

ارزیابی اثر اقتصادی تغییر اقلیم بر محصولات کشاورزی استان مازندران (مطالعه موردی برنج)

عبدالله(امید) نجار فیروزجائی^{۱*}، جابر یداللهی^۲، عاطفه عمویی^۳

چکیده

در سال‌های اخیر تغییرات آب و هوایی، تمام مناطق جهان را درگیر مسائل و بحران‌های خود کرده است و می‌تواند بر کلیه بخش‌ها اثرات منفی داشته باشد. بخش کشاورزی به دلیل وابستگی‌اش به وضعیت منابع آب و درجه حرارت، آسیب پذیرترین بخش نسبت به تغییر اقلیم است. مطالعه و ارزیابی اثرات اقتصادی تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی و محصولات کشاورزی می‌تواند موجب بهبود و توسعه راهبردهای مدیریتی در ارتباط با نیازهای مهم کشاورزی در دهه‌های آینده و کاهش اثرات سوء تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی گردد. در این مطالعه سعی شد تا با تبیین تئوریک و طراحی یک مدل در قالب رهیافت ریکاردین و با استفاده از تکنیک داده‌های پانل پویا مبتنی بر روش گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM) به بررسی اثر تغییر اقلیم بر تولید و سود به عنوان معیاری از رانت شالیکاران استان مازندران طی دوره‌ی (۱۳۸۸-۱۳۹۸) پرداخته شده است. نتایج نشان می‌دهد، متغیرهای اقلیمی اثرات معنی‌دار و غیرخطی بر تولید و رانت به ازای هر هکتار کشت برنج دارد. افزایش دمای مرحله داشت اثر کاهشی بر رانت شالیکاران داشته و با افزایش این فاکتور از حداکثر مقدار بحرانی، رانت کاهش می‌یابد.

واژه های کلیدی: تغییر اقلیم، کشاورزی، اقتصاد، مازندران

۱. دکتری اقتصاد، کارشناس تحقیقات شرکت بیمه دانا

۲. دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی دانشگاه آزاد واحد قائمشهر

۳. کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی

مقدمه

در سال‌های اخیر تغییرات آب و هوایی، تمام مناطق جهان را درگیر مسائل و بحران‌های خود کرده است. تشدید روزافزون معضلات زیست‌محیطی همچون گرمایش جهانی، کاهش منابع آب و نابودی تنوع زیستی در قرن آتی، به یکی از مهمترین دغدغه‌های بسیاری از کشورهای جهان و سازمان‌های بین‌المللی تبدیل شده است. در تعریف اقلیم، به فراوانی وضعیت هوا یا شرایط جوی حاکم در درازمدت در یک محل معین اقلیم گویند (جعفرپور، ۱۳۸۵). تغییر اقلیم عبارت است از تغییرات رفتار آب و هوایی یک منطقه نسبت به رفتاری که در طول دوره زمانی بلندمدت از اطلاعات مشاهده یا ثبت شده در آن منطقه مورد انتظار است (کوچکی و حسینی، ۱۳۸۴). تغییرات اقلیمی شامل اختلافات و تفاوت‌های درازمدت عناصر آب و هوایی، در زمان‌های مختلف و در منطقه‌ای خاص می‌باشد و به وسیله عوامل انسانی و طبیعی صورت می‌گیرد (شعبانپور، ۱۳۸۸).

کشاورزی سهم زیادی در انتشار گازهای مؤثر در تغییر اقلیم، دارد. منابع اصلی این گازها سوخت‌های فسیلی استفاده شده در فعالیتهای کشاورزی، تلفات کربن خاک به دلیل عملیات خاک‌ورزی، سوزاندن بقایای گیاهان زراعی و درختان جنگلی، دامداری و استفاده از کودهای دامی، ساخت و بهره‌برداری از کود نیتروژن و کشت برنج غرقابی می‌باشد. تولید برنج در شالیزارهای غرقابی و ذخیره کودهای دامی باعث تولید مقادیر نسبتاً زیاد متان می‌شوند (کوچکی، ۱۳۸۵). سنجش‌های مستقیم گازهای دی-اکسیدکربن، مونواکسیدکربن، متان و کاهش غلظت اوزون در طی سه چهارم دهه گذشته تصویری نگران‌کننده از تخریب محیط زیست و ناهنجاری‌های اقلیمی به دست داده است. نتایج حاصل از بررسی‌های متعددی که در سطح بین‌المللی، برای مناطق مختلف جهان انجام شده، نشان می‌دهد که به دلیل روند افزایش دمای کره‌ی زمین، ناشی از ازدیاد غلظت دی‌اکسیدکربن در جو، تغییرات زمانی و مکانی در میزان بارش و تبخیر بوجود می‌آید (شیدائیان، ۱۳۹۲). میانگین دما و بارش هوا در سطح زمین و تغییرات آن پارامترهایی از تغییرات اقلیمی هستند که تقریباً در تمامی نظریه‌های تغییر اقلیم، به عنوان عوامل اصلی مطرح شده‌اند. براساس گزارش سوم هیئت بین‌الدول تغییر اقلیم (IPCC)، دمای سطح زمین به دلیل انتشار گازهای گلخانه‌ای از ۰/۳ تا ۰/۶ درجه سانتیگراد در طول قرن گذشته افزایش یافته و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۱۰۰ مقدار آن ۱ تا ۳/۵ درجه سانتیگراد افزایش یابد (لن و همکاران، ۲۰۰۹). از این رو بررسی اثرات تغییر اقلیم بر بخش‌های مختلف کشاورزی، برنامه ریزی و مدیریت در تولیدات بخش کشاورزی و امنیت غذایی امری ضروری است.

استان مازندران با توجه به خصوصیات دم، بارش و توپوگرافی منطقه به دونوع آب و هوای معتدل خزری و کوهستانی تقسیم می شود. آب و هوای معتدل خزری جلگه های غربی و مرکزی استان تا کوهپایه های شمالی البرز را شامل می شود. در این نواحی به دلیل کمی فاصله بین کوه و دریا دمایی معتدل و بارش های قابل ملاحظه رخ می دهد. میانگین دمای سالیانه در استان ۱۷/۶ درجه سانتی گراد و میانگین بارندگی سالانه در این نوار ساحلی برابر با ۹۷۷ میلی متر است. در بررسی پارامتر دما نیز مشاهده می شود که به دلیل رطوبت نسبی بالا و زیاد بودن تعداد روزهای پوشیده از ابر، دمای هوا معتدل و دامنه دمایی محدود می باشد که این وضعیت منجر به تابستان های گرم و مرطوب و زمستان های معتدل و مرطوب می شود و یخبندان به ندرت اتفاق می افتد (بخت فیروز، ۱۳۹۰).

در این مطالعه جهت بررسی اثر اقتصادی تغییر اقلیم بر شالیکاران استان مازندران، با توجه به نبود اطلاعات کافی و محدودیت داده ها، ۷ ایستگاه هواشناسی سینوپتیک (شهرستان های آمل، بابل، بابلسر، رامسر، ساری، قائمشهر، نوشهر) که دارای آمار هواشناسی بلندمدت و با داده های زراعی متناسب می باشند، انتخاب شده است. از آنجایی که دوره زراعی کشت برنج در استان مازندران از مهر هر سال تا شهریور سال بعد می باشد، بنابراین داده های اقلیمی نیز بر اساس سال زراعی تعیین شده است. به منظور بررسی روند پارامترهای هواشناسی مورد مطالعه (دما و بارندگی)، از آمار بلندمدت سه ایستگاه سینوپتیک شامل رامسر، بابلسر و نوشهر استفاده شده است. لازم به ذکر است که به دلیل عدم وجود آمار بلندمدت سایر ایستگاه های مورد مطالعه، فقط سه ایستگاه ذکر شده مورد بررسی قرار گرفته است. مبانی نظری تحقیق

پارامترهای مختلف اقلیمی نظیر دما، بارندگی و رطوبت در یک محل، از عناصری هستند که بر اقلیم یک منطقه تأثیرگذار بوده و شناخت آنها تعیین کننده اقلیم آن منطقه می باشد. وقوع پدیده هایی از قبیل افزایش یا کاهش ناگهان دما، بارندگی و غیره، طی چند سال را می توان دلیلی بر تغییر اقلیم آن منطقه دانست (شعبان پور، ۱۳۸۸). در این تحقیق به دلیل عدم وجود تناسب دوره آماری بلندمدت هواشناسی و کشاورزی در شهرستان های استان مازندران، از آمار بارندگی، میانگین دما و رطوبت ماهانه و سالانه ایستگاه های سینوپتیک با طول دوره آماری بیشتر (شامل آمل، بابل، بابلسر، رامسر، ساری، قائمشهر و نوشهر، استفاده شده و مورد تحلیل آماری قرار گرفته است.

پارامترهای مختلف اقلیمی نظیر دما، بارندگی و رطوبت در یک محل، از عناصری هستند که بر اقلیم یک منطقه تأثیر گذار بوده و شناخت آنها تعیین کننده اقلیم آن منطقه می‌باشد. وقوع پدیده‌هایی از قبیل افزایش یا کاهش ناگهانی دما، بارندگی و غیره، طی چند سال را می‌توان دلیلی بر تغییر اقلیم آن منطقه دانست (بختیاری، ۱۳۹۲).

در این تحقیق به دلیل عدم وجود تناسب دوره آماری بلندمدت هواشناسی و کشاورزی در شهرستان‌ها، از آمار بارندگی، میانگین دما و رطوبت ماهانه و سالانه ایستگاه‌های سینوپتیک با طول دوره آماری بیشتر، استفاده شده و مورد تحلیل آماری قرار گرفته است.

تحقیقات انجام شده در داخل کشور

واثقی و اسماعیلی (۱۳۸۶) در مطالعه‌ای با استفاده از روش ریکاردین به بررسی اثرات اقتصادی ناشی از تغییر اقلیم بر تولیدکنندگان ذرت در ایران پرداختند. داده‌های مورد استفاده در این مطالعه از نوع پانل بوده و مشتمل بر ۱۱ استان و دوره زمانی ۱۳۶۹ تا ۱۳۸۳ می‌باشد. نتایج نشان داد که اگر دمای کاشت محصول ذرت به‌طور میانگین از ۱۷/۵ درجه سانتیگراد و بارندگی از ۲۲/۵ میلیمتر بیشتر شود، درآمد خالص مزرعه نیز افزایش می‌یابد. همچنین نتایج نشان داد که افزایش در دما و کاهش بارندگی تا ۱۰۰ سال آینده، باعث کاهش ۲۹ درصدی بازده ذرت شده و به میزان ۵۸۴ هزار ریال در هر هکتار به کشاورزان خسارت وارد خواهد کرد.

صالح‌نیا و فلاحی (۱۳۸۹) به منظور بررسی اثرات اقلیمی و اقتصادی بر عملکرد گندم در خراسان رضوی، از الگوی داده‌های ترکیبی برای سال‌های ۸۸-۱۳۷۲ کمک گرفتند. نتایج حاصل از تخمین تابع عملکرد گندم با استفاده از الگوی اثرات تصادفی یک جانبه، نشان داد که عملکرد گندم نسبت به متغیرهای ورودی کم‌کشش بوده و در این میان متغیر درجه-روز سرمایی حساسیت بیشتری را از خود نشان داده است، به طوری که با یک درصد افزایش (یا کاهش) در این متغیر، عملکرد گندم ۰/۲۸ درصد کاهش (یا افزایش) خواهد داشت.

رضایی و همکاران (۱۳۹۱) با استفاده از مدل ریکاردین به ارزیابی اثرات اقتصادی تغییرات اقلیم و پیامدهای آن بر مزارع گندم ایران پرداختند. برای تحلیل اثرات تغییرات اقلیم از داده‌های تلفیقی ۱۴ استان تولیدکننده گندم در سال‌های ۱۳۷۹-۱۳۹۰ و مدل اثرات ثابت که از رگرسیون درآمد خالص کشاورزان بر متغیرهای اقلیمی و اقتصادی-اجتماعی بدست آمد، استفاده شد. نتایج تحقیق نشان داد

که متغیرهای اقلیمی اثرات معنی‌دار و غیرخطی بر درآمد خالص گندم دارند. همچنین، افزایش دما و کاهش بارندگی در آینده سبب کاهش عملکرد گندم به میزان ۳۰ درصد خواهد شد.

بنی‌اسد و همکاران (۱۳۹۱) در مطالعه‌ای به بررسی اثر نهایی تغییر اقلیم بر درآمد و عملکرد گندم‌کاران استان خراسان رضوی، با استفاده از رهیافت ریکاردین پرداختند. نتایج نشان می‌دهد که، بالاترین اثر نهایی بدست آمده برای بررسی اثر تغییر اقلیم بر درآمد، مربوط به میانگین دمای خردادماه با $5173/72$ (ده ریال بر هکتار) و بالاترین اثر نهایی برای بررسی اثر تغییر اقلیم بر عملکرد، مربوط به میانگین دمای فروردین و اردیبهشت با مقدار $81/11$ (ده ریال بر هکتار) بوده است.

شمشادی (۱۳۹۳) در مطالعه‌ای به بررسی اثرات اقتصادی تغییر اقلیم در پارامترهای اقلیمی بر تولیدات بخش کشاورزی ایران و رفاه جامعه پرداختند. نتایج نشان داد که در تابع عملکرد محصولات، پارامتر دما عامل تأثیرگذارتری نسبت به عامل بارندگی است. از طرفی محصول ذرت دانه‌ای دارای بیشترین تأثیر از اقلیم و محصول جو دارای کمترین اثر از اقلیم می‌باشد. نتایج حاصل از مدل‌سازی آثار رفاهی نشان داد که اگر سناریوی دوم برای تغییرات اقلیمی حادث شود بیشترین زیان رفاهی به جامعه تحمیل خواهد شد. از این رو متغیر دما در بروز خسارت‌های اقلیمی بر روی رفاه جامعه پارامتر تأثیرگذارتری بوده و نسبت به بارندگی باید مورد اهمیت بیشتری قرار گیرد.

تحقیقات انجام شده در خارج از کشور

مندلسون و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای به بررسی اثرات گرم شدن جهانی در کشاورزی با استفاده از روش ریکاردین پرداختند. با استفاده از داده‌های مقطعی مربوط به تغییر اقلیم، قیمت زمین‌های کشاورزی و دیگر عوامل اقتصادی برای تقریباً ۳۰۰۰ بخش در آمریکا به این نتیجه رسیدند که، در دماهای بالاتر در همه فصل‌ها به غیر از پاییز ارزش متوسط مزرعه کاهش می‌یابد. در حالی که بارش بیشتر به غیر از فصل پاییز ارزش‌های مزرعه را افزایش می‌دهد.

مولوا و لامبی (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای با روش ریکاردین به بررسی اثر اقتصادی تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی پرداختند. نتایج نشان داد که افزایش $2/5$ درجه سانتیگراد در میزان دما باعث می‌شود درآمدهای خالص کشاورزی در کامرون $0/5$ میلیارد دلار کاهش یابد و همچنین کاهش $0/7$ درصدی بارش باعث می‌شود درآمدهای خالص کشاورزی $1/96$ میلیارد دلار کاهش یابد.

جان کابوبو و ماریارا (۲۰۱۲) تأثیر اقتصادی آب و هوا بر روی محصولات کشاورزی در کنیا را به روش ریکاردین بررسی نمودند. نتایج نشان داد که کشاورزان در کنیا از تغییرات آب و هوایی کوتاه‌مدت آگاه

هستند، که بسیاری از آنها را متوجه افزایش درجه حرارت و برخی از اقدامات انطباقی می‌کند. افزایش دما در زمستان باعث افزایش درآمد خالص محصولات می‌شود در حالی که افزایش دما در تابستان باعث کاهش آن می‌شود. آنها همچنین پیش‌بینی کردند که تا سال ۲۰۳۰ دما به میزان ۳/۵ و ۴ درجه سانتیگراد و میزان بارش ۲۰ درصد تغییر می‌کند.

ون پاسل و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه‌ای با استفاده از روش تحلیل ریکاردین به اثرات تغییر اقلیم کشاورزی اروپا پرداختند. آنها به این نتیجه رسیدند که افزایش (کاهش) در میزان بارش، متوسط ارزش مزرعه را ۳۰ درصد به ازای هر یک سانتیمتر مکعب بارش افزایش (کاهش) می‌دهد. اثرات کل بسته به سناریوی مدل اقلیم از یک کاهش ۸ درصدی در سناریوی اقلیم معتدل به یک کاهش ۴۴ درصدی در سناریوی اقلیم ناملازم فرق می‌کند.

سارکر و همکاران (۲۰۱۲) در یک مطالعه دیگر به بررسی رابطه‌ی بین تغییرات اقلیم و عملکرد برنج در بنگلادش با استفاده از تجزیه و تحلیل داده‌های سری زمانی برای دوره ۲۰۰۹-۱۹۷۲ پرداختند. آنها به بررسی رابطه بین عملکرد سه محصول عمده برنج (به عنوان مثال، اوس، امان و بورو) و سه متغیر اصلی اقلیم (به عنوان مثال حداکثر دما، حداقل دما و بارش) بنگلادش پرداختند. آنها در سطح کل از دو روش حداقل مربعات معمولی و رگرسیون متوسط استفاده نمودند. یافته‌های این مطالعه تأیید می‌کند که متغیرهای اقلیم اثرات قابل توجهی در محصول برنج داشته است. اما این اثرات در میان سه محصول برنج متفاوت است.

روش تحقیق

در این تحقیق، ابتدا برای لحاظ نمودن اثرات اقتصادی، به تبیین تئوریک و طراحی یک مدل در قالب رهیافت ریکاردین پرداخته شد. سپس برای تخمین مدل‌ها از تکنیک داده‌های پانل پویا مبتنی بر روش گشتاورهای تعمیم یافته (GMM) می‌باشد، استفاده گردید. برای بررسی اثر نهایی تغییر اقلیم بر سود و عملکرد به عنوان معیاری از رانت شالیکاران استان مازندران و تحلیل و تفسیر نتایج به دست آمده طی دوره بررسی، از روش گشتاورهای تعمیم یافته استفاده شد. سپس به منظور آشکارسازی روند تغییرات تدریجی و ناگهانی پارامترهای اقلیمی (دما و بارندگی) سالانه در دوره‌های گذشته، از آزمون آماری من-کندال و شیب خط سن استفاده شده است.

روش جمع‌آوری اطلاعات و داده‌ها

اطلاعات مربوط به داده‌های اقلیمی (شامل؛ بارندگی، درجه حرارت و رطوبت) از اداره کل هواشناسی استان مازندران، سازمان آب منطقه‌ای مازندران و داده‌های غیراقلیمی (شامل؛ قیمت برنج، قیمت مرکبات، قیمت بذر، سود و عملکرد) از وزارت جهاد کشاورزی، سازمان جهاد کشاورزی استان مازندران و سایت بانک مرکزی جمع‌آوری شده است. جهت برآورد و تخمین مدل‌های اقتصادی از نرم‌افزار Eviews7 و به منظور آشکارسازی روند تغییرات پارامترهای اقلیمی (درجه حرارت و بارندگی) سالانه در دوره‌های گذشته از نرم‌افزار SPSS22 و بسته نرم‌افزاری xlstat در محیط excel استفاده شده است.

متغیرهای مورد استفاده در مدل

متغیرهای موجود در این مطالعه شامل متغیرهای وابسته و متغیرهای مستقل می‌باشد که به شرح زیر است:

- 1- متغیرهای وابسته شامل؛ تولید و سود (در این مطالعه همان رانت می‌باشد)
- 2- متغیرهای مستقل شامل؛ متغیرهای اقلیمی (دما، بارندگی و رطوبت) و متغیرهای غیراقلیمی (قیمت برنج، قیمت پرتقال و آب‌بها)

روش‌های برآورد اثرات اقتصادی تغییر اقلیم در کشاورزی

بزاز (۱۹۹۷) برای بررسی اثرات اقتصادی تغییر اقلیم در بخش کشاورزی، دو مدل زیر را بیان نمود:

رهیافت تابع تولید

این رهیافت برای هر محصول، تابع تولیدی را برآورد می‌کند که با استفاده از آن می‌توان عملکرد محصول را با محیط فیزیکی و بیولوژیکی ارتباط داد. در میان عوامل محیطی تأثیرگذار بر عملکرد محصول، اقلیم موثرترین فاکتور شناخته شده بود و پارامترهایی نظیر درجه حرارت، بارندگی، تبخیر، تعرق و میزان CO2 را می‌توان به عنوان مهمترین عوامل اقلیمی در نظر گرفت. این مدل با بکارگیری تابع واکنش محصول، می‌تواند به‌طور مستقیم تغییرات عملکرد محصول را که در نتیجه تغییر اقلیم حاصل شده است، برآورد نماید. این مدل می‌تواند اثر تنوع کم عوامل موثر بر مدل را بررسی نماید، اما مهمترین عیب موجود در این مدل این است که صدمه‌ی وارد شده به محصول که در اثر تغییر اقلیم ایجاد می‌شود، بیش از حد واقعیت برآورد می‌گردد. به این تورش ذاتی و تخمین بیش از حد خسارت، سناریوی دام کشاورز گویند. علت این امر آن است که این مدل تنها عوامل موثر بر محصول را در نظر گرفته و نقش

مهم کشاورز را نادیده گرفته است. اما در واقع کشاورزان می‌توانند با توجه به تغییرات اقلیمی ایجاد شده، نسبت به عوامل اقتصادی، اجتماعی و محیطی واکنش نشان دهند (بنی اسد، ۱۳۹۱).

رهیافت ریکاردین

این رهیافت تغییرات ارزش زمین به ازای تغییر متغیرهای اجتماعی-اقتصادی و زیست محیطی را اندازه‌گیری می‌کند (درسا و حسن، ۲۰۰۵). در این نظریه رانت زمین کشاورزی منعکس‌کننده بهره‌وری خالص مزرعه است و درآمد خالص به ازای هر هکتار کشت محصولات، معیاری برای رانت یا ارزش زمین در نظر گرفته می‌شود. در واقع این مدل آثار تغییر آب‌وهوا و دیگر متغیرها را بر ارزش زمین یا درآمد خالص آزمون می‌کند (سو و مندلسون، ۲۰۰۸). این روش ناکارا بودن توابع تولید را با به کار بردن متغیرهای اقتصادی تصحیح می‌کند. ارزش زمین منعکس‌کننده سودآوری زمین است که در صورت استفاده از آن حاصل می‌شود. هر عاملی که بهره‌وری را تحت تأثیر قرار می‌دهد در نتیجه روی ارزش زمین یا درآمد خالص هم تأثیر می‌گذارد. یکی از نقاط ضعف از روش ریکاردویی ثابت فرض کردن قیمت‌ها است (درسا و همکاران، ۲۰۰۵).

یافته‌های تحقیق

یکی از مباحث مهم بسیاری از محافل علمی جهان اقلیم و تغییر آن به عنوان یک وضعیت برگشت-ناپذیر است که چند دهه اخیر کانون توجه اکثر محققین رشته‌های علمی است. به طوری که، هیأت بین-الدول تغییر اقلیم در سال ۲۰۰۱ گزارش داد که اقلیم در حال تغییر و گرمایش جهانی در حال وقوع است (دراکوپ و ویکن، ۲۰۰۵). درجه حرارت کم سبب ایجاد خسارت به بوته برنج و عوارضی نظیر جوانه زدن ناقص، کاهش رشد و تغییر رنگ نشاء، توقف یا کاهش ارتفاع یا تعداد پنجه (به دلیل کاهش یا توقف رشد رویشی)، خروج پانیکول ناقص و غیرکامل، طولانی شدن دوره گل دهی (به دلیل خوشه‌دهی نامنظم)، از بین رفتن خوشچه، رسیدن نامنظم، عقیمی و کاهش عملکرد می‌شود (ثابتی و جعفرزاده، ۱۳۸۵).

تخمین مدل با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم یافته (GMM)

در این مطالعه اثر تغییر اقلیم بر تولید و سود شالیکاران با استفاده از برآوردگر پانل پویا تحت عنوان گشتاورهای تعمیم یافته (GMM) تخمین زده شد. نتایج حاصل از برآورد مدل در جدول زیر ارائه شده است.

نتایج حاصل از برآورد مدل با روش گشتاورهای تعمیم یافته (GMM)

اثر تغییر اقلیم بر سود شالیکاران با مدل GMM		اثر تغییر اقلیم بر تولید شالیکاران با مدل GMM		نام متغیر
آزمون t	ضریب	آزمون t	ضریب	
-	-	۵/۳۸۱۷ (۰/۰۰۰۰)	۰/۳۳۷۱	Pr(-1) تولید سال قبل شالیکاران
۱/۹۷۴۶ (۰/۰۵۳۳)	۰/۲۴۹۸	-	-	Nr(-1) سود سال قبل شالیکاران
-	-	-۰/۱۰۶۸ (۰/۹۱۵۳)	-۰/۰۸۵۵	Pb(-1) قیمت سال قبل برنج
۴/۷۰۶۹ (۰/۰۰۰۰)	۶۲۶/۲۶۹۳	-	-	Pm(-1) قیمت سال قبل پرتقال
-	-	۵/۱۷۱۵ (۰/۰۰۰۱)	۰/۰۲۸۸	L نیروی کار
-۰/۰۸۹۷ (۰/۹۲۸۸)	-۲۷/۲۴۹۵	-	-	Ps قیمت بذر
-	-	-۱/۶۹۹۳ (۰/۰۹۴۴)	-۲۰۶۹۹۴/۳	Ttb میانگین دمای فصل تابستان
-	-	۱/۸۵۲۱ (۰/۰۶۸۸)	۴۱۱۹/۱۰۲	Ttb^2 توان دوم میانگین دمای فصل تابستان
-۲/۷۱۲۸ (۰/۰۰۸۸)	-۴۴۷۸۹۸۴	-	-	Tbr میانگین دمای فصل بهار
۲/۷۸۴۶ (۰/۰۰۷۳)	۱۲۵۱۵۸	-	-	Tbr^2 توان دوم میانگین دمای فصل بهار
۲/۰۰۱۶ (۰/۰۵۰۲)	۴۷۰۸۳۴۵	-	-	Td میانگین دمای دوره داشت
-۲/۲۴۶۵ (۰/۰۲۸۶)	-۱۰۳۱۴۵/۶	-	-	Td^2 توان دوم میانگین دمای دوره داشت
-۱/۸۳۶۴ (۰/۰۷۱۶)	-۲۵۳/۴۳۹۲	-	-	Tk*Rk حاصلضرب میانگین دما و بارندگی اسفند و فروردین
۲/۴۵۲۱ (۰/۰۱۷۳)	۱۵۹۸۷۹۰	-	-	Ahef میانگین رطوبت اسفند و فروردین
-۲/۵۲۸۵	-۱۰۴۳۱/۴۲	-	-	Ahef^2 توان دوم میانگین رطوبت

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

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

طبق جدول فوق مشاهده می‌شود 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 اخلاص وجود ندارد. همچنین، در برآورد تابع تولید و سود، متغیرهای توضیحی به‌صورت یک وقفه به‌عنوان متغیرهای ابزاری در نظر گرفته شده است. متغیرهای مؤثر در تابع ارزیابی اثر تغییر اقلیم بر تولید شالیکاران، شامل: وقفه سال قبل تولید، وقفه سال قبل قیمت برنج، نیروی کار، میانگین درجه حرارت فصل تابستان و توان دوم آن، میانگین بارندگی دوره داشت و توان دوم آن و میانگین رطوبت دوره کاشت و توان دوم آن می‌باشد.

در تابع ارزیابی اثر تغییر اقلیم بر سود شالیکاران نیز، متغیرهای مؤثر شامل؛ قیمت بذر، وقفه سال قبل قیمت پرتقال (به عنوان محصول رقیب که اثر منفی بر سود شالیکاران دارد)، میانگین دمای فصل بهار و توان دوم آن، میانگین بارندگی دوره کاشت و توان دوم آن، حاصلضرب میانگین دما و بارندگی اسفند و فروردین، میانگین رطوبت اسفند و فروردین و توان دوم آن، میانگین بارندگی فصل تابستان و توان دوم آن و میانگین دمای دوره داشت و توان دوم آن می باشد.

تفسیر نتایج بر اساس مدل GMM

برای تفسیر نتایج حاصل شده، نقاط بحرانی را مشخص نموده و اثر نهایی متغیرهای اقلیمی در هر کدام شهرستان های مورد بررسی، محاسبه می شود.

نقاط بحرانی متغیرهای اقلیمی در استان مازندران

طبق مدل کاربردی، چنانچه تولید و سود به عنوان یک تابع درجه دوم از متغیرهای اقلیمی بیان شده باشد، در این صورت مشتق جزئی از تابع نسبت به متغیرهای مستقل مدل به شکل زیر بیان می شود:

$$\frac{\partial(nr \text{ or } pr)}{\partial(\text{variable})} = \alpha + 2\beta * climate$$

که در آن $\alpha + 2\beta * climate$ بیان کننده شیب مدل نسبت به متغیرهای اقلیمی است. اگر رابطه فوق را برابر صفر قرار دهیم، نقطه بحرانی برای هر کدام از متغیرها به دست می آید. نتایج حاصل شده در جدول زیر نشان داده می شود:

جدول ۱: نقاط بحرانی متغیرهای اقلیمی مؤثر بر سود یا رانت شالیکاران

مقدار بحرانی	حد بالا یا پایین	متغیر اقلیمی
۱۷/۹	حداقل	میانگین دمای فصل بهار
۲۳/۶	حداکثر	میانگین دمای دوره داشت
۲۵/۱	حداقل	میانگین دمای فصل تابستان
۷۱/۶	حداقل	میانگین بارندگی دوره کاشت
۲۵۰/۸	حداقل	میانگین بارندگی فصل تابستان
۱۴۸/۳	حداقل	میانگین بارندگی دوره داشت
۷۷	حداکثر	میانگین رطوبت اسفند و فروردین
۸۱	حداکثر	میانگین رطوبت دوره کاشت

مأخذ: یافته های تحقیق

درجه حرارت فصل بهار: در این فصل مرحله رشد رویشی و دوره ای از مرحله زایشی صورت می گیرد. مراحل رویشی شامل: جوانه زنی، گیاهچه ای، پنجه دهی و افزایش رشد طولی ساقه می باشد. مقدار درجه

حرارت و رطوبت در جوانه زنی بذر تأثیر بسزایی دارد. حداقل درجه حرارت مورد نیاز در مناطق معتدله در مرحله جوانه زنی که در ابتدای فصل صورت می‌گیرد ۱۰ تا ۱۲ درجه سانتیگراد و در مرحله پنجه‌دهی ۱۶ درجه سانتی‌گراد است (نصیری و نیک نژاد، ۱۳۹۰). در این تحقیق حداقل درجه حرارت به‌دست آمده ۱۷/۹ درجه سانتی‌گراد می‌باشد که با مقدار مذکور مطابقت دارد. همچنین میزان رطوبت مناسب در این مراحل ۷۰ تا ۸۰ درصد می‌باشد که با مقدار بحرانی این تحقیق مطابقت دارد. این تحقیق رطوبت بالاتر از نقطه بحرانی (۸۰ درصد) را مناسب نمی‌داند و افزایش آن باعث افزایش دانه‌های پوک، کاهش عملکرد می‌شود.

درجه حرارت دوره داشت: رشد اندام‌های زایشی از جمله پرچم‌ها، مادگی، سنبلچه‌ها، در مرحله زایشی یا داشت صورت می‌گیرد. آغاز اولیه خوشه قابل رویت است. کاهش درجه حرارت هوا و آب به کمتر از ۱۷ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد باعث تأخیر در ظهور این مرحله می‌گردد و عملکرد را کاهش می‌دهد. مناسب‌ترین درجه حرارت در این مرحله ۲۵ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد است (نصیری و نیک نژاد، ۱۳۹۰). در این تحقیق حداکثر درجه حرارت مطلوب ۲۳/۶ درجه سانتی‌گراد به‌دست آمده است. درجه حرارت بالای ۴۰ درجه بر تعداد و تکامل سنبلچه اثر منفی داشته است.

درجه حرارت فصل تابستان: با توجه به اینکه این فصل مرحله داشت و برداشت را شامل می‌باشد، بهترین درجه حرارت مرحله رسیدن بین ۲۵ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد است. کاهش درجه حرارت، مرحله رسیدن را طولانی و تعداد گلچه‌های بارور را کاهش و افزایش درجه حرارت (بالاتر از ۴۰ درجه سانتی‌گراد)، مرحله رسیدگی دانه را کوتاه‌تر اما خسارت آفات و بیماری‌ها را افزایش می‌دهد (نصیری و نیک نژاد، ۱۳۹۰). در این تحقیق حداقل درجه حرارت به‌دست آمده ۲۵/۱ درجه سانتی‌گراد می‌باشد که با مقدار مذکور مطابقت دارد.

مقایسه اثرنهایی متغیرهای اقلیمی بر رانت شالیکاران در شهرستان‌های استان مازندران
نتایج حاصل از اثرنهایی متغیرهای اقلیمی برای شهرستان‌های استان مازندران در جدول زیر آورده شده است. در این جدول می‌توان اثرنهایی شهرستان‌ها را با یکدیگر مقایسه نمود.

جدول ۲: میانگین اثر نهایی متغیرهای اقلیمی در شهرستان‌های استان مازندران (واحد: ۱۰ ریال/هکتار)

اثر نهایی	اثر نهایی	اثر نهایی	اثر نهایی	اثر نهایی	اثر نهایی	اثر نهایی	اثر نهایی
اثر نهایی فصل بهار	اثر نهایی دمای داشت	اثر نهایی دمای تابستان	اثر نهایی بارندگی کاشت	اثر نهایی بارندگی داشت	اثر نهایی تابستانت	اثر نهایی دمای داشت	اثر نهایی فصل بهار
آمل	۲۲۶۹۵۶/۸	-۳۶۶۴۱۹	۸۰۲۲/۸	-۱۶۹۶/۴	-۱۳۴/۳	-۳۸۳۸/۷	۲۸۵۱۱/۵
بابل	۲۰۱۹۲۵/۲	-۳۸۷۰۴۸	۸۸۴۶/۶	-۹۸۰	-۱۲۲/۸	-۳۶۸۷/۴	-۴۹۳۷۴/۴
بابلسر	۱۲۶۸۳۰/۴	-۲۲۲۰۱۵	۱۳۷۸۹/۶	۷۵۴۴/۳	-۱۳۹/۴	-۲۷۶۵	-۱۱۱۹۶۳
رامسر	۳۲۷۰۸۳/۲	-۵۱۰۸۲۲	۴۷۲۷/۵	۱۲۰۴/۸	-۶۷/۹	-۳۶۱۶/۳	۱۳۲۱۴/۲
ساری	۱۷۶۸۹۳/۶	-۳۸۷۰۴۸	۱۵۴۳۷/۲	۶۶۷/۵	-۱۰۸/۷	-۳۵۳۶	۷۰۲۳۷/۲
قائم‌شهر	-۱۷۳۵۴۹	-۱۶۰۱۳۷	۹۶۷۰/۵	۴۲۹۶/۹	۱۷۷۶/۱	-۲۸۸۷/۹	-۷۰۲۳۷/۲
نوشهر	۱۶۷۲/۴	۴۹۰۵/۶	۶۰۸/۴	-۱/۱	-۹۱/۴	-۲۷۴۰/۱	-۷۶۴۸/۷

اثر نهایی دمای فصل تابستان در تمامی شهرستان‌ها مثبت بوده و نشان دهنده آن است که میانگین این متغیر در بازده بهینه (پایین تر از نقطه بحرانی یا حد بالا) می‌باشد. با توجه به این متغیر، بیشترین اثر نهایی بدست آمده مربوط به شهرستان ساری با $۱۵۴۳۷/۲$ ده ریال در هکتار و کمترین آن مربوط به شهرستان نوشهر با $۶۰۸/۴$ ده ریال در هکتار می‌باشد. همچنین، اثر نهایی دمای فصل بهار برای شهرستان قائمشهر و نوشهر منفی و برای بقیه شهرستان‌ها مثبت بوده است. در بین شهرستان‌هایی که دمای داشت بر رانت شالیکاران مؤثر بوده، شهرستان نوشهر دارای رانت مثبت و بقیه شهرستان‌ها دارای رانت منفی می‌باشند. نتایج نشان می‌دهد که بیشترین اثر نهایی دمای داشت، در شهرستان نوشهر با $۴۹۰۵/۶$ ده ریال در هکتار و کمترین آن در شهرستان رامسر اتفاق افتاده است.

نتایج نشان می‌دهد که در شهرستان‌های آمل، بابل و نوشهر، 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 اما در دیگر شهرستان‌ها منفی بوده است. اثر نهایی بارندگی فصل تابستان در همه شهرستان‌ها منفی می‌باشد. اثر نهایی رطوبت اسفند و فروردین در شهرستان‌های رامسر و ساری دارای رانت مثبت و معنادار بوده و در شهرستان‌های دیگر دارای رانت منفی می‌باشد. شهرستان ساری با میزان رانت

(۷۰۲۳۷/۲) در میان دیگر شهرستان، دارای بیشترین رانت مثبت است. همچنین نتایج حاکی از آن است که اثر نهایی متغیر اقلیمی رطوبت دوره کاشت در شهرستان‌های قائمشهر و نوشهر، منفی بوده و در بقیه شهرستان‌ها مثبت می‌باشد. منفی بودن اثر نهایی رطوبت کاشت، یکی از عوامل کاهش رانت شالیکاران می‌باشد. زیرا این شهرستان بر اساس شاخص دمارتن در منطقه خیلی مرطوب قرار دارد و رطوبت خیلی زیاد باعث پوسیدگی ساقه محصول می‌شود.

نتایج و بحث

امروزه تغییر اقلیم به عنوان مهمترین مشکل زیست‌محیطی جوامع بشری مطرح است. تغییر اقلیم همه بخش‌های اقتصادی را تا اندازه‌ای تحت تأثیر قرار می‌دهد، اما بخش کشاورزی شاید حساس‌ترین و آسیب‌پذیرترین بخش باشد، چرا که محصولات کشاورزی وابستگی زیادی به منابع اقلیمی دارند. از این رو آگاهی و آمادگی برای مقابله با اثرات این پدیده می‌تواند نقش مؤثری در کاهش خسارات احتمالی این پدیده داشته باشد. در این مطالعه سعی شد به بررسی اثرات تغییر اقلیم بر تولید و رانت شالیکاران شهرستان‌های استان مازندران طی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۹۸ پرداخته شود. به همین منظور در ابتدا برای لحاظ نمودن اثرات اقتصادی، به تبیین تئوریک و طراحی یک مدل در قالب رهیافت ریکاردین پرداخته شد. سپس برای تخمین مدل‌ها از تکنیک داده‌های پانل پویا مبتنی بر روش گشتاورهای تعمیم یافته (GMM) می‌باشد، استفاده گردید. سپس برای بررسی اثر نهایی تغییر اقلیم بر تولید و سود به عنوان معیاری از رانت شالیکاران استان مازندران و تحلیل و تفسیر نتایج بدست آمده طی دوره مورد بررسی، از روش گشتاورهای تعمیم یافته استفاده شد. به منظور آشکارسازی روند تغییرات تدریجی و ناگهانی پارامترهای اقلیمی (دما و بارندگی) سالانه در دوره‌های گذشته، از آزمون آماری من‌کندال و شیب خط سن استفاده شده است.

با توجه به ضرایب متغیرها و آزمون روندیابی، افزایش دما در شهرستان‌های رامسر و بابلسر به میزان ۰/۰۲ و ۰/۰۳ بوده و این افزایش در فصل بهار و تابستان، باعث افزایش تولید و سود (رانت) در این شهرستان می‌گردد. افزایش بارش در دوره کاشت و داشت معنی‌دار و باعث افزایش رانت شده است اما در فصل تابستان که برداشت صورت می‌گیرد معنی‌دار نشده اما ضریب مثبت دارد. با توجه به اینکه روند کاهش بارندگی در بررسی آماری دیده شده، این کاهش بارندگی در فصل بهار (مرحله کاشت و داشت)، می‌تواند باعث کاهش عملکرد و رانت گردد.

منابع

- ابریشمی، ح. ۱۳۹۰. مبانی اقتصادسنجی. تألیف دامودار گجراتی. مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران.
- زرانژاد، م. و انواری، ا. ۱۳۸۴. کاربرد داده‌های ترکیبی در اقتصادسنجی، فصلنامه بررسی‌های اقتصادی، دوره دوم، شماره ۴، صص ۲۱-۵۲.
- صالح نیا، ن.، فلاحی، م. ع.، ۱۳۸۹. بررسی تأثیر عوامل اقلیمی و اقتصادی بر عملکرد گندم آبی با استفاده از الگوی داده‌های تابلویی. مطالعه موردی: استان خراسان رضوی. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). جلد ۲۴. شماره ۲. خرداد-تیر ۱۳۸۹. صص ۳۷۵-۳۸۴.
- عباسی‌نژاد، ح. تشکینی، ا. ۱۳۸۹. اقتصادسنجی کاربردی (پیشرفته). چاپ اول. دانشکده علوم اقتصادی دانشگاه تهران و نشر نور علم. تهران.
- واثقی، ا. و اسماعیلی، ع. ۱۳۸۷. بررسی اثرات اقتصادی تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی ایران: روش ریکاردین (مطالعه موردی: گندم). مجله علوم آب و خاک. جلد ۱۲. شماره ۴۵. صص ۶۹۶-۶۸۵.
- کوچکی ع ر و حسینی م، ۱۳۸۴. تغییر اقلیم و تولیدات زراعی در جهان، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. صفحه ۵۵۵.
- سلیمانی ننادگانی م، ۱۳۸۹. بررسی اثر تغییر اقلیم بر نیاز خالص آبیاری گندم، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده مهندسی فناوری و کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران. شهریور ۱۳۸۹.
- رضایی ح و سعادت س، ۱۳۸۹. بهبود سامانه تولید، توزیع و مصرف کودهای شیمیایی در راستای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و تغییر اقلیم. اولین کنگره چالش‌های کود در ایران: نیم قرن مصرف کود. ۱۲-۱۰ اسفند ۱۳۸۹. صفحه‌های ۱-۱۳.
- طالبی ع.، طاهری ر. و اسکندری م، ۱۳۹۰. اثر خشکسالی به عنوان یکی از جنبه‌های تغییر اقلیم بر محصولات آبی کشاورزی. کنفرانس ملی هواشناسی و مدیریت آب کشاورزی. پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران. ۱ و ۲ آذر ۱۳۹۰. صفحه‌های ۱-۸.
- مشکی م. ۱۳۹۰. تعیین عوامل مؤثر بر عملکرد شرکت‌های بوری با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم یافته (GMM) و حداقل مربعات تعمیم یافته برآوردی (EGLS). مجله پیشرفت‌های حسابداری دانشگاه شیراز، دوره سوم، شماره اول، بهار و تابستان ۱۳۹۰. صفحه‌های ۹۱-۱۱۹.
- نصیری م و نیک نژاد ی، ۱۳۹۰. عوامل ایجاد خسارت در مزارع برنج، انتشارات وارث وا.
- بنی اسد ف.، خلیلیان ص. و قربانی، م. ۱۳۹۱. ارزیابی خسارات اقتصادی ناشی از تغییر اقلیم بر سود و درآمد گندمکاران استان خراسان رضوی با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم یافته (GMM). اولین همایش ملی توسعه پایدار کشاورزی و محیط زیست سالم. ۸ اسفند ۱۳۹۱. صفحه‌های ۱-۱۵.

کی. آر. ردی و اچ. حاجز. ترجمه: کوچکی ع.ر. و حسینی م. ۱۳۸۵. تغییر اقلیم و تولیدات زراعی در جهان، چاپ اول. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

- Krishnan., P, D.K. Swain, B. Chandra Bhaskar, S.K. Nayak and R.N. Dash, 2007. Impact of elevated CO₂ and temperature on rice yield and methods of adaptation as evaluated by crop simulation studies. Agriculture, Ecosystems and Environment 122: 233–2.
- Van passel S., Massetti E and Mendelsohn R, 2012. A Ricardian analysis of the climate change on European Agriculture. Nota di Lavoro No. 83.2012. Milano: Fondazione Eni Enrico Mattei.
- Dasgupta P., Bhattacharjee D and kumara, 2013. Socio-economic analysis of climate change impacts on foodgrain production in Indian states. Environmental Development. October 2013, Pages 5–21.
- Gbetibouo, G.A. and Hassan. R. M. 2005. Measuring the economic impact of climate change on major South African field crops: a Ricardian approach. Global and Planetary Change 47 (2005) 143–152.