بررسی اثرات اقتصادی نوسانات اقلیمی برآب مصرفی و تولید محصول گندم در استان خوزستان

نرگس ظهرابی*[1] ، نصره حمادی[2]، رضا مقدسی[3]

1) استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان،گروه آبیاری،خوزستان ،ایران.

2)کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان،گروه اقتصاد کشاورزی، خوزستان ،ایران.

3) دانشیار ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران گروه اقتصاد کشاورزی،تهران،ایران.

*** نویسنده مسئول:** Nasreh.hemadi@gmail.com

تاریخ دریافت: 91/1/15 **تاریخ پذیرش:**91/3/30

چکیده:

در این تحقیق، تغییر در پارامترهای اقلیمی دما و بارش و تغییرات کمی آن‌ها برای منطقه خوزستان مورد مطالعه قرار گرفت. سپس اثر اقتصادی آنها بر آب مصرفی و همچنین بر درآمد خالص محصول گندم با بکارگیری روش ریکاردین بررسی شد. داده‌های سری زمانی دما و بارش دوره (1388- 1345) در سه منطقه دزفول، اهواز و شادگان مورد استفاده قرار گرفت. نتایج تحلیل آماری با استفاده از آزمون من کندال نشان داد که روند در سری زمانی درجه حرارت به صورت افزایشی است. اما روند در سری زمانی بارش برای منطقه اهواز کاهشی بوده، در منطقه دزفول وجود روند تایید نگردید و برای ایستگاه شادگان روند کاهشی ضعیف دیده شد. افزایش نیاز آبی محصول گندم برای منطقه دزفول، اهواز و شادگان به ترتیب برابر 2106، 2500 و 3129 متر مکعب و به طور متوسط برابر 31% در 100 سال می‌باشد. کاهش بازده سالانه این محصول در اثر افزایش نیاز آب ناشی از نوسانات اقلیمی نیز برای منطقه دزفول، اهواز و شادگان به ترتیب برابر 24587، 19291 و 18360 ریال می‌باشد. همچنین نتایج مدل ریکاردین نشان داد که افزایش در دما و کاهش بارندگی تا 100 سال آینده باعث کاهش جمعا 57863 هزار ریال در بازده گندم به ازای هر هکتار می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: نوسانات اقلیمی، ریکاردین، آب مصرفی، درآمد خالص، خوزستان.

مقدمه:

در دو دهه اخیر بررسی آثار اقتصادی- اجتماعی حاصله از پدیده تغییر اقلیم و گرمایش جهانی از جمله موضوعات مهم مطرح در بین کارشناسان کشاورزی و محیط زیست در سطح دنیا است. تعیین روندهای بارش و دما می‌تواند به طور کارآمدی در تصمیم‌گیری و استفاده بهینه از منابع آب وخاک به کار گرفته شود. آب و کشاورزی از مهمترین بخش‌هایی هستند که متأثر از حوادث حدی بوده و تغییرات آن‌ها بر روی تعداد بسیار زیادی از نیازهای بشر از جمله کمیت و کیفیت محصولات تولید شده تأثیر بسزایی دارد. تحقیقات وسیعی در رابطه با تغییرات دما و بارش بصورت جهانی صورت پذیرفته است. تحقیقات انجام شده در کشور نیز نشانگر افزایش درجه حرارت سالانه است (رحیم‌زاده و همکاران،1384). تغییرات اقلیمی حادث شده و عوارض ناشی از آن به مخاطره افتادن منابع غذایی بشر در آینده را به دنبال خواهد داشت. به همین منظور شناسایی و آشکار سازی تغییرات اقلیمی و بررسی آثار اقتصادی آن‌ها از قدم‌های اولیه اساسی بشمار می‌رود. در شرایط فعلی به دلایلی چون اجرای طرح‌های توسعه، رقابت شدید بین مصرف کنندگان آب، تشدید آلودگی منابع آب و مشکلات زیست محیطی؛ تقاضای آب با چالش‌های بزرگ مواجه است (مساح بوانی ،1384). بدیهی است پدیده تغییر اقلیم ضمن تحت شعاع قرار دادن مسائل فوق، مدیریت وبرنامه ریزی منابع آب کشور را با پیچیدگی دیگری مواجه می‌سازد که در این راستا بررسی‌های اقتصادی به روشن نمودن ارزش آب کمک شایان می‌کند.

Deschenes و Kolestad (2011) با استفاده از داده‌های آماری سطح کشوری بخش کشاورزی، تاثیر تغییر اقلیم را بر درآمد خالص کشاورزی در ایالت کالیفرنیا ارزیابی کردند. نتایج نشان داد که تغییرات اقلیم با درآمد کشاورزی تا پایان قرن حاضر مرتبط بوده و باعث کاهش آن می‌شود. Medellin و همکاران (2011) تاثیرات وابسته به تغییر اقلیم بر محصولات مزارع کالیفرنیا تا سال 2050 را با استفاده از مدل وسیع تولیدی کشاورزی برآورد کردند. نتایج نشان داد که بازده انبوه کشاورزی در همه مناطق تحت تغییرات اقلیم به علت استفاده از آب کاهش یافته است. Xiong و همکاران (2010) تاثیر تغییر اقلیم و آب قابل دسترس بر تولید میزان غلات در دوره‌های آتی در چین را مورد ارزیابی قرار دادند. در این تحقیق از دو سناریوی اقلیمی A2 و B2 استفاده شد. نتایج حاکی از کاهش میزان آب قابل دسترس محصول غلات در دهه‌های آتی می‌باشد. محققین کمبودها را در برنامه‌ای برای توسعه و جبران میزان آب در دسترس برای کشاورزی در دهه‌های 2020 و 2040 مورد استفاده قرار دادند. . Kabubo-Mariara و K.Karanja (*2006*) برای ارزیابی اقتصادی تغییرات اقلیم بر درآمد خالص مزرعه در مطالعه خود تحت عنوان اثرات اقتصادی تغییر اقلیم بر کشاورزی کنیا، از مدل ریکاردین استفاده نمودند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که یک رابطه غیرخطی بین درجه حرارت و درآمد و نیز بارش و درآمد وجود دارد. هم‌چنین نتایج نشان می‌دهد که دما و بارش (پیش‌بینی شده به وسیله مدل‌های جهانی GCM) اثر معنی‌داری روی درآمد خالص خواهند داشت. Gbetibouo و Hassan (2005) به بررسی اثر تغییر اقلیم بر محصولات کشاورزی آفریقای جنوبی در قالب یک الگوی ریکاردین اقدام نمودند. در این راستا برای درنظر گرفتن پاسخ پذیرش کشاورزان به تغییر اقلیم، یک رگرسیون از درآمد خالص روی متغیرهای اقلیمی و غیراقلیمی برآورد گردید. در این مطالعه در نهایت اثر چهار سناریو اقلیمی (با توجه به دو برابر شدنCO_2) روی رانت زمین نیز بررسی شده است. به طور کلی نتایج نشان داد که تولید به تغییر نهایی دما نسبت به بارندگی بیشتر حساس است. میرصانع و همکاران (1389) اثر تغییر اقلیم بر نیاز خالص آبیاری ذرت در دوره‌های آتی را برای دشت قزوین مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق برآورد نیاز آبی توسط معادله‌هارگریوز- سامانی

صورت گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش درجه حرارت ناشی از تغییر اقلیم در آینده طول دوره‌ی رشد گیاه ذرت در منطقه کاهش می‌یابد. همچنین نیاز خالص آبیاری برای گیاه ذرت با جابجایی تاریخ کشت به سمت ماه‌های گرم سال افزایش قابل ملاحظه ای پیدا می-کند. واثقی و اسماعیلی (1387) اثر اقتصادی تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی ایران برای محصول گندم را بررسی نموده اند. نتایج این تحقیق نشان داد که افزایش در دما و کاهش بارندگی تا 100 سال آینده باعث کاهش درآمد خالص به ازای هر هکتار کشت گندم و 41 درصد کاهش در بازده (777 هزار ریال به ازای هر هکتار) کشت گندم در کشور می‌گردد. شاه کرمی و همکاران (1387) اثر تغییر اقلیم را بر نیاز آبی چهار محصول عمده در شبکه آبیاری زاینده رود بررسی کردند. نتایج حاکی از ان بود که با نزدیک شدن به پایان قرن حاضر احتمال افزایش میزان نیاز آبی محصولات افزایش می‌یابد.

علیرغم اهمیت تغییرات جهانی اقلیم منابع علمی موجود در ایران که به نحوی با اثرات این پدیده مرتبط باشد کم است. مرور منابع در زمینه تغییر اقلیم نشان می‌دهد که اثرات اقلیم بر درجه حرارت و بارش تا حدی به ثبوت رسیده، ولی اثرات اقتصادی آن کمتر مورد بحث قرار گرفته است (IPCC,2007). با توجه به نقش کشاورزی در اقتصاد ایران، هدف کلی این مطالعه بررسی اثرات اقتصادی نوسانات اقلیمی بر درآمد خالص در هکتار (رانت زمین) محصول گندم می‌باشد. بنابراین تحقیق حاضر ابتدا به صورت کمی افزایش یا کاهش پارامترهای دما و بارش را مشخص نموده و سپس به تبیین کاهش درآمد خالص ناشی از افزایش هزینه‌های تولید در اثر تغییر نیاز آبی محصول گندم و تغییر اقلیم می‌پردازد. برای این کار از مدل ریکاردین (1994) و یک روش تکمیلی در مناطقی از استان خوزستان استفاده شد.

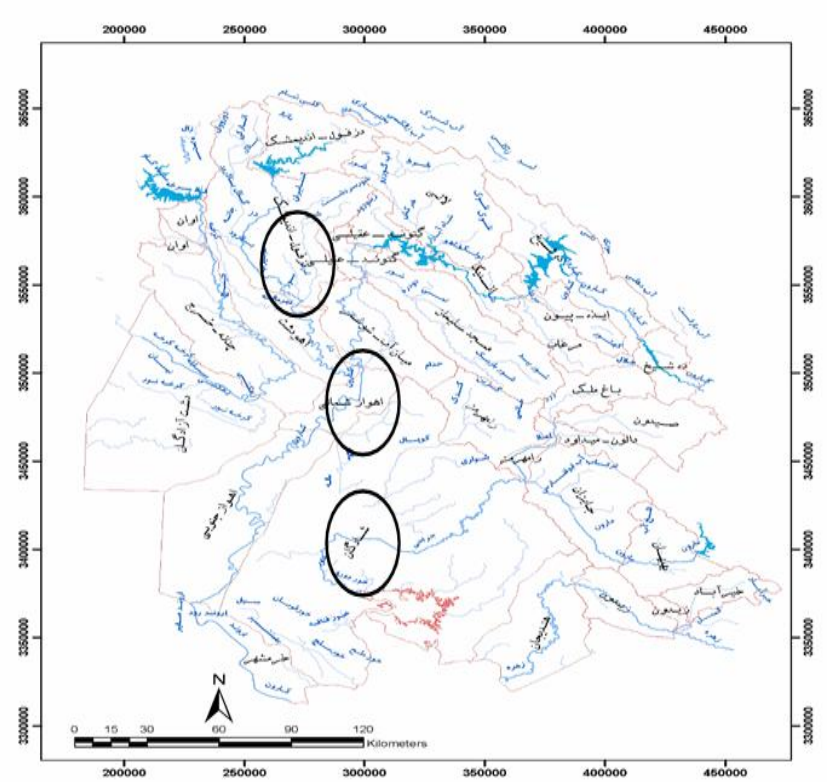
مواد و روش‌ها:

منطقه مورد مطالعه:

میدان این تحقیق مناطق مختلفی از استان خوزستان را در بر می‌گیرد که شامل سه محدوده مطالعاتی دزفول، اهواز و شادگان می‌باشد. این مناطق در نقاط متمایز جغرافیایی استان واقع هستند که دارای پتانسیل تولید محصولات کشاورزی بالایی هستند ضمن این که دارای ایستگاه‌های هواشناسی مناسب جهت ثبت داده‌ها می‌باشند. ایستگاه‌های فوق الذکر پارامترهای اقلیمی تحقیق (دما، بارش، سرعت باد، ساعات آفتابی و رطوبت نسبی) را تامین می‌نماید. مشخصات ایستگاه‌های هواشناسی مورد استفاده در جدول 1 منعکس شده است. نقشه 1 موقعیت جغرافیایی استان خوزستان و محدوده‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد. منطقه دزفول در قسمت شمالی استان خوزستان واقع است. منطقه اهواز معرف بخش مرکزی استان و منطقه شادگان در جنوب این استان قرار دارد. علاوه براین دزفول و اهواز بیشترین سهم تولید محصولات در استان را دارا می‌باشند. منطقه شادگان به لحاظ عرض جغرافیایی و ارتفاع از سایر مناطق متمایز است. ملاحظات فوق دلایل انتخاب مناطق مورد مطالعه تحقیق می‌باشد.

جدول 1: مشخصات ایستگاه‌های هواشناسی مورد استفاده در تحقیق

ردیف	ایستگاه	حوضه آبریز	سال تاسیس	طول جغرافیائی		عرض جغرافیائی		ارتفاع (متر)
				دقیقه	درجه	دقیقه	درجه	
1	دزفول	دز	1339	23	48	24	32	142
2	اهواز	کارون بزرگ	1330	40	48	20	31	22,5
3	شادگان	جراحی	1348	39	48	38	30	6



نقشه 1 : موقعیت جغرافیایی استان خوزستان و محدوده‌های مورد مطالعه

بررسی تغییرات درجه حرارت در ایستگاه‌های یاد شده بصورت پارامترهای پنجگانه حرارتی شامل میانگین درجه حرارت، متوسط حداکثر-ها, متوسط حداقل‌ها و حداکثر و حداقل مطلق انجام می‌شود. دوره آماری برای ایستگاه هواشناسی اهـواز برابـر 54 سـال آمـاری و بـرای ایستگاه‌های هواشناسی دزفول و شادگان حدود 30 سال است. تحلیل بارش نیز شامل محاسبه آماره‌های میانگین، حداکثر، حداقل، انحراف معیار، دامنه تغییرات و الگوی زمانی ماهانه و فصلی بارش می‌باشد. دوره آماری بارش برای ایستگاه‌های مورد مطالعه برابر 44 سال است. آمار درجه حرارت و بارش ماهانه مربوط به ایستگاه‌های هواشناسی دزفول، اهواز و شادگان درطول دوره آماری از آرشیو سازمان آب و برق خوزستان تهیه شد. جهت محاسبه نیاز آبی خالص گیاه (In) باید باران مؤثر (Pe) را از تبخیر و تعرق گیاه (Etc) کسر نمود:

$$In = Etc - Pe$$

محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل با توجه به خصوصیات اقلیم منطقه (درجه حرارت، سرعت باد، ساعات آفتابی و رطوبـت نسـبی) صـورت می‌گیرد.. آمار اقلیمی ماهانه (نم نسبی، سرعت باد، ساعات آفتابی و ...) مربوط به ایستگاه‌های سینوپتیک مناطق مـورد مطالعـه در طـول دوره آماری از سازمان هواشناسی استان خوزستان تهیه شد. محصول مورد مطالعه در این تحقیق گنـدم مـی‌باشـد. در انجـام محاسـبات هزینه‌ها و درآمد محصولات از قیمت‌های تعدیلی محصولات به سبب نشان دادن ارزش واقعی آن‌ها بهره‌گیری شده است. مبانی محاسبات انجام گرفته براساس قیمت‌های سال 89-1388 می‌باشد و شاخص‌های مورد نظر در مطالعات عبارتند از: هزینه‌ها، ارزش ناخالص تولیـد و ارزش خالص تولید. هزینه تولید هر محصول مجموع هزینه‌های واسطه‌ای و نیروی کار می‌باشد. هزینه‌های واسطه‌ای خـود شـامل هزینـه نهاده‌های مصرفی و ماشین‌آلات است. ارزش ناخالص محصولات در واحد سطح با احتساب تولیدات اصلی و فرعی و قیمت آن‌ها محاسـبه شده است. حاصل جمع ارزش‌های ناخالص فوق، ارزش ناخالص کل را تشکیل می‌دهنـد. هزینـه نهاده‌هـا، عملکـرد و درآمـد محصـولات کشاورزی مورد مطالعه در مناطق دزفول، اهواز و شادگان از سازمانهای جهاد کشاورزی و پایگاه اینترنتی وزارت کشاورزی تهیه شـد. در مدل ریکاردین علاوه بر متغیرهای درجه اول و دوم اقلیمی (متغیرهای اقلیمی دما و بارش در فصول کاشت، برداشت و ارتفاع از سطح دریا بر اساس نوع محصول و منطقه مورد بررسی) برای بررسی اثر متقابل شرایط محیطی تاثیر توأم متغیرها نیز لحاظ شـده اسـت. بنـابراین برای تعیین مدل، متغیرهای اقلیمی و جغرافیایی از داده‌های پایه با فرمت خاص محاسبه و استخراج شد. این متغیرهـا شـامل 16 متغیـر اقلیمی دما و بارش در فصول کاشت، برداشت و اثر متقابل آن‌ها، همچنین یک متغیر به عنوان نماینده مشخصات جغرافیایی منطقه (ارتفاع از سطح دریا) می‌باشند. مدل ریکاردین برای محصول گندم برای سه منطقه دزفول، اهواز و شـادگان بـرای دوره زمـانی 1378 تـا 1389 برآورد گردید.

یک سری زمانی مجموعه‌ای از مقادیر عددی یک متغیر است که با زمان تغییر می‌کند. سری زمانی یا به صورت پیوسته است یا غیر پیوسته. ثبت پیوسته دما در یک مکان مشخص و یا ثبت مقدار دبی یک رودخانه در یک مکان معین نمونه‌هایی از سری‌های زمانی پیوسته هستند. بسیاری از مشخصه‌های پدیده‌های طبیعی در فواصل معینی بطور غیرپیوسته اندازه‌گیری می‌شوند و تشکیل سری‌های زمانی غیرپیوسته را می‌دهند. برای درک فرآیندها و شناخت الگوهای سری زمانی نیاز به روش‌های خاصی است مدل‌های سری زمانی شامل مدل ضربی و جمعی، مدل رگرسیونی و مدل اتورگرسیون و میانگین متحرک می‌باشند. مدل ضربی و جمعی یکی از الگوهای کلاسیک

سری‌های زمانی است و براساس تجزیه وتحلیل سری به مولفه‌های دیگر صورت می‌گیرد. این مدل شامل چهار مولفه روند (Trend)، چرخه‌ای (Cyclical)، فصلی (Seasonal) و غیرمنظم یا تصادفی (Irregular) است (رسولی،1381). در این تحقیق از میان مولفه‌های سری زمانی، مولفه روند مهم است که مورد بررسی قرار گرفت.

به منظور تبیین وضعیت وجود روند در سری زمانی از سه آزمون من-کندال، اسپیرمن و رگرسیون خطی(Chiew et al., 2005) استفاده شد که دو آزمون اول غیر پارامتری بوده و آزمون سوم پارامتری است. بعد از روشن شدن وجود روند در سری زمانی، مقدار کمی آن از تکنیک حداقل مربع مجذورات محاسبه شد.

آزمون من-کندال، آزمون با توزیع آزاد است که برای ثبوت وجود روند در داده‌های سری زمانی کاربرد فراوانی دارد. این روش مقادیر سری زمانی ($x_1, x_2, x_3, ..., x_n$) را با مقادیر رتبه‌ای ($R_1, R_2, R_3, ..., R_n$) جایگزین می‌نماید (شروع مرتبه1 از کمترین مقدار تا رتبه n). آماره این آزمون، s به صورت زیر بیان می‌شود:

$$s = \sum_{i=1}^{n=1} \left[\sum_{j=i+1}^{n} \mathrm{sgn}(R_j - R_i) \right] \quad (1)$$

که:

$$\mathrm{sgn}(x) = 1 \quad for \quad x > 0 \quad (2)$$

$$\mathrm{sgn}(x) = 0 \quad for \quad x = 0$$

$$\mathrm{sgn}(x) = -1 \quad for \quad x < 0$$

اگر فرضیه صفر درست باشد H0 سپس S از توزیع نرمال با میانگین صفر ($\mu = 0$) و واریانس $\sigma = n(n-1)(2n+5)/18$ محاسبه می‌شود. آماره z نیز مطابق زیر برآورد می‌گردد:

$$z = |s| / \sigma^{0.5} \quad (3)$$

مقدار مثبت آماره S بیان کننده روند افزایشی در سری زمانی است و بالعکس (Chiew et al., 2005)

در تحلیل‌های اقتصادی این تحقیق از مدل ریکاردین استفاده شد. روش ریکاردین بر پایه نظریات دیوید ریکاردو (1817) پایه ریزی و به وسیله Mandelson و همکاران(1994) توسعه داده شده است. در این نظریه رانت زمین کشاورزی منعکس کننده بهره‌وری خالص مزرعه است و درآمد خالص به ازای هر هکتار کشت محصولات منتخب معیاری برای رانت یا ارزش زمین در نظر گرفته می‌شود. در واقع

این مدل آثار تغییر آب وهوا و دیگر متغیرها را بر ارزش زمین یا درآمد خالص آزمون می‌کند. این روش ناکارا بودن توابع تولید را با به کار بردن متغیرهای اقتصادی تصحیح می‌کند.

در مدل ریکاردین تابع تولید و تابع هزینه به صورت روابط (4) و (5) در نظر گرفته می‌شود:

$$Q_i = Q_i(K_i, E) \qquad (4)$$

$$C_{i=}C_i(Q_i, W, E) \qquad (5)$$

Q_i مقدار تولید محصول i و K_i بردار نهاده‌های تولیدی E بردار فاکتورهای محیطی برونزا مانند دما و بارش C_i هزینه تولید محصول i و W برداری از قیمت عوامل تولید می‌باشد.

با توجه به توابع تولید و هزینه تابع سود برای زارع در شرایط معین بودن قیمت به صورت رابطه(6) خواهد بود که در واقع سود به دست آمده از مزرعه باید حداکثر شود:

$$Max: \pi = [P_i Q_i - C_i(Q_i, W, E) - P_{Li} L_i] \qquad (۶)$$

P_{Li}: هزینه سالیانه زمین محصول i

L_i : سطح زیر کشت تولید محصول i

از حل معادله (6) برای P_i رانت زمین به ازای هر هکتار کشت محصول معادل با درآمد خالص به ازای هر هکتار به دست می‌آید که به صورت رابطه (7) خلاصه شده است:

$$P_{Li} = \left(PQ_i - C_i(Q_i, W, E)\right)/L_i \qquad (7)$$

در این رابطه درآمد خالص به ازای هر هکتار کشت محصول موردنظر به عنوان معیاری از رانت زمین در نظر گرفته می‌شود. برای به دست آوردن درآمد خالص لازم است تمام هزینه‌های تولید (نیروی کار کود بذر سم و ماشین آلات) به غیر از هزینه زمین از درآمد ناخالص (حاصل ضرب مقدار تولید در قیمت محصول) کسر شود. به طور کلی مدل ریکاردین رانت زمین را تابع درجه دومی از متغیرهای اقلیمی در نظر می‌گیرد که به صورت رابطه (8) تعریف می‌شود.

$$P_{Li} = \beta_1 E + \beta_2 E^2 + \beta_3 Z + u \qquad (8)$$

E و E^2 نمایانگر متغیرهای اقلیمی (دما وبارش در فصول زمستان تابستان کاشت و برداشت محصول موردنظر) در سطح و درجه دوم است. Z برداری از دیگر متغیرهای برون‌زا است که بر اساس نوع محصول و منطقه مورد بررسی متفاوت می‌باشند (عرض جغرافیایی منطقه ارتفاع از سطح دریا نوع خاک نوع آبیاری). با توجه به شرح کامل مدل ریکاردین مدل کاربردی که در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفت به طور کلی به صورت رابطه (9) می‌باشد. لازم به ذکر است که در مدل ریکاردین علاوه بر متغیرهای درجه اول و دوم برای بررسی اثر متقابل شرایط محیطی تاثیر توام متغیرها نیز لحاظ گردید:

$$NR = f(PT_{it}, PT_{it}^2, HT_{it}, HT_{it}^2, T_{it}, T_{it}^2, PP_{it}, PP_{it}^2, HP_{it}, HP_{it}^2, P_{it}, P_{it}^2, PTPP_{it}, HTHP_{it}, TP_{it}, ALT_{it}) \quad (۹)$$

NR: درآمد خالص در هکتار (نماینده رانت زمین)

PT_{it}, PT_{it}^2 : متوسط دمای فصل کاشت در سطح و درجه دوم در زمان t و مکان i

HT_{it}, HT_{it}^2: متوسط دمای فصل برداشت در سطح و درجه دوم در زمان t و مکان i

T_{it}, T_{it}^2 : متوسط دما کل در سطح و درجه دوم در زمان t و مکان i

PP_{it}, PP_{it}^2 : متوسط بارش فصل کاشت در سطح و درجه دوم در زمان t و مکان i

HP_{it}, HP_{it}^2: متوسط بارش فصل برداشت در سطح و درجه دوم در زمان t و مکان i

P_{it}, P_{it}^2: متوسط بارش کل در سطح و درجه دوم در زمان t و مکان i

$PTPP_{it}$: حاصل ضرب دما وبارش فصل کاشت در زمان t و مکان i

$HTHP_{it}$: حاصل ضرب دما وبارش فصل برداشت در زمان t و مکان i

TP_{it}: حاصل ضرب دما وبارش کل در زمان t و مکان i

ALT_{it}: ارتفاع از سطح دریا منطقه i

در این تحقیق متغیر ارتفاع از سطح دریا (ALT) به عنوان شاخصی از میزان تشعشعات خورشیدی مدنظر قرار گرفته شده است و متغیرهای دما و بارندگی در فصول کاشت و برداشت با توجه به متفاوت بودن فصل کاشت و برداشت این محصولات در مناطق مختلف استان بررسی می‌گردد.

با توجه به اهمیت اثرات سوء تغییر آب و هوا بر بخش کشاورزی و این‌که هدف اصلی این مطالعه برآورد اثرات مخرب تغییر آب و هوا بر بخش کشاورزی استان خوزستان می‌باشد، در نهایت با توجه به مدل ریکاردینی که برای محصول گندم برآورد شده است به بررسی اثرات تغییر آب و هوای آینده بر رانت زمین این محصول پرداخته شد. به منظور برآورد متغیر وابسته (درآمد خالص)، ابتدا تمام هزینه‌های وابسته به کشت محصول (هزینه‌های کاشت، داشت و برداشت) در سال‌های مورد نظر جمع آوری گردیده و سپس با توجه به درآمد سالیانه، درآمد خالص برای محصولات مورد نظر محاسبه شد.

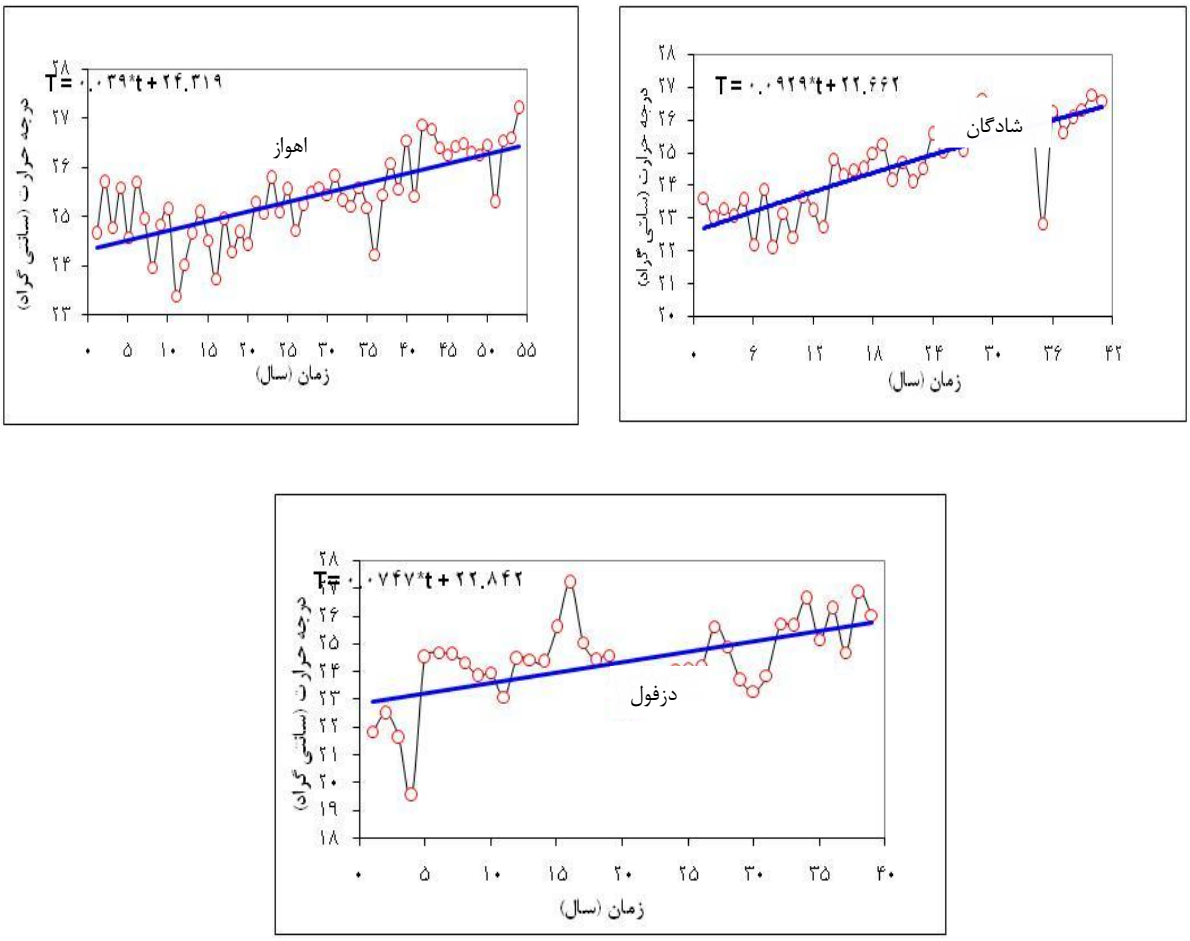
در روش تکمیلی ابتدا اثرات افزایشی نیاز آبی محصول گندم برای منطقه دزفول، اهواز و شادگان طی 100 سال آینده برآورد شد. نیاز آبی گیاهان و سایر پارامترهای وابسته با استفاده از نرم افزار Cropwat 4 (از کدام معادله استفاده شده) و بر اساس نیاز آبی و الگوی کشت موجود در سند ملی سال 78 و تغییرات ایجاد شده در لوح فشرده 86 و با راندمان آبیاری پایان دوره برنامه سوم توسعه تطبیق داده شد. در محاسبهٔ پارامتر تبخیر و تعرق پتانسیل از روش پن من مونتیس (Pen man Monteith) استفاده شد. روش پنمن، خاص مناطق مرطوب بوده و مقدار تبخیر و تعرق پتانسیل محاسبه شده توسط این روش نسبت به دیگر روش‌ها کمتر می‌باشد. کالیبراسیون نتایج تبخیر و تعرق پتانسیل در سال‌های اخیر در کشور نشان داده است که روش پنمن مونتیس نسبت به سایر روشهای تجربی، مقدار نزدیکتری را به مقدار واقعی تبخیر و تعرق پتانسیل بدست می‌دهد. لذا نتایج تبخیر و تعرق پتانسیل ماهانه و سالانه برآورد شده به روش پنمن مونتیس بعنوان ارقام نهایی تبخیر و تعرق پتانسیل محدوده به کار می‌روند.

با توجه به میزان مصرف فعلی آب به ازای هر هکتار، افزایش نسبی نیاز آبی قابل محاسبه است. از سویی میزان درآمد خالص این محصول برای مناطق مورد مطالعه در سال پایه به ازای هر هکتار مشخص می‌باشد. بنابراین هزینه فرصت از دست رفته در اثر تغییر اقلیم برای محصول گندم در 100 سال به ازای هر هکتار که فقط ناشی از نهاده آب است محاسبه گردید.

نتایج و بحث:

سری زمانی و مولفه روند:

جهت شناخت رفتار درجه حرارت ایستگاه‌های هواشناسی مورد مطالعه شامل دزفول، اهواز و شادگان تغییرات درجه حرارت متوسط سالانه یا شاخص مشاهدات خام ترسیم گردید که در هر سه ایستگاه ظاهراً مولفه روند وجود دارد. شکل (1) مولفه روند در سری زمانی درجه حرارت سالانه ایستگاه‌های هواشناسی مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



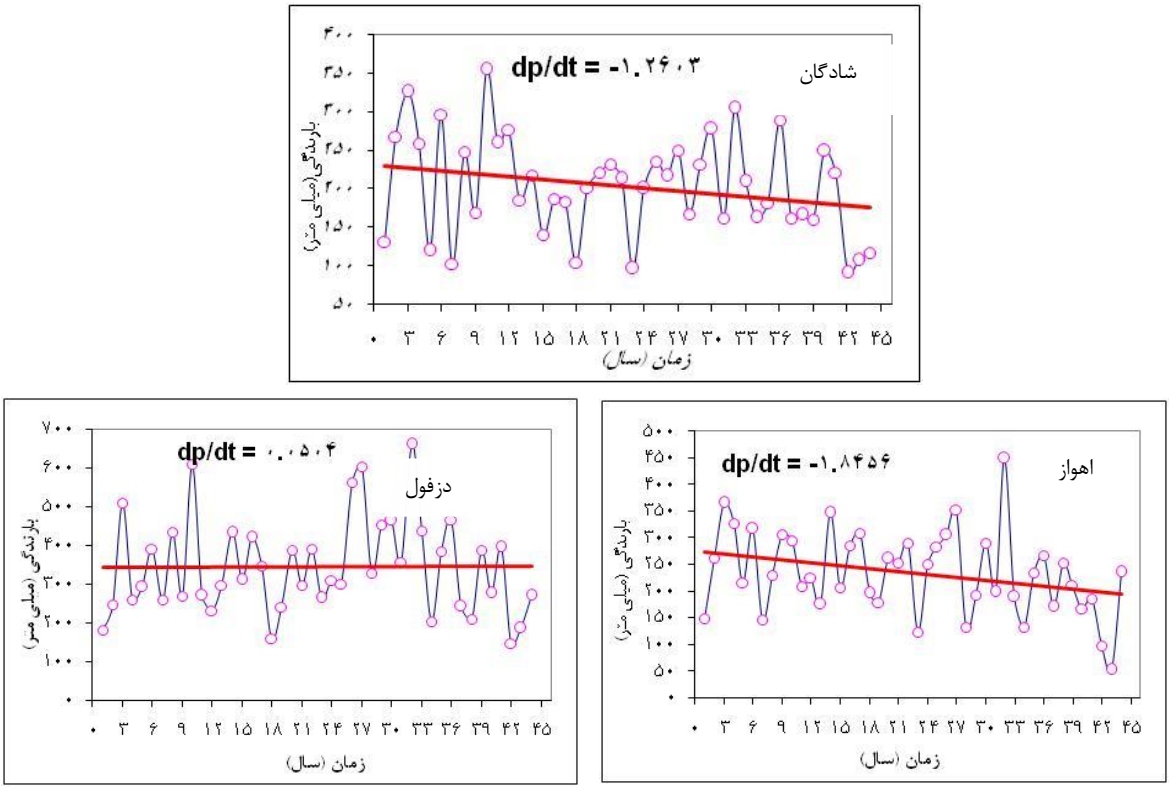
شکل 1: نمایش مولفه روند در سری زمانی درجه حرارت سالانه ایستگاه‌های هواشناسی منتخب

گرادیان مولفه روند درجه حرارت در ایستگاه‌های هواشناسی مورد مطالعه شامل دزفول، اهواز و شادگان به ترتیب برابر 0/0747، 0/0390 و 0/0929 درجه سانتی‌گراد بر سال می‌باشد. این گرادیان به طور متوسط برای ایستگاه‌های مذکور برابر 0/0689 درجه سانتی‌گراد بر سال است. نتایج تحلیل آماری همگی نشان می‌دهند که روند در سری زمانی درجه حرارت وجود دارد. جدول 2 نتایج تحلیل روند توسط سه آزمون من-کندال، اسپیرمن و رگرسیون خطی را برای مناطق مورد مطالعه نشان می‌دهد. این روند برای هر سه ایستگاه هواشناسی مورد مطالعه شامل دزفول، اهواز و شادگان توسط سه آزمون من-کندال، اسپیرمن و رگرسیون خطی افزایشی در سطح آماری ($\alpha = .01$) معنی دار می‌باشد.

جدول 2: نتایج تحلیل آماری اثبات یا رد مولفه روند در سری زمانی درجه حرارت مناطق مورد مطالعه

منطقه	آماره و مقادیربحرانی	آماره آزمون	$\alpha = .1$	$\alpha = .05$	$\alpha = .01$	نتیجه
دزفول	آزمون من-کندال	3/194	1/645	1/96	2/576	S (0/01)
	آزمون اسپیرمن	3/242	1/645	1/96	2/576	S (0/01)
	آزمون رگرسیون خطی	4/293	1/688	2/027	2/718	S (0/01)
اهواز	آزمون من-کندال	5/58	1/645	1/96	2/576	S (0/01)
	آزمون اسپیرمن	5/253	1/645	1/96	2/576	S (0/01)
	آزمون رگرسیون خطی	7/415	1/678	2/008	2/676	S (0/01)
شادگان	آزمون من-کندال	6/279	1/645	1/96	2/576	S (0/01)
	آزمون اسپیرمن	5/29	1/645	1/96	2/576	S (0/01)
	آزمون رگرسیون خطی	9/204	1/685	2/023	2/709	S (0/01)

جهت شناخت رفتار بارش ایستگاه‌های هواشناسی مورد مطالعه نیز تغییرات بارش متوسط سالانه یا شاخص مشاهدات خام ترسیم گردید. در ایستگاه هواشناسی دزفول ظاهراً مولفه روند وجود ندارد. اما در دو ایستگاه دیگر یعنی اهواز و شادگان روند کاهشی دیده می‌شود. گرادیان مولفه روند بارش در ایستگاه‌های هواشناسی مورد مطالعه شامل دزفول، اهواز و شادگان به ترتیب برابر 0/0504، 1/8456- و 1/2603- میلی‌متر بر سال می‌باشد. این گرادیان به طور متوسط برای ایستگاه‌های مذکور برابر یک میلی‌متر بر سال است. شکل(2) نوسانات سری بارندگی سالانه و مولفه روند در ایستگاه بارانسنجی دزفول، اهواز و شادگان را نشان می‌دهد. جدول شماره (3) نتایج تحلیل روند توسط سه آزمون من-کندال، اسپیرمن و رگرسیون خطی را نشان می‌دهد.



شکل2: نوسانات سری بارندگی سالانه و مولفه روند در ایستگاه‌های بارانسنجی منتخب

جدول 3: نتایج تحلیل آماری اثبات یا رد مولفه روند در سری زمانی بارش مناطق مورد مطالعه

منطقه	آماره و مقادیربحرانی	آماره آزمون	$\alpha = .1$	$\alpha = .05$	$\alpha = .01$	نتیجه
دزفول	آزمون من -کندال	0/384	1/645	1/96	2/576	NS
	آزمون اسپیرمن	0/154	1/645	1/96	2/576	NS
	آزمون رگرسیون خطی	0/033	1/683	2/019	2/699	NS
اهواز	آزمون من -کندال	-2/225	1/645	1/96	2/576	S (0/05)
	آزمون اسپیرمن	-2/101	1/645	1/96	2/576	S (0/05)
	آزمون رگرسیون خطی	-2/051	1/683	2/019	2/699	S (0/05)
شادگان	آزمون من -کندال	-1/659	1/645	1/96	2/576	S(0/01)
	آزمون اسپیرمن	-1/626	1/645	1/96	2/576	NS
	آزمون رگرسیون خطی	-1/651	1/683	2/019	2/699	NS

هر سه آزمون روند کاهشی بارش سالانه در ایستگاه بارانسجی اهواز را در سطح $\alpha = 0.05$ تایید کردند. روند کاهشی در ایستگاه دزفول تایید نشد و برای ایستگاه شادگان روند کاهشی ضعیف بود.

نتایج مدل ریکاردین:

تحلیل‌های اقتصادی بر مبنای مدل ریکاردین صورت گرفت و به منظور تخمین مدل‌های مورد نظر و انجام آزمون‌های مربوط از بسته نرم‌افزاری Eviews7 استفاده شد.

ضریب تعیین R^2:

شاخصی است برای تعیین خوبی برازش مدل. این شاخص کمیتی غیرمنفی است و دامنه آن از صفر تا یک است. هرچه R^2 بیشتر باشد نشان‌دهنده برازش دقیق‌تری است.

قاعده تجربی t-2:

چنانچه در آزمون فرضیه‌ها تعداد 20 مشاهده یا بیشتر سطح معنی‌داری 5% و ضریب اطمینان 95% مدنظر باشد، به طور تجربی $t>2$، فرضیه $\mathbf{H_0}$ را به نفع $\mathbf{H_1}$ رد می‌کنیم(Gujarati, 1995)

$H_0: \beta = 0$

$H_1: \beta \neq 0$

آماره F:

آماره‌ای است که برای آزمون معنادار بودن کل رگرسیون استفاده می‌شود. این آماره برای رگرسیون به طور کلی محاسبه می‌شود و با F جدول مورد مقایسه قرار می‌گیرد. چنانچه F محاسباتی از F جدول بزرگ‌تر باشد اختلاف معنی‌دار است و فرضیه H_0 رد می‌شود (Gujarati, 1995) .

متغیرهای اقلیمی دما و بارش در فصول کاشت، برداشت و ارتفاع از سطح دریا به همراه درآمد خالص به ازای هر هکتار بر اساس نوع محصول و منطقه مورد بررسی در مدل وارد گردیده و اجرا شد. جدول شماره (4) ضرایب متغیرهای اقلیمی مدل ریکاردین را برای محصول گندم نشان می‌دهد.

جدول4 : ضرایب متغیرهای اقلیمی مدل ریکاردین (گندم)

نام متغیر	توضیح متغیر	ضریب	آماره t (t-statistic)	Prob.
c	*عرض از مبدا*	*55760746*	*2/456840*	0/0238
PT	دمای فصل کاشت	4412/953	0/000999	0/9992
PT2	مجذور دمای فصل کاشت	145687/6	/686520.	0/5007
HT	دمای فصل برداشت	-678923/4	-/451617	0/6567
HT2	مجذور دمای فصل برداشت	23762/08	0/847294	0/4074
T	متوسط دما	-4164063	0/899382	0/3797
T2	مجذورمتوسط دما	-42944/63	-0/195124	0/8474
PP	بارندکی فصل کاشت	-598621/3	0/848808	0/4066
PP2	*مجذور بارندگی فصل کاشت*	*5088/197*	2/206516	*0/0399*
HP	*بارندکی فصل برداشت*	-534700/6	-1/967975	*0/0538*
HP2	مجذور بارندکی فصل برداشت	632/1004	0/839374	0/4117
P	متوسط بارندگی	-828988/9	-0/844674	0/4088
P2	*مجذور متوسط بارندگی*	-6555/269	-2/162431	*0/0435*
PTPP	حاصل‌ضرب دما و بارندگی فصل کاشت	-31813/14	-0/773612	0/4487
HTHP	*حاصل‌ضرب دما و بارندگی فصل برداشت*	*-21359/80*	*2/44479*	*0/0550*
TP	حاصل ضرب متوسط دما و بارندگی	41442/83	0/826590	0/4187
ALT	*ارتفاع از سطح دریا*	*7578/928*	*2/597331*	*0/0177*
R-Squared	0/793699	F-Statistic	4/568666	
Adjusted R-Squared	0/619973	Prob. (F-Statistic)	0/001097	

با توجه به جدول فوق مقدار آماره F برای محصول گندم 4/56به دست آمده است که با مقایسه با رابطه تجربی که می بایست از 2 بیشتر باشد بطور کلی قابل قبول است. همچنین مقدار R2 نیز 0/79 به دست آمده که تقریبا به یک نزدیک می باشد. لذا مقادیر آماره‌های F وR2 به دست آمده بطور کلی نشان می دهند که تحلیل اقتصادی محصول گندم بر اساس مدل ریکاردین مورد قبول می باشد. اما بر اساس جدول (4) دقت در آماره T بیان می کند که در مجموع از 17 ضریب مدل فقط تعداد 6 ضریب آن معنی دار می باشد. لذا ضرایب غیر موثر حذف گردیده و مدل دوباره با 6 ضریب که معنی دار بودند اجرا گردید. جدول شماره (5) ضرایب متغیرهای اقلیمی مدل ریکاردین محصول گندم را پس از حذف ضرایب غیر موثر نشان می‌دهد.

جدول 5: ضرایب متغیرهای اقلیمی مدل ریکاردین - تعدیل شده (گندم)

نام متغیر	توضیح متغیر	ضریب	آماره t (t-statistic)	Prob.
c	عرض از مبدا	5838638	37/56194	0/0000
PP2	مجذور بارندگی فصل کاشت	5137/788	3/427376	0/00018
HP	بارندکی فصل برداشت	-729478/6	- 4/127094	0/0003
P2	مجذور متوسط بارندگی	-6546/453	- 3/270628	0/0027
HTHP	حاصلضرب دما و بارندگی فصل برداشت	29524/15	4/360448	0/0001
ALT	ارتفاع از سطح دریا	6203/096	2/899762	0/0069

R-Squared	0/687199	F-Statistic	13/18151
Adjusted R-Squared	0/635065	Prob. (F-Statistic)	0/000001

با بکارگیری مدل نهایی (حذف پارامترهای غیر موثر)، کاهش بازده سالانه در اثر نوسانات اقلیمی برای منطقه مورد مطالعه برای محصول گندم برابر 57863 ریال در هکتار می باشد.

مولفه روند سری زمانی سالانه نشان می‌دهد که نرخ افزایش دما برابر 6/89 درجه سانتی‌گراد در 100 سال است. این افزایش دما به دو دوره زمانی 50 ساله تقسیم و به درجه حرارت مقدار افزایش متناظر آن یعنی 3/443 درجه سانتی‌گراد اضافه گردید. برای تبیین اثرات درجه حرارت بر نیاز آبی شبکه‌های آبیاری، نرم افزار Cropwat 4 بکار گرفته شد. فایل ورودی این نرم افزار آماده‌سازی و به ازای چندین سری درجه حرارت متوسط فعلی و افزایش تا مقدار تجمعی 3/443 درجه سانتی‌گراد اجرا شد. در اجرای نرم افزار سایر عوامل اقلیمی همچون رطوبت نسبی، سرعت باد و ساعات آفتابی ثابت در نظر گرفته شد. مولفه روند سری زمانی بارش سالانه نشان می‌دهد که نرخ کاهشی بارش به طور متوسط برای ایستگاه‌های مذکور برابر یک میلی‌متر بر سال معادل 10 مترمکعب در هکتار بر سال است که به نیاز آبی ناشی از افزایش درجه حرارت اضافه گردید. نیاز آبی فعلی و آتی محصول گندم در مناطق مورد مطالعه محاسبه و در جدول شماره (6) منعکس شده است.

جدول 6: نیاز آبی فعلی و آتی محصول گندم در مناطق مورد مطالعه (مترمکعب در هکتار)

نوع محصول	منطقه	نیاز فعلی	نیاز آتی*	درصد افزایش**
	دزفول	6429	7482	33
گندم	اهواز	8525	6775	29
	شادگان	10437	12002	30

*: نیاز آتی برای دوره 50 ساله منظور شده است.

**: درصد افزایش برای دوره 100 ساله منظور شده است.

با برآوردهای بعمل آمده مشخص شد که ارزش خالص محصولات برای مناطق دزفول و شادگان با منطقه اهواز اختلاف کمی دارد. جهت واقعی نمودن ارزش خالص محصولات برای مناطق یاده شده ضرایب تعدیلی 1/12 و 0/92 نسبت به ارزش خالص محصولات منطقه اهواز اعمال گردید و نتایج آن در جدول 7 منعکس شده است. شایان ذکر است که ضرایب تعدیلی بیشتر به تفاوت عملکرد محصول و در نتیجه ارزش ناخالص آن برمی‌گردد. بر همین مبنا هزینه فرصت از دست رفته نیز محاسبه و در همان جدول بیان شد.

جدول 7: درآمد خالص محصول گندم مناطق و هزینه فرصت از دست رفته (ریال در هکتار)

منطقه	متغیر/ محصول	گندم
دزفول	ارزش خالص	7450455
	هزینه فرصت از دست رفته در 100 سال	2458650
	هزینه فرصت از دست رفته در 1 سال	24587
اهواز	ارزش خالص	6652192
	هزینه فرصت از دست رفته در 100 سال	1929136
	هزینه فرصت از دست رفته در 1 سال	19291
شادگان	ارزش خالص	6120017
	هزینه فرصت از دست رفته در 100 سال	1836005
	هزینه فرصت از دست رفته در 1 سال	18360

ملاحظه می‌شود که کاهش بازده سالانه محصول گندم در اثر نوسانات اقلیمی برای منطقه دزفول، اهواز و شادگان به ترتیب برابر 24587، 19291 و 18360 و به طور متوسط برابر 20746 ریال در هکتار می‌باشد.

نتیجه گیری کلی:

این تحقیق با هدف بررسی اثر اقتصادی نوسانات اقلیمی بر آب مصرفی و تولید محصول گندم در استان خوزستان انجام گرفت. بدین منظور برای بررسی روند در پارامترهای اقلیمی از تحلیل مقدماتی سری زمانی استفاده شد تا ضمن مشخص نمودن مولفه‌های سری‌های زمانی، به تاثیر آن بر میزان تبخیر و تعرق پتانسیل و حدود مصارف کشاورزی بپردازد. سپس تاثیرافزایش دما و کاهش بارش بر مصارف آب کشاورزی در استان خوزستان بر اساس مبانی نظری مربوط به تبخیر و تعرق پتانسیل و نیاز آبی گیاهان انجام گرفت. تحلیل‌های اقتصادی تحقیق با بکارگیری دو روش تحت عنوان ریکاردین و تکمیلی صورت گرفت. مدل ریکاردین برای محصول گندم برای سه منطقه دزفول، اهواز و شادگان برای دوره زمانی 1378 تا 1389 برآورد گردید. در روش تکمیلی نیز اثر نوسانات اقلیمی بر میزان نیاز آبی محصول تولیدی بررسی شده و هزینه فرصت از دست رفته که تنها ناشی از افزایش هزینه نهاده آب می‌باشد، برای صد سال آتی محاسبه شد. برای اثبات یا رد وجود روند در پارامترهای اقلیمی دما و بارش و تعیین میزان آن از سه آزمون من-کندال، اسپیرمن و رگرسیون خطی استفاده شد.

تاثیرافزایش دما و کاهش بارش بر مصارف آب کشاورزی با استفاده از نرم افزار Cropwat 4 انجام گرفت و به منظور تخمین مدل اقتصادی و انجام آزمون‌های مربوط بسته نرم افزاری Eviews ۷ بکار گرفته شد.

مولفه روند به روش حداقل مربعات سری مشاهداتی محاسبه شد. این محاسبات نشان می‌دهد که در هر سه منطقه مطالعاتی روند دما افزایشی است. گرادیان مولفه روند درجه حرارت در مناطق دزفول، اهواز و شادگان به ترتیب برابر 0/0747، 0/0390 و 0/0929 درجه سانتی‌گراد بر سال می‌باشد. این گرادیان به طور متوسط برای ایستگاه‌های مذکور برابر 0/0689 درجه سانتی‌گراد بر سال است. گرادیان مولفه روند بارش در مناطق مورد مطالعه شامل دزفول، اهواز و شادگان به ترتیب برابر 0/0504، 1/8456- و 1/2603- میلی‌متر بر سال می‌باشد. این گرادیان کاهشی بوده و به طور متوسط برای ایستگاه‌های مذکور برابر یک میلی‌متر بر سال است.افزایش نیاز آبی محصول گندم طی 100 سال برای مناطق دزفول، اهواز و شادگان به طور متوسط برابر 31 درصد می‌باشد.کاهش بازده سالانه محصول گندم در اثر افزایش نیاز آبی ناشی از نوسانات اقلیمی برای منطقه دزفول، اهواز و شادگان به ترتیب برابر 24587، 19291 و 18360 و به طور متوسط برابر 20746 ریال در هکتار می‌باشد. با بکارگیری مدل نهایی ریکاردین (حذف پارامترهای غیر موثر) کاهش بازده سالانه بر اثر نوسانات اقلیمی در منطقه مورد مطالعه برای محصول گندم برابر 57863 ریال در هکتار می‌باشد.

منابع

بی نام. 1389. آمارنامه سازمان جهاد کشاورزی استان خوزستان، معاونت برنامه‌ریزی و امور اقتصادی، اداره آمار و برنامه‌ریزی

جامعی، م. (1388). گزارش برآورد نیاز آبیاری و هیدرومدول محصولات کشاورزی در دشت‌های استان خوزستان بر اساس سند ملی. سازمان آب و برق خوزستان،ص 52.

رحیم زاده، ف.، فتاحی، ا. و حسینی دستک، س.ف. (1384). بررسی تغییر پذیری اقلیمی در ایران با بهره‌گیری از مدل‌های آماری. مجله علمی پژوهشی تحقیقات منابع آب ایران، شماره 2، ص 73-61

رسولی، علی اکبر. (1381). تحلیل مقدماتی سری‌های زمانی دمای هوای شهر تبریز. مجله علمی و فنی نیوار، شماره 46،47 ص 26-7 .

شاه‌کرمی، ن.، مرید، س.، مساح بوانی، ع. و فهمی، ه. (1387). تاثیر عدم قطعیت مدلهای (AOGCM) بر ریسک تغییر در نیاز آبی محصولات کشاورزی در اثر پدیده اقلیم بر شبکه‌های آبیاری زاینده‌رود. مجله آبیاری و زهکشی ایران، شماره 1، ص 9- 1.

مساح بوانی، ع. و مرید، س. (1384). اثرات تغییر اقلیم بر منابع آب و تولید محصولات کشاورزی مطالعه موردی: حوضه زاینده رود. مجله علمی و پژوهشی تحقیقات منابع آب ایران، سال یکم، شماره 1، ص 47-40.

میرصانع، م.، سهرابی ملایوسف،ت.، مساح بوانی، ع. و بلوک آذری، س. (1389). بررسی اثر تغییر اقلیم بر نیاز خالص آبیاری ذرت در دوره‌های آتی مطالعه موردی: دشت قزوین. سومین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی دانشگاه شهید چمران اهواز.

نیرومند، ح. و بزرگ‌نیا، ا. (1386). سری‌های زمانی. چاپ سوم انتشارات دانشگاه پیام نور، ص 277.

واثقی، ا. و اسماعیلی، ع. (1387). بررسی اثر اقتصادی تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی ایران: روش ریکاردین مطالعه موردی: گندم. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال دوازدهم، شماره چهل و پنجم (ب)، ص 696- 685

Chiew, F. and Siriwardena, L. (2005). Trend User Guide. Cooperative Research Centre for Catchment Hydrology. Australia, pp: 23.

Deschenes, O. and Kolestad, Ch. (2011). Economic Impact of Climate Change on California Agricultural. Climate change 109: 365-386.

Gbetibouo, G.A. and R.M. Hassan. (2005). Measuring the Economic Impact of Climate Change on Major South African Field Crops: a Ricardian Approch. Global and Planetary Change 47:pp: 143-152.

Gujarati, D. (1995). Basic Econometrics, Vol. 1, 3d ed. , City University of New York.

IPCC. (2007) Summary for Policymarkers, in: Climate Change 2007.

Kabubo-Mariara, J. and K.Karanja, F. (2007). The Economic Impact of Climate Change on Kenyan Crop Agriculture: a Ricardian Approach. Global and Change 57: pp:319-330.

Kabubo- Mariara, J. and F.K. Karanja. (2006). The Economic Impact of Climate Change on Kenyan Crop Agriculture: a Ricardian Approach. http://www.webmeets.com

Medellin-Azuara, J., Howitt, RE., MacEwan, D. and Lund J.R. (2011). Economic Impact of Climate-Related Change to California Agricultural. Climate change 109: pp:387-405.

Mendelsohn, R., W. Nardhaus, D. Show. (1994). The impact of global warming on agriculture. A Ricardian analysis. Am. Econ. Rev. 84:pp: 753-771.

Ricardo, D. (1817). The Principles of Political Economy and Taxation. John Murray Pub., London.

Xiong, W ., Holman, I., Lin, E., Conway, D., Jiang, J., Xu, Y., Li, Y. (2010). Climate change, water availability and future cereal production in Chine. Agriculture, Ecosystems and Environment. 135:pp: 58.