تحلیل پیامدهای کوتاه مدت و بلندمدت تغییرات اقلیم بر عملکرد محصول جو آبی (رهیافت حداقل مربعات معمولی پویا)

محمدآقاپورصباغی و جعفر عزیزی[1]

چکیده

با توجه به آثار گسترده و متقابل اقلیم با بخش کشاورزی، امروزه از تغییر اقلیم به عنوان یکی از مهم ترین عوامل موثر بر تولید محصولات کشاورزی یاد میشود. این مطالعه با هدف بررسی اثرات کوتاه مدت و بلندمدت تغییرات اقلیمی بر عملکرد محصول جو آبی در بازه زمانی ۱۳۸۷-۱۳۹۴ انجام گرفت. در این تحقیق از داده های ترکیبی و روش حداقل مربعات معمولی پویا استفاده شده است. نتایج نشان میدهد که بین هر دو پارامتر اقلیمی دما و بارندگی و عملکرد محصول جو آبی یک رابطه غیرخطی در بلندمدت مشاهده میشود. به عبارت دیگر تا نقطه بازگشت دما یعنی ۱۵/۴۸ درجه و نقطه بازگشت بارندگی یعنی ۲۳۹ میلیمتر، افزایش این دو متغیر منجر به افزایش عملکرد محصول و پس از آن کاهش عملکرد را به دنبال خواهد داشت. کشش بلندمدت ۰/۴۱- برای دما نشان میدهد که گرمتر شدن هوای کشور در بلندمدت در نهایت کاهش عملکرد را موجب می شود. همچنین کشش ۰/۱۵ برای بارندگی نشان میدهد که در صورت افزایش بارندگی ها در دوره بلندمدت عملکرد محصول جو آبی افزایش خواهد یافت. توسعه و ترویج کشت واریته های مقاوم به کم آبی، جلوگیری از فعالیت های انسانی که منجر به افزایش دما می گردد و بهبود مدیریت منابع آب از جمله پیشنهادات این تحقیق در جهت جلوگیری از کاهش عملکرد به واسطه تغییرات اقلیمی کشور می باشد.

طبقه بندیJEL : Q54، C23،O13

کلمات کلیدی: داده های ترکیبی، دما، بارندگی، کشاورزی

[1] استادیار گروه مدیریت کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر، دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

مقدمه

در نیم قرن اخیر آب‌و هوا و محیط زیست جهانی دستخوش تغییرات بزرگی شده و افزایش گازهای جاذب گرما در جو زمین، درجه حرارت زمین را افزایش داده است (کوآ و همکاران،۲۰۱۱). تغییرات اقلیم به تغییر رفتاری فرانسجه های آب و هوایی در یک بازه بلندمدت اشاره دارد (استرن،۲۰۰۶) . این تغییرات تحت تاثیر دو عامل بارش و دما است. با تغییر هریک از این عوامل، تغییرات اقلیمی پدید می آید و میتواند بر زندگی انسانها تاثیرگذار باشد(نوروزیان و همکاران،۱۳۹۲). آثار خطرات تغییرات اقلیمی بر حیات بشر تقریبا تمامی جوانب آنرا در بر خواهد گرفت. خشکسالی، بالا امدن سطح آب دریاها، طوفان های سهمگین، کاهش منابع آب شیرین، گرم شدن هوا، بیابان زایی، افزایش بیماریها و مهاجرت از جمله این آثار هستند (خالدی و همکاران،۱۳۹۴). در این میان کشورهای که در مناطق خشک و نیمه خشک قرار دارند، به تغییرات اقلیم بسیار حساس اند (ایفنی،۲۰۱۲). با توجه به آثار گسترده و متقابل اقلیم با بخش های مختلف تولیدی، عوامل زیست محیطی و جوامع انسانی، امروزه از تغییر اقلیم به عنوان یکی از مهم ترین چالش های زیست محیطی قرن بیست و یکم یاد میشود که پیامدهای جدی اقتصادی به دنبال دارد (ردسما و همکاران،۲۰۰۹). در میان محققان در زمینه تغییرپذیرهای آب و هوایی، یک اجماع مشخص در ارتباط با دو موضوع کلیدی وجود دارد. اول اینکه تغییر جهانی اقلیم اتفاق خواهد افتاد و دلیل آن افزایش ۰/۸ درجه ای میانگین دمای زمین از اوایل قرن ۲۰ است که این امر موجب رویدادهای طبیعی مانند طوفان سیکلون، خشکسالی و موج گرما میشود (جایاتیلک و یی یانگ،۲۰۱۴). دومین موضوع، وابسته بودن بخش کشاورزی و تولید مواد غذایی به تغییرات اقلیمی است(گورنال و همکاران،۲۰۱۰). همواره بخش کشاورزی از لحاظ اقتصادی و فیزیکی تحت تاثیر عوامل اقلیمی مانند دما و بارش است و تغییرات در این دو عامل میتواند به شدت عملکرد محصولات کشاورزی را تحت تاثیر قرار دهد (بن زید،۲۰۱۳). از آنجا که پیامدهای تغییرات اقلیمی، نوعی تهدید برای زندگی امروز و نسل های آتی قلمداد می شوند، برای مقابله و سازگاری با آنها نیاز به فهم و شناخت علمی بیش از پیش احساس میشود (صالحی و پازوکی،۱۳۹۳). با توجه به اهمیت بخش کشاورزی در سالهای اخیر بررسی آثار اقتصادی تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی و ارزیابی راهکارهای تطبیق و سازگاری با این پدیده به یکی از موضوعات مورد علاقه اندیشمندان علوم مختلف تبدیل شده است.

پیش بهار و رحیمی (۱۳۹۶) تاثیر سناریوهای اقلیمی و مدیریتی را بر بخش کشاورزی ایران و تخلیه منابع آبی کشور مورد بررسی قرار داده اند. نتایج حاصل از شبیه سازی در این الگو نشان میدهد که روند تولید بخش کشاورزی، جمعیت، تقاضا برای محصولات کشاورزی و واردات در طی ۵۰ سال آینده افزایشی و صادرات بخش کشاورزی کاهش است. همچنین نتایج نشان میدهد که تغییرات اقلیمی باعث افزایش تخلیه منابع آبی و کاهش تولیدات بخش کشاورزی خواهد شد. جلیلی و همکاران (۱۳۹۵) به بررسی اثرات تغییر اقلیم بر منابع آب زیرزمینی دشت اسلام آباد پرداخته

اند. نتایج این مطالعه نشان میدهد که متغیرهای بارش، دمای بیشینه و کمینه و ساعات آفتابی این دشت در دوره های آتی تغییر خواهد کرد و این شرایط بر نیاز آبی و حجم آب در دسترس تاثیر گذاشته و سود حاصل از بهینه سازی محصولات کشاورزی در شرایط تغییر اقلیم نسبت به وضعیت کنونی ۳/۹ درصد کاهش خواهد یافت. اسدپور کردی و همکاران(۱۳۹۵) به بررسی تاثیر بلندمدت و کوتاه مدت تغییر متغیرهای آب و هوایی بر عملکرد پنبه آبی در کشور پرداخته اند. نتایج این تحقیق نشان میدهد که در بلندمدت متغیردما تا پیش از دمای آستانه بازگشت، اثر مثبت و پس از آن اثر منفی بر عملکرد پنبه آبی دارد. در این تحقیق پیشنهاد شده است که به منظور جلوگیری از افزایش دما از دخالت انسان در طبیعت جلوگیری شود. سلطانی و موسوی (۱۳۹۵) به تحلیل ریز مقیاس تغییراتی اقلیمی و اثر آن بر بخش کشاورزی در دشت بهار استان همدان پرداخته اند. نتایج این مطالعه نشان میدهد که همگام با افزایش دما و کاهش بارندگی در این دشت، ارزش افزوده بخش کشاورزی در افق ۲۰۲۰، به میزان ۳۵ میلیارد ریال کاهش می یابد. اما در صورت تعمیم میانگین کشوری این دشت در افق ۲۰۲۰، ارزش افزوده بخش به میزان ۲۱ میلیارد ریال افزایش می یابد. مسعودیان و دارند(۱۳۹۳) شناسایی و تحلیل تغییرات شاخص های اقلیم کشاورزی در ایران را مدنظر قرار داده اند. نتایج این پژوهش بیانگر روند افزایشی شاخص های اقلیم کشاورزی بر روی مناطق پست و کم ارتفاع ایران است، در حالی که بر روی بلندی ها و ارتفاعات به صورت پراکنده روند شاخص ها منفی است. زرعکاری و همکاران (۱۳۹۳) به تحلیل تاثیر تغییر اقلیم بر اقتصاد گندم دیم در خراسان شمالی پرداخته اند. نتایج این مطالعه حاکی از تغییر اقلیم در یک دوره ۳۰ ساله است. همچنین یک رابطه معنی دار بین پارامترهای دما و بارندگی سالانه و عملکرد گندم دیم مشاهده شده است. نوروزیان و همکاران (۱۳۹۲) به تحلیل اقتصادی تغییرات اقلیم برعملکرد پنبه آبی در استانهای کشور پرداخته اند. نتایج نشان میدهد که افزایش دما در طول فصل رشد بر عملکرد پنبه اثر منفی می گذارد. به ازای یک درصد افزایش در درجه دما، عملکرد این محصول به اندازه ۰/۳۸ درصد کاهش خواهد یافت. شکیبا و همکاران (۱۳۸۷) در مطالعه ای به بررسی اثرات احتمالی تغییرات اقلیم بر حوضه آبریز جاجرود پرداختتند. نتایج این تحقیق وجود دوره های کم آبی و پرآبی را درمنطقه مطالعاتی نشان میدهد.

شرستها و همکاران (۲۰۱۶) به بررسی تاثیر تغییر اقلیم بر منابع آب زیرزمینی در کشور ویتنام پرداخته اند. نتایج این تحقیق نشان میدهد که میانگین دما در منطقه مورد تحقیق تا پایان قرن ۲۱، ۴/۵ درجه افزایش خواهد یافت. میزان بارش در ماه های مرطوب افزایش و در ماه های خشک کاهش می یابد. این پدیده های اقلیمی در نهایت به کاهش سطح آب زیرزمینی در منطقه منجر خواهد شد. اسکونهارت و همکاران (۲۰۱۶) به تحلیل اثر تغییر اقلیم بر تولیدات کشاورزی و محیط زیست در کشور اتریش پرداخته اند. نتایج این تحقیق نشان میدهد که اتخاذ سیاست های سازگار با این تغییرات میتواند سوداخالص بخش کشاورزی را افزاش دهد. در حالی که اتخاذ این سیاستها در جهت افزایش

سود بخش کشاورزی به ضرر محیط زیست خواهد بود. الگیده و همکاران(۲۰۱۴) به بررسی رابطه بین رشد اقتصادی و پارامترهای اقلیمی در صحرای آفریقا پرداخته اند. نتایج این مطالعه نشان میدهد که افزایش دما به طور معنی داری عملکرد اقتصادی را کاهش میدهد. جان جوا و همکاران (۲۰۱۴) به تحلیل اثرگذاری پارامترهای اقلیمی بر عملکرد گندم در کشور پاکستان پرداخته اند. نتایج این مطالعه نشان میدهد که تغییرات اقلیمی نتوانسته است بر عملکرد این محصول تاثیر داشته باشد. شایی و همکاران (۲۰۱۵) تاثیر تغییرات اقلیم را بر تولید محصولات سویا و ذرت در کشور چین بررسی کرده اند. نتایج ارتباطی به شکل U واون را تایید می کند. ضرغامی و همکاران (۲۰۱۱) در تحلیلی به ارزیابی سناریوهای مختلف تغییرات اقلیمی در استان آذربایجان شرقی پرداخته اند. نتایج این سناریوها در قالب کاهش ۳ درصدی بارش و افزایش ۲/۳ درجه ای دما حاکی از پیامدهای منفی آن بر منابع آب سطح استان و تبدیل شرایط اقلیمی منطقه از نیمه خشک به خشک است. فرزانه و همکاران (۲۰۱۲) به بررسی اثر تغییرات اقلیم بر هیدرولوژی و منابع آبی در کشور ایران پرداخته اند. نتایج این تحقیق از اثرات نامطلوب تغییرات اقلیمی شامل گرمایش و کاهش بارندگی بر سطح منابع آبی حوزه مورد بررسی حکایت دارد. ایران در پهنه بندی اقلیمی دنیا جز مناطق خشک و نیمه خشک محسوب میشود، داده های اقلیمی و تاریخی هواشنانسی و پیش بینی ها از وضعیت اقلیم کشور، بیانگر وقوع پدیده تغییر اقلیم در دهه های اخیر و ادامه این روند در آینده است(حسینی و همکاران،۱۳۹۲). نتایج شبیه سازی های انجام شده توسط مدلهای گردش عمومی جو (CGM) نشان میدهد که با ادامه روند انتشار گازهای گلخانه ای در کشور، در طی ۱۰۰ سال آینده، دمای هوای کشور به میزان ۳/۵ درجه سانتی گراد افزایش خواهد یافت (سلطانی و موسوی،۱۳۹۵).

جمع بندی مطالعات انجام شده نشان میدهد که بخش کشاورزی با توجه به ماهیت زیست فیزیکی خود به شدت تحت تاثیر شرایط اقلیمی بوده و تغییرات اقلیمی با اثرگذاری بر عملکرد محصولات کشاورزی، موجب بروز نوسان در تولیدات محصولات کشاورزی و در نتیجه رفاه کلی جامعه خواهد شد (حسینی و همکاران،۱۳۹۱). این امر نشان میدهد که با وجود تمامی پیشرفت های علمی و فن آوری در زمینه افزایش عملکرد و تولید محصولات زارعی، کشاورزی به شدت به آب و هوا اقلیم وابسته است(مسعودیان و دارند،۱۳۹۳). لذا تعیین میزان و چگونگی تاثیر تغییرات اقلیمی بر تولید و عملکرد محصولات کشاورزی به ویژه در کشور خشک و نیمه خشکی مانند ایران از اهمیت فراوانی برخوردار می باشد. از این رو در تحقیق حاضر در یک مطالعه موردی، تاثیرات کوتاه مدت و بلندمدت متغیرهای اقلیمی بر عملکرد محصول جو آبی در بازه سالهای ۱۳۹۴-۱۳۷۸ مورد تحلیل قرار گرفته است. گیاه جو یکی از گیاهان تیره غلات است که حدود ده هزار ال پیش توسط انسان در منطقه بین النهرین اهلی شده است (مونزوآماتریان، ۲۰۱۴). این گیاه از نظر تولید جهانی در رتبه چهارم بعد از گندم، برنج و ذرت قرار دارد که بیش از ۱۳۳ میلیون تن جو هر

ساله در جهان تولید میشود(لاهوت و همکاران،۱۳۹۵). در ایران نیز جو یکی از مهم ترین محصولات زراعی است که غیر از استفاده‌ی محدود در برخی غذاها و نان‌ها به‌عنوان مهم‌ترین غذای پرانرژی در خوراک و جیره‌ی دام‌ها اعم از طیور، گاو و گوسفند و شیلات بوده و به‌طور کلی اهمیت خاصی در دامپروری دارد. در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ سطح کشتی بالغ بر ۱۷۵۹ هزار هکتار داشته است. این میزان سطح زیر کشت تولیدی بالغ بر ۳۷۲۴ هزار تن را موجب شده است. این محصول بعد از گندم بیشترین سطح زیرکشت را در بین محصولات زارعی به خود اختصاص داده است به گونه ای که حدود ۱۵ درصد سطح زیرکشت محصولات زارعی را به خود اختصاص داده است.

روش تحقیق

تابع تولید، ارتباط بین نهاده مصرفی و محصول تولید شده را در سطوح مختلف مصرف نهاده نشان میدهد.

$$(X^1, X^2, X^3) \qquad (1) Y = f$$

در رابطه فوقY مقدار تولید، X^1 بردار نهادهای تولید قابل مدیریت مانند نیروی انسانی، ماشین الات، بذر می باشد. X^2 بردار نهاده های تولیدی غیر قابل کنترل مانند عوامل اقلیمی (بارش و دما و ..) و X^3 بیانگر سطح فناوری می باشد. با در نظر گرفتن این فرم از تابع تولید امکان بررسی عوامل تغییر اقلیمی بر میزان تولید بخش کشاورزی امکان پذیر خواهد بود. با توجه به تعریف تغییرات اقلیمی که یک مفهوم بلندمدت و در طی زمان است،در این تحقیق از روش حداقل مربعات معمولی پویا جهت بررسی رابطه بین عملکرد محصول جو آبی و تغییرات اقلیمی استفاده شده است. این روش مبتنی بر داده های پانل است که اولین بار توسط واتسون (۱۹۹۳) مطرح شده است. در این روش امکان برآورد بردار هم انباشتگی در نمونه های کوچک نیز وجود دارد و نسبت به سایر روشهای مورد استفاده در این زمینه بیشترین کارایی را دارد (کائو،۲۰۰۰). الگوی مورد استفاده در این روش به صورت زیر است :

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta X_{it} + \sum_{j=1}^{p} \gamma_j \Delta X_{i,t-j} + \sum_{j=1}^{p} \delta_j \Delta X_{i,t+j} + u_{it} \qquad (2)$$

در رابطه فوقX نهاده های قابل کنترل و غیر قابل کنترل، Y میزان عملکرد محصول جو آبی، P نشان دهنده دورهای آتی و گذشته، γ_j و δ_j ضرایب برآوردی و u_{it} جزء اخلال می باشد. در این الگو رابطه کوتاه مدت نیز از رابطه زیر قابل محاسبه می باشد (مهرآرا و همکاران،۱۳۹۰):

$$\Delta y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \Delta X_{it-1} + \beta_n \Delta X_{it-1} + \cdots + \Delta y_{it-1} + \emptyset u_{it-1} \qquad (3)$$

در رابطه فوق Δ تفاضل مرتبه اول،$\emptyset$ ضریب تصحیح خطا (میزان تعدیل هر دوره و نزدیک شدن به حالت تعادلی بلندمدت را نشان میدهد) و u_{it-1} عدم تعادل دوره پیش را نشان میدهد. علامت منفی بر ای ضریب $\emptyset$ حاکی از حرکت الگو به سمت یک رابطه تعادلی بلندمدت است. به منظور بررسی دقیق تر تغییرات اقلیمی بر عملکرد محصول جو علاوه بر متغیرهای بارش و درجه حرارت توان دوم آنها زیر مورد استفاده قرار گرفته است :

$$Ly_{it} = F(Llab_{it}, Lfert_{it}, Lseed_{it}, Lchim_{it}, Ltemp_{it}, Ltemp_{it}^2, Lrain_{it}, Lrain_{it}^2) \quad (4)$$

در رابطه فوق $Llab_{it}$ بیانگر لگاریتم نیروی کار، $Lfert_{it}$ لگاریتم کود حیوانی،$Lseed_{it}$ لگاریتم بذر، $Lchim_{it}$ لگاریتم کودشیمایی ،$Ltemp_{it}$ لگاریتم درجه حرارت، $Ltemp_{it}^2$ لگاریتم توان دوم درجه حرارت،$Lrain_{it}$ لگاریتم بارندگی، $Lrain_{it}^2$ لگاریتم درجه دوم بارندگی می باشد. برای محاسبه نقاط بیشینه و کمینه در الگوی لگاریتمی برای متغیرهای اقلیمی از رابطه زیر استفاده شده است:

$$T = exp\left(\frac{-\alpha_1}{2\alpha_2}\right) \quad (5)$$

در رابطه فوق T نشان دهنده نقاط حداکثر یا حداقل متغیرهای اقلیمی، α_1ضریب توان اول متغیرهای اقلیمی وα_2 ضریب توان دوم این متغیرها می باشد. اطلاعات نهاده های تولید و عملکرد با استفاده از امارنامه های جهاد کشاورزی و اطلاعات متغیرهای بارندگی و دما از سایت سازمان هواشناسی کشور در بازه زمانی ۱۳۹۴-۱۳۷۸ برای استان های کشور حاصل شده است. لازم به توضیح است در این تحقیق اطلاعات سه استان خراسان شمالی، جنوبی و رضوی به صورت مجموع تحت عنوان خراسان استفاده شده است و همچنین اطلاعات استان البرز نیز با آمار استان تهران ادغام گردیده است.

نتایج

در جدول (۱)، ویژگی آماری متغیرهای مورد استفاده در تحقیق در قالب مقادیر حداقل، حداکثر، و میانگین ارائه شده است.

جدول ۱.مشخصات آماری متغیرهای وارد شده در الگو برای محصول جو آبی

متغیر	حداقل	میانگین	حداکثر
عملکرد(کیلوگرم در هکتار)	۵۸۳	۲۶۴۷/۱۸	۶۳۴۸
بذرمصرفی(کیلوگرم در هکتار)	۹۶	۱۹۶/۳۵	۳۰۹
کودحیوانی(کیلوگرم در هکتار)	۴۸	۶۵۷/۲۶	۴۱۰۰
کودشیمیایی(کیلوگرم درهکتار)	۶۸	۲۶۱/۹۵	۴۴۵
نیروی کار(نفرروزکار درهکتار)	۳	۷/۷۴	۲۳
میانگین دما (درجه سانتی گراد)	۱۰/۹	۱۷/۳۳	۲۷/۸
مجموع بارش سالانه (میلیمتر)	۳۳/۴	۲۲۸/۳۴	۶۰۸/۲

ماخذ: یافته های تحقیق

در بازه مورد تحقیق میانگین عملکرد ۲۶۰۰ کیلوگرم در هکتار می باشد. حداکثر عملکرد برابر با ۶۳۴۸ کیلوگرم در هکتار می باشد که مربوط به استان کرمانشاه می باشد. حداقل عملکرد نیز حدود ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار می باشد که مربوط به استان کهگیلویه و بویراحمد است. میانگین نیروی کار در هکتار جو برابر با ۷/۷ نفر میباشد. حداقل نیروی کار در هکتار جو برابر با ۳ نفر مربوط به استان گیلان و حداکثر ان برابر با ۲۳ نفر مربوط به استان اردبیل می باشد. میانگین مصرف کودشیمایی در هر هکتار برابر با ۲۶۲ کیلوگرم می باشد که حداقلی برابر با ۶۸ کیلوگرم در استان کردستان و حداکثری برابر با ۴۴۵ کیلوگرم در استان یزد داشته است. میانگین مصرف کودحیوانی در هر هکتار جو کشور برابر با ۶۵۷ کیلوگرم بوده است که حداقل ان برابر با ۴۸ کیلوگرم در استان سیستان وبلوچستان و حداکثر آن برابر با ۴۱۰۰ کیلوگرم در استان قزوین بوده است. میانگین بذر مصرفی در ارتباط با محصول جو در دوره مورد تحقیق برابر با ۱۹۶ کیلوگرم بوده است. حداقل بذر مصرفی معادل ۹۶ کیلوگرم در استان گیلان و حداکثر آن معادل ۳۰۹ کیلوگرم در استان چهارمحال وبختیاری مورد استفاده قرار گرفته است. میانگین دمای سالانه در دوره مورد تحقیق برابر حدود ۱۷/۳ درجه سانتی گراد بوده است. حداقل دما معادل ۱۱ درجه سانتی گراد مربوط به استان اردبیل و حداکثر ان معادل۲۷/۸ درجه سانتی گراد مربوط به استان هرمزگان می باشد. میانگین بارش سالانه برابر با ۲۲۸ میلیمتر بوده است که حداقلی معادل ۳۳ میلیمتر در استان ایلام و حداکثری معادل ۶۰۸ میلیمتر در استان گیلان داشته است. با توجه به استفاده از اطلاعات پانل در تحقیق حاضر ابتدا لازم است ایستایی متغیرها مورد بررسی قرار گیرد.

جدول ۲. نتایج آزمون ریشه واحد متغیرها در سطح

متغیر	آزمون لوین		آزمون ایم و پسران	
	آماره t	سطح احتمال	آمارهt	سطح احتمال
عملکرد	۰/۳۴	۰/۶۶	۰/۸۷	۰/۶۹
بذر	-۱/۹۴	۰/۰۲	-۱/۹۶	۰/۰۲
کودحیوانی	-۱/۸۹	۰/۰۵	-۱/۹۳	۰/۰۱
کودشیمایی	۰/۲۵	۰/۶۶	-۱/۳۴	۰/۳۳
نیروی کار	۰/۷۶	۰/۴۱	-۰/۹۳	۰/۳۸
بارندگی	۰/۳۶	۰/۴۵	-۱/۰۶	۰/۴۵
درجه دوم بارندگی	۰/۳۷	۰/۴۵	-۱/۰۸	۰/۴۲
دما	-۱/۵۶	۰/۱۱	-۱/۴۴	۰/۱۳
درجه دوم دما	-۱/۵۷	۰/۱۱	-۱/۴۸	۰/۱۴

ماخذ: یافته های تحقیق

همانگونه که در جدول فوق ملاحظه می‌شود به غیر از متغیرهای کود حیوانی و بذر که در سطح ایستا هستند، سایر متغیر در سطح ایستا نمی باشند و لازم است برای ایستا کردن این متغیرها از تفاضل مرتبه اول آنها استفاده شود.

جدول ۳. نتایج آزمون ریشه واحد متغیرها در تفاضل اول

متغیر	آزمون لوین		آزمون ایم و پسران	
	آماره t	سطح احتمال	آمارهt	سطح احتمال
عملکرد	-۴/۱۶	۰/۰۰۰	-۶/۱۲	۰/۰۰۰
کودشیمایی	-۲/۳۴	۰/۰۰۰	-۳/۱۳	۰/۰۰۰
نیروی کار	-۱/۹۵	۰/۰۱	-۲/۲۸	۰/۰۰۰
بارندگی	-۵/۵۶	۰/۰۰۰	-۶/۱۲	۰/۰۰۰
درجه دوم بارندگی	-۵/۵۹	۰/۰۰۰	-۶/۱۸	۰/۰۰۰
دما	-۳/۳۶	۰/۰۰۰	-۳/۸۸	۰/۰۰۰
درجه دوم دما	-۳/۳۷	۰/۰۰۰	-۳/۸۸	۰/۰۰۰

ماخذ: یافته های تحقیق

ملاحظه میشود تمامی متغیرها پس از تفاضل گیری مرتبه اول، ایستا شده اند. با توجه به ایستایی برخی متغیرها در تفاضل اول لازم است تا جهت برآورد الگو، وجود رابطه بلندمدت از طریق آزمون هم انباشتگی مورد بررسی قرار گیرد. استفاده از آزمون کائو و معنی داری آن نشان میدهد که فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود رابطه بلندمدت میان متغیر

وابسته و متغیرهای توضیحی قابل رد کردن می باشد، لذا میتوان از روش حداقل مربعات معمولی پویا جهت استخراج الگوهای بلندمدت و کوتاه مدت در ارتباط با عملکرد بلندمدت و کوتاه مدت محصول جو آبی استفاده کرد.

جدول ۴. نتایج حاصله از تخمین مدل به روش DOLS

متغیر	ضریب	انحراف معیار	آماره T
$lseed_{it}$	۰/۲۴	۰/۱۱	۲/۱۷
$lfert_{it}$	-۰/۲۳	۰/۲۶	۰/۸۷
$lchim_{it}$	-۰/۴۱	۰/۱۷	-۲/۴۴
lab_{it}	۰/۲۸	۰/۰۴۱	۶/۷۸
$lrain_{it}$	۱۷/۴۳	۸/۹۸	۱/۹۴
$lrain_{it}^2$	-۱/۵۹	۰/۷۸	-۲/۰۲
$ltem_{it}$	۸/۰۷	۲/۹۵	۲/۷۳
$ltem_{it}^2$	-۱/۴۷	۰/۵۹	۲/۴۸
F=56/33	$\overline{R^2} = 0.85$	R2=0.88	D.W=1.98

ماخذ: یافته های تحقیق

یافته ها نشان می دهد تمامی متغیرها به جز متغیر کود حیوانی اثر معنی‌داری بر عملکرد محصول جو آبی داشته اند. برای متغیر لگاریتم دما ضریب مثبت و برای متغیر درجه دوم این متغیر ضریب منفی حاصل شده است که نشان از یک رابطه غیرخطی یعنی U وارون بین درجه دما و عملکرد محصول جو آبی در کشور می باشد. به عبارت دیگر تا نقطه بازگشت دما، افزایش دمای کشور میتواند اثر مثبت بر عملکرد محصول جو ابی داشته باشد ولی بعد از این نقطه افزایش دما موجب کاهش عملکرد خواهد شد. با توجه به ضرایب حاصله برای متغیرهای دما و درجه دوم آن نقطه بازگشت برای محصول جو آبی برابر با ۱۵/۴۸ درجه سانتیگراد حاصل شده است بدین معنی که تا این نقطه افزایش دما منجر به افزایش عملکرد محصول و پس از این نقطه افزایش دما، کاهش عملکرد را موجب می شود. کشش متغیر دما نیز برابر با ۰/۴۱- می باشد. بدین معنی که در حالت کلی افزایش یک درصدی دما (در حدود ۰/۱۷ درجه سانتی گراد) میتواند کاهش ۰/۴۱ درصدی در عملکرد محصول جو را به دنبال داشته باشد. رفتار مشابه در ارتباط با متغیر بارندگی ملاحظه می‌گردد، بدین معنی که برای متغیر بارندگی ضریب مثبت و برای متغیر درجه دوم آن ضریب منفی حاصل شده است. این امر نشان میدهد که افزایش بارندگی تا ۲۳۹ میلیمتر (نقطه بازگشت) میتواند افزایش عملکرد و بعد از این نقطه کاهش عملکرد را بدنبال خواهد داشت. کشش متغیر بارندگی نیز برابر با ۰/۱۵ حاصل شده است که نشان میدهد در بلندمدت افزایش یک درصدی در میزان بارندگی (در حدود ۲/۳ میلی متری) میتواند عملکرد

محصول جو را به میزان ۰/۱۵ درصد افزایش دهد. در مطالعه حاضر کشش ۰/۴۱ با علامت منفی برای کودشیمایی نشان دهنده مصرف بیش از اندازه بهینه (ناحیه سوم تولیدی) این نهاده توسط کشاورزان می باشد. برای دو نهاده بذر و نیروی کار نیز کشش های مثبت و کوچکتر از یک ۰/۲۴ و ۰/۲۸ حاصل شده است که بیانگر مصرف این دو نهاده در ناحیه بهینه تولید(ناحیه دوم) می باشد. مقدار آماره R2 نشان میدهد متغیرهای وارد شده می توانند ۸۸ درصد تغییرات عملکردی در محصول جو آبی را توضیح دهند. معنی داری آزمون F نیز حاکی از معنی داری کل الگوی برآورد شده می باشد.

جدول ۵.نتایج حاصل از تخمین الگوی کوتاه مدت

متغیر	ضریب	انحراف معیار	آمارهT
c	۱/۳۳	۱/۵۲	۰/۸۷
$\Delta lseed_{it}$	۰/۲۱	۰/۰۸۶	۲/۴۴
$\Delta lfert_{it}$	-۰/۳۵	۰/۲۸	-۱/۲۳
$\Delta lchim_{it}$	-۰/۱۸	۰/۰۷۸	-۲/۲۹
Δlab_{it}	۰/۱۷	۰/۰۵۱	۳/۳۳
$\Delta lrain_{it}$	۰/۱۶	۰/۰۸۲	۱/۹۳
$\Delta lrain_{it}^2$	-۰/۰۴	۰/۱۸	-۰/۲۲
$\Delta ltem_{it}$	-۳/۴	۱/۴۷	-۲/۳
$\Delta ltem_{it}^2$	۰/۹۱	۰/۷۷	۱/۱۸
$\Delta lseed_{it-1}$	-۰/۳۴	۰/۲۹	-۱/۱۷
$\Delta lfert_{it-1}$	۰/۱۴	۰/۰۴	۳/۴۴
$\Delta lchim_{it-1}$	-۱/۱۲	۱/۴	۰/۸
Δlab_{it-1}	۰/۱۴	۰/۱۰۵	۱/۳۳
$\Delta lrain_{it-1}$	۰/۴۵	۰/۲۱۳	۲/۱۱
$\Delta lrain_{it-1}^2$	-۰/۰۳	۰/۰۲۷	۱/۱
$\Delta ltem_{it-1}$	-۱/۱۲	۰/۹۴	-۱/۱۸
$\Delta ltem_{it-1}^2$	۰/۰۱۳	۰/۰۰۹	۱/۴۴
Δly_{it-1}	-۰/۲۳	۰/۰۹۲	-۲/۴۸
u_{it-1}	-۰/۳۸	۰/۱۵۸	-۲/۳۹
F=66/74	$\overline{R^2} = 0.98$	R2=0.91	D.W=2.01

ماخذ: یافته های تحقیق

در الگوی کوتاه مدت برآورد شده نیز مشخص است که متغیرهای بارندگی، بذر، نیروی کار اثر مثبت و متغیرهای دما و کودشیمایی اثر منفی بر عملکرد محصول جو آبی داشته اند. این امر نشان میدهد که در کوتاه مدت بین بارندگی و

عمکرد یک رابطه خطی مثبت و بین دما و عملکرد یک رابطه خطی منفی وجود دارد. همچنین تاثیر مثبت وقفه متغیرهای بارندگی نیز مورد تایید قرار گرفته است. برای وقفه عملکرد نیز ضریب ۰/۲۳ حاصل شده است که نشان میدهد افزایش عملکرد در هر دوره میتواند عملکرد دوره بعد را کاهش دهد. ضریب تعدیل این الگو نیز برابر با ۰/۳۸- حاصل شده است که نشان میدهد در هر دوره ۰/۳۸ درصد از اختلاف متغیرها با تعادل بلندمدت تعدیل خواهد شد.

بحث و نتیجه گیری

با توجه به تغییرات شرایط اقلیمی کشور و تاثیرپذیری عملکرد محصولات کشاورزی در مطالعه حاضر، رابطه کوتاه مدت و بلندمدت بین عملکرد جو آبی و متغیرهای اقلیمی دما و بارندگی در سطح استان های کشور مورد مطالعه قرار گرفته است. نتایج نشان میدهد که در ارتباط با هر دو متغیر دما و بارندگی وجود یک رابطه غیرخطی بلندمدت بین متغیرهای اقلیمی و عملکرد مورد تایید می باشد. این رابطه غیر خطی (U معکوس) در مطالعات مختلف مانند شایی و همکاران(۲۰۱۵)، اسدپورکردی و همکاران(۱۳۹۵)، بنی اسد (۱۳۹۱)، واثقی و اسماعیلی(۱۳۸۷) نیز حاصل شده است. این امر بدین معنی است که در بلندمدت افزایش این دو عامل تا نقطه بازگشت میتواند افزایش و پس از آن به کاهش عملکرد محصول جو آبی در کشور منجر شود.

کشش ۰/۴۱ حاصله برای متغیر دما نشان میدهد که یک درصد افزایش در میانگین دمای سالانه (حدود ۰/۱۷ درجه سانتی گراد) باعث کاهش عملکرد پنبه از ۲۶۴۷/۱۸ کیلوگرم در هکتار به ۲۶۳۶/۳ در حدود(۱۰/۸۵ کیلوگرم در هکتار) خواهد شد. این نتیجه در مطالعه رحمانی و همکاران (۱۳۹۴)، نوروزیان و همکاران(۱۳۹۲) نیز مورد تایید قرار گرفته است. چرا که افزایش درجه حرارت در شرایط اقلیمی آینده باعث کوتاه تر شدن قابل توجه طول دوره رسیدگی(سبزشدن تا رسیدگی) در محصول جو و در نتیجه کاهش عملکرد خواهد شد. مطابق مطالعه کوچکی و همکاران(۲۰۰۱) بیشترین تاثیر تغییر اقلیم ناشی از افزایش درجه حرارت بر کاهش طول دوره رشد ناشی از کاهش طول دوره رویشی(کاشت تا گرده افشانی) بوده و شرایط آتی مرحله زایشی را کمتر تحت تاثیر قرار میدهد. نقطه حداکثر دما برای جو آبی برابر با ۱۵/۴۸ درجه سانتی گراد حاصل شده است که نشان میدهد افزایش دما تا این میزان منجر به افزایش عملکرد و پس از آن کاهش عملکرد را بدنبال خواهد داشت. با توجه به اینکه میانگین دمای سالانه کشور(۱۷/۳۳ درجه سانتی گراد)، بیش از دمای بیشینه می باشد، مطابق انتظار عملکرد در استانهای سردسیر مانند آذربایجان شرقی و غربی، کردستان و کرمانشاه بیشتر از استانهای گرمسیری مانند خوزستان، سیستان و بلوچستان و کرمان می باشد.

کشش ۰/۱۵ برای متغیر بارندگی نشان می دهد که یک درصد افزایش در میانگین بارندگی سالانه (حدود ۲/۲۸ میلیمتر)، باعث افزایش عملکرد محصول جو آبی از ۲۶۴۷/۱۸ کیلوگرم در هکتار به ۲۶۴۳/۲ کیلوگرم در هکتار(در حدود ۳/۹۷ کیلوگرم در هکتار) خواهد شد. این اثر مثبت در مطاله جان جوا و همکاران (۲۰۱۴) نیز حاصل شده است. نقطه حداکثر بارش برابر با ۲۳۹ میلیمتری نشان میدهد افزایش مجموع بارندگی سالانه بیش از این مقدار میتواند

منجر به کاهش عملکرد گردد. با کوتاه تر شدن طول دوره رشد جو آبی به موازات افزایش دما، میزان نیاز واقعی محصول در کل دوره رشد کاهش می یابد. با توجه به اینکه عمدتا بارشها در فصل پاییز و زمستان مطابق دوره رویش صورت می گیرد، اگر در این دوره آب زیادی به گیاه داده شود، نه تنها آب مصرف شده به هدر می رود، بلکه مقداری از کودهای شیمیایی و حیوانی محصول که خاک داده شده شسته شده و از دسترس ریشه ها خارج می گردد که منجر به کاهش عملکرد خواهد شد (امام،۲۰۰۷). تحلیل روند تغییرات اقلیمی کشور نشان میدهد که کاهش میزان بارندگی ها و افزایش درجه حرارت نسبت به متوسط خود در بلندمدت، از جمله عواملی هستند که بر عملکرد بلندمدت محصول جو آبی در کشور تاثیر منفی خواهند داشت. لذا لازم است تدابیر لازم در جهت مقابله با پیامدهای منفی تغییرات اقلیمی در کشور مورد توجه قرار گیرند. استفاده از واریته های مقاوم به خشکی، ترویج و گسترش واریته های مقاوم به کم آبی، جلوگیری از فعالیت های انسانی که منجر به افزایش دما می گردد و بهبود مدیریت منابع آب در کشور از جمله راهکارهای پیشنهادی در جهت کاهش اثرات منفی تغییرات اقلیمی در بازه بلندمدت در کشور می باشد.

منابع

۱. اسدپورکردی، مریم.، امیرنژاد، حمید.، مجاوریان، مجتبی. ۱۳۹۵. بررسی تاثیر بلندمدت و کوتاه مدت تغییر متغیرهای آب و هوایی بر عملکرد پنبه آبی، اقتصاد کشاورزی، جلد ۱۰، شماره ۲: ۱۲۹-۱۱۱.

۲. بنی اسد، ف. ۱۳۹۱. بررسی تاثیرات اقتصادی تغییر اقلیم بر گندم کاران خراسان رضوی، پایان نامه کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۷.

۳. بی نام، آمارنامه های مختلف وزارت جهاد کشاورزی.

۴. رحمانی، میترا.، جامی الاحمدی، مجید.، شهیدی، علی.، هادی زاده ازغندی، مصطفی. ۱۳۹۴. تاثیر تغییر اقلیم بر طول مراحل رشد ونیاز آبی گندم و جو (مطالعه موردی دشت بیرجند)، نشریه بوم شناسی کشاورزی، جلد۷، شماره ۴: ۴۶۰-۴۴۳.

۵. زرعکانی، ف.، کمالی، غ.، چیذری، الف. ۱۳۹۳. تاثیر تغییر اقلیم بر اقتصاد گندم دیم (مطالعه موردی خراسان شمالی)، نشریه بوم شناسی کشاورزی، ۲(۱): ۳۰۱-۳۱۰.

۶. پیش بهار، اسماعیل.، رحیمی، جلال. ۱۳۹۶. تاثیر سناریوهای اقلیمی و مدیریتی بر بخش کشاورزی و تخلیه منابع آبی در ایران. کاربرد الگوی پویایی های سیستم، نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی، جلد ۳۱، شماره ۱، ۹۴-۳۷.

۷. جلیلی، خلیل.، مرادی، حمیدرضا، مرادی.، بزرگ حداد، امید. ۱۳۹۵. بررسی اثرات تغییر اقلیم بر منابع آب زیرزمینی دشت اسلام اباد و بهینه سازی تخصیص سطح اراضی ان، مجله علمی – پژوهشی مهندسی اکوسیستم بیابان، سال پنجم، شماره یازدهم، ۱۳۱-۱۱۷.

۸. خالدی، فخرالدین. زرافشانی، کیومرث.، میرک زاده، علی اصغر.، شرفی، لیدا. ۱۳۹۴. بررسی عوامل موثر بر توان سازگاری کشاورزان برابر تغییرات اقلیم مطالعه موردی: گندم کاران شهرستان سرپل ذهاب، استان کرمانشاه، پژوهش های روستایی، دوره ۶، شماره ۳: ۶۷۸-۶۵۵.

۹. حسینی، سیدصفدر.، نظری، رضا.، عراقی نژاد، شاهین. ۱۳۹۲. بررسی اثر تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی با تاکید بر نقش به کارگیری راهبردهای تطبیق در این بخش ، مجله تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران، ۴۴(۱): ۱-۱۶.

۱۰. سلطانی، شیوا.، موسوی، حبیب الله. ۱۳۹۵. تحلیل ریز مقیاس ماهیت تغییرپذیرهای اقلیم و تعیین سناریوهای اقلیمی بخش کشاورزی در دشت همدان –بهار، اقتصاد کشاورزی، جلد۱۰، شماره ۳: ۱۷۴-۱۵۵.

۱۱. شکیبا،ع.، باهک،ب.، متوریان، ز. ۱۳۸۷. اثرات تغییرات بارندگی بر روی جریانات آب های سطح و دائمی استان تهران: مطالعه موردی رودخانه جاجرود، مجله چشم انداز جغرافیایی، ۳(۷): ۱۳۴-۱۱۱.

۱۲. صالحی، ص.، پازوکی نژاد، ۱۳۹۳. تحلیل جامعه شناختی مقابله کشاورزان با آثار زیان بار تغییرات آب و هوا (مطالعه موردی: شهرستان بابلسر)، پژوهش های روستایی، دوره ۵، شماره ۲: ۳۷۴-۳۵۵.

۱۳. مهرآرا، م.، شرزه ای، غلامعلی.، محقق، محمد. ۱۳۹۰. بررسی رابطه کیفیت محیط زیست و هزینه های بخش شلامت در کشورهای درحال توسعه، مجله مدیریت سلامت ۱(۴۶): ۷۹-۸۸.

۱۴. نوروزیان، محمد.، صبوحی،محمود.، پرهیزکاری، ابوذر. ۱۳۹۲. تحلیل اقتصادی تغییرات اقلیم بر عملکرد پنبه آبی در استان های منتخب. نشریه هواشناسی کشاورزی، جلد۲، شماره۱: ۷۹-۷۳.

۱۵. واثقی، ا.، اسماعیلی، ع. ۱۳۸۷. بررسی تاثیرات اقتصادی تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی ایران: روش ریکاردین (مطالعه موردی گندم)، علوم آب و خاک، ۴۵: ۶۹۶-۶۸۵.

۱۶. لاهوت، فرزان.، زین العابدینی، مهرشاد.، کریمی، جابر.، شهبازی، مریم.، صادق زاده، بهزاد. ۱۳۹۵. ارزیابی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ های ایرانی و غیرایرانی جو ، مجله علمی – پژوهشی زیست فناوری گیاهان زارعی، سال ششم، شماره ۱۵: ۳۵-۲۳.

۱۷. مسعودیان، ابوالفضل، دارند،محمد. ۱۳۹۳. شناسایی و تحلی تغییرات شاخص های اقلیم کشاورزی ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال ۲۹ (۲): ۳۹-۵۰.

18. Aditya R, K., Ashok K, M. and Madhusudan, B. (2014) Weather Risk and Cropping Intensity: A Non-Stationary and Dynamic Panel Modeling Approach. Selected Paper prepared for presentation at the Agricultural & Applied Economics
19. Alagidede, P., Adu, G. and Frimpong, P. B. (2014)The effect of climatechange on economic, Growth, Evidence from Sub-Saharan Africa.World Institute for Development Economics Research. WIDER Working Paper 017, United Nations University, UNU-WIDER, wider. unu. edu.
20. Ben Zaied, Y. (2013) Long Run Versus Short Run Analysis of Climate Change Impacts on Agriculture. Working Paper 808, December 2013.
21. Cao, L., Zhang, Y., Shi, Y., 2011. Climate change effect on hydrological processes over
22. the Yangtze River basin. Quaternary International. 244: 202-210.

23. Emam, Y.2007. Cereal production. The third Ed. Shiraz university Press. Shiraz, Iran. 199.

24. Farzaneh, M.R., Eslamian, S., Samadi, Z., Akbarpour, A., 2012. An appropriate general
25. circulation model to investigate climate change impact, International Journal of Hydrology
26. Science and Technology, 2(1):34-47.
27. Gornall, J., Betts, R., Burke, E., Robin, C., Joanne, C., Kate, W. andWiltshire, A., (2010) Implications of climate change for agricultural productivity in the early twenty-first century. Phil. Trans. B 365 (1554),
28. 2973–2989.
29. Ifeanyi-obi C.C., Etuk U.R. & Jike-wai O., 2012, Climate Change, Effects and Adaptation Strategies; Implication for Agricultural Extension System in Nigeria, Greener Journal of Agricultural Sciences, ISSN: 2276-7770, 2 (2), PP. 053-060.
30. Kao, C. and Chiang, M. (2000) On the Estimation and Inference of a Cointegrated Regression in Panel Data. Advances in Econometrics,15: 179– 222.
31. Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Sharifi, H.R., Zand, E. 2001. A simulation study for growth, phenology and yield of wheat cultivation under doubled CO2 concentration in Mashhad condition 6(2): 117-127.
32. Janjua, P.Z., Samad, G. and Khan, N. (2014) Climate Change and WheatProduction in Pakistan; autoregressive distributed lag approach, NJAS – Wageningen Journal of Life Sciences, 68; 13-19.
33. Jayatilleke S, B. and Yiyong, C. (2014) The impact of climate change on food crop productivity, food prices and food security in South Asia.Economic Analysis and Policy, 44:451-465.
34. Munzo- Amatriain , M., Cusesta- Marcos, A., Endelman, JB.2014. The USDA barely core collection: genetic diversity, population structure and potential for genome- wide association studies: Plos One 9(4): 23-34.
35. Redsma, P., Lansink, A. O., Ewert, F., (2009). Economic impacts of climatic variability and subsidies on European agriculture and observed adaptation strategies. *Mitig Adapt Strateg Glob Change.* 14: 35-59.
36. Schönhart, M., Schauppenlehner, T., Kuttner, M., Kirchner, M., Schmid, E., 2016. Climate change impacts on farm production, landscape appearance, and the environment: Policy scenario results from an integrated field-farm-landscape model in Austria, Agricultural Systems. 145:39–50.

37. Shuai, C. , Xiaoguang, C. and , Jintao, X. (2015) Impacts of climate change on agriculture: Evidence from China. Journalof Environmental Economics and Management, Volume null, Issue null, Page null.

38. Shrestha, S., Bach, T.V., Pandey, V.P., 2016. Climate change impacts on groundwater resources in Mekong Delta under representative concentration pathways (RCPs) scenarios. Environmental Science & Policy. 61:1–13.

39. Stern, N. (2006) Review on the economics of climate change. HM Treasury, London.
40. Williams, A. G. (1991) Modeling future climates: From GCMs to statistical downscaling approaches. University of Toronto, Scarborough.

41. Zarghami, M., Abdi, A., Babaeian, I., Hasanzadeh, Y. & Kanani, R. (2011) Impact of climate change on runoff in east Azerbaijan, Iran. Global and Planetary Change, 78(3): 137-146.