پیامدهای تغییر اقلیم در کشاورزی و ارتباط آن با رانت شالیکاران (مطالعه موردی استان مازندران)

حمید امیرنژاد[۱*]، عاطفه عموئی[۲] و سید مجتبی مجاوریان[۳]

تاریخ دریافت:۹۶/۰۶/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۵/۰۹

چکیده

تغییر اقلیم همه بخش‌های اقتصادی را تا اندازه‌ای تحت تأثیر قرار می‌دهد، اما بخش کشاورزی شاید حساس‌ترین و آسیب‌پذیرترین بخش باشد چراکه محصولات کشاورزی وابستگی زیادی به منابع اقلیمی دارند. در این مطالعه سعی شده است تا با تبیین تئوریک و طراحی یک مدل در چارچوب رهیافت ریکاردین و با استفاده از تکنیک داده‌های پانل پویا مبتنی بر روش گشتاورهای تعمیم‌یافته، اثر تغییر اقلیم (تغییرات دما، بارندگی و رطوبت) بر تولید برنج و سود به‌عنوان معیاری از رانت شالیکاران شهرستان‌های استان مازندران در دوره ۱۳۹۰-۱۳۷۹ مورد بررسی قرار گیرد. نتایج نشان دادند متغیرهای اقلیمی اثرات معنی‌دار و غیرخطی بر تولید هر هکتار و رانت شالیکاران دارد به‌گونه‌ای که در شهرستان ساری بیش‌ترین رانت منفی (۵۱۰۸۲۲۰- ریال در هکتار) و در شهرستان نوشهر کم‌ترین رانت منفی (۱۶۰۱۲۷۰- ریال در هکتار) بدست آمد. افزایش دمای فصل بهار و تابستان اثری مثبت بر رانت داشته و هرگاه از کم‌ترین مقدار بحرانی کم‌تر شود، رانت منفی می‌شود. با توجه به دمای فصل تابستان، بیش‌ترین رانت بدست آمده مربوط به شهرستان ساری، ۱۵۴۳۷۲ ریال در هکتار و کم‌ترین آن مربوط به شهرستان نوشهر، ۶۰۸۴ ریال در هکتار می‌باشد. با توجه به نتایج بدست آمده و هم‌چنین، ادامه روند افزایش دما و کاهش بارندگی پیشنهاد می‌شود اتخاذ سیاست‌های حمایتی دولت برای افزایش انگیزه زارعین در استفاده بهینه از منابع آب مورد توجه سیاست‌گزاران و برنامه‌ریزان قرار گیرد.

طبقه‌بندی JEL: Q1, Q5, Q54

واژه‌های کلیدی: تغییر اقلیم، رانت شالیکاران، رهیافت ریکاردین، گشتاورهای تعمیم‌یافته، استان مازندران.

[۱] - دانشیار اقتصاد کشاورزی، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

[۲]- دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

[۳] - دانشیار اقتصاد کشاورزی، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

*- نویسنده مسئول مقاله: hamidamirnejad@yahoo.com

پیشگفتار

امروزه تغییر اقلیم بزرگ‌ترین مسئله محیط‌زیستی است که جهان با آن روبه‌رو می‌باشد (رضایی و همکاران، ۱۳۹۱). از آن‌جایی که بخش کشاورزی بیش‌تر در معرض تغییر اقلیم است و امنیت غذایی دغدغه بزرگ برای همه انسان‌هاست، تأثیر تغییرات اقلیمی در بخش کشاورزی باعث تمرکز تعداد زیادی از مطالعات تجربی در این حوزه شد (چن[1] و همکاران، ۲۰۱۳). در سال‌های اخیر با افزایش جمعیت و فعالیت‌های بشری، انتشار گازهای گلخانه‌ای از جمله دی‌اکسیدکربن افزایش یافته و تغییراتی در اکوسیستم کره زمین در حال رخ دادن است. بخش کشاورزی در دنیا سهم قابل‌ملاحظه‌ای در تولید گازهای گلخانه‌ای نظیر گاز کربنیک، متان و اکسید ازت دارد (نوروزی و خسروی، ۱۳۸۹). دی اکسید کربن (CO_2)، مهم‌ترین گاز گلخانه‌ای در اتمسفر پس از بخار آب در جذب اشعه مادون قرمز می‌باشد و مسئول ۶۲ درصد از مجموع کل نیروی واتابشی زمین که به وسیله گازهای گلخانه‌ای در دهه گذشته تولید شده، می‌باشد (امیربیگی و احمدی آسور، ۱۳۸۶). دومین گاز مهم که حدود ۲۰ درصد اثر گلخانه‌ای (واداشت تابشی) را شامل می‌شود، متان است که غلظت اتمسفری آن حدود ۲۰۰ برابر کم‌تر از مقدار دی اکسید کربن می‌باشد (پورخباز، ۱۳۸۱). سوزاندن بقایای گیاهی، تغییر در کاربری‌ها و تخریب خاک از عوامل تولید گازهای گلخانه‌ای می‌باشند (طالبی و همکاران، ۱۳۹۰). حدود ۲۰ درصد متان آزادشده در یک سال، حاصل فعالیت‌های بخش زراعی بویژه برنجکاری می‌باشد (نوروزی و خسروی، ۱۳۸۹). تغییر اقلیم موجب افزایش دمای میانگین زمین شده و در نتیجه فصل رشد و نمو محصولات را طولانی‌تر می‌کند. از سویی، به علت گرمایش کلی جهان، زمان گل‌دهی و رشد گونه‌های گیاهی نیز نسبت به گذشته تغییر یافته است. روی هم رفته، تغییر اقلیم می‌تواند با تغییر در درجه حرارت و بارندگی (که باعث تغییر در مقدار رطوبت خاک، نیاز آبی و فصل رشد گیاهان می‌شود) باعث تغییر در پراکنش نواحی زراعی و کاربری اراضی در سطح زمین شود (سلیمانی، ۱۳۸۹).

براساس گزارش سوم هیئت بین‌الدول تغییر اقلیم[2] (IPCC) که مرجعی معتبر در زمینه تغییرات آب و هوایی و تأثیرات گرمایش جهانی است، دمای سطح زمین به دلیل انتشار گازهای گلخانه‌ای از ۰/۳ تا ۰/۶ درجه سانتی‌گراد در طول سده گذشته افزایش یافته و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۱۰۰ مقدار آن ۱ تا ۳/۵ درجه سانتی‌گراد افزایش یابد (لان[3] و همکاران، ۱۹۹۸). در سال‌های اخیر تغییرات اقلیمی در استان مازندران مشهود بوده و به‌سمت خشک‌ترشدن گرایش

1- Chen
2- Intergovernmental Panel on Climate Change
3- Lan

یافته است. به‌گونه‌ای که تغییرات دمایی روند افزایشی محسوس و در مقابل مقدار بارندگی افزایش بسیار ناچیزی داشت (رزاقیان و همکاران، ۱۳۹۲). هم‌چنین، روند معنی‌داری در تغییرات داده‌های هواشناسی در استان مازندران مشاهده شده و پدیده تغییر اقلیم در این استان رخ داده است. کاهش در مقدار بارندگی و افزایش در مقدار دما در دوره‌های آتی نیز برای استان مازندران پیش‌بینی می‌شود (واحدی و همکاران، ۱۳۹۶). پژوهش‌ها در بخش آشکارسازی و نسبت‌دهی از آنجا دارای اهمیت است که اگر پدیده‌ی تغییر اقلیم در گذشته در منطقه رخ داده باشد و این تغییرات مربوط به افزایش گازهای گلخانه‌ای باشد می‌توان دید که تا چه اندازه سامانه‌های موجود در منطقه، خود را با این تغییرات سازگار کرده‌اند. البته، توجه به این نکته ضروری است که نمی‌توان ادعا کرد که اگر پدیده تغییر اقلیم در گذشته در منطقه رخ نداده باشد، در آینده نیز اتفاق نمی‌افتد. چرا که افزایش گازهای گلخانه‌ای در آینده می‌تواند متغیرهای اقلیمی منطقه را تحت تأثیر قرار دهد (گودرزی و همکاران، ۱۳۹۲).

محصولات کشاورزی وابستگی زیادی به منابع اقلیمی دارند و اثر تغییر اقلیم بر محصولات راهبردی (استراتژیک) کشور و بویژه گندم و برنج به‌علت گستردگی کشت آن‌ها بیش‌تر از دیگر محصولات خواهد بود. برنج محصول مهم و استراتژیک در بخش زراعت بوده و به‌علت پراکندگی زیاد در سطح دنیا و دارا بودن ارقام متعدد و قابلیت سازگاری بالا با دامنه گسترده‌ای از اقلیم‌ها و شرایط کشت، منحصر به‌فرد می‌باشد. عوامل عمده محیطی که کشت برنج را محدود می‌سازد، درجه حرارت هوا و آب است (سوری، ۱۳۹۲). هم‌چنین، به‌ازای هر یک درجه‌ای که تغییر دما رخ می‌دهد، ۲۰ میلیارد مترمکعب از منابع آبی را از دست می‌رود. بخش کشاورزی در میان بخش‌های اقتصادی، به دلیل نقش آن در تأمین و ایجاد امنیت غذایی بر پایه منابع داخلی و هم‌چنین، حفاظت از منابع تولید، از اهمیتی ویژه برخوردار است (آمارنامه جهاد کشاورزی استان مازندران، ۱۳۸۵). به دلیل اهمیت برنج به‌عنوان یک محصول استراتژیک در سبد غذایی خانوار، رشد جمعیت و افزایش نیاز به غذا و امنیت غذایی از یک سو، و افزایش روزافزون گازهای گلخانه‌ای و خطرات ناشی از آن از سوی دیگر، ضرورت دارد که اثرات تغییر اقلیم بر روی محصولات کشاورزی بررسی شود و کشاورزان را از نتایج بدست آمده آگاه ساخت تا بتوانند در راستای آن به تولید محصولات کشاورزی بپردازند.

مطالعات بسیاری جهت بررسی اثرات منطقه‌ای تغییر اقلیم بر تولید محصولات کشاورزی در نقاط گوناگون دنیا انجام شده است. واثقی و اسماعیلی (۱۳۸۷) در مطالعه‌ای به اندازه‌گیری اثرات اقتصادی تغییر اقلیم بر تولید محصول گندم با استفاده از روش ریکاردین[1] پرداختند. نتایج مطالعه

[1]- Ricardian Method

آن‌ها نشان دادند که متغیرهای اقلیمی اثرات معنی‌دار و غیرخطی بر درآمد خالص به ازای هر هکتار کشت گندم دارند. بنی‌اسد (۱۳۹۱) در مطالعه‌ای به بررسی اثرات اقتصادی تغییر اقلیم بر گندم‌کاران استان خراسان رضوی، با استفاده از رهیافت ریکاردین پرداخت. نتایج نشان می‌دهند، بالاترین اثر نهایی بدست‌آمده برای بررسی اثر تغییر اقلیم بر درآمد، مربوط به میانگین دمای خرداد ماه با ۵۱۷۳/۷۲ ریال بر هکتار و بالاترین اثر نهایی برای بررسی اثر تغییر اقلیم بر عملکرد، مربوط به میانگین دمای فروردین و اردیبهشت با مقدار ۸۱۱/۱ ریال بر هکتار بوده است. نتایج پژوهش خلیلیان و همکاران (۱۳۹۳) نشان دادند که در صورت کاهش بارندگی همراه 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. نتایج مطالعه مولوا و لامبی[1] (۲۰۰۷) نشان داد که افزایش ۲/۵ درجه سانتی‌گراد در مقدار دما باعث می‌شود درآمدهای خالص کشاورزی در کامرون ۰/۵ میلیارد دلار کاهش یابد و هم‌چنین، کاهش ۰/۷ درصدی بارش باعث می‌شود درآمدهای خالص کشاورزی ۱/۹۶ میلیارد دلار کاهش یابد. وانگ[2] و همکاران (۲۰۰۹) در مطالعه‌ای به بررسی اثرات تغییرات اقلیم در بخش کشاورزی چین، با استفاده از روش ریکاردین پرداختند. نتایج این پژوهش نشان دادند که پدیده گرم‌شدن جهانی، به احتمال زیاد، در ابتدا، برای کشاورزان دیم‌کار زیان‌بار بوده در حالی‌که این پدیده به‌نفع کشاورزانی بوده که کشت آبی دارند. در مطالعه‌ای ون پاسل[3] و همکاران (۲۰۱۲) با استفاده از روش تحلیل ریکاردین به اثرات تغییر اقلیم کشاورزی اروپا پرداختند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که افزایش (کاهش) در مقدار بارش، میانگین ارزش مزرعه را ۳۰ درصد به‌ازای هر یک سانتیمتر مکعب بارش افزایش (کاهش) می‌دهد. دیپتیمایی و نارش[4] (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای با استفاده از روش ریکاردین به بررسی اثرات اقتصادی تغییر اقلیم بر کشاورزی منطقه ساحلی اودیسا پرداختند. نتایج برآورد روند ۳۰ ساله در فصل‌های گوناگون نشان دادند که بسیاری از متغیرهای اقلیمی تأثیر شایان‌توجهی در درآمد خالص در هر هکتار دارند. هم‌چنین، افزایش درجه حرارت اثرات منفی بر کشاورزی منطقه مورد مطالعه دارد.

بر اساس مطالعات انجام شده، افزایش دما و کاهش بارندگی در فصل‌های گوناگون سال و هر منطقه اثرات متفاوتی داشته است. افزایش دما و کاهش بارندگی در بیش‌تر مطالعات صورت‌گرفته اثر منفی بر مراحل گوناگون کشت محصولات داشته است. تغییرات اقلیمی ممکن است با کاهش

---

[1]- Molua and Lambi
[2]- Wang
[3]- Van Passel
[4]- Diptimayee and Naresh

تولید در هکتار محصولات کشاورزی منجر به کاهش عملکرد بخش کشاورزی در بسیاری از کشورهای جهان شود. هدف این پژوهش، بررسی مهم‌ترین عامل اقلیمی بر تولید برنج و مهم‌ترین اثر اقتصادی تغییر اقلیم بر سود شالیکاران شهرستان‌های مورد مطالعه استان مازندران در دوره زمانی ۹۰-۱۳۷۹ می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش برای لحاظ نمودن اثرات اقتصادی، به تبیین تئوریک و طراحی یک مدل در چارچوب رهیافت ریکاردین پرداخته شد. سپس برای تخمین مدل‌ها از تکنیک داده‌های پانل پویا مبتنی بر روش گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM)[1] استفاده شد. هم‌چنین، بین روش‌های موجود برای بررسی اثرات اقتصادی تغییر اقلیم، از روش ریکاردین که دارای محدودیت کم‌تر و کاربردی‌تر است استفاده شده است. این روش بر پایه نظریات دیوید ریکاردو پایه‌ریزی و به‌وسیله مندلسون[2] و همکاران (۱۹۹۴) برای اندازه‌گیری اثرات اقتصادی اقلیم بر رانت زمین زراعی پایه‌ریزی شد. با استفاده از روش ریکاردین، امکان بررسی اثر اقلیم بر اجاره خالص یا ارزش زمین محصولات کشاورزی در مکان‌های گوناگون وجود خواهد داشت (رضایی و همکاران، ۱۳۹۱). این روش، اثرات مستقیم اقلیم بر عملکرد محصولات گوناگون و هم‌چنین، اثر غیرمستقیم جایگزینی فعالیت‌های دیگر را با استفاده و کاربرد جدید از زمین با اقلیم‌های مناسب بررسی می‌کند. افزون بر این، تأثیر مستقیم آب و هوا را در عملکرد محصولات گوناگون در نظر می‌گیرد و یک جایگزین برای روش شبیه‌سازی محصولات در بخش کشاورزی می‌باشد (سئو نیگول و مندلسون[3]، ۲۰۰۸). روش ریکاردین بیان‌کننده مجموع تغییرات در قیمت‌های بازاری است با فرض این که قیمت‌های بازاری در نتیجه تغییر در متغیرهای محیطی تغییری نمی‌کنند (امیراسلانی، ۲۰۱۰). بر اساس روش ریکاردین تابع تولید (مشتق‌پذیر و اکیداً مقعر) به‌صورت رابطه (۱) است:

$$Qi = Qi\ (Ki\ ,\ E) \qquad (۱)$$

Q_i مقدار محصول تولیدشده، K_i برداری از نهاده‌های تولیدی j در تولید محصول Q_i و E برداری از عوامل محیطی مانند دما، بارندگی و رطوبت می‌باشد. اگر تابع تولیدی منعکس‌کننده رابطه‌ی غیرخطی بین عملکرد گیاه و دما باشد، با فرض ثابت بودن دیگر متغیرها، چون عملکرد

[1]- Generalized Method of Moments(GMM)
[2]- Mendelshon
[3]- Seo Niggol and Mendelshon

محصول تابعی مقعر از دما است در نتیجه سود نیز تابعی مقعر از دما می‌باشد. در مدل ریکاردویی فرض می‌شود که هدف کشاورز بیشینه کردن سود خود باشد، بدین منظور باید تابع هزینه کشاورز با توجه به عوامل قیمتی بر اساس رابطه (۲) کمینه شود:

$$Ci = Ci\ (Qi\ ,\ W,\ E) \qquad (۲)$$

در رابطه (۲)، C_i هزینه تولید محصول *i*ام و W برداری از قیمت عوامل تولید است. عوامل اقلیمی نیز روی هزینه تولید و سود کشاورز تأثیر می‌گذارد. تابع سود برای کشاورز به‌صورت رابطه (۳) خواهد بود:

$$\pi = [PiQi - Ci\ (Qi\ ,\ W,\ E)] \qquad (۳)$$

که در آن P_i قیمت محصول *i*ام و π سود کشاورز می‌باشد (درسا و همکاران، ۲۰۰۵). آزمون قابلیت تخمین داده‌ها به‌صورت پانل قبل از برآورد و تجزیه و تحلیل الگو، مورد بررسی قرار می‌گیرد. از این آزمون‌ها می‌توان جهت بررسی مسئله همگنی یا ناهمگنی میان مقاطع استفاده کرد، در صورتی که مقاطع همگن باشند، ضرورت استفاده از روش پانل وجود دارد (اشرف‌زاده و مهرگان، ۱۳۸۷). اگر مقدار آماره‌ی F محاسباتی از مقدار بحرانی آن در جدول بزرگتر باشد، در این صورت فرضیه‌ی صفر (H_0) مبنی بر برآورد مدل به‌صورت Poold یا OLS رد شده و لازم است مدل به‌روش پانل یا داده‌های تلفیقی برآورد گردد (بالتاجی[۱]، ۲۰۰۵).

آزمون‌های گوناگونی برای بررسی وجود ریشه واحد در داده‌های ترکیبی وجود دارد که شامل لوین، لین و چو[۲]، برایتونگ، ایم، پسران و شین[۳] (IPS) و آزمون‌های نوع فیشر[۴] از جمله دیکی‌فولر تعمیم‌یافته[۵] (ADF)، فیلیپس پرون[۶] (PP) می‌باشد. این آزمون‌ها معروف به آزمون ریشه واحد در داده‌های ترکیبی[۷] هستند که وجود یا نبود ریشه واحد در این داده‌ها را بررسی می‌کند (سوری، ۱۳۹۲). در این پژوهش برای انجام آزمون ریشه واحد از دو آزمون پرکاربرد و معروف لوین، لین و چو و ایم پسران و شین استفاده است. یکی از رهیافت‌های مهم مورد استفاده در بررسی اثر اقتصادی تغییر اقلیم، رهیافت ریکاردین می‌باشد، که در آن ارزش زمین بازتاب‌کننده سودآوری زمین در بازار رقابت کامل می‌باشد. مفهوم اصلی مدل ریکاردویی این است که ارزش زمین و

1- Baltagi
2- Lavin, Lin and Chu
3- Breitung, Im, Pesaran and Shin
4- Fisher Type
5- Augment Dickey-Fuller
6- Augment Philips-Prawn
7- Panel Data

فعالیت‌های کشاورزی با تغییرات اقلیمی در ارتباط است (درسا[1] و همکاران، ۲۰۰۵). مدل کاربردی برای بدست آوردن اثرات تغییر اقلیم در کشاورزی به شکل رابطه (۴) می‌باشد (تاپا و جوشی[2]، ۲۰۱۱):

$$VL = \alpha E + \beta E2 + \delta Z + \gamma p + \varepsilon i \quad (۴)$$

که در آن V_L ارزش زمین، E برداری از متغیرهای اقلیمی (شامل: درجه حرارت، بارندگی و رطوبت)، Z برداری از متغیرهای اقتصادی، P قیمت بازاری محصول اصلی و رقیب، εi جملات باقی‌مانده و δ ، β ، α و γ برداری از پارامترهای مدل هستند. اگر داده‌های مربوط به ارزش زمین در دسترس نباشد می‌توان از درآمد خالص (سود) یا ناخالص به‌عنوان متغیر وابسته به جای ارزش زمین استفاده کرد و فرض کرد که درآمد خالص (سود) یا ناخالص به تغییرات اقلیمی و دیگر متغیرها مانند؛ قیمت بازاری محصولات وابسته است (تاپا و جوشی، ۲۰۱۱). بنابراین، رابطه (۴) را می‌توان به‌صورت رابطه (۵) تغییر داد:

$$NRn = \alpha E + \beta E2 + \delta Z + \gamma p + \varepsilon i \quad (۵)$$

که در آن NRn همان درآمد خالص (یا سود) است. رابطه (۵)، فرم تابعی درجه دوم از متغیرهای اقلیمی را به نمایش می‌گذارد. فرم درجه دوم از متغیرهای اقلیمی قابلیت غیرخطی و حساسیت آب و هوایی این متغیرها را نشان می‌دهد. اگر درآمد خالص (و یا سود) به‌عنوان یک تابع درجه دوم از متغیرهای اقلیمی بیان شده باشد، در این صورت مشتق جزئی از آن نسبت به متغیرهای اقلیمی همچون، رطوبت، درجه حرارت، بارندگی و تبخیر به‌صورت (۶) بیان می‌شود:

$$\frac{\alpha NRn}{\alpha n} = \alpha + 2\beta E \quad (۶)$$

که در آن $\alpha + 2\beta E$ بیان‌کننده شیب مدل نسبت به متغیرهای اقلیمی است و نشان‌دهنده اثر نهایی[3] (ME) متغیر اقلیمی است. شرایط خطی نشان‌دهنده ارزش نهایی تغییرات اقلیمی در حالت حالت میانگین از داده‌های مورد نظر است در حالی‌که شرایط غیرخطی و درجه دوم نشان‌دهنده ارتباط منحنی‌وار بین متغیرهای اقلیمی و درآمد خالص (و یا سود) است. ضرایب مثبت نشان‌دهنده رابطه U شکل و ضریب منفی نشان‌دهنده رابطه مقعر می‌باشد (مندلسون، ۲۰۰۱). اثر نهایی تغییر اقلیم در واقع، مقدار تغییر در رانت کشاورز، به ازای یک واحد تغییر در هر کدام از پارامترهای

1- Deressa
2- Thapa and Joshi
3- Marginal Effect

اقلیمی می‌باشد (امیراسلانی، ۲۰۱۰). برای بدست آوردن اثر نهایی ابتدا از متغیر وابسته (NR سود) نسبت به متغیر مستقل مورد نظر به‌صورت رابطه (۷) مشتق گرفته می‌شود:

$$ME = \frac{\delta NR}{\delta(variable)} = \alpha + 2\beta * climate_i \quad (۷)$$

همان‌گونه که بیان شد برای تخمین مدل از تکنیک داده‌های پانل پویا مبتنی بر روش گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM)، استفاده شد. روش گشتاورهای تعمیم‌یافته به وسیله هانسن در مطالعه‌ای در سال ۱۹۸۲ معرفی شد. این روش که در داده‌های تلفیقی پویا بکار می‌رود، مبتنی بر این فرض است که جملات اخلال در معادلات با مجموعه متغیرهای ابزاری غیرهمبسته می‌باشد. هنگامی‌که در مدل داده‌های تلفیقی، متغیر وابسته به‌صورت وقفه در سمت راست مدل ظاهر می‌شود، دیگر برآوردگرهای OLS[1] سازگار نخواهد بود (بالتاجی، ۲۰۰۵). در این صورت باید از روش‌های برآورد دو مرحله‌ای (2SLS)[2] یا روش گشتاورهای تعمیم‌یافته استفاده شود. برآورد 2SLS ممکن است به‌دلیل مشکل در انتخاب متغیر ابزاری[3] برای رفع مشکل درون‌زا بودن متغیرها، واریانس بزرگ برای ضرایب محاسبه نماید و باعث شود که برآوردها از لحاظ آماری معنی‌دار نباشد. روش اقتصادسنجی GMM با انتخاب متغیرهای ابزاری مناسب و تعیین یک ماتریس وزنی در شرایط وجود ناهمسانی واریانس و خودهمبستگی‌های نامشخص، می‌تواند برآوردگر قدرتمندی محسوب شود (مشکی، ۱۳۹۰). مدل کاربردی در این مطالعه با استفاده از روش GMM به‌شکل رابطه (۸) خواهد بود:

$$NRn = NR_{t-1} + \alpha E + \beta E2 + \delta Z + \gamma P + \varepsilon i \quad (۸)$$

NR_{t-1} وقفه سود شالیکاران می‌باشد. با استفاده از روش تفاضل مرتبه نخست از مقادیر وقفه‌دار متغیر وابسته به‌عنوان متغیر ابزاری استفاده می‌شود. برای سنجش اعتبار متغیر ابزاری بکاررفته، از آزمون سارگان استفاده شده است (بالتاجی، ۲۰۰۵).

اثبات وجود روند در داده‌های ثبت‌شده دما و بارش راه مناسبی برای اثبات وجود تغییرات آب و هوایی است. بمنظور آشکارسازی روند تغییرات تدریجی و ناگهانی پارامترهای اقلیمی (دما و بارندگی) سالانه در دوره‌های گذشته در شهرستان‌های مورد مطالعه استان مازندران، از آزمون آماری من- کندال[4] و شیب خط سن استفاده شده است.

---

[1]- Ordinary Least Squares
[2]- Tow Stage Least Squares
[3] -Instrumental Variable
[4]- Mann-Kendall Test

داده‌های مربوط به داده‌های اقلیمی (شامل؛ بارندگی، درجه حرارت و رطوبت) از اداره کل هواشناسی و سازمان آب منطقه‌ای استان مازندران و داده‌های غیراقلیمی (شامل؛ قیمیت برنج، قیمت مرکبات، قیمت بذر، سود و تولید) از وزارت جهاد کشاورزی، سازمان جهاد کشاورزی استان مازندران و سایت بانک مرکزی گردآوری شده است. به دلیل نبود آمار بلندمدت، هفت شهرستان (شامل؛ آمل، بابل، بابلسر، رامسر، ساری، قائمشهر و نوشهر) با توجه به تناسب آن با آمار و داده‌های هواشناسی و کشاورزی انتخاب شده است. هم‌چنین، برای آشکارسازی روند تغییرات پارامترهای اقلیمی، از سه ایستگاه دارای طول دوره آماری بیش‌تر (ایستگاه‌های هواشناسی بابلسر، نوشهر، رامسر) استفاده شد. با بررسی روند تغییرات میانگین دمای هوا و بارش می‌توان تغییرات اقلیمی را ردیابی نمود.

نتایج و بحث

نتایج بدست آمده از آزمون من- کندال و سن جهت آشکارسازی روند در سری‌های زمانی دما و بارش سالانه در سه ایستگاه مورد مطالعه طی سال‌های گوناگون در جدول ۱ مشاهده می‌شود. بر اساس نتایج این جدول، احتمال معنی‌داری دمای میانگین در ایستگاه بابلسر و رامسر به‌ترتیب برابر با ۰/۰۰۰۱ و ۰/۰۰۶ شده که کم‌تر از ۰/۰۵ است. در ایستگاه بابلسر، میانگین میانگین دما و بارندگی سالانه روند مثبت (افزایشی) و معنی‌داری داشته است. هرچند روند تغییرات بارندگی در ایستگاه بابلسر به‌صورت افزایشی بوده است، اما واریانس بارندگی در دوره دوم افزایش داشته است.

نتایج هم‌چنین، حاکی از آن است که افزایش دما نه تنها با کاهش بارندگی همراه نبوده بلکه منجر به افزایش واریانس و مقادیر حدی شده است. در ایستگاه رامسر، روند تغییرات بارندگی از لحاظ آماری معنی‌دار نشده است، اما تغییرپذیری این پارامتر روندی کاهشی را دنبال می‌کند. مقدار کاهش بارندگی این ایستگاه در دوره ۶۰ ساله، ۳/۴ میلی‌متر در هر سال می‌باشد. هم‌چنین، نبود روند تغییرات دما و بارندگی در ایستگاه نوشهر در دوره زمانی ۱۳۹۳-۱۳۵۶ دیده می‌شود و هیچ‌کدام از متغیرهای اقلیمی روند معنی‌داری ندارند. نتایج این آزمون با نتایج (متین و همکاران، ۱۳۹۲) و (رائینی‌سراج، ۱۳۸۹) مطابقت دارد و در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج بدست آمده از بررسی آزمون قابلیت تلفیق داده‌ها به‌صورت جدول ۲ می‌باشد.

بر اساس آزمون ایستایی لوین، لین و چو و آزمون ایم، پسران و شین همه متغیرها در سطح ایستا بوده و فرضیه صفر مبنی بر وجود ریشه واحد رد می‌شود. نتایج بدست آمده از آزمون ایستایی در جدول ۳ مشاهده می‌شود.

نتایج بدست آمده از برآورد مدل با روش گشتاورهای تعمیم‌یافته در جدول ۴ نشان می‌دهد که در تابع ارزیابی اثر تغییر اقلیم بر تولید و سود شالیکاران، فرض صفر آزمون سارگان مبنی بر معتبر بودن متغیرهای ابزاری پذیرفته شده و هیچ همبستگی میان متغیرهای ابزاری و جزء اخلال وجود ندارد. وقفه متغیر وابسته در هر دو مدل تولید و سود شالیکاران اثری مثبت و معنی‌دار بر متغیر وابسته دارد و نشان می‌دهد که تولید و سود جاری شالیکاران، تحت تأثیر تولید و سود سال قبل آنان می‌باشد و به‌عنوان یک عامل تشویقی عمل می‌کند که با نتایج (اشرف‌زاده و مهرگان، ۱۳۸۷) مطابقت دارد. وقفه سال قبل قیمت برنج معنی‌دار نشده و منفی بوده است که دلیل آن می‌تواند این باشد که کشاورزان در کوتاه‌مدت به تغییرات در قیمت واکنشی نشان نمی‌دهند. اثر متغیرهای اقلیمی بر تولید و رانت معنی‌دار و غیرخطی بوده است و براساس نتایج مطالعات (واثقی و اسماعیلی، ۱۳۸۷)، (رضایی و همکاران، ۱۳۹۱) و (بنی‌اسد، ۱۳۹۱) است. متغیر نیروی‌کار اثر مثبت و معنی‌داری بر تولید شالیکاران داشته است. قیمت بذر دارای ضریب منفی و معنی‌دار نشده است، اما قیمت محصول رقیب معنی‌دار و مثبت بوده است.

هم‌چنین، طبق نتایج پژوهش متغیر بارندگی فصل تابستان در تابع برآورد سود، معنی‌دار نشده است، اما بقیه متغیرهای اقلیمی اثرات معنی‌دار و غیرخطی بر رانت شالیکاران دارند. افزایش دمای فصل بهار و تابستان اثر مثبتی بر رانت داشته و هرگاه از کمینه مقدار بحرانی کم‌تر شود رانت شالیکاران منفی می‌شود. افزون بر این، کاهش بارندگی در مرحله کاشت و داشت باعث کاهش رانت شالیکاران شده و با افزایش این عامل رانت افزایش می‌یابد. شهرستان قائمشهر بیش‌ترین رانت را با توجه به میانگین بارندگی در مرحله‌ی داشت دارد. کمینه درجه حرارت مورد نیاز در مناطق معتدله در مرحله جوانه‌زنی که در ابتدای فصل بهار صورت می‌گیرد، ۱۰ تا ۱۲ درجه سانتی‌گراد و در مرحله پنجه‌دهی ۱۶ تا ۱۸ درجه سانتی‌گراد است (نصیری و نیک‌نژاد، ۱۳۹۰).

در این پژوهش کمینه درجه حرارت بدست آمده ۱۷/۹ درجه سانتی‌گراد می‌باشد که با مقدار یاد شده مطابقت دارد. هم‌چنین، مقدار رطوبت مناسب در این مراحل ۷۰ تا ۸۰ درصد می‌باشد که با مقدار بحرانی این پژوهش مطابقت دارد. با توجه به این‌که فصل تابستان مرحله داشت و برداشت را شامل می‌باشد، بهترین درجه حرارت مرحله رسیدن بین ۲۵ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد است (نصیری و نیک‌نژاد، ۱۳۹۰). در این پژوهش کمینه درجه حرارت بدست آمده ۲۵/۱ درجه سانتی‌گراد می‌باشد که با مقدار یاد شده مطابقت دارد.

اثر نهایی دمای فصل تابستان در تمامی شهرستان‌های مورد مطالعه مثبت بوده و نشان‌دهنده آن است که میانگین این متغیر در بازده بهینه (پایین‌تر از نقطه بحرانی یا حد بالا) می‌باشد. با توجه به این متغیر، بیش‌ترین اثر نهایی بدست‌آمده مربوط به شهرستان ساری با ۱۵۴۳۷۲ ریال در هکتار

و کم‌ترین آن مربوط به شهرستان نوشهر با ۶۰۸۴ ریال در هکتار می‌باشد. در بین شهرستان‌هایی که دمای دوره داشت بر رانت شالیکاران مؤثر بوده، همه شهرستان‌ها دارای رانت منفی می‌باشند. بر اساس نتایج، بیش‌ترین اثر نهایی منفی دمای دوره داشت، در شهرستان ساری با (۵۱۰۸۲۲۰-) ریال در هکتار و کم‌ترین اثر نهایی منفی، در شهرستان نوشهر با (۱۶۰۱۲۷۰-) ریال در هکتار اتفاق افتاده است. در شهرستان‌های آمل و بابل، بارندگی دوره کاشت اثر منفی و در دیگر شهرستان‌ها، اثر مثبت بر اثر نهایی داشته است. اثر نهایی بارندگی دوره داشت در شهرستان قائمشهر مثبت (۱۷۷۶۱ ریال در هکتار)، اما در دیگر شهرستان‌ها منفی بوده است. اثر نهایی رطوبت ماههای اسفند و فروردین در شهرستان ساری مثبت و مقدار آن ۱۳۲۱۴۲ ریال در هکتار بوده، در نتیجه دارای رانت مثبت می‌باشد، اما در دیگر شهرستان‌ها اثر نهایی رطوبت ماههای اسفند و فروردین منفی بوده و دارای رانت منفی می‌باشند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

با توجه به آزمون روندیابی و ضریب متغیرها در تابع بررسی اثر تغییر اقلیم بر تولید و رانت، افزایش دما در شهرستان‌های رامسر و بابلسر به مقدار ۰/۰۲ و ۰/۰۳ بوده و دارای ضریب مثبت و معنی‌داری است که این افزایش دما در فصل بهار و تابستان، باعث افزایش تولید و سود (رانت) در این شهرستان‌ها می‌شود. افزایش بارندگی در دوره‌ی کاشت و داشت معنی‌دار و مثبت و باعث افزایش رانت شده است. با توجه به این‌که روند کاهش بارندگی در بررسی آماری دیده شده، این کاهش بارندگی در فصل بهار (دوره کاشت و داشت)، می‌تواند باعث کاهش عملکرد و رانت شود. بارندگی فصل تابستان دارای ضریب مثبت بوده، اما معنی‌دار نشده است و دلیل آن می‌تواند این باشد که از اواخر تیر ماه برداشت محصول انجام می‌گیرد، افزایش بارندگی سبب زودرس شدن محصول شده و عملکرد را کاهش می‌دهد. افزایش درجه حرارت در فصل تابستان اثری مثبت و معنی‌دار بر تولید برنج داشته است، اما باید به این نکته توجه شود که افزایش دما بیش از ۴۰ درجه سانتی‌گراد سبب خسارت آفات و بیماری‌ها می‌شود. هم‌چنین، افزایش دما در فواصل زمانی کاشت و داشت، عملکرد را کاهش در نتیجه رانت کاهش می‌یابد که با نتایج (رزاقیان و همکاران، ۱۳۹۳) مطابقت دارد.

با توجه به روند معنی‌دار و غیرخطی افزایش دما و کاهش بارش در شهرستان‌های مورد مطالعه، پیشنهاد می‌شود با نظر کارشناسان هواشناسی و زراعت، زمانی مناسب برای کاشت محصول انتخاب شود. بدین منظور، پیشنهاد می‌شود شالیکاران منطقه مورد مطالعه از ارقام زودرس و میان‌رس استفاده کنید تا به این ترتیب مرحله خوشه‌دهی و دانه‌بندی را پیش از شروع دوره گرمای زیاد به

اتمام برسانند. هم‌چنین، با توجه به نتایج این مطالعه که نشان داد کاهش بارندگی در مرحله کاشت و داشت باعث کاهش رانت شالیکاران می‌شود، پیشنهاد می‌شود که در مرحله کاشت و داشت، به جای استفاده از آبیاری غرقابی دایم از آبیاری متناوب استفاده شود تا از این راه مصرف آب آبیاری کاهش یافته و از اتلاف آب در زراعت برنج جلوگیری شود.

Refrences

- Amirbeygi, H., & Ahmadi Asoor, A. (2007). Air hygiene and pollution control (environmental and industrial). Andisherafi, First edition, Tehran.
- Ashrafzadeh, H.R., & Mehregan, N. (2009). Advanced panel data econometrics. 1st edition, university of Tehran, cooperative research institute publications, p: 147.
- Amiraslany, A. (2010). The Impact of Climate Change on Canadian Agriculture: A Ricardian Approach. Ph.D thesis in Agricultural Economics, University of Saskatchewan Saskatoon, April 2010. 169 p.
- Baltagi B.H. (2005). Econometric analysis of panel data. 3rd edition. John Wiley and Sons, Ltd, West Sussex, England.
- Baniasad, F. (2012). Study of economic impact of climate change on wheat farmers in Razavi Khorasan Province: Ricardian approach. Master's thesis in Agricultural Economics, Faculty of agriculture, Tarbiat Modarres University.
- Agricultural statistics organization of Mazandaran Province. 2006.
- Chen Y., Wu Zh., Okamoto K., Han X., Ma G., Chien H., & Zhao J. (2013). The impacts of climate change on crops in China: A Ricardian analysis. Global and Planetary Change, 104: 61–74.
- Deressa T.T., Hassan R., & Poonyth D. (2005). Measuring the impact of climate change on South African agriculture: The case of sugarcane growing regions. Agrekon, Agricultural Economics Association of South Africa (AEASA), vol. 44(4), December. 44(4): 524-541.
- Diptimayee, M., & Naresh Chandra, S. (2014). Economic Impact of Climate Change on Agriculture Sector of Coastal Odisha. 5th International Conference on Environmental Science and Development. APCBEE Procedia, 10: 241 – 245.
- Goodarzi, A., Massah Bavani, A., Zohrabi, N., & Lotfi, S. (2013). Detection of temperature and precipitation trends and their attribution it to the greenhouse gases (Case study: West Azerbaijan Province). Journal of the Earth and Space Physics, 39(3): 111-128.
- Khalilian, S., Shemshadi, K., Mortazavi, S.A., & Ahmadian, M. (2014). Investigating the welfare effects caused by climate changes in Wheat crop in Iran. Journal of Agricultural Economics and Development, 28(3): 292-300.

- Lan, M., Singh, K.K., Rathore, L., Srinivasan, G., & Saseendran, S.A. (1998). Vulnerability of rice and wheat yields in NW India to future changes in climate. Agricultural and Forest Meterology, 89: 101–114.
- Matin, A., Jafari, S.F., Abbasi Anarkoli, S.D., Samadi Khadem, Sh., & Khakpoor, M. (2013). Investigating the climate change in Mazandaran province and its impact on the macroclimate of the region. Second conference on environmental planning and management, 1-12.
- Mendelsohn, R. (2001). Global Warming and the American Economy. Edward Elgar Publishing Inc, Massachusetts.
- Mendelsohn, R., Nordhaus, W.D., & Shaw, D. (1994). The impact of global warming on agriculture: A Ricardian analysis. American Economic Review, 84: 753–71.
- Meshki, M. (2011). Determining factors affecting the performance of bourse companies using Generalized Method of Moments (GMM) and Generalized Estimate Squares (EGLS). Journal of Accounting Advances, Shiraz University, 3(1): 91-119.
- Molua, E.L., & Lambi, CM. (2007). The Economic Impact of Climate Change on Agriculture in Cameroon. Policy Research Working Paper, 1-33.
- Nasiri M., and Nicknejad Y. 2011. Factors causing damage in Rice fields. First edition, Varesh publications, P 96.
- Noroozi, R., & Khosravi, M. (2010). The Sources and sink of Methane greenhouse gas emission and its role in global warming. 4th International Congress of the Islamic World Geographers (ICIWG), 14-16, Zahedan, Iran.
- Pourkhabbaz, A.R., & Pourkhabbaz, H.R. (2002). The most important environmental disturbances in the present century (Acid rain, layer ozone, global warming), the publication of Mashhad.
- Raeini Serjaz, M. (2010). Investigating the trend of rainfall change and drought monitoring in the eastern province of Mazandaran: The Case study: Babolsar. The first international conference on plant, water, soil and air modeling, International Center for Advanced Science and Technology and Natural Sciences, Shahid Bahonar University of Kerman, 1-12.
- Razaghian, H., Haghshenas, Gatabi, R.A.,& Mohseni, B. (2013). Investigating the trend of climate change in Mazandaran province using extreme temperature and precipitation indexes. 5th International Conference on Integrated Natural Disaster Management, Tehran.
- Rezaei, A., Mortazavi, S.A., & Baghestani, M. (2012). Evaluating the economic impact of climate change on Wheat in Iran. The 1st national conference on solutions to access sustainable development in agriculture. Tarbiat Modares University, Tehran, 1-6.

- Seo Niggol, S., & Mendelshon, R. (2008). A Ricardian analysis of the impact of climate change on South American farmers. Chilean journal of agricultural research, 68 (1):69-79.
- Soleymani, N. M. (2010). Investigating the effect of climate change on pure wheat irrigation. Master's thesis, Faculty of engineering and technology, college of agriculture and natural resources, University of Tehran.
- Souri, A. (2013). Econometrics combined with the use of Eviews 7.0 and Stata 12.0, Volume II, first edition, publication of theology, 283-1022.
- Talebi, A., Taheri, R., & Eskandari, M. (2011). The effect of drought as one of the aspects of climate change on agricultural water products. National conference on agrometeorology and agricultural water management, college of agriculture and natural resources, University of Tehran, 1-8.
- Thapa, S., & Joshi, G.R. (2011). A Ricardian analysis of the climate change impact on Nepalese agriculture. http://mpra.ub.uni-muenchen, 1-16.
- Vahedi, H., Fazl'Ola, R., Emadi, S.M. (2016). A Study of Climate Change on Water Resources in Mazandaran Province. International Conference on Civil, Architecture and Urban Planning of Contemporary Iran.
- Van Passel, S., Massetti, E., & Mendelsohn, R. (2012). A Ricardian analysis of the climate change on European Agriculture. Nota di Lavoro No. 83. Milano: Fondazione Eni Enrico Mattei.
- Vaseghi, A., & Esmaeili, A. (2008). Investigation of the economic impacts of climate change on agricultural sector of Iran: A Ricardian approach (Case study: Wheat). JWSS, 12(45):685-696.
- Wang J., Mendelsohn R., Dinar A., Huang J., Rozell S., & Zhang L. (2009). The impact of climate change on china's agriculture. Agricultural Economics, 40: 323-337.

پیوست‌ها

جدول ۱- نتایج آزمون روند من کندال – تخمین‌گر سن در ایستگاه بابلسر، رامسر و نوشهر.

دوره (سالانه) / ایستگاه	سری زمانی	دمای میانگین			بارندگی (میلی‌متر)		
		ضریب من کندال	شیب خط سن	احتمال معنی‌داری	ضریب من کندال	شیب خط سن	احتمال معنی‌داری
بابلسر (۲۰۱۴-۱۹۵۰)	-	۰/۴۷۵	۰/۰۲۷	۰/۰۰۰۱***	۰/۱۸۶	۲/۴۸۲	۰/۰۲۹
رامسر (۲۰۱۴-۱۹۵۵)	-	۰/۲۴۹	۰/۰۲	۰/۰۰۶***	-۰/۰۸۵	-۲/۰۶۴	۰/۳۴۲
نوشهر (۲۰۱۴-۱۹۷۷)	-	۰/۱۰۴	۰/۰۰۶	۰/۳۶۱	-۰/۰۵۶	-۱/۵۵۴	۰/۶۱۶

مأخذ: یافته‌های پژوهش (* و **، *** به‌ترتیب معنی‌داری در سطح ۱۰، ۵ و ۱ درصد)

جدول ۲- نتایج بدست آمده از آزمون قابلیت تلفیق‌شدن

نوع تابع	نوع بررسی	آماره آزمون	فرضیه صفر	نتیجه آزمون
توانی (درجه دوم)	اثر تغییر اقلیم روی تولید شالیکاران	$F_{(۶و۵۶)}$=۵/۶۲ (۰/۰۰۰۱)*	عدم قابلیت تلفیق‌شدن	پذیرش برآورد مدل به‌صورت پانل
توانی (درجه دوم)	اثر تغییر اقلیم روی سود شالیکاران	$F_{(۶و۵۶)}$=۴/۰۴ (۰/۰۰۲۰)	عدم قابلیت تلفیق‌شدن	پذیرش برآورد مدل به‌صورت پانل

مأخذ: یافته‌های پژوهش. اعداد داخل پرانتز سطح معنی‌داری را نشان می‌دهد.

جدول ۳- نتایج بدست آمده از آزمون ایستایی متغیرهای پژوهش

نام متغیرها	علامت متغیرها	نام آزمون	
		لوین، لین و چو	ایم، پسران و شین
تولید شالیکاران	Pr	-۳/۲۶۵۰ (۰/۰۰۰۵)	-۲/۷۲۳۶ (۰/۰۰۳۲)
سود شالیکاران	Nr	-۴/۶۶۳۹ (۰/۰۰۰۰)	-۳/۷۰۵۴ (۰/۰۰۰۱)
قیمت برنج	Pb	-۱/۶۸۸۰ (۰/۰۴۵۷)	۱/۶۷۶۱ (۰/۰۹۵۳)
قیمت پرتقال	Pm	-۱/۶۲۵۸ (۰/۰۵۲۰)	۱/۷۷۰۵ (۰/۰۶۱۷)
نیروی کار	L	-۲/۵۶۰۷ (۰/۰۰۵۲)	-۱/۹۱۶۷ (۰/۰۲۷۶)
قیمت بذر	Ps	-۱/۳۹۱۳ (۰/۰۸۲۱)	-۱/۰۲۳۰ (۰/۰۵۳۱)
میانگین دمای فصل تابستان	Ttb	-۷/۰۰۵۹ (۰/۰۰۰۰)	-۳/۷۷۱۹ (۰/۰۰۰۰)
توان دوم میانگین دمای فصل تابستان	Ttb^2	-۷/۰۸۸۳ (۰/۰۰۰۰)	-۳/۸۳۵۸ (۰/۰۰۰۱)
میانگین دمای فصل بهار	Tbr	-۱/۷۷۲۱ (۰/۰۳۸۲)	-۱/۹۹۶۳ (۰/۰۲۲۹)
توان دوم میانگین دمای فصل بهار	Tbr^2	-۱/۷۱۳۱ (۰/۰۴۳۳)	-۱/۹۸۹۷ (۰/۰۲۳۳)
میانگین دمای دوره داشت	Td	-۲/۷۶۵۴ (۰/۰۰۲۸)	-۰/۷۱۹۶ (۰/۰۳۵۹)
توان دوم میانگین دمای دوره داشت	Td^2	-۲/۴۷۹۲ (۰/۰۰۶۶)	-۰/۵۸۹۶ (۰/۰۷۷۷)
میانگین دمای اسفند و فروردین	Tk	-۸/۴۹۶۱ (۰/۰۰۰۰)	-۴/۶۸۵۱ (۰/۰۰۰۰)
میانگین رطوبت اسفند و فروردین	Ahef	-۸/۶۴۹۶ (۰/۰۰۰۰)	-۴/۷۱۹۲ (۰/۰۰۰۰)
توان دوم میانگین رطوبت اسفند و فروردین	Ahef^2	-۸/۶۳۲۱ (۰/۰۰۰۰)	-۴/۷۵۴۲ (۰/۰۰۰۰)
میانگین رطوبت دوره کاشت	Ahk	-۳/۷۲۰۳ (۰/۰۰۰۱)	-۲/۲۸۴۷ (۰/۰۱۱۲)
توان دوم میانگین رطوبت دوره کاشت	Ahk^2	-۳/۷۲۵۶ (۰/۰۰۰۱)	-۲/۲۸۰۹ (۰/۰۱۱۳)
میانگین بارندگی اسفند و فروردین	Rk	-۸/۴۷۳۸ (۰/۰۰۰۶)	-۴/۶۳۶۲ (۰/۰۰۷۵)
میانگین بارندگی دوره داشت	Rd	-۵/۷۳۹۳ (۰/۰۰۰۰)	-۳/۰۹۱۵۴ (۰/۰۰۱۰)
توان دوم میانگین بارندگی دوره داشت	Rd^2	-۲/۳۴۶۸ (۰/۰۰۹۵)	-۱/۹۶۶۳ (۰/۰۲۴۶)
میانگین بارندگی فصل تابستان	Rtb	-۵/۱۴۳۵ (۰/۰۰۰۰)	-۳/۳۷۴۵ (۰/۰۰۰۴)
توان دوم میانگین بارندگی فصل تابستان	Rtb^2	-۴/۳۱۰۶ (۰/۰۰۰۰)	-۲/۷۷۲۸ (۰/۰۰۲۸)

مأخذ: یافته‌های پژوهش. اعداد داخل پرانتز سطح معنی‌داری را نشان می‌دهند.

جدول ۴- نتایج بدست آمده از برآورد مدل با روش گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM).

نام متغیر		اثر تغییر اقلیم برتولید شالیکاران با مدل GMM		اثر تغییر اقلیم برسود شالیکاران با مدل GMM	
		ضریب	آزمون t	ضریب	آزمون t
تولید سال گذشته شالیکاران	Pr(-1)	0/۳۳۷۱	(۰/۰۰۰۰) ۵/۳۸۱۷	-	-
سود سال گذشته شالیکاران	Nr(-1)	-	-	۰/۲۴۹۸	(۰/۰۵۳۳) ۱/۹۷۴۶
قیمت سال گذشته برنج	Pb(-1)	-۰/۰۸۵۵	(۰/۹۱۵۳) -0/1068	-	-
قیمت سال گذشته پرتقال	Pm(-1)	-	-	۶۲۶/۲۶۹۳	(۰/۰۰۰۰) ۴/۷۰۶۹
نیروی‌کار	L	۰/0288	(۰/۰۰۰۱) ۵/۱۷۱۵	-	-
قیمت بذر	Ps	-	-	-۲۷/۲۴۹۵	(۰/۹۲۸۸) -۰/۰۸۹۷
میانگین دمای فصل تابستان	Ttb	-۲۰۶۹۹۴/۳	(۰/۰۹۴۴) -۱/۶۹۹۳	-	-
توان دوم میانگین دمای فصل تابستان	Ttb^2	۴۱۱۹/۱۰۲	(۰/۰۶۸۸) ۱/۸۵۲۱	-	-
میانگین دمای فصل بهار	Tbr	-	-	-۴۴۷۸۹۸۴	(۰/۰۰۸۸) -۲/۷۱۲۸
توان دوم میانگین دمای فصل بهار	Tbr^2	-	-	۱۲۵۱۵۸	(۰/۰۰۷۳) ۲/۷۸۴۶
میانگین دمای دوره داشت	Td	-	-	۴۷۰۸۳۴۵	(۰/۰۵۰۲) ۲/۰۰۱۶
توان دوم میانگین دمای دوره داشت	Td^2	-	-	-۱۰۳۱۴۵/۶	(۰/۰۲۸۶) -۲/۲۴۶۵
میانگین رطوبت اسفند و فروردین	Ahef	-	-	۱۵۹۸۷۹۰	(۰/۰۱۷۳) ۲/۴۵۲۱
توان دوم میانگین	Ahef^2	-	-	-۱۰۴۳۱/۴۲	(۰/۰۱۴۳)

رطوبت اسفند و فروردین					-۲/۵۲۸۵
میانگین رطوبت دوره کاشت	Ahk	۶۴۷۶۳/۲۳	(۰/۰۰۰۰) ۵/۱۲۲۵	-	-
توان دوم میانگین رطوبت دوره کاشت	Ahk^2	-۳۹۸/۶۵۲۸	(۰/۰۰۰۰) -۵/۲۰۸۹	-	-
میانگین بارندگی دوره کاشت	R1	-	-	-۸۵۴۹/۲۸۹	-۱/۸۳۹۴(۰/۰۷۱۲)
توان دوم میانگین بارندگی دوره کاشت	R1^2	-	-	۵۹/۶۹۴۳	۲/۶۹۶۸(۰/۰۰۹۲)
میانگین بارندگی دوره داشت	Rd	-۱۹۰/۹۲۵۲	(۰/۰۱۱۷) -۲/۵۹۷۹	-	-
توان دوم میانگین بارندگی دوره داشت	Rd^2	۰/۶۴۳۶	(۰/۰۷۴۳) ۱/۸۱۵۷	-	-
میانگین بارندگی فصل تابستان	Rtb	-	-	-۴۵۲۲/۳۴۶	(۰/۰۱۴۳) -۲/۵۲۸۷
توان دوم میانگین بارندگی فصل تابستان	Rtb^2	-	-	۳/۵۵۳۱	(۰/۴۷۹۰) ۰/۷۱۲۷
آماره آزمون J (آماره سارگان)			۰/۳۰ (۵۲/۹۹۶۷)		۰/۱۹ (۵۶/۰۵۰۳)

مأخذ: یافته‌های پژوهش. اعداد داخل پرانتز سطح معنی‌داری را نشان می‌دهند.