بررسی تأثیر تغییر اقلیم روی تولیدات کشاورزی و امنیت غذایی در استان آذربایجان‌شرقی

محسن صالحی کمرودی[۱]، رضا شاکری بستان‌آباد[۲*]

۱.دکتری تخصصی اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تبریز

۲*. دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی دانشگاه تهران

*ایمیل نویسنده مسئول : reza.shakeri@ut.ac.ir

تاریخ دریافت : ۹۸/۰۶/۲۰ تاریخ پذیرش : ۹۸/۰۶/۳۱

چکیده

شواهد علمی نشان می‌دهد که بروز خشکسالی‌ها، افزایش دما و تولید گازهای گلخانه‌ای به علت فعالیت‌های اقتصادی انسان باعث گرم شدن کره‌ی زمین و ایجاد پدیده‌ی تغییر اقلیم گشته است. بنابراین ضروری است که پیامدهای تغییر اقلیم شناسایی شده و سیاست‌های مناسبی برای مقابله با آن وضع شود. یکی از پیامدهای مهم تغییر اقلیم می‌تواند روی امنیت غذایی باشد. به نوعی امنیت غذایی به تغییرات اقلیم وابسته است زیرا هر تغییری در فاکتورهای اقلیمی به طور مستقیم همه مؤلفه‌های غذایی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. از این رو هدف مطالعه حاضر بررسی تأثیر تغییرات اقلیم روی تولیدات کشاورزی و امنیت غذایی در استان آذربایجان‌شرقی با استفاده از رهیافت پانل دیتا و الگوی سری زمانی است. نتایج مطالعه نشان داد که با افزایش یک درصدی دمای هوا، میزان تولید محصولات زراعی، ۱/۸۴ درصد کاهش می‌یابد. همچنین با کاهش یک درصدی میزان بارندگی سالانه، مصرف غذا ۰/۱۱ درصد کاهش می‌یابد. لذا تغییرات اقلیمی در این استان می‌تواند از طریق افزایش دما و کاهش بارش، امنیت غذایی را از جنبه عرضه و مصرف غذا تهدید کند. بنابراین سیاست‌های جلوگیری از آسیب‌های افزایش دما نظیر توسعه گلخانه‌ها و اقداماتی جهت مدیریت بهینه منابع آب و تخصیص متوازن این منابع بین سال‌ها برای جلوگیری آثار منفی نوسانات بارش ضروری است.

کلمات کلیدی

تغییر اقلیم، امنیت غذایی، آذربایجان شرقی، پانل دیتا.

The Impact of Climate Change on Agricultural Production and Food Security in East Azarbaijan Province

Mohsen Salehi Komroudi[1], Reza Shakeri Bostanabad[2*]

1. PhD in Agricultural Economics, Tabriz University

*2. PhD student in Agricultural Economics, Tehran University

* Email: reza.shakeri@ut.ac.ir

Abstract

Scientific evidence suggests that droughts, rising temperatures, and greenhouse gas emissions have caused global warming and climate change. It is therefore imperative that the consequences of climate change be identified and appropriate policies adopted to counter it. One of the important consequences of climate change can be on food security. Food security is in some way dependent on climate change, as any change in climate factors directly affects all food components. Therefore, the purpose of the present study is to investigate the impact of climate change on agricultural production and food security in East Azarbaijan province using panel data approach and time series model. The results showed that crop production decreased by 1.84 percent with the increase of air temperature. Also, food consumption declines by 0.11 percent, with a one percent reduction in annual rainfall. Therefore, climate change in the province can threaten food security in terms of food supply and consumption by increasing temperature and decreasing rainfall. Therefore, policies to prevent temperature-related damages such as greenhouse development and measures to optimally manage water resources and balance these resources between years are necessary to prevent the negative effects of rainfall fluctuations.

Keywords

Climate Change, Food Security, East Azerbaijan, Panel Data.

۱-مقدمه

اقلیم یا آب‌وهوای یک منطقه حالت متوسط کمیت‌های مشخص کننده وضع آب و هوای آن منطقه است (رضایی مقدم و همکاران، ۱۳۹۱). زمانی که این کمیت‌ها از حالت متوسط خود منحرف شده و این انحراف در طول زمان ادامه‌دار شوند، تغییر اقلیم صورت می‌گیرد. افزایش دمای کره‌ی زمین در اتمسفر، نوسانات بارشی، کاهش آب کره‌ی زمین، سیل‌های ناشی از بارش‌های زیاد، خشکسالی، فرسایش خاک، بادهای سنگین، طوفان‌های شدید، مه، و غیره بیشترین تأثیر سوء خود را بر فعالیت‌های تولید مواد غذایی و کشاورزی و عرصه‌های منابع طبیعی و محیط زیست داشته است. هم اکنون تغییر روند عناصر اقلیمی هم از ابعاد علمی تأیید شده و هم به صورت عینی قابل مشاهده است. شواهد علمی نشان می‌دهد که بروز خشکسالی‌ها، افزایش دما و تولید گازهای گلخانه‌ای به علت فعالیت‌های اقتصادی انسان باعث گرم شدن کره‌ی زمین و ایجاد پدیده‌ی تغییر اقلیم گشته است (اسلامی، ۱۳۹۰). بنابراین ضروری است که پیامدهای تغییر اقلیم شناسایی شده و سیاست‌های مناسبی برای مقابله با آن وضع شود. یکی از پیامدهای مهم تغییر اقلیم می‌تواند روی امنیت غذایی باشد. به نوعی امنیت غذایی به تغییرات اقلیم وابسته است زیرا هر تغییری در فاکتورهای اقلیمی به طور مستقیم همه مؤلفه‌های غذایی را تحت تأثیر قرار می‌دهد(ماریارا و کابارا، ۲۰۱۴). فراهم کردن غذا به طور مستقیم و غیرمستقیم از طریق تأثیر روی عملکرد و تولید محصولات از تغییرات اقلیمی تأثیر می‌پذیرد. از نظر تئوریک، تغییر اقلیم می‌تواند از طرق مختلف بر تولید بخش کشاورزی تأثیر بگذارد. الگوهای بارش و گرمای هوا، وضعیت هوایی افراطی، وضعیت آب‌های سطحی، رطوبت خاک و تجمع CO_2، برخی از متغیرهایی هستند که تأثیر زیادی بر توسعه بخش کشاورزی دارند. به‌ویژه، در اقتصاد بیشتر کشورهای افریقایی، که وابستگی به بخش کشاورزی زیاد است، ارتباط تغییر اقلیم و رشد بخش کشاورزی بسیار قوی است (هادرو[1]، ۲۰۱۴). از این رو تغییرات گسترده در الگوی بارش مانند خشکسالی یا سیل می‌تواند به محصولات و تولیدات کشاورزی ضرر برساند و یا وضعیت نامناسب در فاکتورهای اقلیمی شامل کاهش درجه حرارت، کمبود بارش، تأثیر منفی روی تولید محصول دارند. از طرف دیگر بهبود این فاکتورها نیز تأثیر مثبت روی تولیدات بخش کشاورزی خواهد داشت، بنابراین تغییر در فاکتورهای اقلیمی ممکن است اثر منفی و یا مثبت روی تولید کشاورزی و به تبع آن امنیت غذایی داشته باشد. از آنجایی که اکثر مواد غذایی مورد مصرفی از بخش کشاورزی تأمین می‌شود میزان تولیدات در این بخش به طور مستقیم امنیت غذایی را تحت تأثیر قرار می‌دهد(کومار و شارما، ۲۰۱۳). امنیت غذایی ضامن زندگی و سلامت آحاد مردم است. در فصل سیزدهم قانون اساسی، اصل یکصد و هفتاد و شش، یک بند مربوط به امنیت ملی و دو بند دیگر مربوط به کشاورزی و امنیت غذایی است که سبب توجه بیشتر به این بخش شده است. بنابراین، این مقوله از اهمیت و جایگاه ویژه در قانون اساسی برخوردار است که با امنیت سیاسی و اجتماعی خانواده‌ها گره خورده است (سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، ۱۳۹۵). تنوع آب و هوایی در مناطق مختلف ایران موجب شده است که تاثیرپذیری فعالیت‌های کشاورزی از تغییرات اقلیمی در مناطق مختلف متفاوت باشد. استان آذربایجان-شرقی جزء مناطق مهم کشاورزی و صنعتی ایران است که از شرایط اقلیمی متنوعی برخوردار هست به طوریکه اکثر شرایط اقلیمی در این استان وجود دارد. در سال‌های اخیر به علت شرایط نامناسب آب و هوایی مانند کاهش میانگین بارش و وقوع خشکسالی متعدد در استان آذربایجان‌شرقی سبب ایجاد چالش‌های بسیاری در بخش‌های مختلف به ویژه کشاورزی شده‌است. به طوریکه میانگین بارش استان با کاهش ۷ درصدی مواجه شده‌است(سازمان هواشناسی کشور، ۱۳۹۵). از جمله‌ی این مشکلات می‌توان به زوال کمی و کیفی منابع آب اشاره کرد که تأثیرات نامناسبی را بر فعالیت‌های کشاورزی و حتی صنعتی گذاشته و ادامه امورات کشاورزی را بسیار پرهزینه و با مشکل جدی مواجه نموده است (حسین زاد و همکاران، ۱۳۹۴). هرچند استان آذربایجان شرقی از نظر سطح تولیدات محصولات مختلف کشاورزی دارای الویت و رتبه بالایی در سطح کشور می‌باشد (سازمان جهاد کشاورزی استان آذربایجان‌شرقی، ۱۳۹۵). ولیکن ادامه این وضعیت ممکن است مشکلات جدی در تولید محصولات کشاورزی و به تبع آن فراروی امنیت غذایی در منطقه ایجاد نماید. از آنجایی که شرایط نامناسب اقلیمی روند تولیدات کشاورزی را با مشکل مواجه می‌کند براین اساس اکثر استان‌های کشور وضعیت نامناسبی را از لحاظ شرایط اقلیمی و آب و هوایی تجربه می‌کنند. استان آذربایجان‌شرقی به عنوان یکی از قطب‌های مهم کشاورزی از این قضیه مستثنی نیست. این استان با دارا بودن اراضی حاصلخیز و وسیع یکی از مراکز عمده کشاورزی محسوب می‌شود. از مجموع مساحت استان که ۴۵۴۹۱ کیلومترمربع می‌باشد، ۲۲/۱ میلیون هکتار را اراضی کشاورزی قابل بهره‌برداری تشکیل می‌دهد که معادل ۲۶ درصد وسعت استان و حدود ۵/۵ درصد اراضی قابل کشت کشور را شامل می‌شود (سازمان جهاد کشاورزی استان آذربایجان‌شرقی، ۱۳۹۵). آذربایجان‌شرقی براساس تقسیم‌بندی بیوکلماتیک آمبرژه اقالیم مدیترانه‌ای تقریباً همه‌ی اقلیم‌های غالب را به جزء اقلیم صحرایی را دارد(سازمان هواشناسی کشور، ۱۳۹۵). در طی ۳۸ سال اخیر میانگین بارش سالانه از ۴۰۰ میلی‌متر به ۳۰۰ میلی‌متر کاهش یافته و متوسط ساانه دما بین۷,۵ تا ۱۳,۵ درجه سانتی‌گراد است (پورعلی حسین و مساح بوانی، ۱۳۹۲). تنوع اقلیم یکی از مزیت‌هایی هست که استان از آن برخوردار است ولی اگر این شرایط آب و هوایی به صورت منفی (برای مثال خشکسالی یا سیل) باشد در استان سبب کاهش تولید در بخش کشاورزی شده و باعث تلفات و ضایعات محصولات کشاورزی شده که مسیری برای ناامن و ناایمنی غذایی است (سازمان هواشناسی کشور، ۱۳۹۵). بنابراین، انجام پژوهش علمی در زمینه تحلیل امنیت غذایی استان و تولید در بخش کشاورزی باتوجه به اقلیم متنوع استان می‌تواند در شناخت بیشتر وضعیت تولید غذا در استان مفید واقع شود.

[1] Hadero

تحقیقاتی که اثر متغیرهای اقلیمی را بر روی امنیت غذایی و تولیدات کشاورزی بررسی کند در استان کمتر مورد توجه قرار گرفته است. استان آذربایجان‌شرقی هم اکنون در بین استان‌ها با بالاترین وضعیت امنیت غذایی قرار دارد(باقرزاده و همکاران، ۱۳۹۵). اما در صورت عدم پیشگیری از آثار منفی احتمالی تغییر اقلیم نمی‌تواند وضعیت فعلی خود را ارتقا، دهد و حتی جایگاه فعلی خود را از دست بدهد. لذا برنامه‌ریزی برای کاهش آسیب‌پذیری، کاهش تلفات و آسیب‌های انسانی و نیز خسارات مالی و اقتصادی و مدیریت ریسک ناشی از تغییر اقلیم برای سازگاری با شرایط جدید و مدیریت تولیدات کشاورزی در استان آذربایجان‌شرقی امری لازم و ضروری است. از این رو هدف مطالعه حاضر بررسی تأثیر تغییرات اقلیم روی تولیدات کشاورزی و امنیت غذایی در استان آذربایجان‌شرقی است.

در ارتباط با امنیت غذایی و تولیدات کشاورزی مطالعات جداگانه متعددی در خارج و داخل انجام گرفته است ولیکن مطالعاتی که همزمان هر دو موضوع امنیت غذایی و تولید را بررسی کند کمتر انجام شده است. در ادامه به برخی از مطالعات مرتبط اشاره می‌شود. نوایو و همکاران (۲۰۱۴) ثبات کشاورزی را در نیجریه براساس متغیر-های اقلیمی سنجیدند. داده‌ها از سال ۲۰۱۱ -۱۹۷۲ جمع‌آوری شده بود. نتایج برآورد رگرسیون پرویبت براساس متغیرهای اقلیمی (افزایش در دما، بارش و دوره‌ی آفتابی) نشان داد روزهایی که بارندگی دارند در طول زمان کاهش یافته‌اند. از میان متغیرهای اقلیمی دما و بارش موثرترند. تغییرات اقلیمی اثر متفی روی ثبات کشاورزی داشتند و نیازمند مداخله دولت در همه سطوح است که باعث افزایش تولیدات غذایی شده و در نتیجه آن امنیت غذایی فراهم می‌شود. فاروک و کنان[1] (۲۰۱۴) ارتباط بین عملکرد برنج را در دو ناحیه رابی و خریف با استفاده از سه مؤلفه اقلیمی (حداقل دما، حداکثر دما، میزان بارش) بررسی کردند، نتایج برآورد مدل VAR نشان داد که بارش تأثیر منفی روی عملکرد برنج در خریف داشت، درحالیکه حداکثر دما و بارش در رابی اثر مثبت داشتند، حداقل دما روی عملکرد برنج تاثیر مثبت داشت. فریل و همکاران[2] (۲۰۱۴) با استفاده از داده‌های کشور استرالیا شامل اطلاعات جمعیتی، اقتصادی، اجتماعی، بهداشتی و رفتاری، مطالعه‌ای جمعیت محور انجام دادند. ایشان خشکسالی را با استفاده از داده‌های سالانه بارندگی در دوره خشکسالی بزرگ استرالیا مدل‌سازی کردند. مدل رگرسیونی این پژوهش رابطه خشکسالی را با متغیرهای امنیت عذایی و سلامت ذهنی بررسی کردند. نتایج این مطالعه نشان داد در بیشتر سطوح خشکسالی، افرادی که سطح غذای مصرفی‌شان بیش از متوسط احتیاطی بود، احساس تنگدستی و اندوه بیشتری نشان دادند. تانگ و همکاران[3] (۲۰۱۶) به بررسی اثرات تغییرات اقلیم روی غذا، بهداشت و آب با روش حداقل مربعات معمولی پرداختند. نتایج نشان داد تغییر اقلیم از طریق تغییر زمین و کاهش دسترسی به آب می‌تواند باعث کاهش تولید محصولات کشاورزی در چین بشود. تغییر اقلیم احتمالا باعث تغییر منابع آب(تغییر الگوی بارش، افزایش خشکسالی و سیلاب‌ها) در چین می‌شود. چنین اتفاقاتی سلامت و رفاه مردم را مختل می‌کند. مؤمنی و زیبایی (۱۳۹۳) اثرات بالقوه‌ی تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی استان فارس را مطالعه کردند. نتایج نشان داد که درجه حرارت و بارندگی اثر معنی‌دار و غیریکنواخت بر عملکرد محصولات برجای می‌گذارد. نتایج تطبیقی نشان داد که اثرات رفاهی تغییر اقلیم در بیشتر موارد مثبت بودند و اثرات آن بر تولیدکنندگان خیلی معنی‌دارتر از مصرف‌کنندگان بود، اگر کاهش بارندگی با عدم تغییر درجه حرارت همراه باشد رفاه جامعه تا ۱/۵ درصد کاهش پیدا می‌کند، اما رفاه در گرم‌ترین و مرطوب‌ترین سناریو تا ۱۳درصد افزایش پیدا می‌کند، در نهایت مشخص شد که درجه حرارت در تغییر رفاه جامعه، فاکتور مؤثرتری از بارندگی است. حسین‌زاد و همکاران (۱۳۹۴) اثر تغییر اقلیم روی تولید محصولات مختلف کشاورزی در محدوده حوزه آبریز منطقه عجب‌شیر با تبیین یک مدل برنامه‌ریزی پویا مورد مطالعه قرار دادند. نتایج اعمال سناریوهای اقلیمی نشان داد که در شرایط خشکسالی، الگوی کشت به سمت محصولاتی با نیاز آبی پایین متمایل شده و منجر به کاهش۲۲/۶ درصدی درآمد سالانه کشاورزان می‌شود. پرهیزکاری و همکاران (۱۳۹۵) اثرات تغییر اقلیم بر منابع آب در دسترس و تولیدات کشاورزی در حوضه آبخیز شاهرود را با استفاده ازیک الگوی بیوفیزیکی–اقتصادی مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد که تغییر اقلیم ناشی از کاهش بارش منجر به کاهش منابع آب در دسترس، افزایش ارزش اقتصادی آب آبیاری، کاهش مجموع سطح زیرکشت محصولات آبی و کاهش سود ناخالص کشاورزان در حوضه آبخیز شاهرود شده است.

۲-روش انجام تحقیق

در این مطالعه، دو جنبهٔ مهم امنیت غذایی که به طور مستقیم با بخش کشاورزی در ارتباط است، بررسی می‌شود. اولین جنبه، عرضه مواد غذایی است که در این میان بخش کشاورزی نقش مهم و انکارنشدنی دارد. از سوی دیگر، بررسی تأثیر اقلیم بر تولید بخش کشاورزی نیز از اهداف این تحقیق است. بنابراین، اولین الگوی تجربی تحقیق، در قالب رگرسیون زیر، اثر متغیرهای اقلیمی (بارش و دما) را بر تولید بخش کشاورزی، در شهرستان‌های استان آذربایجان شرقی بررسی می‌کند. این الگو برگرفته از مطالعات تجربی مختلف، از جمله کومار و شارما (۲۰۱۳) است.

$$Lprod_{it} = \alpha_i + \beta_1 Lwl_{it} + \beta_2 Lrl_{it} + \beta_3 Lrain_{it} + \beta_4 Ltem_{it} + e_{it} \quad (1)$$

در رابطه فوق L در ابتدای نام متغیرها نماد لگاریتم، prod کل تولید زراعی، wl سطح زیر کشت آبی، rl سطح زیر کشت دیم، rain متوسط میزان بارش سالانه، tem متوسط دما، e جز اخلال، i بیست

1. Farook. Kanan
2. Ferill. at all
3. Shilu. Tirado

شهرستان استان آذربایجان شرقی و t سالهای مطالعه (۹۳-۱۳۸۲) هستند. سایر نمادها ضرایب رگرسیون را نشان می‌دهند. شهرستان‌های مورد مطالعه عبارتند از: آذرشهر، اسکو، اهر، بستان‌آباد، بناب، جلفا، چاراویماق، خداآفرین، سراب، شبستر، عجب‌شیر، کلیبر، مراغه، مرند، ملکان، میانه، ورزقان، هریس، هشترود و تبریز.

دومین جنبه مهم امنیت غذایی، قدرت خرید خانوار برای مصرف مواد غذایی است. در این پژوهش، برای بررسی اثر متغیرهای اقلیمی بر امنیت غذایی از منظر تقاضا و مصرف، بر اساس مبانی نظری و متون تجربی موجود، از جمله باقرزاده آذر و همکاران (۱۳۹۵) و کرباسی و سیدی[1] (۲۰۱۶) از رگرسیون زیر استفاده می شود:

$$Lcons_i = \alpha_t + \beta_1 Lcrgdp_t + \beta_2 Lcpi_t + \beta_3 Lrain_t + \beta_4 Ltem_t + e_t \quad (۲)$$

که در آن L در ابتدای نام متغیرها نماد لگاریتم، cons مصرف سرانه مواد غذایی خانوار استان آذربایجان شرقی به قیمت واقعی سال ۱۳۷۶، crgdp تولید ناخالص داخلی سرانهٔ استان به قیمت واقعی سال ۱۳۷۶ (شاخصی از درآمد سرانه خانوار)، شاخص قیمت مصرف کنندهٔ استان به قیمت واقعی سال ۱۳۷۶، rain میزان متوسط بارش سالانه، tem متوسط دما، e جز اخلال، و t سالهای مطالعه (۹۳-۱۳۷۹) هستند. سایر نمادها ضرایب رگرسیون را نشان می‌دهند. در رابطه (۲) بر خلاف رابطه (۱) از داده های پانل استفاده نمی‌شود بلکه از سری زمانی استفاده می شود، زیرا داده GDP و CPI و مصرف به تفکیک شهرستان های استان در دسترس نیست. از نظر تئوریک انتظار می رود، ضریب crgdp مثبت باشد، زیرا با افزایش درآمد سرانه، مصرف مواد غذایی افزایش می یابد. ضریب cpi منفی است، زیرا با افزایش قیمت ها، قدرت خرید خانوار کاهش می یابد. ضریب rain مثبت است، زیرا با افزایش بارش و به تبع آن افزایش تولید مواد غذایی، غذای بیشتری برای مصرف در اختیار خانوار (به ویژه کشاورزان) است. بر همین اساس، انتظار می رود، ضریب tem منفی باشد. همان طور که بیان شد، در این مطالعه برای بررسی داده ها، هم از روش سری زمانی و هم روش پانل دیتا استفاده می شود. در روش سری زمانی، از آنجا که دوره زمانی کوتاه است، نیازی به بررسی مانایی متغیرها نیست و استفاده از روش هم انباشتگی موضوعیت ندارد. بنابراین از روش OLS برای تخمین مدل استفاده می‌شود. اما روش پانل دیتا، نیازی به توضیح بیشتری دارد که در ادامه به آن پرداخته می شود.

روش پانل دیتا

پانل‌دیتا[2] (داده‌های تابلوئی) از تلفیق داده های مقطعی و سری زمانی بدست می‌آید و به علت داشتن مزایای بسیار، اخیرا در مطالعات اقتصادی به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد. از جمله مزایای آن نسبت به داده های مقطعی و سری زمانی این است که در داده های تابلوئی احتمال هم‌خطی و ناهمسانی واریانس و توروش برآورد کمتر و درجه آزادی وکارایی برآورد بیشتر است؛ با استفاده از آن اثرات بلندمدت و کوتاه‌مدت را می‌توان به طور همزمان بررسی کرد؛ همچنین امکان بیشتری برای تبیین و آزمون مدل‌های پیشرفته‌تر فراهم می‌آورد (صالحی کمرودی، ۱۳۹۱). در حالت کلی یک مدل شامل داده های تابلوئی را می توان به صورت زیر نشان داد:

$$Y_{it} = \alpha_{it} + \sum_{k=1}^{K} \beta_{kit} X_{kit} + e_{it} \quad (۳)$$

که در آن Y را بر روی K متغیر مستقل $(x_1, \ldots, x_k)$ رگرس کردیم. $i = 1, 2, \ldots, N$ نشان‌دهنده واحدهای مقطعی (مثل کشورها) و $t = 1, 2, \ldots, T$ نشان دهنده‌ی زمان (مانند سال ها) است. α، β و e به‌ترتیب بیان‌گر عرض از مبدا، ضریب شیب و جز اخلال هستند. رابطه (۳) قدرت تبیین و پیش بینی نداشته و قابل برآورد نیست زیرا تعداد ضرایب برآوردی بیشتر از تعداد مشاهدات است. برای رفع این مشکل باید همانند مدل رگرسیون سنتی فرض کنیم متغیرهای توضیحی غیرتصادفی و از جمله اخلال مستقل هستند. به علاوه باید فرضیاتی را در مورد درجه ی تغییرپذیری ضرایب رگرسیون اعمال کنیم. بسته به فرض‌هایمان در مورد خواص آماری جمله‌ی پسماند[3] و درجه‌ی تغییرپذیری ضرایب رگرسیون مدل های پانل دیتا به صور مختلف تصریح می‌شوند (مهرگان و اشراف زاده، ۱۳۸۹). قبل از معرفی مدل‌های پانل‌دیتا لازم است مفهوم اثرات ثابت و تصادفی[4]تشریح گردد. این که اثرات را ثابت یا تصادفی فرض کنیم بسیار مهم است و بخش زیادی از ادبیات پانل دیتا به آن اختصاص دارد. جهت درک این مطلب روابط زیر را در نظر بگیرید:

$$Y_{it} = X_{it} + e_{it} \quad (۴)$$

$$e_{it} = \mu_i + \varepsilon_{ij} \quad (۵)$$

که در آن Y_{it}، X_{it} و e_{it} به ترتیب نشان دهنده متغیرهای وابسته، متغیرهای توضیحی و اجزای اخلال هستند. ε_{ij} در طول زمان و در میان واحدهای مقطعی تغییر می‌کند و فرض می‌شود از X مستقل است. μ_i در میان واحدهای مقطعی تغییر می‌کند اما در طول زمان ثابت است. ممکن است با X همبستگی داشته باشد یا نداشته باشد. در مدل اثر ثابت حالت اول برقرار است و در مدل تصادفی حالت دوم (صالحی کمرودی، ۱۳۹۱). رویکرد اثر ثابت[5] عرض از مبدا را جمله ثابتی در نظر می‌گیرد که بیان‌کننده ویژگی خاص هر یک از واحدهای مقطعی است. اما رویکرد اثرات تصادفی[6]عرض از مبدا را جمله اخلالی شبیه e_{it} در نظر می‌گیرد.

[1] Karbasi & Sayyadi
[2] Panel Data
[3] Residual
[4] Random & Fixed Effects
[5] Fixed Effect
[6] Random Effect

برای درک بهتر تمایز اثر ثابت با اثر تصادفی، فرض کنید برای برآورد تابع تولید برای مزارع مختلف، تولید را تابعی از سرمایه و نیروی کار در نظر می‌گیریم. مدیریت عامل دیگری است که می تواند بر تولید اثر بگذارد، ولی ما در تابع درنظر نگرفتیم. اگر فرض کنیم توانائی مدیریتی به طور تصادفی در بین مزارع توزیع شده، قابل‌مشاهده نیست و از سرمایه و نیروی کار مستقل است، اثرات مدیریت را بر تولید مزارع (واحدهای مقطعی) تصادفی فرض کردیم. اما اگر مدیریت را به عنوان یک عامل قابل مشاهده بدانیم که به طور واضح بر انباشت سرمایه و جذب نیروی کار تاثیر می‌گذارد، توانایی مدیریت را به عنوان یک اثر ثابت در نظر گرفتیم (همان منبع، ۱۳۹۱). مدل‌های مختلفی برای برآورد پانل دیتا وجود دارند. معروف ترین این مدلها عبارتند از: رگرسیون تلفیقی، اثرات ثابت و اثرات تصادفی. باید بسته به ویژگی و ماهیت داده‌ها بایستی مناسب‌ترین آن‌ها انتخاب گردد. آزمون‌های انتخاب مدل برای نیل به چنین هدفی ارائه شده‌اند. برای انتخاب بین مدلهای رگرسیون تلفیقی و اثرات ثابت، از آزمون تلفیق‌پذیری[1]، برای انتخاب بین مدلهای رگرسیون تلفیقی و اثرات تصادفی، از آزمون بروش– پاگان و برای انتخاب بین مدلهای اثرات ثابت و اثرات تصادفی، از آزمون هاسمن[2] استفاده می شود. در ادامه به هر یک از آنها پرداخته خواهد شد.

آزمون تلفیق‌پذیری: فرض کنید ضرایب شیب در بین مقاطع و در طول زمان، و ضرایب عرض از مبدا در طول زمان ثابت باشند. در این صورت داریم:

$$Y_{it} = \alpha_i + \sum_{k=1}^{K} \beta X_{kit} + e_{it} \quad (۶)$$

اگر اثرات انفرادی واحدهای مقطعی یکسان باشد یعنی عرض ازمبداها مساوی باشد، داریم:

$$Y_{it} = \alpha + \sum_{k=1}^{K} \beta X_{kit} + e_{it} \quad (۷)$$

با تلفیق کردن داده ها مدل زیر را می توان با روش OLS تخمین زد. برای انتخاب از بین روابط (۶) و (۷) از آزمون F لیمر[3] استفاده می‌گردد. برای این کار با تخمین رابطه غیر مقید (۶) و رابطه مقید (۷) و ذخیره مجموع مجذورات پسماند برای هر کدام از آنها آماره F به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$F = \frac{(RSS_R - RSS_{UR})/(N-1)}{RSS_{UR}/(NT-N-K)} \quad (۸)$$

که در آن RSS_{UR} و RSS_R به‌ترتیب مجموع مجذورات پسماند برای مدل غیرمقید و مقید هستند. اگر F با درجه آزادی $N-1$ و $NT-N-K$ معنی‌دار باشد، بکارگیری رگرسیون تلفیقی مناسب نخواهد بود (همان منبع، ۱۳۹۱).

آزمون هاسمن: یکی از روش ها برای انتخاب بین اثر ثابت و تصادفی آزمون هاسمن است. فروض این آزمون به صورت زیر است:

$$\begin{cases} H_0 : E(e_{it}.X_{it}) = 0 \\ H_1 : E(e_{it}.X_{it}) \neq 0 \end{cases} \quad (۹)$$

فرض صفر بیان می‌کند که جز اخلال مستقل از متغیرهای توضیحی است و بنابراین انتخاب رویکرد اثر تصادفی بهتر است. در حالی که فرض مقابل متغیرهای توضیحی را مستقل از جز اخلال نمی‌داند و اثرات ثابت را بهتر می‌داند. اگر $\hat{\beta}_{fe}$ و $\hat{\beta}_{re}$ به‌ترتیب ماتریس بردار ضرایب برآوردی با روش اثرات ثابت و تصادفی و همچنین $\hat{q} = \hat{\beta}_{fe} - \hat{\beta}_{re}$ و $Var(\hat{q}) = Var(\hat{\beta}_{fe}) - Var(\hat{\beta}_{re})$ باشند. آماره هاسمن به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$H = \hat{q}' Var(\hat{q})^{-1} \hat{q}) \sim \chi^2_{(K)} \quad (۱۰)$$

اگر آماره هاسمن از مقدار بحرانی جدول برای χ^2 با درجه آزادی K بزرگ‌تر باشد، رویکرد اثرات ثابت بهتر خواهد بود (همان منبع، ۱۳۹۱). آمار و اطلاعات مورد نیاز این پژوهش از تارنمای سازمان هواشناسی کشور (دما، بارش)، تارنمای مرکز آمار ایران و سازمان جهاد کشاورزی استان آذربایجان شرقی(سطح زیرکشت، میزان آبیاری) اخذ شده است.

۳-نتایج

در جدول (۱) آمار توصیفی متغیرهای مختلفِ رابطه (۱) گزارش شده است. برای نمونه ملاحظه می گردد، میانگین کل تولید محصولات زراعی در شهرستان های استان در دوره مورد مطالعه نزدیک ۱۰۰ هزار تن بوده که کمترین آن ۱۸ تن آن و بیشترین آن ۴۱۸ هزار تن بوده است. یا میزان دما به طور متوسط در استان در دوره مطالعه ۱۳/۰۸ سانتیگراد و حداقل ۹/۹۸ و حداکثر ۱۶/۳۵ بوده است. این واقعیت نشان می دهد که این استان از نظر آب و هوا، استان سردسیری محسوب می‌شود. در جدول (۲) آمار توصیفی متغیرهای مختلفِ رابطه (۲) گزارش شده است. برای نمونه ملاحظه می گردد، میانگین مخارج مصرفی سالانه یک خانوار روستایی در استان در دوره ۹۳-۱۳۷۹ تقریباً برابر با چهار میلیون و ششصد هزار ریال بوده است. حداقل و حداکثر میزان بارندگی سالانه در سراسر استان، در دوره مذکور به ترتیب برابر ۱۱۴ و ۳۵۵ میلی متر بوده است. همچین حداقل و حداکثر متوسط سالانه دما در کل استان، در دوره مذکور به ترتیب برابر ۱۲/۴۹ و ۱۴/۹۶ سانتی گراد بوده است.

[1] Poolability Test
[2] Hausman Test
[3] Leamer

جدول (۱) نتایج آمار توصیفی داده های پانلی

نام متغیر		میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه
prod	تولید محصولات زراعی (تن)	۹۷۸۳۴/۶۲	۹۵۱۱۳/۰۴	۱۸/۰۲	۴۱۸۳۰۸/۰۰
wl	سطح زیر کشت محصولات زراعی آبی (هکتار)	۱۳۱۰۵/۴۳	۱۰۳۰۷/۴۶	۱۱۸۲/۰۰	۴۷۷۴۴/۰۰
rl	سطح زیر کشت محصولات زراعی دیم (هکتار)	۲۴۶۳۳/۲۸	۲۲۸۴۸/۰۱	۹۳۷/۰۰	۸۲۹۰۲/۰۰
rain	متوسط بارش سالانه (میلی متر)	۲۴/۱۵	۷/۰۹	۱۳/۸۴	۴۶/۸۲
tem	متوسط دمای سالانه (سانتیگراد)	۱۳/۰۸	۱/۴۳	۹/۹۸	۱۶/۳۵

منبع: یافته های تحقیق

جدول (۲) نتایج آمار توصیفی داده های سری زمانی

نام متغیر		میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه
crcons	متوسط مصرف مواد غذایی یک خانوار روستایی به قیمت واقعی سال ۱۳۷۶ (میلیون ریال)	۴۶۰۲۳۹۸/۰۰	۲۷۳۷۹۵/۵۰	۴۰۵۰۷۶۸/۰۰	۵۰۶۸۴۴۹/۰۰
crgdp	تولید ناخالص داخلی سرانهٔ استان به قیمت واقعی سال ۱۳۷۶ (میلیون ریال)	۶/۳۱	۰/۸۷	۴/۵۱	۷/۳۴
cpi	شاخص قیمت مصرف کنندهٔ استان به قیمت واقعی سال ۱۳۷۶ (سال ۷۶=۱۰۰)	۵۵۱/۱۶	۴۳۱/۴۳	۱۵۹/۰۹	۱۵۳۹/۳۹
rain	میزان متوسط بارش سالانه در کل استان (میلی متر)	۲۴۹/۴۰	۶۴/۸۳	۱۱۴/۲۲	۳۵۵/۷۰
tem	متوسط دمای استان (سانتی گراد)	۱۳/۴۶	۰/۶۱	۱۲/۴۹	۱۴/۹۶

نتایج تخمین پانل دیتا

در این بخش به تخمین مدل پانل دیتای رابطه (۱) پرداخته می شود. این مدل تاثیر عوامل مختلف را بر امنیت غذایی از جنبه عرضه مواد غذایی نشان می دهد. متغیر وابسته در این مدل، سطح تولید محصولات زراعی است. قبل از تخمین مدل، لازم است با آزمون‌های مختلف، بهترین مدل برای برآورد انتخاب شود. بدین منظور، در جدول (۳) نتایج آزمون‌های انتخاب مدل نشان داده شده است. همان طور که ملاحظه می شود، آمارهٔ F برای آزمون تلفیق‌پذیری در سطح خطای ۱ درصد معنادار است، بنابراین استفاده از مدل رگرسیون تلفیقی در مقایسه با مدل اثرات ثابت مناسب نخواهد بود. در مرحله بعد باید آزمون نمود که اثرات تصادفی در الگو وجود دارد یا خیر؟ آماره LM برای آزمون اثرات تصادفی برابر با ۷۲۸/۷۸ بدست آمده و در سطح خطای ۱ درصد معنادار است. بنابراین وجود اثرات تصادفی تائید می‌گردد. همچنین آماره آزمون هاسمن معنادار نیست و فرضیه صفر مبنی بر وجود اثرات تصادفی را نمی توان رد کرد. بنابراین با تکیه بر نتایج این آزمون ها می‌توان گفت مدل اثرات تصادفی، بهترین روش برای برآورد مدل پانل دیتا است.

جدول (۳) نتایج آزمون‌های انتخاب مدل

آزمون تلفیق‌پذیری	آزمون اثرات تصادفی	آزمون هاسمن
F= ۹۴۸/۸۶	LM= ۷۲۸/۷۸	H= ۰/۳۱
(۰/۰۰)	(۰/۰۰)	(۰/۹۹)

اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده سطح احتمال است

منبع: یافته‌های تحقیق

در جدول (۴) نتایج برآورد مدل پانل دیتا با روش اثرات تصادفی نشان داده شده است. همان طور که ملاحظه می‌شود، آمارهٔ والد برای معناداری کلی رگرسیون، در سطح خطای ۱ درصد معنادار است. مقدار R^2 برابر با ۰/۸۱ است که مقدار قابل‌قبولی محسوب می‌شود. این ضریب نشان می دهد که متغیرهای توضیحی روی هم رفته، بیش از ۸۰ درصد تغییرات متغیر وابسته را تبیین می کنند. ضریب متغیر بارش (lrain) بر خلاف انتظار منفی بوده و معنادار نیست. علت این اتفاق این است که در آذربایجان شرقی ضریب همبستگی بین بارندگی و کشت محصولات آبی منفی است (۰/۲۴-)، زیرا اولاً مناطق با بارندگی بیشتر از کشت آبی کمتر (و از کشت دیم بیشتر) استفاده می

کنند و ثانیاً در طی زمان با کاهش متوسط بارش سالانه، با توجه به دسترس بودن منابع آب کافی، کشت آبی هر چه بیشتر جایگزین کشت دیم شده است. از سوی دیگر، همان طور که در جدول مشخص است، ضریب تأثیر سطح کشت آبی بر تولید محصولات زراعی بسیار بیشتر از سطح کشت دیم است. بنابراین روی هم رفته، میزان بارش اثر معناداری بر سطح تولید نداشته است. در مقابل، دیگر متغیر اقلیمی (دما) تاثیر بسیار زیادی بر تولید محصولات زراعی داشته است. به طوری که با افزایش ۱ درصدی دمای هوا، میزان تولید این محصولات، ۱/۸۴ درصد کاهش می یابد. ضریب متغیرهای سطح زیر کشت آبی و دیم مطابق انتظار مثبت و معنادار است، به طوری که با افزایش ۱ درصدی این متغیرها، تولید زراعی در آذربایجان شرقی به ترتیب ۰/۷۷ و ۰/۰۴ درصد افزایش می یابد.

جدول (۴) نتایج تخمین تأثیر اقلیم بر تولید محصولات زراعی

نام متغیر		ضریب	انحراف معیار
Lwl	لگاریتم سطح زیر کشت محصولات زراعی آبی	۰/۷۷***	۰/۰۳
Lrl	لگاریتم سطح زیر کشت محصولات زراعی دیم	۰/۰۴*	۰/۰۲
Lrain	لگاریتم متوسط بارش سالانه	-۰/۱۵	۰/۱۲
Ltem	لگاریتم متوسط دمای سالانه	-۱/۸۳***	۰/۴۸
α	عرض از مبدأ	۷/۲۳***	۱/۶۲
	Wald chi2 =۶۹۱/۴۵***	R^2= ۰/۸۱	

متغیر وابسته لگاریتم تولید محصولات زراعی است.
*****، ** و * به‌ترتیب معنادار در سطح ۱، ۵ و ۱۰ درصد**
منبع: یافته های تحقیق

نتایج تخمین سری زمانی

در جدول (۵) نتایج تخمین رابطه (۲) نشان داده شده است. به بیان دیگر، تأثیر عوامل مختلف بر امنیت غذایی از جنبه مصرف بررسی شده است. همان طور که ملاحظه می‌شود، آمارهٔ F برای معناداری کلی رگرسیون، در سطح خطای ۱۰ درصد معنادار است. مقدار R^2 برابر با ۰/۵۲ است که مقدار قابل‌قبولی محسوب می‌شود. این ضریب نشان می دهد که متغیرهای توضیحی روی هم رفته، تقریباً نیمی از تغییرات متغیر وابسته را تبیین می کنند. علت پایین بودن آمارهٔ F و همچنین R^2 به کم بودن تعداد مشاهدات (به علت عدم دسترسی به داده ها) بر می گردد که معنادار ضرایب را دشوار می سازد. سه آزمون برای شناسایی مدل انجام شده است که همگی نشان دهنده مناسب بودن مدل هستند. همان طور که ملاحظه می‌شود، آماره های آزمون ناهمسانی واریانس و همچنین آزمون همبستگی سریالی بریوش - پاگان معنادار نیست، بنابراین فرضیه همسانی واریانس و همچنین فرضیه نبود همبستگی را نمی توان رد کرد. آماره آزمون خطای تصریح رمزی را نیز معنادار نیست که نشان دهنده تصریح مناسب مدل است.

جدول (۵) نتایج تخمین تأثیر اقلیم بر مصرف مواد غذایی

نام متغیر		ضریب	انحراف معیار
Lcrgdp	لگاریتم GDP سرانه	۰/۰۶	۰/۱۵
Lcpi	لگاریتم CPI	-۰/۰۷**	۰/۰۳
Lrain	لگاریتم متوسط بارش سالانه	۰/۱۱*	۰/۰۶
Ltem	لگاریتم متوسط دمای سالانه	۰/۳۱	۰/۳۹
α	عرض از مبدأ	-۵/۲۰***	۰/۹۲
F= ۲/۷۰*	R^2= ۰/۵۲	آزمون ناهمسانی واریانس:	χ^2 = ۰/۷۶
آزمون همبستگی سریالی:	χ^2 = ۰/۷۷	آزمون خطای تصریح:	F= ۲/۴۸

متغیر وابسته لگاریتم مصرف سرانه مواد غذایی خانوار است.
*****، ** و * به‌ترتیب معنادار در سطح ۱، ۵ و ۱۰ درصد**
منبع: یافته های تحقیق

در جدول (۵) ضریب متغیرهای دما (ltem) و درآمد سرانه معنادار (lcrgdp) معنادار نیست. عدم معناداری lcrgdp احتمالا به علت درجه آزادی پایین مدل است. متغیر شاخص قیمت مصرف کننده در سطح خطای ۵ درصد است، بنابراین افزایش تورم باعث کاهش

مصرف مواد غذایی می گردد. به طوری که با افزایش ۱ درصدی سطح عمومی قیمت ها، امنیت غذایی ۰/۰۷ درصد کاهش می یابد. متغیر بارندگی در سطح خطای ۱۰ درصد است، بنابراین افزایش بارش موجب بهبود امنیت غذایی می گردد، زیرا تولید کشاورزی افزایش می یابد و غذای بیشتر در اختیار عامه مردم (به ویژه کشاورزان و روستائیان) قرار می گیرد. با افزایش ۱ درصدی میزان بارندگی سالانه، مصرف غذا ۰/۱۱ درصد افزایش می یابد.

۴-نتیجه‌گیری

بی شک امنیت غذایی از مقوله های مهم برای تضمین زندگی سالم و رفاه آحاد جامعه است. به همین دلیل، از اهمیت و جایگاه ویژه در قانون اساسی برخوردار است. از سوی دیگر، در سالهای اخیر پدیده تغییر اقلیم کشور ایران و استان آذربایجان شرقی را تحت تاثیر قرار داده است و می‌تواند خطراتی را برای امنیت غذایی استان ایجاد کند. بنابراین لازم است آثار این پدیده را بر امنیت غذایی و تولید غذا بررسی کرد. از همین رو، هدف این مطالعه، بررسی « تأثیر تغییرات اقلیم روی تولیدات کشاورزی و امنیت غذایی در استان آذربایجان-شرقی» بود.بدین منظور، دو رگرسیون تصریح شد. رگرسیون اول، بر اساس داده های پانل ۲۰ شهرستان استان در دوره ۹۳-۱۳۸۲، تاثیر اقلیم بر امنیت غذایی را از بعد عرضه مواد غذایی (تولید بخش کشاورزی) نشان می داد. رگرسیون دوم (بر اساس داده های سری زمانی استان در دوره ۹۳-۱۳۷۹) تاثیر اقلیم را بر امنیت غذایی از بعد تقاضای امنیت غذایی (مصرف مواد خوراکی) نشان می‌داد. خلاصه این یافته‌های مطالعه به شرح زیر است:

۱- با افزایش ۱ درصدی سطح زیر کشت آبی و دیم، تولید زراعی در آذربایجان شرقی به ترتیب ۰/۷۷ و ۰/۰۴ درصد افزایش می یابد. بنابراین در کوتاه مدت می توان با افزایش سطح زیر کشت آبی با تولید مواد غذایی بیشتر، امنیت غذایی استان را از طرف عرضه افزایش داد. در مقابل، تاثیر سطح زیر کشت دیم چندان زیاد نیست.

۲- با افزایش ۱ درصدی دمای هوا، میزان تولید محصولات زراعی، ۱/۸۴ درصد کاهش می یابد. لذا، ، تغییرات اقلیمی در این استان می تواند از طریق افزایش دما، امنیت غذایی را از جنبه عرضه غذا تهدید کند.

۳- در کوتاه مدت ممکن است کاهش بارندگی در استان، از طریق جایگزینی کشت دیم با کشت آبی و یا ارتقای تکنولوژی، بر سطح تولید محصولات زراعی تاثیر نداشته باشد اما در بلندمدت، با توجه محدودیت منابع آبی و اهمیت بارندگی برای کشاورزی، ممکن است چنین نباشد.

۴- افزایش تورم موجب کاهش امنیت غذایی از بعد تقاضا می گردد، به طوری که با افزایش ۱ درصدی سطح عمومی قیمت ها، امنیت غذایی ۰/۰۷ درصد کاهش می یابد.

۵- با کاهش یک درصدی میزان بارندگی سالانه، مصرف غذا ۰/۱۱ درصد کاهش می یابد. لذا، تغییرات اقلیمی در این استان می تواند از طریق کاهش بارش، امنیت غذایی را از جنبه مصرف غذا تهدید کند.

با توجه به یافته های مطالعه، می‌توان پیشنهادات زیر را ارائه کرد:

۱- با توجه به تاثیر منفی تورم بر امنیت غذایی، لازم است نرخ تورم در استان هر چه بیشتر کنترل شود.

۲- با توجه به ضریب تاثیر پایین کشت دیم بر تولید زراعی و همچنین احتمالا کاهش بارندگی در اثر تغییر اقلیم، بهتر است در سیاست های امنیت غذایی استان، تکیه کمتری به این نوع کشت‌ها شود.

۳- اگرچه مطالعه نشان داد، کشت آبی می‌تواند نقش آبی در تأمین امنیت غذایی ایفا کند، با توجه به محدودیت منابع آبی، باید به بهره-وری بیشتر آب فکر کرد.

۴- با توجه به اثر منفی افزایش دما بر امنیت غذایی، لازم است سیاست هایی برای جلوگیری از آسیب های افزایش دما (در صورت وقوع احتمالی خشکسالی و تغییر اقلیم) بر امنیت غذایی اندیشیده شود. از جمله این سیاست‌ها می‌تواند توسعه گلخانه‌ها باشد.

۵- با توجه به نوسانات بالای بارش در استان، باید با مدیریت بهینه منابع آب و تخصیص متوازن این منابع بین سال‌ها، از آثار منفی این نوسانات جلوگیری کرد.

منابع

- اسلامی پ. (۱۳۹۰). نقش گازهای گلخانه‌ای ناشی از احتراق سوخت‌های فسیلی در رابطه با تغییر اقلیم.همایش ملی تغییر اقلیم و تأثیر آن بر کشاورزی و محیط زیست. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی. جلد ۲۱، شماره ۷، ص ۷۱-۵۹.
- باقرزاده آذر، ف. رنج پور، ر.کریمی تکانلو، ز. (۱۳۹۵). برآورد و مقایسه وضعیت امنیت غذایی و تأثیر متغیرهای اقتصادی بر آن در استان‌های ایران. نظریه‌های کاربردی استان. جلد ۴، شماره ۳، ص ۷۶-۴۷.
- پرهیزکاری، ا. محمودی، ا. شوکت فدایی، م. (۱۳۹۵). ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر منابع آب در دسترس و تولیدات کشاورزی در حوضه آبخیز شاهرود. تحقیقات اقتصاد کشاورزی. جلد ۹. شماره ۱. ص۵۰-۲۳
- پورعلی حسین، ش. مساح بوانی، ع. (۱۳۹۲). تحلیل مخاطره و ارزیابی اثر تغییر اقلیم بر دما و بارش استان آذربایجان‌شرقی دوره۲۰۲۲-۲۰۱۳. مجله فیزیک زمین و فضا، جلد ۳۹، شماره ۴، ص ۲۰۸-۱۹۱.
- حسین‌زاد، ج. حیاتی، ب. فرنام‌نیا، ه. (۱۳۹۴). تأثیر سیاست‌های کاهش مصرف منابع آب زیرزمینی بر حجم این منابع، درآمد و الگوی کشت کشاورزان در حوزه آبریز دریاچه ارومیه. وزارت علوم، تحقیقات و فناوری. جلد۱۲، شماره ۴۸، ص۸۴-۵۳.
- رضایی مقدم، م. خلیل‌زاده، ک. رستم‌زاده، ه. (۱۳۹۱). ارزیابی کارایی داده های سنجندهMODIS در برآورد خشکسالی (مطالعه موردی: حوضه آبخیز دریاچه ارومیه). مجله جغرافیا و پایداری محیط. جلد ۳، شماره ۵. ص ۵۲-۳۷.
- صالحی کمرودی، م. (۱۳۹۱). تاثیر تجارت خارجی بر رشد ارزش افزوده بخش کشاورزی (مطالعه موردی: کشورهای گروه دی‌هشت). پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تبریز.دانشکده کشاورزی.گروه اقتصاد کشاورزی.
- مؤمنی، س. زیبایی، م. (۱۳۹۳). اثرات بالقوه‌ی تغییر اقلیم بر کشاورزی استان فارس. نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی. جلد۲۷، شماره۳، ص ۱۷۹-۱۶۹.
- Farook, A. Kanan, K. (2014). Climate change impact on Rice in India-vector Autoregression-Approach. Sri Lankan journal of Applied statistic. vol 4,no 15. 3-16.
- Friel, S., Berry, H., Dinh, H., O'Brien, L., & Walls, H. L. (2014). The impact of drought on the association between food security and mental health in a nationally representative Australian sample. BMC Public Health, 14(1), 1102.
- Hadero, T. (2014). The impact of climate change on economic growth: time series evidence from Ethiopia (Doctoral dissertation, Jimma University.
- Karbasi, A., & Sayyadi, C. (2016). Effects of Climate Change on Food Expenditures of Rural Households in Iran. International Journal of Agricultural Management and Development (IJAMAD), 6(1047-2017-1662), 225-233.
- Kumar, A., & Sharma, P. (2013). Impact of climate variation on agricultural productivity and food security in rural India (No. 2013-43). Economics Discussion Papers.
- Mariara, J. Kabara, M. (2014). Climate change and Food security in Kenya. Envirment for Devolopment EFD DP. Vol 81, No 14. 5-15.
- Nwaiwu, I. U. O., Orebiyi, J. S., Ohajianya, D. O., Ibekwe, U. C., Onyeagocha, S. U. O., Henri-Ukoha, A., ... & Tasie, C. M. (2014). The Effects of Climate Change on Agricultural Sustainability in Southeast Nigeria—Implications for Food Security. Asian Journal of Agricultural Extension, Economics & Sociology, 3, 23-36.
- Tong, S., Berry, H. L., Ebi, K., Bambrick, H., Hu, W., Green, D., ... & Butler, C. D. (2016). Climate change, food, water and population health in China. Bulletin of the World Health Organization, 94(10), 759.