تاریخ پذیرش: 1393/08/03

چکیده

بخش کشاورزی بدلیل تعاملات گسترده‌ای که با محیط دارد، بیش‌ترین تأثیر را از پدیده تغییر اقلیم می‌پذیرد و در نتیجه ضمن تغییرشرایط تولید باعث تغییرات رفاهی در سطح جامعه می‌شود. در این مقاله تلاش شد اثرات رفاهی تغییر در پارامترهای اقلیمی بر محصول گندم ایران بررسی شود. بدین منظور ابتدا توابع رگرسیونی عملکرد تخمین زده شد. سپس توابع عرضه، تقاضا و واردات گندم با استفاده از سیستم معادلات هم‌زمان برآورد گردید. در نهایت به منظور بررسی اثرات رفاهی ناشی از تغییر در پارامترهای اقلیمی دما و بارندگی، از یک مدل برنامه‌ریزی قیمت درونزا در قالب سه سناریوی مختلف اقلیمی استفاده شد. نتایج تحقیق نشان داد که در صورت کاهش بارندگی توأم با افزایش درجه حرارت، مازاد رفاه مصرف‌کنندگان، تولیدکنندگان و در نتیجه مازاد رفاه کل جامعه کاهش خواهد یافت و مصرف‌کنندگان نسبت به تولیدکنندگان رفاه بیش‌تری را از دست خواهند داد.

واژه‌های کلیدی: تغییر اقلیم، پهنه‌بندی اقلیمی، گندم، داده های تابلوئی، مدل قیمت درونزا
طبقه‌بندی: JEL: C61؛ Q54؛ Q11.

مقدمه

در حال حاضر گرم شدن زمین و تداوم آن در نتیجه افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای در دنیا پذیرفته شده است (29). بر اساس اعلام هیئت بین الدولی تغییر اقلیم، دمای سطح زمین به دلیل انتشار گازهای گلخانه‌ای، 0/3 تا 0/6 درجه سانتی‌گراد در طول قرن گذشته افزایش یافته و تا سال 2100 میلادی مقدار آن 1 تا 3/5 درجه سانتی‌گراد افزایش می‌یابد (21). گازهای گلخانه‌ای مانند دی‌اکسیدکربن عامل تغییر در شرایط و متغیرهای اقلیمی از جمله درجه حرارت، بارش، رطوبت خاک و سطح دریا می‌باشند (19 و 31). این تغییرات می‌تواند در بلندمدت عواقب جدی اقتصادی و اجتماعی در پی داشته و اثرات سوئی بر سیستم‌های زیست محیطی، کشاورزی، فعالیت‌های بشر و اقتصاد بگذارد.

بخش کشاورزی یکی از مهم‌ترین بخش‌های اقتصادی بوده که به دلیل تعاملات گسترده با محیط، بیش‌ترین تأثیر را از پدیده تغییر اقلیم می‌پذیرد. بخش کشاورزی هم بر تغییر اقلیم اثر گذاشته و هم از آن تأثیر می پذیرد. تأثیر کشاورزی از تغییرات اقلیمی در مناطق مختلف یکنواخت نیست: انتظار می‌رود که کشورهای در حال توسعه بیشتر تحت تأثیر اثرات منفی تغییر اقلیم قرار گیرند (33). مطالعات اخیر نشان می دهد که اگر اقدامی در جهت مقابله با گرم شدن زمین صورت نگیرد، تولید جهانی محصولات کشاورزی 15/9 درصد تا سال 2080 کاهش یابد، در حالی‌که کشورهای در حال توسعه کاهش شدیدی (19/7درصد) را در تولیدات کشاورزی تجربه خواهند کرد (16).

بنابراین، مجموعه این عوامل، کشاورزی را به محور اصلی مباحث تغییر اقلیم تبدیل کرده است. در دهه‌های اخیر مطالعات بسیاری در زمینه آثار تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی صورت گرفته است. بخش عمده‌ای از این مطالعات به بررسی تغییر عملکرد محصولات مختلف در نتیجه تغییر در پارامترهای اقلیمی پرداخته‌اند (13، 15، 18، 20، 23، 25، 27،26، 28، 32). بخش دیگری از مطالعات اثرات تغییر اقلیم را بر درآمد ناخالص کشاورزان مورد ارزیابی قرار داده‌اند (11 و 34). برخی از پژوهش‌ها نیز آثار رفاهی ناشی از تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی مورد تجزیه و تحلیل قرار داده‌اند (9، 10، 14، 24).

کشور ایران نیز در منطقه خشک و نیمه خشک واقع شده است. تقریباً 35/5 درصد سرزمین‌های آن دارای آب و هوای بسیار خشک،

1، 2 و3 – به ترتیب دانشیار، دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی و استادیار دانشگاه تربیت مدرس
(*-نویسنده مسئول: Email: mailto:khalil_s@modares.ac.ir)
4- استاد دانشگاه تهران

29/9 درصد خشک، 20/1 درصد نیمه خشک، 5 درصد مدیترانه‌ای و 10 درصد مرطوب (از نوع سرد کوهستانی) است. در نتیجه بیش از 82 درصد قلمرو ایران در منطقه خشک و نیمه خشک قرار دارد. متوسط بارندگی در ایران در حدود 250 میلی‌متر است که این مقدار کم‌تر از یک سوم متوسط بارش در دنیا (860 میلی‌متر) است (22). نکته مهم دیگر در مورد اقلیم ایران، محدوده وسیع دمایی آن است که گاهی از 20- تا 50+ درجه سانتی‌گراد تغییر می‌کند.خشکسالی شدید اغلب به عنوان یک خصوصیت آب و هوایی ایران شناخته شده است. ایران در طول سه سال گذشته خسارات زیادی را به علت خشکسالی تحمل کرده است (22). براساس تحقیقات و ارزیابی‌های انجام شده در طرح توانمندسازی تغییر آب و هوا تحت نظر کنوانسیون تغییر آب و هوای سازمان ملل متحد و با استفاده از سناریوهای مطرح شده توسط IPCC[1] (هیئت بین‌الدولی تغییر اقلیم) اگر میزان غلظت دی‌اکسیدکربن تا سال 2100 دو برابر شود، دمای متوسط ایران به میزان 4/5- 1/5 درجه سانتی‌گراد افزایش و میانگین بارش کشور حدود 10 درصد (تقریباً 25 میلی‌متر) کاهش خواهد یافت که این مسئله اگر چه بر همه بخش‌های اقتصادی کشور تأثیرگذار است، اما شرایط تولید در بخش کشاورزی را با محدودیت های اساسی روبه‌رو می‌سازد. IPPC در چهارمین گزارش خود کاهش 30 درصدی در غلات جهان را در نتیجه تغییرات اقلیمی پیش‌بینی می‌کند.

بنابراین به دلیل نقش مهمی که بخش کشاورزی در اقتصاد، امنیت غذایی و رفاه اجتماعی کشور دارد، لازم است اثرات تغییر اقلیم بر تولیدات بخش کشاورزی ایران مشخص گردد تا از هم اکنون سیاست‌های مناسب برای کاهش اثرات منفی این پدیده اتخاذ گردد. اگر چه در چند سال اخیر مطالعات متعددی در زمینه تغییر اقلیم در داخل کشور انجام شده است، اما اثرات اقتصادی این پدیده کم‌تر مورد توجه قرار گرفته و مغفول مانده است. از مطالعاتی که در داخل کشور به اثرات اقتصادی تغییر اقلیم بر کشاورزی پرداخته‌اند می‌توان به مقاله واثقی و اسماعیلی (7) اشاره کرد که بر اساس نتایج آن افزایش دما و کاهش بارندگی در 100 سال آینده، باعث کاهش بازده به میزان 41 درصد (777 هزار ریال) به ازاء هر هکتار کشت گندم در کشور می‌گردد. اثرات رفاهی تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی نیز توسط نجفی و همکاران (6) در شهرستان مراغه و مؤمنی و زیبائی (5) در استان فارس مورد بررسی قرار گرفته که نتایج آن نشان‌دهنده کاهش رفاه می‌باشد. با توجه به اهمیت گندم به عنوان یک محصول مهم و استراتژیک در استقلال سیاسی کشور و هم‌چنین اهمیت آن در سبد کالائی خانوار، در پژوهش حاضر اثرات تغییر در پارامترهای اقلیمی بر گندم و آثار رفاهی ناشی از این پدیده در کشور ایران مورد بررسی قرار گرفته است. بدین منظور کشور ایران بر اساس شاخص‌های بارندگی، درجه حرارت، ساعت آفتابی و ارتفاع از سطح دریا به شش منطقه اقلیمی تقسیم‌بندی شده است. داده های مورد نیاز از سازمان هواشناسی کشور و وزارت جهاد کشاورزی طی سال‌های 90-1372 جمع‌آوری شده است.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق، با پیروی از مطالعات آدامز و همکاران (9)، چانگ (13)، دلال و همکاران (16)، آتاناویچ (10)، مک کارل (27) و مؤمنی و زیبایی (5)، ابتدا جهت برآورد اثرات تغییر اقلیم بر عملکرد محصولات از توابع عملکرد استفاده شد. به منظور بررسی دقیق‌تر اثرات تغییر در پارامترهای اقلیمی بر عملکرد گندم، در این پژوهش پهنه‌بندی اقلیمی برای ایران صورت گرفت. سپس کشش‌های برآورد شده در این قسمت برای پیش‌بینی تغییرات عملکرد تحت سناریوهای مختلف اقلیمی استفاده شدند. در نهایت به منظور ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر رفاه جامعه، از یک مدل تعادل جزئی قیمت درونزا استفاده شد. مدل‌های تعادل جزئی برای تجزیه و تحلیل آثار اعمال سیاست و یا شوک‌های اقلیمی، بسیار مفید می‌باشد. در ایجاد این مدل‌ها، به اطلاعات بسیار محدودتری نسبت به مدل‌های تعادل عمومی نیاز است که با واقعیت محدودیت اطلاعات در کشورهای جهان سوم، انطباق بیش‌تری دارد.

مدل اقلیمی (تابع عملکرد محصول گندم)

برای تخمین مدل اقلیمی ازروش داده‌های تابلویی[2] استفاده می‌شود. داده‌های تابلویی، محیط بسیار مناسبی برای گسترش روش‌های تخمین و نتایج نظری فراهم می‌سازند و محققان را قادر به استفاده از داده‌های مقطعی و سری زمانی برای بررسی مسائلی می‌کنند که امکان مطالعه آن‌ها در محیط‌های فقط مقطعی یا فقط سری‌زمانی وجود ندارد. روش داده‌های تابلویی، روشی برای تلفیق داده‌های مقطعی و سری‌زمانی است (12):

$$Y_{it} = \alpha_{it} + \sum_{k=2}^{K} \beta_{kit} X_{it} + \sum_{l=2}^{L} \gamma_{lit} Z_{it} + \mu_i + \vartheta_{it} \quad (1)$$

که در این رابطه، جزء اخلال ϑ_{it} دارای توزیع نرمال است و به ازای آن تمام iها و tها مستقل از X_{it} می‌باشند. در این رابطه X نشان‌دهنده متغیرهای غیراقلیمی شامل نهاده‌های نیروی کار، کود، سم و بذر و Z نشان دهنده متغیرهای اقلیمی است. متغیرهای اقلیمی شامل بارندگی فروردین تا اسفند، دمای حداقل و دمای حداکثر و واریانس دمای حداقل و حداکثر از فروردین تا اسفند می‌باشد. به دلیل این‌که در مناطق مختلف ایران گندم به صورت بهاره و زمستانه کشت می‌شود متغیرهای اقلیمی در تمام ماه‌های سال وارد مدل شده‌اند. برای بررسی ناهمگنی‌های مقطعی از آزمون F لیمر استفاده شد.

1- Intergovernmental Panel of Climate Change

2-Panel Data

مدل اقتصادی

معادلات عرضه و تقاضا: جهت برآورد توابع عرضه و تقاضای گندم از سیستم معادلات هم‌زمان استفاده شد. برای بررسی وجود هم‌زمانی از آزمون هاسمن استفاده شد که نتایج آن نشان از وجود رابطه هم‌زمانی بین معادلات تخمین زده شد (12).

مدل قیمت درونزا: از نوع مدل‌های برنامه‌ریزی غیرخطی می‌باشد. در مدل‌های برنامه ریزی خطی (LP) فرض می‌گردد که قیمت و مقدار نهاده و ستاده‌ها برونزا هستند، اما در مدل‌های قیمت درونزا دیگر نیازی به تحقق این فرض نیست. این مدل‌ها در مواردی مثل صنعت و یا یک بخش به‌کار می‌روند که در آن مقدار خرید نهاده ها و یا تولید بر روی قیمت تعادلی اثر گذار می‌باشد.

در این تحقیق، همانند مطالعات پیشین (5، 9، 10، 14، 17، 30) از مدل بخش کشاورزی (ASM) برای برآورد اثرات اقتصادی تغییر اقلیم استفاده می‌شود. مدل ASM یک مدل تعادل جزئی[1] تحت مجموعه مشخصی از شرایط عرضه و تقاضا است که به عنوان یک مسئله برنامه‌ریزی ریاضی مدل سازی می‌شود (30). مجموع اختلاف ناحیه زیر منحنی تقاضا و منحنی عرضه به عنوان تابع هدف مدل ASM می‌باشد. تابع هدف نشان‌دهنده رفاه اجتماعی با محدودیت‌های مازاد مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان است که منافع آنها را از تولید و مصرف کالاها اندازه‌گیری می‌کند (17). ناحیه زیر منحنی عرضه و تقاضای اولیه برابر با رفاه اقتصادی اولیه است. بطور مشابه، ناحیه زیر منحنی عرضه و تقاضا بعد از اعمال اثرات تغییر در پارامترهای اقلیمی نشان‌دهنده رفاه اقتصادی جدید می‌باشد (نمودار 1). اختلاف بین این دو ناحیه تغییر در رفاه اقتصادی است که برابر با درآمد خالص سالانه بدست آمده یا از دست رفته تولیدکنندگان بخش کشاورزی و مصرف-کنندگان بعنوان نتیجه تغییر جهانی اقلیم می‌باشد. توابع تجارت نیز در مدل در نظر گرفته می‌شود (30).

در این تحقیق بر اساس مطالعه ساموئلسون (34)، تاکایاما و جاج (35) تابع هدف برای حداکثرسازی رفاه اجتماعی به صورت زیر تدوین شده است.در این حالت مساحت زیر منحنی تقاضا منهای مساحت زیر منحنی عرضه (نمودار 1)، با توجه به محدودیت تعادل عرضه و تقاضا، حداکثر می‌گردد. مقدار تابع هدف معمولا مازاد تولیدکننده به اضافه مازاد مصرف کننده نامیده می‌شود. در اینجا فرض شده است که عرضه از منابع متفاوتی (تولید داخل و واردات) و تقاضا نیز از دو محل برای خوراک انسانی و خوراک حیوانی صورت می‌گیرد.

$$Maximize\ W_I = \int_0^{d_i} P_i(Q_i)dQ_i + \int_0^{d_j} P_j(Q_j)dQ_j - \int_0^{s_k} P_k(Q_k)dQ_k - \int_0^{s_l} P_l(Q_l)dQ_l$$

Subject to:

$$Q_i + Q_j - Q_k - Q_l \le 0$$
$$P_i = P_i(Q_i)$$
$$P_j = P_j(Q_j)$$
$$P_k = P_k(Q_k)$$
$$P_l = P_l(Q_l)$$
$$Q_i, Q_j, Q_k, Q_l \ge 0$$

که دراین رابطه،

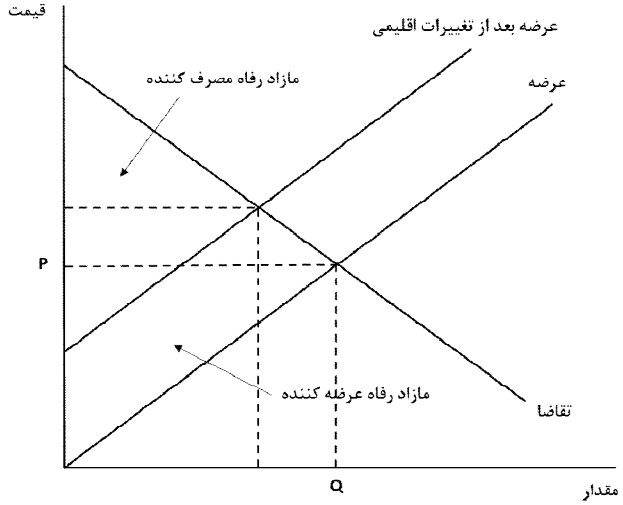
W_I مجموع مازاد عرضه و تقاضا است که بایستی حداکثر شود، $\int_0^{d_i} P_i(Q_i)dQ_i$؛ مازاد تقاضای مصرف انسانی، $\int_0^{d_j} P_j(Q_j)dQ_j$؛ مازاد تقاضای مصرف خوراک دام، $\int_0^{s_k} P_k(Q_k)dQ_k$؛ مازادعرضه ناشی از تولید داخل، $\int_0^{s_l} P_l(Q_l)dQ_l$؛ مازادعرضه ناشی از واردات گندم می باشد. داده‌های مربوط به تولید، سطح زیرکشت و عملکرد و هزینه تولید محصولات مختلف از دفتر آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهادکشاورزی، آمار مربوط به دما و بارندگی استگاه‌های هواشناسی کشور از اداره هواشناسی کشاورزی سازمان هواشناسی کشور و آمار قیمت محصولات از مرکز آمار ایران و بانک مرکزی جمع آوری شده است.

نتایج و بحث

به منظور بررسی دقیق‌تر اثرات تغییر در پارامترهای اقلیمی بر عملکرد گندم، در این پژوهش پهنه‌بندی اقلیمی برای ایران صورت گرفت. پهنه‌بندی اقلیمی در واقع، مناطق اقلیمی یک کشور را بر اساس ویژگی‌های هواشناسی در یک طبقه قرار می‌دهد. روش‌های متفاوتی برای پهنه‌بندی اقلیمی وجود دارد که سازمان هواشناسی کشور از آن‌ها استفاده کرده و پهنه‌بندی اقلیمی را برای ایران شناسایی کرده است. در پهنه‌بندی حاضر، ایران بر اساس شاخص‌های بارندگی، درجه حرارت، ساعت آفتابی و ارتفاع از سطح دریا به شش منطقه اقلیمی تقسیم‌بندی شده است (2).

سپس برای هر یک از مناطق اقلیمی، تابع عملکرد محصول گندم آبی و دیم با توجه به متغیرهای اقتصادی و اقلیمی تعریف شده در روش تحقیق در قالب داده‌های تابلوئی برآورد گردید. شهرستان‌های موجود در هر منطقه، مقاطع عرضی در تابع عملکرد گندم می باشند. در مجموع 11 تابع عملکرد (برای گندم دیم، منطقه شش به دلیل محدودیت در کشت و پراکندگی آمار و اطلاعات از مدل حذف شد) برای گندم آبی و دیم تخمین زده شد که در نهایت به دلیل طولانی بودن نتایج این قسمت از آوردن جداول آن در متن صرف نظر شد. میانگین اثرات کلی پارامترهای اقلیمی بر گندم آبی و دیم در جدول 1 نشان داده شده است. گندم دیم نسبت به گندم آبی حساسیت بیش‌تری نسبت به بارندگی و حساسیت کم‌تری نسبت به دما داشته است.

1- Partial Equilibrium Model



نمودار 1- تغییرات در عرضه و تقاضا و مازاد رفاهی

جدول 1- متوسط اثر تغییر در هر واحد بارندگی و دما بر روی عملکرد محصولات کشاورزی در مناطق مختلف اقلیمی ایران (دما به درجه سانتی‌گراد، بارندگی به میلی‌متر و عملکرد به کیلوگرم)

محصول	متغیر	منطقه 1	منطقه 2	منطقه 3	منطقه 4	منطقه 5	منطقه 6	متوسط وزنی ایران
گندم آبی	بارندگی	0/08	-23/63	68/72	14/49	5	20/91	12/84
	دما	-40/13	-417/39	41/42	37/04	-50/58	-188/60	-53/85
گندم دیم	بارندگی	15/44	11/92	19/73	25/63	8/74	-	14/25
	دما	-8/74	-227/74	-63/48	-31/84	-8/34	-	-28/32

مأخذ: نتایج تحقیق

جدول 2- تغییرات پارامترهای اقلیمی، عملکرد و تولید هر یک از محصولات در سناریوهای مختلف اقلیمی

پارامتر اقلیمی	سناریوی 1	سناریوی 2	سناریوی 3
بارندگی (میلی‌متر)	-3/4	-27/5	-53/25
دما (سانتی‌گراد)	1/68	3/5	0/65
اثر کل اقلیم بر عملکرد گندم (کیلوگرم در هکتار)	-122/3	-526	-736/1
درصد تغییر در تولید	-6/37	-27/36	-38/3

ماخذ: یافته‌های تحقیق

سناریوهای اقلیمی

هنگامی که تغییرات اقلیمی اتفاق می‌افتد، عملکرد محصولات دچار تغییر شده و در نتیجه عرضه محصولات تغییر خواهد کرد. هنگامی که عرضه محصولات تغییر کند، باعث می‌شود که تابع هدف فوق تغییر کند. در این‌جا سناریوهای اقلیمی مقدار تغییر در عرضه را نتیجه داده و به وسیله آن می‌توان تغییرات در مازاد رفاهی را مشاهد نمود. با توجه به این‌که در سال 1390، 69/1 درصد تولید گندم به صورت آبی و 30/9 درصد به صورت دیم بوده است و هم‌چنین نتایج جدول 1، از اثر هر یک از پارامترهای اقلیمی بر عملکرد آبی و دیم در هر منطقه استفاده و در نهایت اثر کل بارندگی و دما بر روی عملکرد به دست آورده شده است. از این‌رو افزایش بارندگی به ازای هر میلی‌متر باعث افزایش 13/25 کیلوگرمی در هکتار گندم شده و افزایش دما به میزان 1 درجه سانتی‌گراد، باعث کاهش در عملکرد گندم به میزان 45/96 واحد خواهد شد.

در این‌جا برای سناریوهای اقلیمی از مطالعات (1، 3، 4) استفاده شده است. نتایج حاصل از وقوع هر یک از سناریوها بر عملکرد و تولید گندم در جدول 2 قابل مشاهده است.

همان‌طور که از جدول فوق مشخص است، بر اساس سناریوی

شماره 1 که در آن بارندگی تا سال 2025 به طور متوسط به میزان 3/4 میلی‌متر کاهش و دما به اندازه 1/68 درجه سانتی‌گراد افزایش می‌یابد. این تغییرات باعث کاهش عملکرد در هکتار گندم به میزان 122/3 کیلوگرم در هکتار خواهد شد.

تخمین توابع محصول گندم

هدف از تحلیل و تخمین توابع محصولات در این بخش به دست آوردن کشش‌های قیمتی می‌باشد. قبل از تخمین، ایستایی مقادیر لگاریتمی هر یک از سری‌های زمانی با استفاده از آزمون دیکی فولر تعمیم یافته انجام شد. هم‌چنین مقادیر میانگین و انحراف معیار متغیرها در طی سال‌های 1367 تا 1390 در جدول 3 نشان داده شده است.

نتایج حاصل از تخمین توابع عرضه و تقاضای گندم در جدول 4 آورده شده است.

در این مطالعه عرضه، تابعی از قیمت گندم، سطح زیرکشت در نظر گرفته شده است. از طرفی چون مقادیر به صورت لگاریتمی در نظر گرفته شده، پارامترهای به دست آمده همان کشش‌ها هستند. از این‌رو قیمت گندم اثر مثبتی بر روی عرضه محصولات دارد؛ به طوری‌که افزایش 100 درصدی در قیمت هر واحد گندم، منجر به افزایش 15 درصدی عرضه این محصول خواهد شد. در این مطالعه از این کشش قیمتی برای به دست آوردن تابع تقاضای خطی گندم برای مصارف خوراک دام استفاده شده است. سطح زیرکشت نیز اثر مثبتی بر روی عرضه دارد. از این‌رو افزایش در سطح زیرکشت منجر به افزایش در مقدار عرضه محصول می‌شود، اما افزایش در هزینه‌های تولید منجر به کاهش در عرضه این محصول خواهد شد.

در تابع تقاضای گندم برای مصرف انسانی، متغیر قیمت اثر منفی داشته است. از طرف دیگر میزان یارانه پرداختی و درآمد سرانه، دارای اثر مثبتی بر روی تقاضای گندم می‌باشد. متغیر یارانه پرداختی در واقع میزان یارانه دولتی است که بابت آرد و نان پرداخت شده است، و متغیر دامی خشکسالی مربوط به سال‌های 1378 و 1387 بوده است.

در تابع واردات گندم، قیمت داخلی اثر مثبتی بر روی واردات آن دارد، چرا که با افزایش در میزان قیمت‌های داخلی، واردات این محصول افزایش خواهد یافت. هم‌چنین، قیمت وارداتی گندم ایران دارای اثر منفی بر روی واردات دارد، چرا که با افزایش در این قیمت، تمایل به واردات گندم کاهش خواهد یافت. نرخ ارز دارای اثر منفی بر روی واردات است، چرا که افزایش در نرخ ارز، موجب گران‌تر شدن هزینه‌های واردات شده و تقاضا برای واردات را کاهش می‌دهد. تولید داخلی دارای بیش‌ترین اثر بر روی میزان واردات بوده است. از این‌رو با افزایش در تولید داخل، مقدار واردات این محصول کاهش یافته است. در نتیجه در سال‌هایی که به علت خشکسالی تولید به مخاطره افتاده است، باعث افزایش در واردات شده است. در تابع واردات، به دلیل ثابت بودن تعرفه محصول گندم برای اکثر سال‌های مورد مطالعه، این متغیر در مدل لحاظ نشده است.

جدول 3- مقادیر توصیفی متغیرهای مورد استفاده

متغیر	توصیف متغیرها	واحد	درجه مانایی*	نوع مانایی	میانگین	انحراف معیار
مقدار عرضه گندم	مجموع صادرات و تولید داخلی	تن	I(1)	بدون عرض از مبداء و روند	8619958	3697640
قیمت داخلی گندم	قیمت تضمینی	ریال	I(1)	با عرض از مبداء	958/82	1089/117
سطح زیرکشت گندم	مجموع سطح زیرکشت آبی و دیم	هکتار	I(0)	با عرض از مبدا	6090701	657115.7
هزینه تولید گندم	هزینه هر هکتار تولید	10 ریال	I(1)	بدون عرض از مبداء	203701.6	159285
مقدارتقاضای گندم (مصارف انسانی)	85 درصد مجموع تولید داخل و واردات	تن	I(0)	با عرض از مبدا	9276258	1991555
دام	مجموع مقدار تولید گوشت سفید و قرمز	هزار تن	I(1)	با عرض از مبداء	921017.7	599613.8
قیمت داخلی جو	قیمت تضمینی	ریال	I(1)	بدون عرض از مبداءوروند	994/2	1038/25
واردات گندم	مقدار گندم وارد شده	تن	I(0)	با عرض از مبدا	2815244	1912963
قیمت وارداتی گندم	حاصل تقسیم ارزش واردات به مقدار آن	دلار	I(0)	با عرض از مبدا	0/166	0/056
تولید داخلی گندم	کل تولیدگندم آبی ودیم	تن	I(0)	با عرض از مبدا و روند	8590734	3652343
مقدارتقاضای گندم (مصارف خوراک دام)	15 درصد مجموع تولید و واردات	تن	I(0)	با عرض از مبدا	1636987	351450
کل یارانه گندم	یارانه پرداختی بابت آرد و نان	میلیاردریال	I(1)	با عرض از مبداء و روند	11389/13	12179/2

ماخذ: یافته‌های تحقیق

*آزمون مانایی برای سطح لگاریتمی داده‌ها و با استفاده‌از آزمون دیکی فولر تعمیم یافته انجام شده است

جدول 4- تخمین تابع عرضه، تقاضای گندم (مصرف انسانی و مصرف خوراک دام) و واردات گندم

نوع تابع	متغیر مستقل	مقدار ضریب	آماره احتمال	R^2	DW
عرضه (متغیر وابسته) (واحد:تن)	عرض از مبداء	-3/05	(1/04)*	87/8	1/68
	لگاریتم قیمت گندم (ریال)	**0/15**	(0/000)*		
	لگاریتمسطح زیرکشت (هکتار)	1/16	(0/000)*		
تقاضای گندم (انسانی) (متغیر وابسته ،واحد: تن)	عرض از مبداء	16/2	(0/000)*	83/1	1/52
	لگاریتمقیمت گندم (ریال)	**-0/35**	(0/03)**		
	لگاریتمیارانه پرداختی (میلیارد ریال)	0/28	(0/000)*		
	لگاریتمدرآمد سرانه (هزار ریال)	0/77	(0/009)*		
	متغیر موهومی خشکسالی	-1/09	(0/000)*		
واردات (متغیر وابسته) (واحد:تن)	عرض از مبداء	65/2	(0/003)*	64	1/81
	لگاریتمقیمت گندم (ریال)	**0/14**	(0/051)***		
	لگاریتمقیمت وارداتی گندم (دلار)	-0/08	(0/62)		
	لگاریتمتولید داخلی (تن)	-3/25	(0/002)*		
	متغیر موهومی خشکسالی	-1/9	(0/049)**		
تقاضای گندم (خوراک دام) (متغیر وابسته، واحد: تن)	عرض از مبداء	10/92	(0/3)	63/1	1/97
	لگاریتمقیمت گندم (ریال)	**-0/41**	(0/051)***		
	لگاریتمتولید گوشت (تن)	0/2	(0/14)		
	لگاریتمقیمت جو (ریال)	0/46	(0/04)**		
	متغیر موهومی	-0/48	(0/000)*		

*و **و *** معنی‌داری در سطح 1، 5 و 10 درصد

ماخذ: یافته‌های تحقیق

در تابع تقاضای گندم برای خوراکدام، قیمت گندم دارای اثر منفی بر روی تقاضا می‌باشد. از این‌رو با افزایش در قیمت آن، مقدار مصرف خوراک دام کاهش پیدا خواهد کرد. در این مطالعه از این کشش قیمتی برای به دست آوردن تابع تقاضای خطی گندم برای مصارف خوراک دام استفاده شده است. از طرف دیگر، افزایش در تولید گوشت (دام و طیور) باعث افزایش در تقاضا برای گندم خواهد شد. ضریب قیمت جو به عنوان یک کالای جانشین در تقاضای خوراک دام گندم، نشان دهنده جانشین بودن جو به جای گندم در تغذیه دام و طیور است. از این‌رو افزایش در قیمت این نهاده، منجر به افزایش تقاضای خوراک دام گندم خواهد شد.

تغییرات رفاهی برای محصول گندم

مدل برنامه ریزی ریاضی جهت ارزیابی آثار رفاهی محصول گندم در برنامه GAMS نگارش یافته و با استفاده از روش NLP حل گردید. این مدل بر اساس آمار و اطلاعات سال 1390 که دارای کامل‌ترین آمار و البته آخرین آمار بوده است، طراحی و حل شده است. در جدول 5 نتایج حل این مدل و اثرات اقلیمی بر روی مقادیر تولید، مصرف و واردات آورده شده است.

بروز تغییرات اقلیمی منجر به کاهش در میزان عرضه داخلی شده و مازاد تقاضا در بازار ایجاد خواهد شد. بخشی از مازاد تقاضا با افزایش واردات جبران خواهد شد. در نتیجه سیاست‌های خودکفایی محصول در صورت بروز تغییرات اقلیمی با چالش مواجه خواهد شد. از طرف دیگر، کاهش عرضه باعث افزایش قیمت شده و این امر منجر به کاهش تقاضا (مصارف انسانی و خوراک دام) شده و بخشی دیگر از مازاد تقاضا را جبران خواهد کرد.

با توجه به نتایج جدول، عرضه گندم در صورت وقوع سه سناریوی اقلیمی، به ترتیب، 3/6، 15/5 و 21/8 درصد کاهش خواهد یافت. کاهش در عرضه منجر به افزایش 9/8، 42/2 و 59/2 درصدی در قیمت تعادلی خواهد شد. متعاقب آن تقاضای گندم (مصارف انسانی) در سناریوی اول 3/4 درصد، در سناریوی دوم 14/7 درصد و در سناریوی سوم 20/5 درصد کاهش خواهد یافت. هم‌چنین تقاضای گندم برای مصارف خوراک دام و طیور نیز کاهش خواهد یافت. بروز تغییرات اقلیمی نیز منجر به افزایش واردات به میزان 1/4 درصد در سناریوی اول، 6 درصد در سناریوی دوم و 8/5 درصد در سناریوی سوم خواهد شد. لذا وقوع تغییرات اقلیمی، امنیت غذایی را تحت تأثیر قرار داده و نادیده گرفتن این پدیده در تدوین برنامه و سیاست خود کفائی منجر به ضررهای جبران‌ناپذیری خواهد شد.

جدول 5- تغییرات تولید، مصرف انسانی، مصرف خوراک دام و واردات گندم دراثر تغییر در پارامترهای اقلیمی

	سناریوی پایه	سناریوی 1	سناریوی 2	سناریوی 3
عرضه داخلی	12/37	11/92	10/45	9/68
درصد تغییر نسبت به سناریوی پایه		-3/61	-15/54	-21/76
مقدار تغییر نسبت به سناریوی پایه		-0/45	-1/92	-2/69
تقاضای گندم (مصرف انسانی)	10/75	10/39	9/18	8/55
درصد تغییر نسبت به سناریوی پایه		-3/41	-14/66	-20/53
مقدار تغییر نسبت به سناریوی پایه		-0/37	-1/58	-2/21
تقاضای گندم (مصرف دامی)	1/90	1/82	1/57	1/44
درصد تغییر نسبت به سناریوی پایه		-4/05	-17/27	-24/17
مقدار تغییر نسبت به سناریوی پایه		-0/08	-0/33	-0/46
واردات	0/28	0/29	0/30	0/31
درصد تغییر نسبت به سناریوی پایه		1/42	6/03	8/51
مقدار تغییر نسبت به سناریوی پایه		0/00	0/02	0/02
تغییر در قیمت تعادلی	357/53	672/93	508/55	569/1
درصد تغییر نسبت به سناریوی پایه		9/83	42/24	59/17
مقدار تغییر نسبت به سناریوی پایه		33/30	143/13	200/52

ماخذ: یافته‌های تحقیق

(واحد: میلیون تن- تومان)

جدول 6- تغییرات رفاهی گندم دراثر تغییر در پارامترهای اقلیمی

	سناریوی پایه	**سناریوی 1**	**سناریوی 2**	**سناریوی 3**
مازاد رفاه کل	19723/9	18374/3	14274/5	12347/4
درصد تغییر نسبت به سناریوی پایه		-6/84	-27/63	-37/4
مقدار تغییر نسبت به سناریوی پایه		-1349/62	-5449/41	-737/48
مازاد رفاه مصرف کننده	6370	5933/8	4603/5	3975/9
درصد تغییر نسبت به سناریوی پایه		-6/86	-27/74	-37/59
مقدار تغییر نسبت به سناریوی پایه		-436/74	-1767/03	-2394/71
مازاد رفاه تولید کننده	13353/4	12440/5	9671	8371/6
درصد تغییر نسبت به سناریوی پایه		-6/84	-27/58	-37/31
مقدار تغییر نسبت به سناریوی پایه		-912/88	-3682/39	-4981/77

ماخذ: یافته‌های تحقیق

(واحد: درصد- میلیون تومان)

نتایج تغییرات رفاهی ناشی از اثرات تغییر اقلیم بر محصول گندم در جدول 6 نشان داده شده است. در این جدول مازاد رفاه مصرف کننده مجموع سطح زیر منحنی تقاضای گندم برای مصرف انسانی و خوراک دام و طیور می‌باشد. مازاد رفاه تولیدکننده نیز از مجموع سطح زیر منحنی عرضه و واردات به دست آمده است.

در نتیجه تغییر در پارامترهای اقلیمی، تا سال 2050، مازاد رفاه تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان تا سال 2050، کاهش خواهد یافت. بنابراین مازاد رفاه کل نیز کاهش خواهد یافت. مازاد رفاه مصرف‌کنندگان در سناریوی اول 6/9 درصد، در سناریوی دوم 27/7 درصد و در سناریوی سوم 37/6 درصد کاهش خواهد یافت. مازاد رفاه تولیدکنندگان نیز در طی سه سناریوی مختلف اقلیمی، کاهش 6/8، 27/6 و 37/3 درصدی را تجربه خواهد کرد. بنابراین مصرف‌کنندگان

در نتیجه تغییرات اقلیمی نسبت به تولیدکنندگان بیش‌تر متضرر خواهند شد. مازاد رفاه کل نیز در بدترین شرایط (سناریوی سوم) 37/4 درصد کاهش خواهد یافت.

جمع‌بندی و پیشنهادات

در این مقاله، ابتدا جهت بررسی دقیق‌تر اثرات تغییر اقلیم، پهنه‌بندی اقلیمی برای ایران صورت گرفت که در نتیجه آن کشور ایران به شش منطقه اقلیمی، تقسیم شد. سپس برای برآورد اثرات تغییر در پارامترهای اقلیمی (بارندگی و درجه حرارت) بر عملکرد، توابع عملکرد گندم به تفکیک آبی و دیم برای هر یک از مناطق اقلیمی با استفاده از رهیافت داده‌های پانل برآورد گردید. نتایج حاصل از آن نشان داد که به طور متوسط، افزایش بارندگی به میزان 1 میلی‌متر باعث افزایش عملکرد گندم به میزان 13/25 کیلوگرم در هکتار و افزایش یک درجه سانتی‌گراد، باعث کاهش عملکرد گندم به مقدار 45/96 کیلوگرم خواهد شد. لذا متغیر دما، متغیر تأثیرگذارتری نسبت به بارندگی در تغییرات عملکرد خواهد بود. سپس توابع عرضه و تقاضای گندم برآورد گردید و در نهایت تغییرات رفاهی ناشی از تغییر اقلیم تحت سه سناریوی مختلف اقلیمی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بیانگر کاهش رفاه جامعه در صورت کاهش بارندگی توأم با افزایش درجه حرارت خواهد بود و تولیدکنندگان نسبت به مصرف‌کنندگان، زیان‌های رفاهی بیش‌تری را متحمل خواهند شد.

حال با توجه به آن‌چه که از نتایج و بحث برآمد، پیشنهاداتی برای مقابله صحیح با تغییرات اقلیمی ارائه می‌گردد:

1. تحقیقات در جهت اصلاح بذر گندم در کشور به سمتی هدایت شود که ارقام مقاوم‌تر نسبت به تغییرات دمایی تولید شوند، چرا که تأثیرپذیری این عامل نسبت به بارندگی مهم‌تر بوده و از این‌رو تولید بذرهای مقاوم‌تر به گرما می‌تواند منجر به کاهش زیان‌های رفاهی برای جامعه گردد.

2. با توجه به این‌که تغییرات اقلیمی منجر به افزایش واردات و قیمت گندم خواهد شد، از این‌رو بایستی سیاست‌هایی را جهت تعدیل اثرات منفی این دو متغیر اصلی اقتصاد بکار برد.

3. از آنجائیکه بروز تغییرات اقلیمی به طور متوسط (درهر سه سناریو) باعث کاهش 24 درصدی رفاه کل جامعه شده و متعاقب آن امنیت غذایی دچار تزلزل می‌شود، لذا پیشنهاد می‌گردد زیان حاصله از وقوع پدیده تغییر اقلیم از طریق حمایت از تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان جبران گردد.

4. با توجه به کاهش مازاد رفاه تولیدکنندگان گندم در سال‌های آینده در نتیجه بروز تغییرات اقلیمی، پیشنهاد می‌گردد از هم اکنون تدابیری اندیشیده شود تا آگاهی کشاورزان نسبت به پیامدهای مثبت و منفی تغییر اقلیم و بکارگیری راهکارهایی برای سازگاری با این پدیده افزایش یابد.

منابع

1- سازمان حفاظت از محیط زیست. 1381. دفتر طرح ملی تغییر آب و هوا. تهران.

2- سازمان هواشناسی کشور. اداره هواشناسی کشاورزی

3- عباسی ف.، بابائیان الف.، ملبوسی ش.، اثمری م.، و گلی‌مختاری ل. 1391. ارزیابی تغییر اقلیم در دهه‌های آینده (2025 تا 2100 میلادی) با استفاده از ریز مقیاس نمایی داده‌های مدل گردش عمومی جو. تحقیقات جغرافیایی. 27-1 (104): 205-230.

4- کوچکی ع.، نصیری م.، و کمالی غ. 1386. مطالعه شاخص‌های هواشناسی ایران در شرایط تغییراقلیم. پژوهش‌های زراعی ایران. 5 (1): 133-142.

5- مؤمنی، س. و زیبایی، م 1391. اثرات بالقوه تغییر اقلیم بر کشاورزی استان فارس. هشتمین همایش دو سالانه اقتصاد کشاورزی ایران. شیراز اردیبهشت 1391.

6- نجفی، ح. 1388. بررسی اقتصادی اثرات ناشی از تغییر عوامل اقلیمی بر روی عملکرد گندم دیم (مطالعه موردی: مراغه). پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.

7- واتقی، الف. و اسماعیلی، ع. 1387. بررسی اثر اقتصادی تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی ایران: روش ریکاردین: مطالعه موردی گندم، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، 12 (45): 685-696.

8- وزارت جهاد کشاورزی. اداره آمار و اطلاعات، آمار نامه. سال‌های مختلف.

9- Adams R.M., Mccarl B.A., Dudek D.J., and Glyer J.D.1998. Implication of global climate change for western agriculture. Western Journal of Agricultural Economics, 13(2): 348-356.

10- Attavanich W., and McCarl A. B. 2011. The effect of climate change, cO2 fertilization, and crop production Technology on crop yields and its economic implications on market outcomes and welfare distribution. Selected paper prepared for presentation at the Agricultural & Applied Economics Association's 2011 AAEA & NAREA

Joint Annual Meeting, Pittsburgh, Pennsylvania, July 24-26, 2011.
11- Azuara J,M., Howitt R., MacEwan D and Lund J,R. 2011. Economic impacts of climate-related changes to california agriculture.Climate Change, 109 (1): 387-405.
12- Baltagi, B. H. 2005. Econometric analysis of panel data, Third edition, New York.
13- Chalise L., and Ghimire R. 2013. Effects of climate change on peanut`s yield in the state of georgia, USA. Selected paper prepared for presentation at the Southern Agricultural Economics Association SAEA. Annual Meeting, Orlando, Florida, 3-5 February 2013.
14- Chang C. 2002. The Potential impact of climate change on Taiwan's agriculture. Agricultural Economics, 27: 51–64.
15- Chen C.C., McCarl B.A.,and Schimmelpfennig D.E. 2004. Yield variability as influenced by climate: A Statistical Investigation, Climatic Change, 66: 239–61.
16- Cline W.R. 2007. Global warming and agriculture: Impact estimates by country, Washington DC: Centre for Global Development and Peterson Institute for International Economics.
17- Dellal I., McCarl B.A., and Butt T. 2011. The economic assessment of climate change on Turkish agriculture. Journal of Environmental Protection and Ecology, 12(1): 376-385.
18- Deschenes O., and M Greenstone. 2007. The economic impacts of climate change: Evidence from agricultural output and random fluctuations in weather. American Economic Review, 97(1): 354-385.
19- Houghton J.T., Meira Filho L., Callander B., Harris N., Kattenberg A., and Maskell K. 1996. The science of climate change, Cambridge university press for the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge.
20- Huang H., and M Khanna. 2010. An econometric analysis of U.S. crop yield and cropland Acreage: Implications for the impact of climate change. Selected paper presented at the AAEA, CAES, & WAEA Joint Annual Meeting, Denver, Colorado, July 25-27.
21- IPCC. Climate Change. 2007. Fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, Cambridge University Press.
22- Iran Second National Communication to UNFCCC, December, 2010. Climate change office. Department of environment. Islamic Republic of Iran.
23- Kucharik C.J., and Serbin S.P. 2008. Impacts of recent climate change on wisconsin corn and soybean yield trends. Environmental research letters, 3(3): 1-10. .
24- Kumar K., Parikh S. 1998. Climate change impacts on Indian agriculture: The ricardian approach. World Bank Technical Paper, No.402.
25- Li X., Takahashi., Suzuki T., and Kaiser H. 2011. The impact of climate change on maize yields in the United States and China. Agricultural systems, 104:348-353.
26- Lobell D.B., AsnerG.P. 2003. Climate and management contributions to recent trends in U.S. agricultural yields. Science, 299:10-32.
27- Lobell D.B., Burke M.B., Tebaldi C., Mastrandrea M.D., Falcon W.P., and Naylor R.L. 2008. Prioritizing climate change adaptation needs for food security in 2030. Scienc, 319: 607-610.
28- McCarl B., Villavicencio X., and Wu X. 2008. Climate change and future analysis: Is stationarity dying? American Journal of Agricultural Economics, 90(5): 1241-1247.
29- Mendelsohn R. 2009. The impact of climate change on agriculture in developing countries. Journal of Natural Resources Policy Research, 1: 5-19
30- Mendelsohn R., and Neumann E. 2004. The impact of climate change on the United States economy. United Kingdom.
31- Schimmelpfennig D. E., and Yohe G. 1999. Vulnerability of agricultural crops to climate change: A practical method of indexing. Northampton, MA. 193–217.
32- Schlenker W., Roberts M.J. 2009. Nonlinear temperature effects indicate severe damages to U.S. crop yields under climate change. Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS), 106(37): 15594-15598.
33- Stern N. 2007. The economics of climate change: The stern review. Cambridge University Press: Cambridge and New York.
34- Wang J., Mendelsohn D., Huang J., Rozelle S., and Zhang L. 2009. The impact of climate change on China's agriculture. Agricultural Economics, 40(3): 323–337.
35- Samuelson P.A. 1952. Spatial price equilibrium and linear programming. American economic review, 42:283-303.
36- Takayama T., and Judge G.G. 1971. Spatial and temporal price and allocation models. North Holland Publishing Co.Amsterdam.