Doi: 10.22034/IAES.2023.2000220.1988

اقتصاد کشاورزی/جلد ۱۸/شماره۱/صفحه های۲۶-۱

بیمه شاخص دمای محصول گندم در شهر تبریز

محمد قهرمان‌زاده، قادر دشتی، آزاده فلسفیان، الهام محمدی بازرگانی[۱]

تاریخ دریافت:۱۴۰۲/۰۱/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۷/۳۰

چکیده

در این تحقیق، سعی شد ضمن بررسی رابطه بین نرخ کاهش عملکرد گندم و شاخص دما در شهرستان تبریز، بیمه شاخص دما برای محصول گندم دیم و آبی ارایه شود. بدین منظور، ابتدا ایستایی متغیرها با استفاده از آزمون ADF و DF-GLS بررسی شد که نتایج حکایت از آن داشت که سری‌های عملکرد گندم دیم و آبی جمعی از درجه یک، I(1) می‌باشند. نتایج روندزدایی داده های عملکرد محصول‌ها نشان داد عملکرد تصادفی مربوط به تغییرات آب و هوا برای هر دو محصول گندم دیم و آبی صعودی بوده و برای محصول گندم آبی بیشتر از گندم دیم است. برای محاسبه شاخص خسارت دمای بالا، دمای بحرانی بیشینه روزانه ۳۲ و دمای میانگین روزانه، ۲۷ درجه سلسیوس در نظر گرفته شد و برای محاسبه شاخص خسارت دمای پایین، دمای بحرانی ۱۰°C- انتخاب گردید. نتایج حاصل از رگرسیون نرخ کاهش عملکرد نشان داد که شاخص خسارت دمای پایین اثر معنی‌داری بر کاهش عملکرد محصول دارد. در نهایت، نرخ حق بیمه برای بیمه شاخص دما از روش تحلیلی Burn محاسبه شد. این نرخ حق بیمه منصفانه در سطح کاستنی ۷/۵ درصد، برای گندم دیم و آبی به ترتیب برابر ۷/۴۴ و ۲/۷۵ درصد به دست آمد که در مقایسه با نرخ حق بیمه برای برنامه بیمه تولید در حال اجرا (برای گندم دیم برابر ۷/۷۴ درصد و برای گندم آبی ۲/۶۱ درصد) می‌توان نتیجه گرفت نرخ حق بیمه محاسبه شده، مناسب می‌باشد. لذا پیشنهاد می‌شود با توجه به شرایط خطرپذیری (ریسکی) دما در شهرستان تبریز، صندوق بیمه محصول‌های کشاورزی اجرای بیمه شاخص دما را در اولویت برنامه‌های خود قرار دهد.

طبقه‌بندی JEL:C22, Q14

واژه‌های کلیدی: بیمه شاخص دما، گندم، حق بیمه، روش تحلیلی Burn، شاخص خسارت دما

[۱] به ترتیب استاد (نویسنده مسئول)، استاد و دانش‌آموخته کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی دانشگاه تبریز و استادیار اقتصاد کشاورزی، گروه مدیریت کشاورزی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران
Email: Ghahremanzadeh@tabrizu.ac.ir

مقدمه

بخش کشاورزی به دلیل گستردگی و ارتباط تنگاتنگ آن با طبیعت و شرایط متغیر آب و هوایی، آسیب‌پذیرترین بخش اقتصادی به شمار می‌رود. از این‌رو، کشاورزان هر ساله از عامل‌های خطر گوناگون اعم از تغییرهای ناگهانی دما، آفات، بلایای طبیعی و حتی بارش تأثیر پذیرفته و دچار خسارت می‌شوند. مدیریت ریسک در بخش کشاورزی به دلیل افزایش سرمایه‌گذاری و تولیدهای کشاورزی و بهبود سطح درآمد کشاورزان، دارای اهمیت بالایی است. اثرگذاری‌های گریزناپذیر شرایط آب و هوا بر میزان تولیدهای کشاورزی بسیار با اهمیت است. از این‌رو، داشتن اطلاعات و دقت کافی در انتخاب روش مدیریت ریسک‌های موجود در منطقه، سبب ثبات درآمد کشاورزان شده و در نتیجه، سرمایه‌گذاری در بخش کشاورزی افزایش می‌یابد. مدیریت ریسک، در حقیقت یک راهکار مناسب برای کاهش ریسک و یا به اشتراک گذاشتن ریسک به منظور حداکثرسازی مطلوبیت و جبران خسارت کشاورز است. در این میان، بیمه محصول‌های کشاورزی یکی از بهترین ابزارهای مدیریت ریسک کشاورزی به ویژه برای کشاورزان خرده‌پا است (Skess et al., 2005). در حال حاضر، از بین برنامه های متنوع بیمه کشاورزی در جهان، اخیراً بیمه‌های شاخص محور بیشتر مورد استقبال قرار گرفته است. در این گونه بیمه‌ها، شاخص‌هایی انتخاب می‌شود که تحت تأثیر رفتار انفرادی کشاورز قرار نمی‌گیرد. به عبارتی، این نوع بیمه‌ها به مخاطرهای اخلاقی[1] حساس نمی‌باشد. در حال حاضر، طرفداران این نوع بیمه در جهان زیاد است و در ایران هم به صورت آزمایشی در حال اجراست. این نوع بیمه برای مقابله با ریسک‌های سیستمی از جمله خشک‌سالی، تگرگ و دماهای نامناسب طراحی شده و مبنای پرداخت غرامت بر مبنای مقدار شاخص‌های اقلیمی مانند بارندگی و دمای منطقه بوده که همبستگی بالایی با تولید محصول مورد نظر دارند (Conradt et al., 2015). در نظام بیمه‌ای مبتنی بر شاخص‌های آب و هوایی، برخلاف طرح‌های کنونی، حق بیمه و غرامت برمبنای مقدار شاخص و تاثیر آن بر افت محصول تعیین می‌گردد و از آنجا که این شاخص‌ها تحت تاثیر رفتار کشاورز قرار نگرفته و مقدار آنها از نهادهای رسمی با شفافیت بیشتر جمع‌آوری می‌گردد، بسیاری از نارسایی‌های ناشی از اطلاعات نامتقارن برطرف می‌شود. در برنامه بیمه گروهی، با استفاده از بیمه شاخص آب و هوا، پرداخت خسارت به کشاورز به حفظ یا از بین رفتن محصول وی بستگی ندارد. بلکه بر مبنای وضعیت عامل‌های آب و هوایی و میانگین خسارت متناسب در منطقه (در صورت کمتر بودن از

[1] Moral hazard

سطح تعهد) به همگان غرامت پرداخت می شود. بنابراین، کشاورزان بیشترین تلاش خود را برای حفظ محصول انجام می دهند (Pishbahar and Abedi, 2017). در کشورهای آفریقایی، بیمه شاخص آب و هوا بر پایه شاخص‌های بارش، دما و دمای روزانه با تعیین تابع غرامت و تابع مطلوبیت مورد انتظار کشاورزان و مجموعه عامل‌های که بر میزان تقاضای کشاورزان از بیمه شاخص پایه اثر خواهد داشت، ارائه می شود (Ofogh et al., 2011). بیمه شاخص دما یکی از مشتقات بیمه شاخص آب و هواست که برای کنترل ریسک تولید و عملکرد محصول‌ها به واسطه تغییرات غیرمترقبه دما مورد استفاده قرا می‌گیرد.

بررسی ادبیات موضوع نشان می‌دهد که بیمه محصول‌های کشاورزی در جهان دارای اهمیت بالایی است و تاکنون، مطالعات داخلی و خارجی بسیاری در زمینه بیمه محصول‌های کشاورزی انجام شده و موضوع‌های مختلفی در این زمینه بررسی شده است. اما مطالعات اخیر بیشتر به سمت بیمه‌های شاخص محور مانند بیمه بارندگی، بیمه دما، بیمه خشک‌سالی و غیره گرایش پیدا نموده‌اند. از جمله می‌توان به مطالعه Heimfarth and Musshoff (2011) اشاره کرد که اقدام به بررسی بیمه‌های مبتنی بر شاخص آب و هوا برای کشاورزان در دشت شمال چین به منظور شناسایی پتانسیل‌های کاهش ریسک و ریسک پایه نمودند. Blanc (2012) تاثیر تغییرات آب و هوا بر عملکرد ۴ محصول زراعی رایج (ارزن، ذرت، سورگوم و کاساوا) در کشورهای جنوب صحرای آفریقا(SSA) را مورد بررسی قرار داده است. Pelka et al. (2014) اثر بیمه شاخص آب و هوا در کاهش ریسک درآمد تولیدکنندگان ذرت در چین را تجزیه و تحلیل نمودند. Jin et al. (2016) به بررسی تاثیر ترجیحات ریسک کشاورزان در تصمیم‌گیری‌های خود برای خرید بیمه شاخص آب و هوا برمبنای شواهد پایش از آزمایش‌های میدانی انجام شده در منطقه یونگکیوا، شهر سوژو در استان آنهویی چین پرداختند. در پژوهش دیگری، Zhang et al. (2017) به بررسی عملکرد شاخص آب و هوا وابسته به دما برای بیمه کشاورزی سه محصول اصلی در چین پرداختند. در این مطالعه، شاخص مطلق و شاخص نسبی برای خسارت سرما و گرما برای سه محصول اصلی در چین ارزیابی شد. Xu et al. (2018) به طراحی نظام بیمه شاخص آب و هوا برای ذرت تابستانی در استان آنهویی چین پرداختند. Zhou et al. (2018) کاهش عدم قطعیت عملکرد محصول با استفاده از بیمه‌های شاخص بارندگی را بررسی نمودند و Gou et al. (2019) شاخص بیمه دما و ریسک منطقه برای برنج در پاسخ به خسارت دماهای بالا و پایین در استان جیانگسو چین را طراحی کردند. Han et al. (2019) بیمه

شاخص آب و هوا برای انرژی باد در استان سین کیانگ چین را مورد مطالعه قرار داده و Xiao and Yao (2019) نشان می دهند بیمه شاخص آب و هوا به عنوان یک بیمه مکمل در کنار دیگر بیمه‌ها، در مقایسه با اینکه این بیمه تنها به شکل مستقل ارایه شود، کارایی بیشتری در ریسک سمت پایین و افزایش رفاه کشاورزان دارد. Zhang et al. (2020) اثر دو شاخص آب و هوایی مربوط به بارندگی - شاخص مبتنی بر ناهنجاری (AI) و شاخص مبتنی بر رطوبت (HI) برای ۳ محصول اصلی برنج، گندم و ذرت در چین را مورد بررسی قرار دادند. Shibabaw et al. (2023) نرخ حق بیمه را برای بیمه شاخص دما دو محصول گندم و جو با استفاده از شاخص میانگین دما در طول دوره رشد گیاه در کشور اتیوپی تعیین نمودند. Hott and Regner (2023) اقدام به ارزیابی ارزش بالقوه بیمه شاخص آب و هوایی برای کشور آلمان نموده و نشان دادند که میانگین دما در فصل تابستان، پتانسیل بالایی برای طراحی برنامه بیمه آب و هوا در این کشور دارد.

در بین مطالعات داخلی نیز می‌توان به پژوهش Alijani et al. (2012) اشاره نمود که به بررسی اثر درجه حرارت و بارندگی بر عملکرد گندم آبی ایران پرداختند. Ardestani (2012) نیز به امکان سنجی استفاده از شاخص آب و هوا در مدیریت بیمه گندم در کشور، در پنج حالت مبادرت نموده است. Kouchakzaei et al. (2013) با استفاده از شاخص بارندگی، اقدام به محاسبه حق بیمه محصول گندم دیم در شهرستان درگز نمودند. Ghahremanzadeh et al. (2014) ضمن بررسی زمینه‌های ایجاد بیمه شاخص آب و هوایی در محصول گندم دیم شهرستان اهر، فاکتور-های مؤثر بر تمایل گندمکاران به مشارکت در طرح بیمه شاخص آب و هوایی را تحلیل نمودند. Pishbahar et al. (2015) به محاسبه حق بیمه شاخص‌های آب و هوایی گندم دیم میانه با کاربرد مفصل تاکی شکل پرداختند. Torabi et al. (2018) حق بیمه شاخص آب و هوایی و تابع غرامت آن برای محصول سیب در شهرستان دماوند را تعیین کردند. Dashti et al. (2018) کارایی بیمه شاخص بارندگی برای محصول جو دیم در شهرستان هشترود را مورد بررسی قرار داده و Damavandi (2020) کاربرد شاخص‌های خشکسالی در تعیین بیمه خسارهای خشکسالی را ارزیابی نموده است. Dashti et al. (2020) با استفاده از تابع غرامت و تابع هزینه خسارت، اقدام به قیمت‌گذاری بیمه شاخص بارندگی برای محصول‌های گندم و جو دیم در شهرستان هشترود کردند. Farzin et al. (2021) نیز به بررسی ضرورت توجه به بیمه سیل در مدیریت ریسک‌های ناشی از تغییر اقلیم پرداختند.

با توجه به رقم‌های زراعی موجود گندم در کشور، مناسب‌ترین اقلیم تولید گندم از نظر میانگین عملکرد در واحد سطح مناطق معتدل سرد است. آذربایجان‌شرقی دارای اقلیم سردسیری است و عامل‌های محدودکننده تولید در این اقلیم شامل سرمای سرد زمستانی بدون پوشش برف و سرمای دیرهنگام بهار و همچنین زنگ زرد و سن گندم و زنبور ساقه‌خوار می‌باشد. بهترین تاریخ کشت گندم در این منطقه از اول تا آخر مهرماه بوده و مناسب‌ترین آن در دهه دوم مهرماه می‌باشد. سالانه از حدود ۴۳۰ هزار هکتار اراضی دیم و آبی آذربایجان شرقی در حدود ۸۰۰ هزار تن گندم برداشت می‌شود که این امر استان آذربایجان‌شرقی را در جمع پنج استان برتر کشور در تولید گندم قرار داده است. در این استان، شهرستان تبریز با سهم بالای تولید گندم، در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ از حدود ۱۸۶ هزارهکتار سطح زیرکشت گندم دیم و آبی، نزدیک به ۴۸۱ هزار تن محصول برداشت شده است (سازمان جهاد کشاورزی استان آدربایجان شرقی، ۱۴۰۱). ملاحظه شده است در شهرستان تبریز برای محصول گندم دیم و آبی، دمای بالا در اواسط اردیبهشت ماه تا اواسط تیر ماه و دمای پایین در آذر ماه تا بهمن ماه بسیار حائز اهمیت بوده و بر عملکرد محصول تأثیر می گذارد. با توجه به اهمیت دما، در مطالعه حاضر تلاش می‌شود تا اثر خسارت دمای بالا و دمای پایین بر عملکرد محصول بررسی شود و رابطه بین نرخ کاهش عملکرد محصول با دمای بالا و پایین مورد تحلیل قرار گیرد. بدیهی است با توجه به شرایط دما در شهرستان تبریز و ایجاد ریسک تولید برای محصول گندم، در مطالعه حاضر تلاش خواهد شد تا بیمه شاخص دما برای محصول گندم در منطقه موردمطالعه تجزیه تحلیل گردد. با توجه به اهمیت بیمه محصول‌های کشاورزی و محصول گندم به عنوان یک محصول استراتژیک در کشور، انجام مطالعه در خصوص اثر شاخص دما بر عملکرد محصول گندم و طراحی بیمه دما، ضروری به نظر می‌رسد و این هدفی است که این بررسی به دنبال آن است. ارائه این‌گونه طرح‌های بیمه‌ای، افزون‌بر کاهش هزینه‌های اجرایی، می‌تواند زمینه‌ای برای بهبود عملکرد صندوق بیمه کشاورزی و همچنین بهره‌مندی گندمکاران شهرستان از این محصول بیمه‌ای نوین فراهم نماید. با توجه به موقعیت جغرافیایی شهرستان تبریز که بیشتر در معرض خسارت دمای پایین است، زیان‌های اقتصادی سرما و یخبندان در منطقه بیشتر نمایان می‌گردد. بدین ترتیب، با طراحی بیمه دما می‌توان در بخش خرد از خسارت کشاورز و در بخش کلان از زیان اقتصادی کشور، ناشی از کاهش تولیدهای محصول‌های کشاورزی کاست. بر اساس این پژوهش، می‌توان منطقه مورد مطالعه را بر اساس شدت ریسک دمای بالا و دمای پایین دسته‌بندی کرده و با استفاده از

بیمه شاخص دما و با توجه به اقلیم منطقه، می‌توان ریسک مربوط به نوسان‌های دمای هوا را پیش‌بینی کرد. در اختیار داشتن اطلاعات در این زمینه می‌تواند راهکارهای مناسب برای مدیریت ریسک دمای هوا را در عمل فراهم ساخته و از هزینه‌های ریسک تولید محصول بکاهد.

مواد و روش

در حالت کلی، تولید واقعی محصولی مانند گندم شامل تولید سیستمی و تولید تصادفی بر اساس فاکتورهای آب و هوایی و تصادفی است. تولید سیستمی تحت تأثیر عامل‌های مانند فناوری تولید و مصرف نهاده‌های تولید بوده و تولید تصادفی تحت تأثیر عامل‌های آب و هوایی مانند خشکسالی، سیل، بارندگی و دمای محیط است. جزء عامل‌های تصادفی نیز در برگیرندۀ عامل‌های دیگر پیش‌بینی‌ناپذیر می‌باشد. بنابراین در ارزیابی ریسک عملکرد، محصول را می توان به دو جزء تصادفی (ریسکی) و قطعی به صورت رابطه (۱) تفکیک نمود (Gou et al., 2019).

$$Y = Y_t + Y_w + \varepsilon \quad (۱)$$

که Y تولید واقعی محصول گندم ، Y_t تولید سیستمی (قطعی) محصول گندم، Y_w تولید تصادفی گندم بر مبنای فاکتور آب و هوا و ε اجزا اخلال یا همان جزء تصادفی تولید را نشان می دهد که به طور معمول در محاسبه‌ها، این جزء در نظر گرفته نمی‌شود. عملکرد واقعی محصول (Y)، منهای عملکرد سیستمی (Y_t)، میزان عملکرد تصادفی آب و هوایی (Y_w) را نشان می‌دهد. در صورتی که Y_w بزرگتر از صفر باشد، شرایط آب وهوا از جمله دما برای افزایش عملکرد محصول مفید است و اگر Y_w کوچکتر از صفر باشد، نشان دهندۀ این است که شرایط دما، عملکرد محصول را کاهش می دهد. نسبت تفاوت بین تولید واقعی از تولید سیستمی متناظر نسبت به عملکرد سیستمی را می‌توان به محصول آب و هوایی نسبی (St) تعریف نمود که شکل ریاضی آن در رابطه (۲) آمده است.

$$S_t = \frac{Y - Y_t}{Y_t} \times 100\% \ \ (t = 1.2. \ldots . T) \quad (۲)$$

که S_t، ستانده آب و هوایی نسبی[1] است. اگر S_t کوچکتر از صفر باشد، نشان دهندۀ این است که عملکرد محصول به دلیل متغیرهای آب و هوایی مانند دما کاهش می‌یابد و مقدار قدر مطلق آن به عنوان نرخ کاهش عملکرد تعریف می‌شود که شکل ریاضی آن در رابطه (۳) آمده است (Gou et al., 2019).

[1] Weather output

$$X_t = \begin{cases} |S_t| & .S_t < 0 \\ 0 & .S_t > 0 \end{cases} \quad (۳)$$

بنابر ارزیابی‌های انجام شده، در شهرستان تبریز هنگامی که شدت جریان هوا ۳ متر بر ثانیه، دمای هوا بین۳۰ تا ۳۸ درجه سلسیوس و رطوبت کمتر از ۹ درصد باشد، خسارت به محصول رخ می‌دهد. دمای بالا، موجب خسارت به محصول گندم می‌شود. به عبارتی، وجود همزمان سه عامل ذکر شده در زمان شیری تا سفت شدن دانه گندم، باعث کاهش عملکرد محصول می‌شود (صندوق بیمه کشاورزی واحد استان آذربایجان شرقی، ۱۳۹۹). با توجه به اقلیم منطقه مورد مطالعه و فراوانی دمای غالب شهرستان تبریز در در یک دوره بلندمدت، می‌توان مدت دمای بحرانی یا به عبارتی دمای پایه جهت بررسی میزان خسارت درجه حرارت بالا، دمای بیشینه روزانه ۳۲ درجه سلسیوس و دمای میانگین روزانه ۲۷ درجه سلسیوس را در نظر گرفت. سپس با محاسبه تفاوت دمای بالای منطقه از سطح دماهای یاد شده، شاخص ارزیابی آسیب دمای بالا یعنی HT را با کمک رابطه (۴) محاسبه نمود.

$$HT = \begin{cases} 0 & .else \\ \sum_{i=d1}^{d2} \Delta T = \sum_{i=d1}^{d2} (T_i - 32) & .T_i \geq 32 . T \geq 27 \end{cases} \quad (۴)$$

که T_i درجه حرارت بالای روزانه در بازه زمانی نیمه اردیبهشت ماه تا نیمه خردادماه در شهرستان تبریز می‌باشد.

در رابطه با خسارت دمای پایین، پوشش برف عامل مهمی در جلوگیری از ایجاد خسارت به‌شمار می‌آید که مطابق اطلاعات جمع‌آوری شده در این شهرستان، در هنگام وقوع سرمای شدید، وجود پوشش برف می‌تواند از وقوع خسارت جلوگیری نماید. در این تحقیق، زمان آسیب دمای پایین برای محصول گندم از اوایل آذر ماه تا اواخر بهمن ماه بوده که برای محاسبه شاخص خسارت دمای پایین یعنی LT، برای شهرستان تبریز مد نظر قرار گرفت. سپس برای ارزیابی میزان خسارت گندم، به بررسی دمای کمینه روزانه در یک دوره بلندمدت پرداخته می‌شود. براساس نظر کارشناسان سازمان جهاد کشاورزی استان آذربایجان‌شرقی و کارشناسان ارزیاب خسارت صندوق بیمه کشاورزی شعبه تبریز، در مطالعه حاضر، دمای بحرانی برای محاسبه خسارت شاخص دمای پایین برابر با ۱۰- درجه سانتی‌گراد تعیین گردید. آسیب دمای پایین، LT، به شرح رابطه (۵) محاسبه می‌شود (Gou et al., 2019):

$$LT = \begin{cases} 0 & .else \\ \sum_{j=1}^{n} (T_0 - T_j) & .T_j \le -10.\ j = 1.2.\ldots.n \end{cases} \quad (۵)$$

که، T_0 کمینه دما در مرحله شروع و پر شدن دانه است، T_j درجه حرارت میانگین روزانه زیر حد پایین و n شمار روزهای زیردمای بحرانی را نشان می‌دهد. جهت برآورد نرخ حق بیمه شاخص دما لازم است که وابستگی بین نرخ کاهش عملکرد با شاخص‌های خسارت دمای بالا (HT) و دمای پایین (LT) تعیین گردد که در ادامه توضیح داده می‌شود. به منظور تجزیه و تحلیل تأثیر شاخص خسارت دمای بالا و دمای پایین بر میزان کاهش عملکرد محصول، نرخ کاهش عملکرد به عنوان متغیر وابسته (S_t از رابطه ۳) روی متغیرهای توضیحی یعنی شاخص خسارت دمای بالا و شاخص خسارت دمای پایین به صورت رابطه ضمنی ۶ رگرس می‌شود.

$$S_t = F(HT.LT.HT^2.LT^2) \quad (۶)$$

نرخ حق بیمه منصفانه[1] بیمه محصول‌های زراعی برابر است با امید ریاضی غرامت‌های پرداختی. نرخ حق بیمه منصفانه به صورتی تعیین می شود که نرخ حق بیمه تابعی از غرامت پرداختی مورد انتظار E[loss] باشد. فرمول نرخ حق بیمه منصفانه بیمه شاخص دما برای گندم به شرح رابطه (۷) تعریف می‌شود (Gou et al., 2019).

$$R_c = \frac{E[loss]}{\lambda\mu} = E[loss] \quad (۷)$$

در رابطه (۷)، مخرج نشان دهنده سطح تعهد بیمه‌گر که از حاصل‌ضرب عملکرد مورد انتظار محصول گندم (μ) و سطح پوشش بیمه (λ) به دست می‌آید و صورت کسر نشان‌دهنده خسارت مورد انتظار محصول است. طبیعی است که برنامه‌های بیمه، کل محصول را بیمه نمی‌نماید و تنها بخشی از کل محصول تولیدی، تحت پوشش قرار می‌گیرد. آن قسمتی که تحت پوشش بیمه قرار نمی‌گیرد به عنوان «کاستنی»[2] معروف است. به‌طورکلی برای محاسبهٔ نرخ حق بیمه منصفانه و نرخ حق بیمه واقعی بایستی میزان غرامت پرداختی با استفاده از ضریب کاستنی در سطح‌های مختلف ۲/۵ ، ۵ ، ۷/۵ و ۱۰ درصد، مورد بررسی و تحلیل حساسیت قرار گیرد. میزان غرامت‌های پرداختی در سطح‌های مختلف ضریب کاستنی از رابطه (۸) به دست می‌آید:

$$w = \begin{cases} 0. & if \quad (x \le x_c) \\ x. & if \quad (x > x_c) \end{cases} \quad (۸)$$

[1] Actuarially fair premium rate
[2] Deduction

که ، X در رابطه (۳) تعریف شده است و x_c، میزان عملکرد تحت پوشش بیمه در سطح کاستنی c می‌باشد. آن‌گاه با استفاده از فرمول (۹) از حاصل‌ضرب نرخ حق بیمه منصفانه در سطح تعهد، حق بیمه منصفانه را می‌توان محاسبه کرد.

$$P_c = R_c \times Q \qquad (۹)$$

که ، P_c، مقدار حق بیمه منصفانه، R_c، نرخ حق بیمه منصفانه و Q سطح تعهد می‌باشد. در نهایت، نرخ حق بیمه واقعی از رابطه (۱۰) محاسبه می‌شود.

$$R_g = R_c * (1 + r_s)\big(1 + r_p\big)(1 + r_b) \qquad (۱۰)$$

که، R_g نرخ حق بیمه واقعی، r_s ضریب ایمنی، r_p نرخ سود و r_b ضریب هزینه عملیاتی را نشان می‌دهد. نکته اصلی در این محاسبه‌ها برآورد نرخ حق بیمه منصفانه است که برای تعیین نرخ حق بیمه شاخص دمای هوا می‌توان از روش تحلیلی سوختگی (Burn) استفاده کرد. در روش Burn دو فرضیه وجود دارد که عبارت‌اند از: الف) داده‌های سری زمانی دمای پایدار است، ب) داده‌های هرسال مستقل و دارای توزیع همانند هستند. بر این اساس، نرخ خسارت مورد انتظار توسط تاریخچه داده‌های عملکرد گندم تخمین زده می‌شود که شکل ریاضی آن در رابطه (۱۱) آمده است (Gou et al., 2019).

$$S_t = \frac{1}{n}\sum \frac{Y - Y_t}{Y_t} \quad , \quad (Y - Y_t \prec 0) \quad , t = 1, 2, ..., n \qquad (۱۱)$$

در رابطه (۱۱)، Y_t عملکرد واقعی کشاورز و Y سطح تعهد بیمه‌گر می‌باشد. سطح تعهد و تفاضل این دو مقدار خسارت وارده را نشان می دهد.

S_t یا نرخ کاهش عملکرد و توزیع تجربی آنها نکته نقد بیمه شاخص دما است. از جمله روش‌های معمول برای محاسبه حق بیمه، استفاده از روش‌های آماری یعنی روش اکچوئری است که توسط بیشتر بیمه‌گران مورد استفاده قرار می‌گیرد (Farzin et al., 2012) که در مطالعه حاضر نیز از این روش بهره گرفته شده است. به طور کلی، تجزیه و تحلیل هر شاخص آب و هوایی نیاز به انجام سه مرحله زیر دارد (Odening et al, 2007):

بررسی همبستگی بین متغیر آب و هوایی و عملکرد محصول (در این بررسی عملکرد گندم و دما)

مدلسازی آماری متغیر آب و هوا (در این بررسی متغیر دما)

ارائه یک مدل قیمت‌گذاری

رابطه (۱۲)، در برگیرنده هر سه مرحله یاد شده می‌باشد. در رابطه (۱۲)، امید ریاضی خسارت ناشی از نرخ کاهش عملکرد مورد انتظار برمبنای همبستگی بین متغیر دما و عملکرد و مدلسازی آماری خسارت دمای بالا و دمای پایین می‌باشد که یک مدل قیمت‌گذاری برای بیمه شاخص دما است.

$$R_c = E[loss] = \frac{1}{n}\sum |S_t| \,.\, (S_t < 0) \qquad (۱۲)$$

با استفاده از S_tو با توجه به سطح کاستنی (C) و سطح تعهد بیمه‌گر در این سطح کاستنی(x_c)، می توان نرخ غرامت را به صورت رابطه (۱۳) به دست آورد:

$$L_t = \begin{cases} 0 & (x \le x_c) \\ x & (x > x_c) \end{cases} \qquad (۱۳)$$

در طول سال‌های مورد مطالعه، L_t محاسبه شده و آن‌گاه میانگین خسارت‌ها با کمک رابطه ۱۴ تعیین می‌شود.

$$\bar{L} = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} L_t \qquad (۱۴)$$

پس از محاسبه سطح تعهد، R_c،S_t و L_t می‌توان نرخ حق بیمه منصفانه را به صورت رابطه (۱۵) محاسبه کرد:

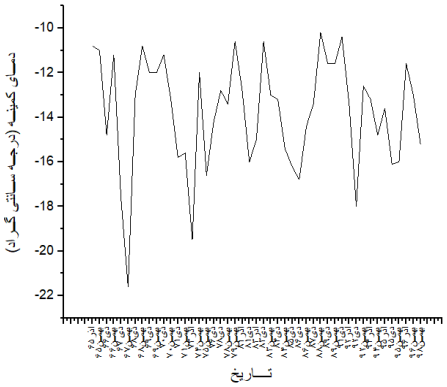
$$R_c = L(1+\delta) \qquad (۱۵)$$
$$\delta = \frac{\sigma}{\bar{L}}$$

که ، R_c، نرخ حق بیمه منصفانه، L، خسارت مورد انتظار، δ نرخ بارگذاری و σ واریانس خسارت می‌باشد (Gou et al., 2019).

داده ها و اطلاعات مورد نیاز برای انجام محاسبه‌ها در این تحقیق شامل کمینه دمای روزانه، بیشینه دمای روزانه و میانگین دمای روزانه به شکل سری زمانی طی سال‌های ۹۸-۱۳۶۵ به همراه داده های تولید، عملکرد و سطح زیرکشت محصول گندم آبی و دیم شهرستان تبریز می‌باشند. این اطلاعات به ترتیب از اداره کل هواشناسی و سازمان جهاد کشاورزی استان آذربایجان‌شرقی گردآوری شد. داده‌های روزانه هواشناسی مورد نیاز برای این پژوهش برمبنای تاریخ‌های بروز خسارت محصول گندم بر اثر دمای هوا بررسی و سپس این بازه زمانی برای خسارت ناشی از دمای بالا و خسارت دمای پایین تعیین و دمای بحرانی نیز برای محاسبه HT و LT انتخاب شد. داده‌های عملکرد محصول گندم بر حسب کیلوگرم بر هکتار و تولید محصول گندم بر حسب تن استفاده شدند.

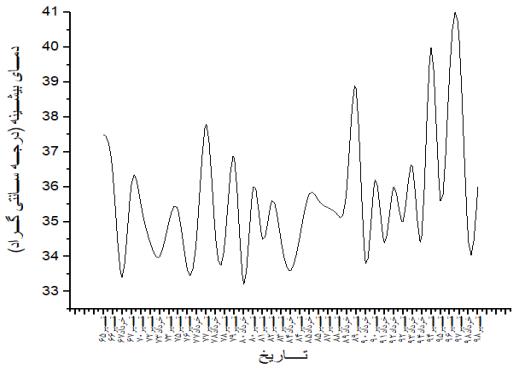
نتایج و بحث

با توجه به داده‌های هواشناسی گردآوری شده در این پژوهش، دماهای روزانه شامل بیشینه دما، کمینه دما و میانگین دمای روزانه مورد بررسی قرار گرفت. کمینه دمای ثبت شده در ماه‌های آذر، دی و بهمن در نمودار (۱) و بیشینه دمای گزارش شده از نیمه اردیبهشت ماه تا نیمه تیر ماه مطابق نمودار (۲) ارائه شده است. با توجه به نمودار (۱)، کمترین دمای ثبت شده در طی سال‌های۹۸-۱۳۶۵ مربوط به بهمن ماه سال ۱۳۶۷ با ۲۱/۶- درجه سلسیوس بوده است. همان-طور که در نمودار (۲) دیده می‌شود که دمای بیشینه روزانه طی سال‌های ۹۸-۱۳۶۵ یک روند افزایشی داشته و بیشترین دما در طول دوره موردمطالعه در تیرماه سال ۱۳۹۷ معادل با ۴۰/۲ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. نمودارهای (۴) و (۳) به ترتیب، نسبت خسارت و سطح بیمه شده برای گندم آبی و دیم در شهرستان تبریز را نشان می‌دهد. برمبنای نمودار (۳)، ملاحظه می‌گردد که سطح بیمه شده گندم دیم یک روند رو به رشد و گندم آبی یک روند کاهشی داشته است که این امر بیانگر استقبال گندمکاران دیم از برنامه بیمه کشاورزی بوده و به بیان دیگر، بیانگر آن است که گندمکاران دیم بیشتر از آبی در معرض خطر بوده و بیشتر تمایل به بیمه محصول خود دارند. این واقعیت در مقایسه نسبت خسارت این دو محصول در نمودار (۴) مشهود است.



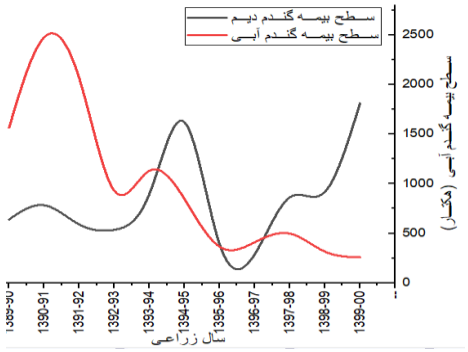
نمودار(۱) دمای کمینه روزانه در ماه‌های آذر، دی و بهمن طی سال‌های۹۸-۱۳۶۵

Figure (1) Minimum daily temperature in June and July from 1996- 2019



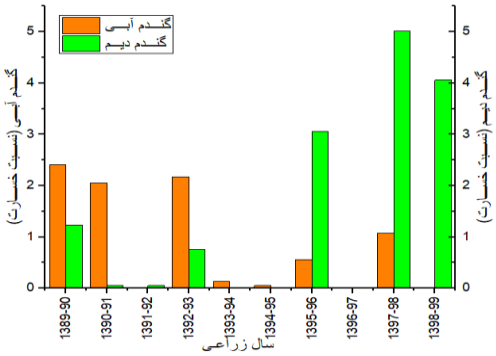
نمودار(۲) دمای بیشینه روزانه در ماه‌های خرداد و تیر طی سال‌های۹۸-۱۳۶۵

Figure (2)Maximum daily temperature in June and July from 1996- 2019



نمودار(۳) سطح بیمه شده کل محصول گندم شهرستان تبریز در سال‌های زراعی ۱۳۸۹-۱۴۰۰

Figure (3) The insured area of wheat crop in Tabriz city from 2009-2022



نمودار(۴) میزان نسبت خسارت محصول گندم آبی و دیم در شهرستان تبریز در سال‌های زراعی ۱۴۰۰-۱۳۸۹

Figure (4) The lost ratio of irrigated and rainfed wheat in Tabriz city from 2009-2022

در این پژوهش برای بررسی ایستایی سری‌های عملکرد محصول گندم دیم و آبی و دیگر متغیرهای مورد مطالعه از آزمون ریشه واحد دیکی-فولر(ADF) و آزمون الیوت و همکاران (DF-GLS) استفاده شد و نتایج مربوط در جدول ۱ ارائه گردیده است. مقایسه مقادیر آماره‌های این دو آزمون برای سری‌های عملکرد محصول گندم آبی و دیم بیانگر آن است که این سرهای ناایستا بوده و با یک بار تفاضل‌گیری ایستا می‌شود، به عبارت دیگر[I(1)] می‌باشند. ولی سایر متغیرها در سطح داده‌ها ایستا هستند [I(0)].

جدول (۱) نتایج آزمون ریشه واحد DFGLS و ADF برای عملکرد گندم آبی و دیم در شهرستان تبریز

Table (1) ADF and DF-GLS's unit root tests of rainfed and irrigated wheat yield in Tabriz city

ADF		DF-GLS		محصول crop
تفاضل مرتبه اول First order difference	سطح داده Data level	تفاضل مرتبه اول First order difference	سطح داده Data level	
-2.97	-2.132	-4.123	-2.275	عملکرد گندم دیم Rainfed wheat yield
-6.33	-2.32	-5.67	-2.97	عملکرد گندم آبی Irrigated wheat yield
--	-3.92	--	-5.92	نرخ کاهش عملکرد گندم دیم Decline rate of Rainfed wheat yield

ادامه جدول (۱) نتایج آزمون ریشه واحد DFGLS و ADF برای عملکرد گندم آبی و دیم در شهرستان تبریز

Table (1) ADF and DF-GLS's unit root tests of rainfed and irrigated wheat yield in Tabriz city

ADF		DF-GLS		محصول crop
تفاضل مرتبه اول First order difference	سطح داده Data level	تفاضل مرتبه اول First order difference	سطح داده Data level	
--	-3.891	--	-4.10	نرخ کاهش عملکرد گندم آبی Decline rate of irrigated wheat
--	-3.383	--	-4.57	شاخص خسارت دمای بالا High temperature loss index
--	-4.019	--	-6.07	شاخص خسارت دمای پایین Low temperature loss index
-2.983	02.980	-3.414	-3.40	مقدار بحرانی در سطح ۵٪ Critical value in 5%

منبع: یافته‌های تحقیق Source: Research findings

در ادامه، برای انجام محاسبه‌ها و برآوردها در آغاز لازم بود سری عملکرد گندم دیم و آبی روندزدایی شده تا پس از بدست آوردن عملکردهای تصادفی، مورد ارزیابی قرار گیرند. برای این منظور مدل رگرسیون روند در حالت خطی، درجه دوم، لگاریتمی و نیمه لگاریتمی مد نظر قرار گرفت و فرم تابعی مناسب با استفاده از آزمون باکس-کاکس و آزمون های اقتصادسنجی مانند معنی دار بودن آماره های آزمون های t و F ، بالا بودن $\bar{R}^2$ و سازگاری داده های واقعی با داده های برآورد شده، انتخاب گردید. برای سری عملکرد محصول گندم دیم، فرم تابعی لگاریتمی - خطی و برای سری عملکرد محصول گندم آبی، فرم لگاریتمی درجه دوم به عنوان فرم تابعی مناسب در نظر گرفته شده است که نتایج براورد این مدلها در جدول (۲) ارائه شده است.

پس از روندزدایی داده‌ها و به دست آوردن عملکرد تصادفی، نرخ کاهش عملکرد محصول گندم دیم و آبی محاسبه گردید که نتایج مربوطه به ترتیب در نمودارهای (۵) و (۶) آمده است. براساس نمودار (۵)، نرخ کاهش عملکرد محصول گندم دیم در سال‌های ۸۰-۱۳۷۸ به میزان ۷/۲۰ تا ۶/۳۲ درصد و در سال ۱۳۹۶ عملکرد محصول ۹/۵۳ درصد دچار افت شده است. در خصوص افت عملکرد محصول گندم آبی مطابق نمودار (۶)، ملاحظه می‌گردد در سال‌های ۷۱-۱۳۶۵ به طور متوالی افت عملکرد وجود داشته و از ۵/۳۰ تا ۱/۲۰ متغیر بوده است. در سال‌های ۹۶-۱۳۹۵ نرخ کاهش عملکرد به میزان ۳/۴۴ و ۹۸-۱۳۹۷ برابر با ۴/۲۲ درصد رخ داده است. با

این‌حال، بیشترین افت عملکرد هر دو محصول گندم دیم و آبی به ترتیب ۱۳/۶۸ و ۳۲/۹۹ درصد مربوط به سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ که توأم با خشکسالی بود، می‌باشد.

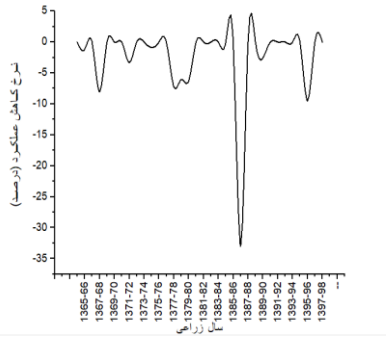
جدول (۲) نتایج رگرسیون‌های روند زمانی برای سری‌های عملکرد محصول گندم دیم و آبی شهرستان تبریز

Table (2) Trend regression results of rainfed and irrigated wheat yield in Tabriz city

محصول crop	متغیر variable	مقدار ضریب coefficient	انحراف معیار Standard error	آماره t t-statistic
گندم دیم Rainfed wheat	عرض از مبدأ Intercept	-9.4	8.74	-1.08
	روندTrend	0.011	0.0063	1.84
گندم آبی Irrigated wheat	عرض از مبدأ Intercept	-277.2	643.10	-2.32
	روندTrend	3.28	1.42	2.31
	توان دوم روند Square of trend	-0.0011	0.0005	-2.30

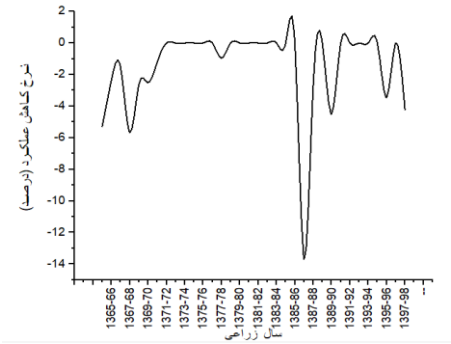
منبع: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings



نمودار(۵) نرخ کاهش عملکرد محصول گندم دیم برمبنای تغییرات دما شهرستان تبریز طی سال‌های۹۸-۱۳۶۵

Figure (5) Decline rate of rainfed wheat based on temperature variation in Tabriz city from 1996- 2019



نمودار(۶) نرخ کاهش عملکرد محصول گندم آبی برمبنای تغییرات دما شهرستان تبریز طی سال‌های ۹۸-۱۳۶۵

Figure (6) Decline rate of irrigated wheat based on temperature variation in Tabriz city from 1996- 2019

برای محاسبه شاخص HT بازه زمانی ۱۵ اردیبهشت ماه تا ۱۵ تیر ماه در نظر گرفته شد. سپس دمای متوسط روزانه و دمای بیشینه روزانه در طی سال‌های ۹۸-۱۳۶۵ مورد بررسی قرار گرفت و روزهای با دمای بیشینه روزانه بزرگتر یا مساوی ۳۲ درجه سانتی‌گراد و دمای میانگین روزانه

بزرگتر یا مساوی ۲۷ درجه سانتی‌گراد با شدت ۲ الی ۴ روز تعیین گردید و در نهایت، شاخص خسارت دمای بالا برای هر سال به دست آمد. برای محاسبه شاخص LT نیز بازه زمانی اول آذر ماه تا آخر بهمن ماه بررسی گردید[۱]. بر اساس بررسی‌های انجام شده برای محصول گندم در شهرستان تبریز، کمینه دمای بحرانی در دوره رشد برابر ۱۰- تا ۱۷- درجه سانتی‌گراد می‌باشد. لذا دمای بحرانی برای دورهٔ رشد گندم ۱۰- درجه سانتی‌گراد انتخاب شده و سپس روزهایی با دمای کمینه روزانه کمتر یا مساوی ۱۰- جهت محاسبه شاخص خسارت دمای پایین برای هر سال مدنظر قرار گرفت. در نهایت، شاخص‌های HT و LT برای گندم در منطقه محاسبه شد که مقادیر بدست آمده از محاسبه HT و LT به منظور مقایسه سالانه نتایج شاخص خسارت دمای بالا و شاخص خسارت دمای پایین در نمودار (۷) آمده است. یافته‌ها حاکی از آن است که در سال‌هایی که فراوانی موج گرما یا سرما بیشتر بوده، میزان خسارت شاخص دمای بالا و شاخص دمای پایین نیز وجود داشته است. در برخی سال‌ها که موج گرما و سرما وجود نداشته، بذاته خسارتی نیز رخ نداده است.به منظور بررسی رابطه بین نرخ کاهش عملکرد محصول گندم با شاخص‌های HT و LT، یک رگرسیون درجه دوم (بدون اثرهای متقابل) مطابق رابطه ۶ برآورد شد که نتایج مربوطه در جدول ۳ آمده است. بدین ترتیب استنباط می‌گردد متغیرهای شاخص خسارت دمای پایین و مجذور شاخص خسارت پایین، اثر معنی‌داری بر میزان نرخ کاهش عملکرد محصول گندم دیم داشته و منجر به کاهش میزان عملکرد می‌شود. در رابطه با محصول گندم آبی با توجه به نتایج حاصل از رگرسیون هیچ کدام از متغیرها تأثیر معنی‌داری بر عملکرد محصول ندارد زیرا به دلیل آبیاری درگندم آبی تأثیر دما بر محصول کاهش می‌یابد و از بروز خسارت جلوگیری به عمل می‌آید.

جدول (۳) نتایج رگرسیون شاخص خسارت دمای بالا و شاخص خسارت دمای پایین

Table (3) Regression results of loss of high and low temperature

محصول crop	متغیر variable	مقدار ضریب	انحراف معیار Standard	آماره t t-statistic
	عرض از مبدأ Intercept	-1.26	3.54	-0.36

[۱] لازم به یادآوری است که بنابر اطلاعات گردآمده از صندوق بیمه محصولات کشاورزی شعبه تبریز، در نظر گرفتن دمای پایین برای خسارت بذر گندم، میزان پوشش برف از اهمیت بسیار زیادی در جلوگیری از ایجاد خسارت دمای پایین برخوردار است ولی این عامل به دلیل گزارش نشدن اطلاعات میزان پوشش برف قابل بررسی نبود.

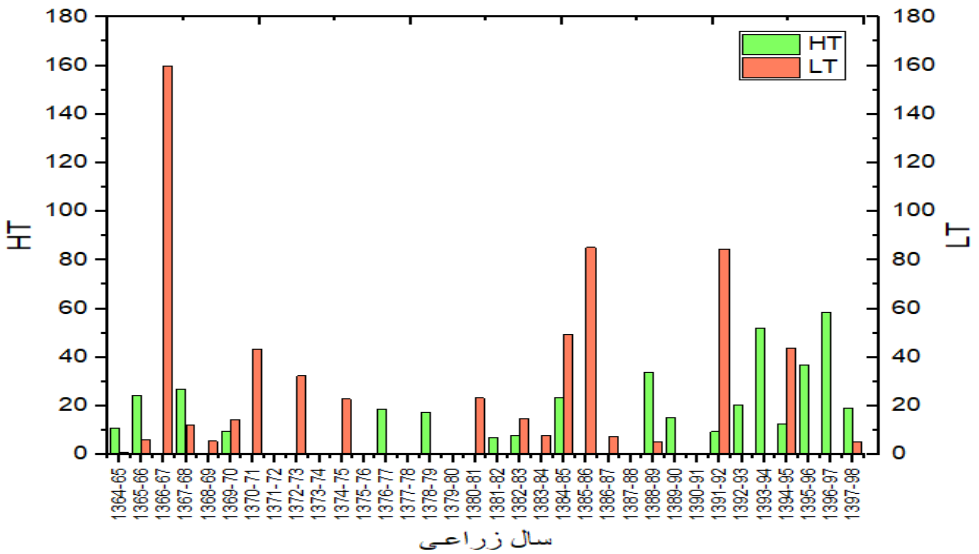
ادامه جدول (۳) نتایج رگرسیون شاخص خسارت دمای بالا و شاخص خسارت دمای پایین

Table (3) Regression results of loss of high and low temperature

محصول crop	متغیر variable	مقدار ضریب	انحراف معیار Standard	آماره t t-statistic
	شاخص خسارت دمای بالا High temperature loss index	-0.10	0.23	-0.45
	شاخص خسارت دمای پایین Low temperature loss index	0.1	0.04	2.19
	مجذور شاخص خسارت دمای بالا Square of high temperature loss index	0.00305	0.00309	0.99
	مجذور شاخص خسارت دمای پایین Square of low temperature loss index	-0.00055	0.00023	-2.23
گندم آبی Irrigated wheat	عرض از مبدأ Intercept	0.56	1.68	0.34
	شاخص خسارت دمای بالا High temperature loss index	-0.9	0.12	-0.75
	شاخص خسارت دمای پایین Low temperature loss index	0.01	0.03	0.45
	مجذور شاخص خسارت دمای بالا Square of high temperature loss index	0.00171	0.00171	0.98
	مجذور شاخص خسارت دمای پایین Square of low temperature loss index	-0.00017	0.00017	-1.01

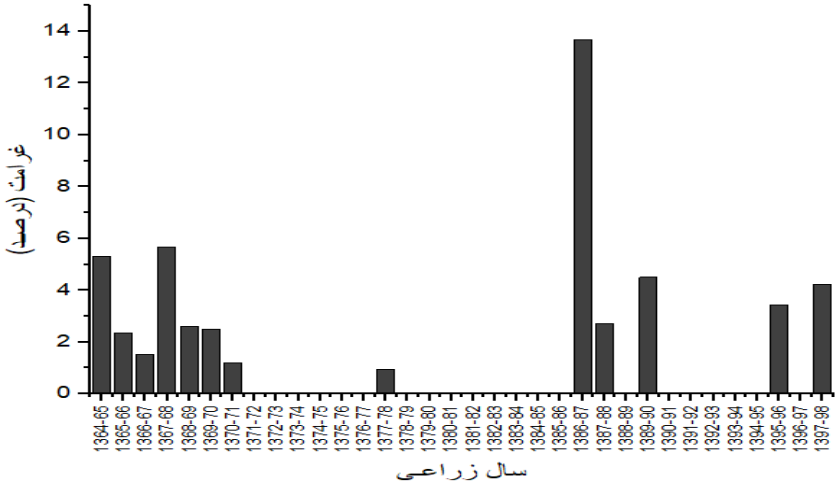
منبع:یافته‌های تحقیق Source: The research findings

نتایج مربوط به توزیع غرامت برآورد شده با توجه به نتایج محاسبه‌های نرخ کاهش عملکرد محصول، شاخص خسارت دمای پایین و شاخص خسارت دمای بالا در سال‌های ۹۸-۱۳۶۵برای گندم آبی و دیم به ترتیب در نمودارهای (۸) و (۹) ارائه شده است. بر این مبنا، بیشترین غرامت برآورد شده برای هر دو محصول گندم دیم (۳۲/۹۹درصد) و گندم آبی (۱۳/۶۸درصد) مربوط به سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ می‌باشد که علت آن را می‌توان کاهش شدید بارش و وقوع خشکسالی دانست و در رتبه دوم بیشترین غرامت برآورد شده برای محصول گندم آبی در سال ۹۸-۱۳۹۷ برابر با ۴/۲۲ درصد و برای محصول گندم دیم برابر با ۹/۵۳ درصد در سال زراعی۹۶-۱۳۹۵ می‌باشد.



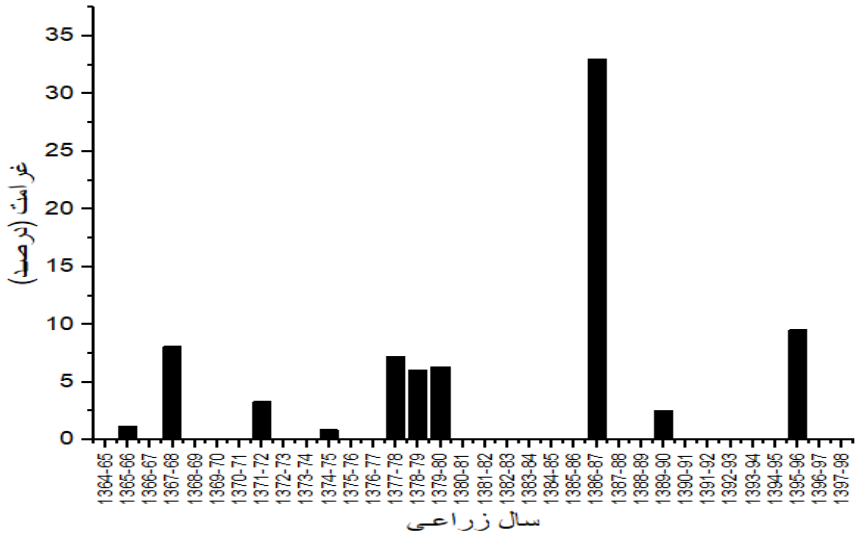
نمودار(۷) نتایج محاسبه‌های شاخص‌های HT و LT برای شهر تبریز طی سال‌های ۹۸-۱۳۶۵

Figure (7) Results of HT and LT index in Tabriz city from 1996- 2019



نمودار (۸) میزان غرامت برآورد شده محصول گندم آبی در شهرستان تبریز طی سالهای ۹۸-۱۳۶۵

Figure (8) Estimated indemnity of irrigated wheat in Tabriz city from 1996-2019



نمودار (۹) میزان غرامت برآورد شده محصول گندم دیم در شهرستان تبریز طی سال‌های ۹۸-۱۳۶۵

Figure (9) Estimated indemnity of raindef wheat in Tabriz city from 1996-2019

نتایج محاسبه‌های نرخ حق بیمه‌ها و میزان حق بیمه‌ها برای سری عملکرد گندم دیم در شهرستان تبریز در ۴ سطح کاستنی ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ درصد در جدول (۴)، ارائه شده است. بررسی برآوردها نشان می‌دهد که حق بیمه واقعی از ۶۱۶۶۰۶ ریال به ازای هر هکتار در سطح ۲/۵ درصد تا ۴۹۱۲۶۳ ریال در سطح ۱۰ درصد متغیر بوده است. میزان نرخ حق بیمه واقعی نیز از ۹/۱۵ درصد در سطح کاستنی ۲/۵ درصد تا ۷/۲۹ درصد در سطح کاستنی ۱۰ درصد متغیر می‌باشد. نرخ حق بیمه برای بیمه پایه گندم دیم در برنامه کنونی (سال ۱۳۹۸) صندوق بیمه، معادل با ۷/۷۴ درصد و میزان حق بیمه ۵۲۱۵۹۵ ریال به ازای هر هکتار می‌باشد. این در حالی است که در این حاضر، نرخ حق بیمه و میزان حق بیمه محاسبه شده برای گندم دیم در سطح کاستنی ۷/۵ درصد به ترتیب برابر با ۷/۴۴ درصد و ۵۵۱۲۴۰ ریال می‌باشد. مقایسه این اعداد حکایت از آن دارد که نرخ حق بیمه محاسبه شده معقول می‌باشند.

جدول (۴) نتایج محاسبه میزان حق بیمه و نرخ حق بیمه گندم دیم برای بیمه شاخص دما در شهرستان تبریز

Table (4) Calculation of premium and premium rate of temperature-index insurance for rainfed wheat in Tabriz city

سهم دولت Government's share	سهم کشاورز Producer's share	حق بیمه واقعی Actual premium	حق بیمه منصفانه Fair premium	نرخ حق بیمه واقعی (٪) Actual premium rate (%)	نرخ حق بیمه منصفانه (٪) Fair premium rate (%)	نرخ کاستنی(٪) Deduction rate (%)
493285	123321	616606	560675	9.15	8.32	2.5
484120	121030	605150	549892	8.98	8.16	5
440992	110248	551240	501373	8.18	7.44	7.5
393011	98252	491263	446114	7.29	6.62	10

منبع: یافته های تحقیق. واحد: ریال Source: The research findings

نتایج حاصل از برآورد نرخ حق بیمه‌ها برای محصول گندم آبی در شهرستان تبریز در جدول (۵) از سطح کاستنی ۲/۵ درصد تا ۱۰ درصد ارائه شده است. مقادیر محاسبه شده نرخ حق بیمه‌های محاسبه شده برای محصول گندم آبی کمتر از موارد متناظر در محصول گندم دیم است. برای محصول گندم دیم، نرخ حق بیمه واقعی از ۴/۵۲ درصد در سطح کاستنی ۲/۵ درصد تا ۲/۷۵ درصد در سطح کاستنی ۷/۵ درصد متغیر است. بنابراین ملاحظه می‌گردد که نرخ حق بیمه گندم آبی کمتر از نرخ حق بیمه گندم دیم می‌باشد. این نتیجه برابر انتظاری می‌باشد، زیرا ریسک تولید گندم دیم در مقایسه با گندم آبی در برابر خطرهای دمای هوا زیاد بوده و لذا انتظار می‌رود که نرخ حق بیمه آن نیز بیشتر باشد. میزان حق بیمه واقعی در سطح کاستنی ۲/۵ درصد برای گندم آبی برابر با ۱۳۷۶۲۸۳ ریال است. در سال ۱۳۹۸ میزان حق بیمه و نرخ حق بیمه گندم آبی برای بیمه پایه فعلی صندوق بیمه به ترتیب ۷۹۷۰۶۶ ریال و ۲/۶۱ درصد گزارش گردیده است. نرخ حق بیمه و میزان حق بیمه محاسبه شده برای گندم آبی در سطح کاستنی ۷/۵ درصد به ترتیب ۲/۷۵ درصد و ۸۳۷۳۴۰ ریال می‌باشد که اختلاف زیادی بین میزان حق بیمه و نرخ حق بیمه کنونی وجود ندارد و نشان از معقول بودن نتایج این مطالعه دارد.

جدول (۵) نتایج محاسبه میزان حق بیمه و نرخ حق بیمه گندم آبی برای بیمه شاخص دما در شهرستان تبریز

Table (5) Calculation of premium and premium rate of temperature-index insurance for irrigated wheat in Tabriz city

سهم دولت Government's share	سهم کشاورز Producer's share	حق بیمه واقعی Actual premium	حق بیمه منصفانه Fair premium	نرخ حق بیمه واقعی (٪) Actual premium rate (%)	نرخ حق بیمه منصفانه (٪) Fair premium rate (%)	نرخ کاستنی(٪) Deduction rate (%)
1101026	275256	1376283	1251443	4.52	4.11	2.5
901282	225320	1126603	1023078	3.70	3.36	5
735641	183910	919552	837340	3.02	2.75	7.5

منبع: یافته های تحقیق. واحد: ریال Source: The research findings

نتیجه‌گیری

در این پژوهش، به بررسی تأثیر دما بر عملکرد محصول گندم و طراحی بیمه مبتنی بر شاخص دما به عنوان راهکاری جدید در مدیریت ریسک کشاورزی در شهرستان تبریز پرداخته شد. بدین منظور، از داده‌های عملکرد گندم آبی و دیم و داده‌های بیشینه، کمینه و میانگین روزانه بهره گرفته شده است که به ترتیب از سازمان جهاد کشاورزی و سازمان هواشناسی استان آذربایجان-شرقی گردآوری شد. برای دستیابی به اهداف پژوهش، روش تحلیلی Burn استفاده شد. ابتدا به بررسی مانایی سری عملکرد گندم و سپس به روند زدایی این سری‌ها پرداخته شد. نتایج نشان داد برابر آمار نسبت خسارت محاسبه شده طی سال‌های مورد بررسی، از سال ۹۴-۱۳۹۳ یک روند نزولی در این نسبت حاصل شده که حکایت از کاهش غرامت‌های پرداختی دارد. همچنین طی پنج سال اخیر، میزان سطح بیمه شده برای محصول گندم آبی کاهش چشمگیری داشته است. همان‌طور که مشاهده شد، بیشترین سطح بیمه شده برای گندم آبی در سال‌های اخیر، مربوط به سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ با ۲۴۰۰/۱۸ هکتار و کمترین سطح بیمه در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ به میزان ۱۰ هکتار، در شهرستان تبریز می‌باشد. سطح بیمه گندم آبی روند کاهشی داشته و حکایت از کاهش چشمگیر استقبال گندمکاران از بیمه کنونی دارد که بایستی صندوق بیمه در برنامه‌های خود تجدیدنظر کند. در این زمینه گندم دیم طی سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۵، نسبت خسارت دارای مقادیر ناچیزی بوده ولی طی سال‌های بعدی یعنی ۱۳۹۵ الی ۱۳۹۸ یک نسبت

روند افزایشی پیدا نموده و نسبت خسارت روند افزایشی چشمگیری داشته است. لذا گندمکاران دیم به دلیل ریسک بالای این نوع کشت، تمایل بیشتری به بیمه کردن محصول‌های خود دارند. بیشترین سطح بیمه شده برای محصول گندم دیم مربوط به سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ با ۱۶۸۲/۲۴ هکتار و کمترین سطح بیمه با ۴۰/۸۰ هکتار در سال ۹۷-۱۳۹۶ است.

مقایسه نسبت خسارت گندم دیم و آبی در شهرستان تبریز گویای این حقیقت است که در سال‌های اخیر، خسارت گندم دیم نسبت به گذشته بیشتر شده و غرامت پرداختی صندوق بیمه افزایش چشمگیری داشته است. این امر حکایت از اثرگذاری قابل ملاحظه عامل‌های آب و هوایی مانند دما و بارندگی بر محصول گندم دیم دارد. این مسئله اهمیت بیمه شاخص آب و هوا برای گندم دیم را بیشتر از گندم آبی نمایان می‌کند. شدت دما و موج گرمایی افزایش یافته در سال های اخیر به دلیل تغییر اقلیم، منجر به بروز خسارت برای محصول‌های کشاورزی به ویژه گندم دیم در تبریز شده است. به عنوان مثال، میانگین دمای سالانه در سال زراعی ۷۷-۱۳۷۶ نسبت به سال‌های گذشته بالاتر بوده، به طوری که میانگین بیشینه دما در این سال ۲۰/۷ درجه سانتی‌گراد بوده و سال‌زراعی ۷۱-۱۳۷۰ با متوسط بیشینه دما ۱۶/۷۱ درجه سانتی‌گراد، کمترین دما را داشته است. نتایج روندزدایی داده‌های عملکرد گندم نشان داد که عملکرد تصادفی مربوط به تغییرات آب و هوا برای هر دو محصول گندم دیم و آبی نوسان زیادی داشته است. بیشترین میزان عملکرد گندم مربوط به سال‌های زراعی ۱۳۷۲-۷۳، ۱۳۷۳-۷۴ و کمترین میزان عملکرد در سال ۸۷-۱۳۸۶ می‌باشد. نرخ کاهش عملکرد محصول گندم دیم در سال‌های ۱۳۷۸-۸۰ به میزان ۷/۲۰ تا ۶/۳۲ درصد بوده است. در زمینه افت عملکرد محصول گندم آبی، یافته‌ها موید آن است که در سال‌های ۷۱-۱۳۶۵ به طور متوالی افت عملکرد وجود داشته و از ۱/۲۰ تا ۵/۳۰ درصد متغیر بوده است. در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ به میزان ۳/۴۴ و در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷، ۴/۲۲ درصد کاهش عملکرد رخ داده است. با این‌حال، بیشترین افت عملکرد هر دو محصول گندم دیم و آبی به ترتیب ۱۳/۶۸ و ۳۲/۹۹ درصد مربوط به سال ۸۷-۱۳۸۶ می‌باشد که سال خشکسالی است. نتایج رگرسیون نرخ افت عملکرد محصول روی شاخص خسارت دمای پایین و بالا نشان داد که شاخص خسارت دمای پایین بر نرخ کاهش عملکرد محصول گندم دیم تأثیر معنی‌داری دارد و منجر به کاهش عملکرد می‌شود.

با توجه به مقادیر محاسبه‌ها در سطح‌های کاستنی ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ درصد، میزان نرخ حق بیمه منصفانه ۷/۴۴ درصد در سطح کاستنی ۷/۵ درصد با نرخ حق بیمه واقعی ۸/۱۸ درصد

می‌باشد که در این صورت، حق بیمه منصفانه ۵۰۱۳۷۳ ریال به ازای هر هکتار بدست آمده است. این در حالی است که بیمه پایه گندم دیم در برنامه کنونی با نرخ حق بیمه ۷/۷۴ و حق بیمه ۵۲۱۵۹۵ ریال برای هر هکتار می‌باشد. در نتیجه، مقادیر به دست آمده برای بیمه شاخص دما مناسب است. برای گندم آبی، نرخ حق بیمه و حق بیمه منصفانه در سطح کاستنی ۷/۵ درصد به ترتیب ۲/۷۵ درصد و ۸۳۷۳۴۰ ریال می‌باشد که در مقایسه با بیمه پایه گندم آبی در حال اجرا (سال ۱۳۹۸) با حق بیمهٔ ۷۹۷۰۶۶ ریال و نرخ حق بیمه برای بیمه ۲/۶۱ درصد برای هر هکتار، بسیار معقول بوده است. میزان سهم کشاورز از حق بیمه واقعی در سطح کاستنی ۷/۵ درصد برای گندم دیم و آبی به ترتیب ۱۱۰۲۴۸ و ۱۸۳۹۱۰ ریال بوده که سهم کشاورز ۲۰ درصد از کل حق بیمه و سهم دولت ۸۰ درصد بوده (در واقع همان یارانه پرداختی دولت) است که در مقایسه با میزان سهم کشاورز بیمه عملکرد در حال اجرا سال ۱۳۹۸ برای گندم دیم ۱۰۴۳۱۹ ریال و برای گندم آبی ۱۵۹۴۱۳ ریال، مقادیر محاسبه شده معقول می‌باشد. با توجه به اینکه نرخ‌های محاسبه شده در این پژوهش در مقایسه با نرخ حق بیمه کنونی گندم معقول است، لذا پیشنهاد می‌شود دولت اجرای بیمه شاخص دما را در برنامه‌های خود قرار دهد. از سوی دیگر، روند سطح بیمه شده محصول گندم نیز حکایت از کاهش استقبال گندمکاران از برنامه بیمه کنونی دارند. لذا به منظور گسترش برنامه‌های بیمه کشاورزی و افزایش چتر حمایتی دولت، توصیه می‌شود صندوق بیمه کشاورزی از برنامه‌های بیمه جدید مانند بیمه شاخص دما به عنوان پایه یا مکمل در کنار بیمه پایه گندم استفاده کند.

منابع

Alijani, F., Karbasi, A. and Mozafari, M. (2012). Survey of climate change's effects on irrigated wheat yield in Iran. *Agricultural Economics and Development*, 19(4): 143-167. (In Persian)

Ardestani, H. (2012). Feasibility of using the weather index in the management of rainfed wheat insurance. Master's thesis. Faculty of Agriculture, University of Tehran. (In Persian)

Blanc, E., (2012). The impact of climate change on crop yields in Sub-Saharan Africa. *American Journal of Climate Change*, 1(1):1-13.

Conradt, S., Robert, F., and Bokusheva, R., (2015). Tailored to the extremes: quintile regression for index-based insurance contract design. *Agricultural Economics*, 46(4):537-547.

Damavandi, A. A. (2020). Evaluation of the drought indicators in determining drought loss insurance. The 27th National Insurance and Development Conference, 22 Azar, Tehran. (In Persian)

Dashti, G., Cheraghi, M., Pishbahar, E. (2020). Pricing of rainfall index insurance for rainfed wheat and barley in Hashtroud County of Iran. *Agricultural Economics and Development*, 28(2): 1-24. (In Persian)

Dashti, Gh, Cheraghi, M and Pishbahar, E. (2018). Efficiency of rainfall index insurance for barley in Hashtrud County. *Iranian Journal of Irrigation and Drainage*, 12(3): 672-682. (In Persian)

Farzin, M, Torkamani, J and Mousavi, S.N. (2012). The role of income insurance on *Darab* Cotton Tiller's Risk Management. *Journal of Agricultural Economics Research*, 4(15): 143-168. (In Persian)

Ghahremanzadeh, M., Dashti, Gh, Afrasiabi, S., Hosseinzadeh, J and Hayati, B. (2014). Survey the index-based weather insurance for rained wheat in Ahar County. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 45(2): 383-393. (In Persian)

Gou, J., Jin J., Tang Y. and Wu X., (2019). Design of temperature insurance index and risk zonation for single-season rice in response to high temperature and low-temperature damage in Jiangsu province, china. *International Journal Environmental Research and Public Health*, 16, 118.

Han, X., Zhang G., Xie Y., Yin J., Zhou H., Yang Y., Li J., and Bai W., (2019). Weather index insurance for wind energy. *Global Energy Interconnection*, 2 (6):541-548.

Heimfarth, L., and Musshoff, O. (2011). Weather index- based insurances for farmers in the North China Plain: an analysis of risk reduction potential and basis risk. *Agricultural Finance Review*, 71 (2): 218-239.

Hott, C., Regner, J. (2023). Weather extremes, agriculture, and the value of weather index insurance. *Geneva Risk Insurance Review*, 48. https://doi.org/10.1057/s10713-023-00081-6

Jin, J., Wang, W., and Wang, X. (2016). Farmers' risk preferences and agricultural weather Index insurance uptake in rural China. *International Journal of Disaster Risk Science*, 7: 366-373.

Kouchakzaei, F., Norouzi, G. and Godarzi, M. (2013). Determination of agricultural insurance premium for rainfed wheat crop using rainfall index (Case study: Dregz city). The First National Conference on Sustainable Agriculture and Natural Resources, Tehran. (In Persian)

Odening, M., Mußhoff, O and Xu, W. (2007). Analysis of rainfall derivatives using daily precipitation models: Opportunities and pitfalls. *Agricultural Finance Review*, 67 (1): 135-156.

Ofogh, A., Kiani Rad, A. and Nasiri, S. A. (2011). Agricultural insurance of climatic indices-based: An effective tool on agricultural risk management in Iran. *Agricultural Insurance*, 8 (29 and 30): 25-51 (In Persian).

Pelka, N., Musshoff, O. and Finger, R. (2014). Hedging effectiveness of weather index-based insurance in China. *China Agricultural Economic Review*, 6 (2): 212-228.

Pishbahar, E., Abedi, S. (2017). Comparing different kinds of vine copulas functions to compute weather-based crop insurance premiums and determine step function indemnity for rainfed barley in Ahar County. *Journal of Agricultural Economics*, 11(2): 21-49. (In Persian)

Pishbahar, E., Abedi, S. Dashti, G. and Kianirad, A. (2015). Weather-based. *Journal of Agricultural Economics*, 9(3): 37-62. (In Persian)

Shibabaw, A., Berhane, T., Awgichew, G., Walelgn, A. and Muhamed, A. A. (2023). Hedging the effect of climate change on crop yields by pricing weather index insurance based on temperature. *Earth System and Environment*, 7: 211–221.

Skees, J.R., B.J. Barnett and J. Hartell (2005). Innovations in Government Responses to Catastrophic Risk Sharing for Agriculture in Developing Countries. Paper presented at the workshop Innovations in Agricultural Production Risk Management in Central America: Challenges and Opportunities to Reach the Rural Poor, Antigua, Guatemala, 9–12 May.

Torabi, S., Dourandish, A., Daneshvar Kakhki, M., Kianirad, A. and Mohammadi, H. (2018). Determining the climate index premium and its compensation function for the apple crop in the city of Damavand: Application of different types of elliptical and Archimedean joints. *Journal of Economic Research and Agricultural Development*, 49(1):23-41. (In Persian).

Xiao, Y. and Yao, J. (2019). Double trigger agricultural insurance products with weather index and yield index. *China Agricultural Economic Review*, 11(2): 299-316.

Xu, Y., Gao, CH., Li, X., Yang, T., Sun, X., Wang, C, and Li D. (2018). The Design of a drought weather index insurance system for summer maize in Anhui province, china. *Journal of Risk Analysis and Crisis Response*, 8(1): 14-23.

Zhang, j., Zhang, ZH and Tao F. (2020). Rainfall-related weather indices for three main crops in China. *International Journal of Disaster Risk Science*, 11: 466–483.

Zhang, j., Zhang, Zh. And Tao F. (2017). Performance of temperature-related weather index for agricultural insurance of three main crops in China. *International Journal Disaster Risk*, (8):78–90

Zhou, R., Li, J.S. and Pai, J. (2018). Evaluating the effectiveness of rainfall index insurance. *Agricultural Finance Review*, 78 (5): 611-625

Doi: 10.22034/IAES.2023.2000220.1988

Agricultural Economics/Volume 18/Issue 1/1403

Temperature Insurance Index for Wheat in Tabriz County

***Mohammad Ghahremanzadeh, Ghader Dashti, Azadeh Falsafian, Elham Mohammadi Bazargani*[1]**

Received: 15 April.2023 **Accepted:22 Oct.2023**

Extended Abstract

Introduction

Agricultural production faces several risks, including climate changes such as temperature, rainfall, wind, and storms. Therefore, agricultural insurance is an essential tool for risk management of farming operations. Considering the challenges of traditional insurance, including asymmetric information, moral hazard, and administrative costs, in the present study, while also investigating the relationship between the rate of wheat production decline and the temperature index in Tabriz County, the Temperature Index Insurance was designed for rainfed and irrigated wheat.

Material and Methods

To assess yield risk, rainfed and irrigated wheat yields were first separated into two random (risk) and deterministic components. For this purpose, trend regression is fitted in linear, quadratic**,** and logarithmic forms. Then, the best functional form is selected and the de-trended yields are obtained. Using climate change data, two high-temperature (HT) and low-temperature (LT) damage indices will be calculated. Finally, according to the Burn Analysis method, the temperature index reward will be calculated based on these two metrics. However, the stationary of the variables is tested using the ADF and DF-GLS tests.

Results and discussion

The results of the ADF and DF-GLS tests indicate that the yields of both rainfed and irrigated wheat are integrated in the first order, I (1). The de-trending yield series show that yields at risk related to climate change are increasing for irrigated and rain-fed wheat and at the same time higher yields of irrigated wheat than for rainfed wheat. To calculate the heat damage index, days with a daily maximum temperature of 32°C and an average daily temperature of 27°C were considered**,** and for the calculation of the low-

[1] Respectively, Professor (Corresponding author), Professor, Graduated MSc. in Department of Agricultural Economics, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
Assistant Professor in Agricultural Economics, Department of Agricultural Management, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran
Email: Ghahremanzadeh@tabrizu.ac.ir

temperature damage index, a critical temperature of -10°C was chosen**.** Regression of yield reduction estimates showed that the low-temperature damage index had a significant effect on crop yield reduction. Finally, the percentage premium for the temperature index was calculated. This reasonable offset on top of the 7.5% deduction for irrigated and rainfed wheat is 7.44 and 2.75%, respectively. By comparing this premium rate with the current traditional premium rate (for irrigated wheat 7.74% and irrigated wheat 2.61%), it can be concluded that the calculated premium rate is reasonable. Therefore, it is suggested that the Agricultural Insurance Fund prioritize the implementation of temperature index insurance in the future plan.
JEL Classification: C22, Q14
Keywords: Temperature index insurance, Wheat, Premium rate, Burn analytical method, Temperature damage index