

ارزیابی آثار تغییر اقلیم بر رانت زمین‌های کشاورزی گندم آبی در ایران

فرزانه بهادران^۱، اعظم رضایی^{۲*}، فرشید اشراقی^۳، علی کرامت‌زاده^۴

farzane.bahadoran@yahoo.com

eshraghi@gau.ac.ir

alikeramatzadeh@gau.ac.ir

۱. کارشناسی ارشد، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۲. استادیار، گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۳. استادیار، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۴. استادیار، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۲/۱۰

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۸/۰۹/۱۰

چکیده

تغییرات اقلیم به تغییرپذیری‌های بلندمدت در الگوی رفتاری میانگین سنج‌های آب و هوایی یک منطقه در شرایط نبود تغییر در وضعیت عمومی اقلیم منطقه اطلاق می‌شود. نظر به اجتناب‌ناپذیری آثار تغییرات اقلیم بر بخش کشاورزی، ارزیابی آثار آن می‌تواند بستر ساز انطباق با شرایط محتمل دوره آبی باشد. هدف از این تحقیق تحلیل اقتصادی آثار تغییر اقلیم بر رانت زمین‌های کشاورزی گندم آبی در ایران است. آمار و اطلاعات مورد نیاز از داده‌های سازمان هواشناسی کل کشور و بانک اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی گردآوری شده است. به‌منظور بررسی اثر نهایی تغییر اقلیم بر رانت گندم‌کاران در ایران از رهیافت ریکاردین و تکنیک داده‌های تلفیقی برای ۱۷ استان تولیدکننده عمده گندم آبی استفاده شد. به‌منظور پیش‌بینی اثر متغیرهای اقلیمی بر رانت گندم‌کاران در آینده از سه سناریوی تغییر اقلیم A1، B1 و AB که بیانگر افزایش سه درجه‌ای دما و کاهش ۲/۵ درصدی بارش برای ایران تا سال ۲۱۰۰ است، استفاده شد. نتایج نشان می‌دهد که رابطه بارش تجمعی سالیانه و رانت مثبت و معنادار است. همچنین به ازای افزایش دمای متوسط سالیانه رانت کاهش می‌یابد. اثر متقابل افزایش دما بارندگی به کاهش رانت زمین‌های کشاورزی گندم آبی منجر خواهد شد. بر اساس نتایج، اثر نهایی تغییر اقلیم بر رانت گندم‌کاران با استفاده از سناریوهای مذکور تغییر اقلیم در سال‌های آتی منفی است و تغییر اقلیم به کاهش رانت محصول در آینده می‌انجامد. به‌طوری که بر اثر تغییر اقلیم میزان رانت در سال ۲۰۲۵، ۲/۰۷ درصد در سال ۲۰۵۰، ۲/۳۴ درصد و در سال ۲۱۰۰ تا ۳/۴۱ درصد کاهش خواهد یافت.

کلیدواژه

ایران، تغییر اقلیم، داده‌های تلفیقی، رهیافت ریکاردین، گندم آبی.

سراغاز

همکاران (۱۳۹۴). از آنجایی که بخش کشاورزی یکی از مهم‌ترین بخش‌های تولیدی و اقتصادی بسیاری از کشورها محسوب می‌شود، این تغییرات سبب دگرگونی در ساختار اقتصادی و الگوهای تجارت جهانی آن‌ها شده است. این بخش هم از نظر اقتصادی و هم از نظر فیزیکی در مقابل تغییر عوامل اقلیمی همچون درجه حرارت و رطوبت آسیب‌پذیر است. به علاوه، طبیعت نیمه‌خشک بعضی کشورها با افزایش کشاورزی روی زمین‌های حاشیه‌ای، خشک‌سالی‌های فراوان و کمیابی منابع آبی با وجود

با توجه به گرم شدن کره زمین و افزایش دما، احتمال وقوع خشک‌سالی در آینده وجود دارد. شدت تغییرات اقلیمی در چند سال اخیر به خاطر فعالیت‌های صنعتی و آلوده‌کننده‌های انسانی روند افزایشی یافته است. بنابراین تغییرات آب و هوا یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های پیش روی بشر در قرن حاضر است. لذا چون بخش کشاورزی از تغییرات اقلیمی تأثیرپذیر است، در نتیجه تأمین غذایی از انسان‌ها در آینده با مشکل مواجه خواهد شد (پیش‌بهار و

هجدهم جهان قرار دارد. مطالعات مختلفی در زمینه ارزیابی آثار اقتصادی تغییرات اقلیم در داخل و خارج از کشور صورت گرفته است. واتقی و اسماعیلی (۱۳۸۶)، با به کارگیری روش ریکاردین آثار اقتصادی تغییر اقلیم بر تولید محصول ذرت در ایران و اثرهای تغییر اقلیم آینده بر درآمد خالص کشاورزان را بررسی کردند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که متغیرهای اقلیمی اثرهای معنادار و غیرخطی بر درآمد خالص به ازای هر هکتار کشت ذرت دارند. همچنین، نتایج نشان داد که افزایش در دما و کاهش بارندگی تا ۱۰۰ سال آینده، به سبب افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای، باعث ۲۹ درصد کاهش در بازده کشت ذرت در کشور می‌شود. علیجانی و همکاران (۱۳۹۰) به بررسی اثر دما و بارندگی بر عملکرد گندم آبی ایران با استفاده از روش GLS پرداختند. نتایج نشان داد برای هر یک از استان‌ها، متغیرهای فیزیکی (نهادهای مصرفی) مدل غیر از سم مصرفی، تأثیر مثبت و معناداری در عملکرد دارند. علاوه بر متغیرهای فیزیکی، متغیر بارندگی اثر مثبت و درجه حرارت اثر منفی بر عملکرد گندم دارد. پیش‌بهار و همکاران (۱۳۹۴) تأثیر متغیرهای اقلیمی چون نوسانات دما و بارش و نیز میزان نهاده‌های مصرفی بذر، کود اوره و کود فسفات بر عملکرد ذرت دانه‌ای طی سال‌های ۱۳۷۰-۱۳۹۱ را با استفاده از مدل ریکاردین و روش اقتصادسنجی فضایی بررسی کردند. نتایج نشان داد که شدت نوسانات تغییرات اقلیمی در هر سه اقلیم به اندازه‌ای بوده که به عنوان عامل‌های ریسک سیستماتیک شناسایی شوند. سلطانی و موسوی (۱۳۹۵) به تحلیل ریزمقیاس تغییرپذیری‌های اقلیم و تعیین سناریوهای اقلیمی منطقه‌ای در دشت همدان-بهار و میزان تغییرپذیری الگوی کشت و ارزش افزوده بخش کشاورزی با ترکیب مدل برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی، مدل واکنش عملکرد و مدل مولد هواشناسی LARS-WG پرداختند. نتایج نشان داد که همراه با افزایش دما به میزان ۰/۵۴ درجه سانتی‌گراد و کاهش بارندگی به میزان ۳/۴ درصد در این دشت ارزش افزوده بخش کشاورزی در

نوسانات فراوان در بارش باران، این آسیب‌ها را تشدید می‌کند. بنابراین آمادگی برای مقابله با آثار این پدیده می‌تواند نقش مؤثری در کاهش زیان‌های احتمالی این پدیده داشته باشد. تحقیقات نشان می‌دهد که پدیده تغییر اقلیم در عرض‌های جغرافیایی که کشور ما در آن واقع شده است، بیشترین آثار منفی را دارد، چرا که ایران در پهنه اقلیمی دنیا از مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود. خشک‌سالی‌هایی که از نیمه دهه ۱۳۷۰ بر کشور سیطره افکنده، افزایش ملموس دما، کاهش نزولات جوی، کاهش رواناب رودخانه‌ها، خشک شدن تالاب‌های کشور و در رأس آن دریاچه ارومیه و کاهش سطح جنگلی کشور در ارتفاعات البرز و زاگرس از مصادیق آن هستند (مرید و عبدالمنافی، ۱۳۹۲). اثر گذاری‌های سوء تغییر اقلیم بر محصولات استراتژیک کشور، به‌ویژه گندم به علت گستردگی کشت آن، بیشتر از دیگر محصولات خواهد بود. گندم از مهم‌ترین غلات است. گندم از گیاهان گل‌دار تک‌لپه‌ای یک‌ساله و تیره گندمیان و از خانواده گرامینه‌ها است. شرایط ایدئال برای رشد گندم، آب‌وهوای خنک در دوره رشد رویشی، آب‌وهوای معتدل در دوره تشکیل دانه و آب‌وهوای گرم و خشک در زمان برداشت محصول است. بنابراین در مناطقی که زمستانی سخت دارند، کشت گندم با مشکلاتی از قبیل سرمازدگی زمستانی مواجه می‌شود و البته گندم در برابر خشکی مقاومت چندانی ندارد و نمی‌تواند به مدت طولانی، خشکی و کم‌آبی را تحمل نماید. به دلیل شرایط بیولوژیکی گندم، می‌توان آن را به صورت آبی و دیم کشت کرد. زمان برداشت گندم تحت تأثیر عواملی از جمله بارندگی، رطوبت نسبی، دمای هوا و همچنین رسیدن دانه قرار می‌گیرد. برداشت گندم در ایران از اوایل بهار (در مناطق گرمسیری) آغاز شده و تا اواخر تابستان (در مناطق سردسیری) ادامه دارد. تولیدکنندگان عمده گندم در جهان به ترتیب اتحادیه اروپا، چین، هند، ایالات آمریکا، روسیه، کانادا، پاکستان، استرالیا، ترکیه و اکراین است. همچنین ایران از نظر تولید گندم در رتبه

بخش کشاورزی غنا برای بررسی آثار تغییر اقلیم بر درآمد کشاورزان استفاده کردند. نتایج نشان داد که تغییرات شدید آب و هوایی به کاهش چشمگیر درآمد متوسط منجر خواهد شد. با توجه به مطالعات انجام شده در داخل و خارج از کشور، بررسی آثار تغییر اقلیم بر رانت زمین‌های کشاورزی، درآمد خالص، عملکرد و رفاه با استفاده از مدل‌های ریکاردین، مدل‌های برنامه‌ریزی و اقتصادسنجی برای بررسی آثار اقتصادی تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی استفاده شده است. با توجه به اینکه در رهیافت ریکاردین امکان تخمین متغیرها به صورت خطی و آثار متقابل متغیرهای اقلیمی وجود دارد و همچنین می‌توان داده‌ها را به صورت پانل در نظر گرفت، در مطالعه حاضر از این مدل استفاده شده است.

روش تحقیق

مبحث رانت زمین با افزایش جمعیت و به زیر کشت رفتن زمین‌های درجه دوم، برای زمین‌های حاصلخیز به وجود آمد و مقدار آن بسته به درجه اختلاف بین مرغوبیت زمین نوع اول و دوم تعیین می‌شود. همچنین بهره‌برداری از زمین‌های درجه سوم باعث به وجود آمدن رانت برای زمین‌های درجه دوم می‌شود و میزان آن برابر است با اختلاف بین محصول و زمین که با یک مقدار معین کار و سرمایه معین به دست آمده باشد. به همین ترتیب با هر مرحله افزایش جمعیت که مردم را مجبور می‌سازد برای یافتن غذا به تدریج تا بدترین نوع زمین‌ها را بهره‌برداری کنند، رانت زمین‌های حاصلخیز افزایش می‌یابد. به نظر ریکاردو تمام هزینه‌های تولید و نرخ متوسط سود سرمایه‌گذاری در کار و سرمایه، به زمین‌هایی تحمیل می‌شود که در مرحله نهایی بهره‌برداری می‌شوند. همچنین ارزش محصولات کشاورزی نسبت به کاری تعیین می‌شود که برای تولید هر واحد محصول در نامرغوب‌ترین زمین انجام می‌گیرد. در زمین‌های مرغوب اضافه محصولی به وجود می‌آید که از طرف مالکان زمین‌ها بابت بهره مالکانه گرفته می‌شود.

افق ۲۰۲۰ به میزان ۳۵ میلیارد ریال کاهش خواهد یافت. امیرنژاد و اسدپور کردی (۱۳۹۶)، به بررسی اثر تغییر اقلیم بر تولید گندم در ایران با استفاده از یک الگوی خود رگرسیون با وقفه توزیعی پرداختند. بر اساس نتایج با افزایش بارش به میزان یک در صد، به تولید گندم به میزانی کمتر از یک درصد افزوده خواهد شد. دیلمی و همکاران (۱۳۹۸)، به استفاده از رهیافت برنامه‌ریزی ریاضی مثبت به بررسی آثار تغییرات اقلیم بر سود و عملکرد کشاورزی در شهرستان گرگان طی سال‌های ۱۳۶۷-۱۳۹۶ پرداختند. نتایج نشان داد که پارامترهای اقلیمی دما و بارش تأثیر معناداری بر عملکرد محصولات منتخب دارد و همچنین با اعمال پیش‌بینی تغییرات اقلیم در مدل الگوی کشت، مقادیر سطح زیر کشت آن‌ها تغییر می‌یابد و سود ناخالص کشاورزان افزایش پیدا می‌کند. Kurukulasuriya و Mendelsohn (۲۰۰۷)، آثار تغییر اقلیم در کشاورزی در آفریقا را با استفاده از روش ریکاردین مطالعه کردند. نتایج نشان داد که تغییر اقلیم بر درآمد خالص مزارع آفریقا اثر می‌گذارد. اعمال این نتایج برای اقلیم‌های آینده نشان داد که زمین‌های دیم به تغییرات اقلیم حساس هستند. اگر اقلیم‌های آینده گرم و خشک باشد درآمدهای خالص محصولات زمین‌های آبیاری شده کمتر تحت تأثیر قرار می‌گیرد. Van Passel و همکاران (۲۰۱۲)، آثار تغییر اقلیم در کشاورزی در اروپا را با استفاده از روش ریکاردین بررسی کردند. نتایج نشان داد افزایش (کاهش) بارندگی موجب افزایش (کاهش) ارزش زمین به میزان ۳ درصد به ازای هر میلی‌متر بارش شده است. در مطالعه Huong و همکاران (۲۰۱۸)، از رویکرد ریکاردین برای بررسی پیامدهای تغییرات اقلیمی در بخش کشاورزی برای سال‌های ۲۰۵۰ و ۲۱۰۰ در منطقه شمال غربی ویتنام استفاده کردند. نتایج نشان داد که درآمد خالص به دلیل تغییرات آب و هوایی در سال‌های ۲۰۵۰ و ۲۱۰۰ به ترتیب به میزان ۱۷/۷ درصد و ۲۱/۲۸ درصد کاهش می‌یابد. Etwire و همکاران (۲۰۱۹) از یک مدل ریکاردین برای

اقلیمی شامل دما، بارندگی و... برداری از متغیرهای اقتصادی مدل است. اگر داده‌های مربوط به ارزش زمین در دسترس نباشد می‌توان درآمد خالص (سود) به ازای یک هکتار را جایگزین ارزش زمین کرد (Joshi and Thapa; 2011). در این مطالعه از رابطه (۵)، استفاده شده است.

$$NR_i = \alpha E + \beta E^2 + \delta Z + \varepsilon_i \quad (5)$$

در رابطه مذکور NR_n برابر است با درآمد خالص (سود) به ازای یک هکتار محصول گندم آبی در استان‌های عمده تولیدکننده این محصول که تمام هزینه‌های تولید (هزینه‌های کاشت، داشت، برداشت و سایر هزینه‌ها) به غیر از هزینه زمین، از درآمد ناخالص (حاصل ضرب عملکرد در قیمت محصول) به ازای یک هکتار کسر می‌شود.

برای ارزیابی آثار اقتصادی تغییر اقلیم بر رانت زمین‌های کشاورزی گندم آبی در ایران از داده‌های تلفیقی استفاده شد. داده‌های پانل به دلیل آنکه هم تغییرات زمانی و هم تغییرات درون هر مقطع را منعکس می‌کنند، می‌توانند اطلاعات بیشتری را منعکس نمایند و به مجموعه‌ای از داده‌ها گفته می‌شود که بر اساس آن، مشاهدات با تعداد زیادی از متغیرهای مقطعی (N) که اغلب به صورت تصادفی انتخاب می‌شوند، در طول یک دوره زمانی مشخص (T) بررسی شده باشند. آزمون‌های انتخاب مدل بهینه در داده‌های تلفیقی عبارت‌اند از آزمون هاسمن^۲ و آزمون چاو^۳. آزمون chow برای به کارگیری مدل pool در برابر مدل آثار ثابت انجام می‌شود. فرضیات این آزمون به صورت زیر است:

H_0 =pooled model

H_1 =fixed effect model

فرضیه نخست بر اساس مقادیر مقید و فرضیه مقابل آن بر اساس مقادیر غیر مقید است. آماره آزمون chow بر اساس مجموعه مربعات خطای مدل مقید و مدل غیر مقید به صورت رابطه (۶) به دست می‌آید:

$$CHOW = \frac{RRSS - URSS/N - 1}{URSS/NT - N - K} \quad (6)$$

این آماره دارای توزیع f با $nt-n-k$ و $n-1$ درجه آزادی

روش ریکاردین بر اساس نظریات Ricardo (۱۸۱۷) پایه‌ریزی و توسط Masetti و Mendelson (۲۰۱۱) توسعه داده شد. مفهوم اساسی رویکرد ریکاردین ارزش زمین و فعالیت‌های کشاورزی در ارتباط با آب و هوا (متغیرهای زیست‌محیطی) است. بهره‌وری یک محصول تابعی از یک متغیر محیطی مانند درجه حرارت و بارش است. در این نظریه، رانت^۱ زمین کشاورزی، منعکس‌کننده بهره‌وری خالص مزرعه است و درآمد خالص به ازای هر هکتار کشت محصولات منتخب، معیاری برای رانت یا ارزش زمین در نظر گرفته می‌شود. در واقع، این مدل، آثار تغییر آب و هوا و دیگر متغیرها بر ارزش زمین یا درآمد خالص را آزمایش می‌کند (Van Passel et al., 2012) در مدل ریکاردین، توابع تولید و هزینه به صورت رابطه‌های (۱) و (۲) تعریف می‌شود:

$$Q_i = Q(K_i, E) \quad (1)$$

$$C_i = C(Q_i, W, E) \quad (2)$$

که در آن، Q_i مقدار محصول i ام تولید شده؛ K_i بردار نهاده‌های تولیدی برای محصول i ام؛ E بردار فاکتورهای اقلیمی برون‌زا مانند دما و بارش، C_i هزینه تولید محصول i ام و W برداری از قیمت عوامل تولید است. با توجه به توابع تولید و هزینه، تابع سود برای کشاورز در شرایط معین بودن قیمت، به صورت رابطه (۳) است.

$$\pi = [P_i Q_i - C(Q_i, W, E) - PL_i L] \quad (3)$$

در رابطه مذکور، PL_i هزینه سالیانه زمین محصول i ام و L_i سطح زیر کشت تولید آن است. در رهیافت ریکاردین ارزش زمین بازتاب‌کننده سودآوری زمین در بازار رقابت کامل است. مفهوم مدل ریکاردو این است که ارزش زمین با تغییرات اقلیمی در ارتباط است (امیرنژاد و همکاران، ۱۳۹۸). بر اساس مدل Joshi و Thapa (۲۰۱۱)، ارزش زمین تابعی از متغیرهای اقتصادی، اقلیمی و مجذورشان است (رابطه ۴):

$$v = \alpha E + \beta E^2 + \delta Z + \varepsilon_i \quad (4)$$

در رابطه مذکور، V_L ارزش زمین؛ E برداری از متغیرهای

خودهمبستگی و واریانس ناهمسانی مدل بررسی شود. در صورتی که خودهمبستگی و واریانس ناهمسانی در مدل وجود داشته باشد تخمین کارایی نخواهد بود. سناریوهای اقلیمی مورد استفاده در این مطالعه (A1، B1 و AB) در جدیدترین گزارش هیئت بین‌الدولی^۲ تغییر اقلیم موجود است. سناریوی A1، جهانی به سرعت توسعه یافته همراه با برهم کنش‌ها و همگرایی‌های قوی بین مناطق را به تصویر می‌کشد که در آن، درآمد سرانه افراد یکنواخت‌تر است. جمعیت جهان در سال ۲۰۵۰ به اوج خواهد رسید و پس از آن کاهش خواهد یافت و در پی آن فناوری‌های کارا تر و جدید معرفی خواهند شد. سه زیرشاخه متفاوت برای گروه A1 بر مبنای فناوری مورد استفاده در قرن ۲۱ فرض شده است: تشدید مصرف سوخت فسیلی A1FI مصرف سوخت غیر فسیلی A1T و مصرف سوخت فسیلی و غیر فسیلی به صورت متعادل A1B. سناریوی B1، وضعیت جمعیت در B1 شبیه A1 بوده با این تفاوت که تأکید در این سناریو بر مصرف انرژی‌های پاک و محیط‌زیست است. در این سناریو تأکیدی محکم بر راه‌حل‌های جهانی برای پایداری و دستیابی به تساوی حقوق بیشتر بین جوامع است. همچنین در سناریوی B2، تأکید بر ادامه رشد جمعیت و راه‌حل‌های منطقه‌ای برای پایداری است. نرخ رشد جمعیت در این سناریو کمتر از سناریو A2 و نرخ رشد فناوری کمتر از A2، B1 است. سناریوهای تغییر اقلیم تا افق ۲۱۰۰ در جدول (۱) نشان داده شده است. به‌طور کلی سناریوهای مذکور نشان‌دهنده افزایش دما و کاهش بارش تا سال ۲۱۰۰ است.

است. اگر رگرسیون خطی پانل به صورت رابطه (۷) باشد:

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \dots + \beta_k Z_{kit} + e_{it} \quad (7)$$

که در آن، Y_{it} ، ارزش متغیر وابسته برای واحد i ام در دوره t ام؛ X_{jit} ، ارزش متغیر توضیحی j ام برای واحد i ام در دوره t ام است. اختلاف بین مقاطع در α_i برای تمام بنگاه‌ها ثابت است، روش OLS تخمین‌های کارا و سازگاری از α و β به دست خواهد داد ولی اگر فرض بر این باشد که در بین مقاطع مختلف اختلاف وجود دارد، از روش داده‌های پانل برای تخمین استفاده می‌شود. برای انجام آزمون فروض H_0 و H_1 عبارت است از:

عرض از مبدأ تمام مقاطع یکسان است H_0 :

حداقل یک مقطع عرض از مبدأ متفاوت دارد H_1 :

برای تعیین وجود عرض از مبدأ جداگانه برای هر یک از مقاطع از آماره F به صورت زیر استفاده می‌شود.

$$F_{N-1, N(T-1)-K} \sim \frac{(RRSS - URSS)/(N-1)}{URSS/(NT-N-K)} F_0 \quad (8)$$

در رابطه فوق، UR، مشخص‌کننده مدل غیر مقید و علامت R، نشان‌دهنده مدل مقید با یک عبارت ثابت برای تمامی گروه‌هاست. K ، تعداد متغیرهای توضیحی ملحوظ در مدل؛ N ، تعداد مقاطع و t ، بیانگر دوره زمانی هستند. اگر F محاسبه شده از F جدول با درجه آزادی $N-1$ و $N(T-1)-K$ بزرگ‌تر باشد، آنگاه فرضیه صفر رد می‌شود و لذا رگرسیون مقید دارای اعتبار نیست و باید عرض از مبدأهای مختلفی را در برآورد لحاظ کرد. برای این‌که بهترین برآورد رگرسیونی با استفاده از رگرسیون مربعات معمولی انجام گیرد بایستی آزمون‌های لازم از جمله

جدول ۱. سناریوهای تغییر اقلیم ایران

Climate change scenarios		
سال (year)	تغییر دما (°C) change in Temperature (C)	تغییر بارش (درصد) Change in precipitation (%)
۲۰۲۵	۱	-۰/۹
۲۰۵۰	۱/۷	-۱/۳
۲۰۷۵	۲/۳	-۱/۴
۲۱۰۰	۳	-۲/۵

نشان‌دهنده نرمال بودن جزء اخلاص بود. همچنین آزمون ایستایی بر اساس نمودار همبستگی برای جزء اخلاص انجام گرفت، از آنجا که نمودار دارای روند نیست ایستا بودن جزء اخلاص در سطح را نشان می‌دهد. برای آزمون همخطی بین متغیرهای مطالعه از آزمون $correlation$ استفاده شد. متغیرهایی که میزان همبستگی نزدیک به یک داشتند حذف شدند و بقیه در مدل نگه داشته شدند. مقدار آماره DW برابر $2/28$ بود که بیانگر عدم وجود خودهمبستگی در مدل است. مقدار $0/92$ ضریب تعیین بیانگر این است که متغیرهای مستقل توانسته‌اند ۹۲ درصد تغییرات متغیر وابسته را نشان دهند.

بر اساس جدول (۲)، در مدل آثار ثابت ضریب متغیر حاصل ضرب دمای برداشت و بارش برداشت معنادار نشد. ضریب معنادار و مثبت بارش تجمعی کل سالیانه بیانگر آن است که با افزایش یک درصد بارش تجمعی، رانت زمین‌های کشاورزی گندم به میزان $0/98$ درصد افزایش می‌یابد. ضریب متغیر اثر متقابل دمای کل و بارش کل منفی و معنادار به میزان $-0/97$ بیانگر اثر منفی تأثیر متقابل دما و بارش سالیانه بر رانت گندم آبی است. در واقع این متغیر تأثیر هم‌زمان این دو متغیر بر رانت را نشان می‌دهد. به عبارت دیگر با افزایش هم‌زمان دمای متوسط سالیانه و بارش تجمعی به میزان یک درصد، رانت زمین‌های گندم آبی در کشور به میزان کمتر از یک درصد کاهش می‌یابد. همچنین ضریب متغیر دمای متوسط سالیانه بر رانت منفی و معنادار است. در واقع با افزایش یک درصدی دمای متوسط سالیانه رانت گندم آبی به میزان $0/21$ درصد کاهش می‌یابد. ضریب متغیر و معنادار ماشین‌آلات که می‌تواند جایگزینی برای متغیر سرمایه باشد نشان می‌دهد که با افزایش یک درصدی ماشین‌آلات رانت زمین‌های گندم آبی در ایران با افزایش $0/24$ درصدی مواجه خواهد بود.

برای بررسی آثار تغییر اقلیم بر رانت گندم در ایران، ۱۷ استان (آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، اردبیل، اصفهان، ایلام، خراسان رضوی، خوزستان، سیستان و بلوچستان، فارس، قزوین، کردستان، کرمان، کرمانشاه، گلستان، لرستان، مرکزی، همدان) که بیشترین سطح تولید را داشتند در دوره زمانی ۱۳۷۸-۱۳۹۴ انتخاب شدند. آمار و اطلاعات دما و بارش، ارتفاع از سطح دریا و عرض جغرافیایی از سازمان هواشناسی کل کشور و داده‌های مربوط به میزان عملکرد و نهاده‌های تولید (میزان، بذر، نیروی کار، کود و سم و...) از بانک اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی گردآوری شد. به‌منظور محاسبات از نرم‌افزار Eviews10 استفاده شد.

نتایج و بحث

در این مطالعه اشکال تبعی مختلف برای بررسی متغیرهای اقلیمی بر رانت زمینه‌های کشاورزی گندم آبی در نظر گرفته شد که در نهایت مدل $log-log$ انتخاب شد. بر اساس جدول (۲) با استفاده از داده‌های تلفیقی و روش GLS ، تخمین مدل با سه روش $Fix\ effect, Pool$ (آثار ثابت) $Random\ Effect$ (آثار تصادفی) به صورت $log-log$ انجام گرفت. تعداد نمونه با توجه به استان‌های عمده تولیدکننده گندم آبی و تعداد سال‌های مورد مطالعه ۲۵۱ در نظر گرفته شد. نخست بر اساس مبانی نظری و رابطه (۵)، متغیرهای پیشنهادی ورودی عبارت بودند از دما و بارش کل، فصل کاشت، فصل برداشت، فصل پاییز، فصل بهار و آثار متقابل آن‌ها، توان دوم و همچنین مقادیر نهاده‌های کود، سم، نیروی کار و ماشین‌آلات. برای انتخاب بین $Pool$ و $Panel$ از آزمون F استفاده شد که با توجه به مقدار آماره F که برابر با $2/48$ بود و با سطح احتمال $0/017$ مدل پانل انتخاب شد. همچنین برای انتخاب بین مدل Fix و $Random$ از آزمون هاسمن استفاده شد که با توجه به میزان آماره $37/2$ و سطح احتمال $0/001$ مدل آثار ثابت به‌عنوان بهترین مدل انتخاب شد. آزمون نرمال بودن جزء اخلاص که در آن مقدار آماره JB برابر با $5/8$ با سطح احتمال $0/05$

جدول ۲. نتایج تخمین مدل آثار ثابت

متغیر (variable)	Fixed effect
(HT) لگاریتم دمای برداشت	-۰/۱۴ ^{ns} (-۰/۲۷)
(HP) لگاریتم بارش برداشت	۰/۰۰۶ ^{ns} (۰/۳۶)
(TP) لگاریتم اثر متقابل دمای کل و بارش کل	-۰/۹۷ ^{**} (-۲/۲)
(P) بارش کل	۰/۹۸ ^{**} (۲/۲۳)
(T) لگاریتم دمای متوسط کل	-۰/۲۱ ^{***} (-۴/۸۶)
(Machin) لگاریتم ماشین‌آلات	۰/۲۴ ^{**} (۲/۰۹)
(Workforce) لگاریتم نیروی کار	۰/۱۳ ^{***} (۵/۱۲)
C	۱۳/۲ ^{**} (۲/۲۹)
N=۲۵۱	Hausman Test=۳۷/۲
R ² = ۰/۹۲	JB= ۵/۸
R-squared Adjusted=۰/۹۱	
Dw= ۲/۲۸	

منبع: نویسندگان

***, ** و * به ترتیب معناداری در سطح یک، پنج و ده درصد

ارزیابی اثر نهایی تغییر اقلیم

بارش رانت را به میزان ۲/۰۷ درصد کاهش خواهد داد. به علاوه، تا سال ۲۰۵۰، تغییرات رانت به میزان ۲/۲ درصد کاهش خواهد داشت. همچنین با تغییرات دما و بارش میزان رانت گندم آبی در کشور به میزان ۲/۳۴ درصد کاهش خواهد داشت. همچنین میزان کاهش رانت با تغییرات دما و بارش تا سال ۲۱۰۰ بیش از ۳ درصد خواهد بود.

با توجه به سناریوهای تغییر اقلیم (A1، B1 و AB) برای آینده نزدیک، آینده میانی و آینده دور (۲۰۲۵-۲۱۰۰)، تغییر رانت برای گندم به دست آمد (جدول ۳). نتایج اثر جمعی نشان می‌دهد که تغییر اقلیم به کاهش رانت در آینده منجر می‌شود. بر اساس جدول (۳)، تا سال ۲۰۲۵ تغییرات دما و

جدول ۳. درصد تغییر رانت زمین کشاورزی محصول گندم ناشی از سناریوهای تغییر اقلیم

تغییر رانت (درصد)	سناریوهای تغییر اقلیم		سال (year)
Change in rent (%)	Cimate change scenarios		
	تغییر بارش (درصد)	تغییر دما (°C)	
	Change in precipitation	change in temperature	
-۲/۰۷	-۰/۹	۱	۲۰۲۵
-۲/۲	-۱/۳	۱/۷	۲۰۵۰
-۲/۳۴	-۱/۴	۲/۳	۲۰۷۵
-۳/۴۱	-۲/۵	۳	۲۱۰۰

منبع: نویسندگان

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

هدف کلی این مطالعه بررسی آثار اقتصادی تغییر اقلیم بر رانت زمین کشاورزی محصول گندم آبی بود. با توجه به نتایج به دست آمده در این پژوهش مدل لگاریتمی به عنوان بهترین مدل انتخاب شد. همچنین، متغیرهای دمای متوسط سالیانه و بارش تجمعی سالیانه به ترتیب آثار منفی و مثبت بر رانت زمین‌های کشاورزی گندم آبی در استان‌های عمده تولیدکننده گندم آبی دارند که با نتیجه مطالعه امیرنژاد و اسدپور کردی (۱۳۹۶) و علی‌جانی و همکاران (۱۳۹۰) انطباق دارد.

نتایج تأثیر نهاده‌های مصرفی بر رانت نشان می‌دهد که نهاده نیروی کار، تأثیری مثبت و معنادار بر رانت زمین‌های کشاورزی دارد و به افزایش رانت منجر می‌شود. نتیجه مطالعه مجاوریان و همکاران (۱۳۹۴) همسو با مطالعه حاضر است. همچنین ضریب متغیر ماشین‌آلات به عنوان جانشین سرمایه بیانگر افزایش رانت گندم آبی است که همسو با مطالعه امیرنژاد و اسدپور کردی (۱۳۹۶) نیست. اثر متقابل دما و بارش سالیانه بیانگر اثر منفی بر رانت زمین‌های کشاورزی گندم است. در واقع با افزایش هم‌زمان دما و بارش رانت زمین‌های کشاورزی کاهش می‌یابد که با

نتیجه مطالعه Van Passel و همکاران (۲۰۱۲)، مجاوریان و همکاران (۱۳۹۴)، Etwire و همکاران (۲۰۱۹) و همچنین Thilan Huong و همکاران (۲۰۱۸) همسو است. همچنین اثر جمعی تغییر رانت زمین کشاورزی با استفاده از سناریوهای مختلف تغییر اقلیم در سال‌های آتی برای محصول گندم آبی نشان می‌دهد که تغییر اقلیم بر مقدار رانت محصول گندم تأثیر منفی می‌گذارد و به کاهش رانت محصول گندم آبی ناشی از تغییرات اقلیم، پیشنهاد می‌شود واریته‌های گندم مقاوم به تغییرات درجه حرارت و کاهش بارش به کار گرفته شود تا هم از کاهش سود کشاورزان جلوگیری شود و از تهدیدات امنیت غذایی در کشور بکاهد. همچنین، با بازنگری تقویم کاشت گندم در کشور آثار منفی تغییر اقلیم قابل کاهش است. از طرف دیگر با توجه به اینکه اقلیم‌های مختلفی در کشور وجود دارد پیشنهاد می‌شود مطالعاتی به صورت منطقه‌ای انجام گیرد.

یادداشت‌ها

1. rent
2. Huasman Test
3. Chow Test
4. Intergovernmental Panel on Climate Change

منابع

- امیرنژاد، ح.، عمویی، ع.، مجاوریانم. (۱۳۹۸). پیامدهای تغییر اقلیم در کشاورزی و ارتباط آن با رانت شالیکاران (مطالعه موردی استان مازندران) فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات اقتصاد کشاورزی. ۱۱(۴۱): ۱۴۸-۱۳۱.
- امیرنژاد، ح.، اسدپور کردی، م. (۱۳۹۶). بررسی اثرات تغییر اقلیم بر تولیدگندم در ایران. فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات اقتصاد کشاورزی. ۹(۳): ۱۸۲-۱۶۳.
- پیش بهار ا، دارپرنیان س.، قهرمان زاده م. (۱۳۹۴). بررسی آثار تغییرات اقلیمی بر عملکرد ذرت دانه‌ای در ایران: کاربرد رهیافت اقتصادسنجی فضایی با داده‌های پانلی. مجله تحقیقات اقتصاد کشاورزی. ۷(۲): ۱۰۶-۸۳.
- دیلمی، ا.، جولایی، ر.، رضایی، ا.، کرامت‌زاده، ع. (۱۳۹۸). بررسی آثار اقتصادی تغییرات اقلیمی بر عملکرد، سود ناخالص و الگوی کشت شهرستان گرگان. مجله اقتصاد کشاورزی. ۱۳(۲): ۱۶۰-۱۳۷.
- سلطانی‌ش.، موسوی س. (۱۳۹۵). تحلیل ریز مقیاس ماهیت تغییر پذیری های اقلیم و تعیین سناریوهای اقلیمی بخش کشاورزی در دشت همدان-بهار. مجله اقتصاد کشاورزی. ۱۰(۳): ۱۷۴-۱۵۵.

علیجانی، ف.، کرباسی، ع.، ر. و مظفری مسن، م. (۱۳۹۰). بررسی اثر درجه حرارت و بارندگی بر عملکرد گندم آبی ایران. *اقتصاد کشاورزی و توسعه*، سال نوزدهم، شماره ۱: ۷۶-۱۳.

مرید س.، عبدالمنافی ن. (۱۳۹۲). بررسی آخرین وضعیت تغییرات اقلیم در خاورمیانه با تأکید بر ایران. مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. ۲۸ ص.

وائقی الف.، اسماعیلی ع. (۱۳۸۷). اثر تغییرات اقلیم بر رانت زمین کشاورزی: مطالعه موردی ذرت. *مجله اقتصاد کشاورزی*. ۲(۳): ۶۷-۴۷.

Etwire, P. M., Fielding, D., & Kahui, V. (2019). Climate Change, Crop Selection and Agricultural Revenue in Ghana: A Structural Ricardian Analysis. *Journal of Agricultural Economics*, 70(2), 488-506.

Huong, N. T. L., Bo, Y. S., & Fahad, S. (2018). Economic impact of climate change on agriculture using Ricardian approach: A case of northwest Vietnam. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 18(4), 449-457.

Kurukulasuriya, P., & Mendelsohn, R. (2007). *A Ricardian analysis of the impact of climate change on African cropland*. The World Bank.

Masseti, E. & Mendelsohn, R. (2011). *The impact of climate change on US agriculture: a repeated cross-sectional ricardian analysis*. Handbook on climate change and agriculture. Edward Elgar, Cheltenham, UK, Northampton, MA, USA.

Ricardo, D. (1817). *The Principles of Political Economy and Taxation*. Johan Murry Pub., London.

Thapa, S., Joshi, G. R. (2011). *A Ricardian analysis of the climate change impact on Nepalese agriculture*. https://mpra.ub.uni-muenchen.de/29785/1/MPRA_paper_29785.pdf

Van Passel, S., Massetti, E., & Mendelsohn, R. (2012). A Ricardian analysis of the impact of climate change on European agriculture. *Environmental and Resource Economics*, 67(4), 725-760.

