اثر تغییرات اقلیم بر عملکرد و ریسک عملکرد ذرت در استان قزوین

مریم گلباز[1]، محمد قهرمان زاده[2]، باب اله حیاتی[2] و قادر دشتی[2]

۱ و ۲ به ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه تبریز.

چکیده

در این پژوهش به منظور بررسی اثرات تغییرات اقلیم بر عملکرد و ریسک عملکرد محصول ذرت در استان قزوین از تابع تولید تصادفی جاست و پاپ و داده های سری زمانی سال‌های ۸۹-۱۳۶۴ اقلیمی و اقتصادی بهره گرفته شد. نتایج بررسی آزمون ایستایی دیکی فولر نشان داد که متغیر ها با یکبار تفاضل‌گیری در سطح پایا می‌گردند. جهت برآورد توابع عملکرد و ریسک عملکرد ذرت در استان قزوین از تابع خطی درجه دوم استفاده شد. نتایج حاصله نشان داد که که متغیر های کود شیمیایی، حداکثر و حداقل دمای دوره رشد و بارندگی تجمعی در دوره رشد ذرت اثر معنی داری برعملکرد محصول دارند. متغیر دمای حداکثر دوره رشد و میزان کود مصرفی تاثیر منفی بر عملکرد داشته اند. همچنین نتایج بررسی تابع ریسک عملکرد نیز نشان داد که پارامتر های متوسط دمای حداقل و حداکثر دوره رشد، بارندگی تجمعی، کود شیمیایی مصرفی و متوسط سرعت باد در دوره رشد به ترتیب بیشترین تاثیر را بر ریسک عملکرد دارند. از این میان تاثیر متغیر های بارندگی تجمعی و متوسط دمای حداکثر دوره رشد بر ریسک عملکرد منفی وکاهنده است. بر اساس نتایج حاصله می توان عنوان نمود با برنامه ریزی های دقیق و پیش بینی شده و همچنین مدیریت ریسک می توان گامی موثر در جهت کاهش اثرات سوء عوامل تصادفی و قابل کنترل در عملکرد محصولات کشاورزی برداشت.

کلمات کلیدی: تغییرات اقلیم، ذرت، مدل جاست و پاپ، تابع ریسک عملکرد.

مقدمه

اقلیم، شرایط متوسط آب و هوا برای یک محدودهٔ خاص و یک دورهٔ خاص است. بر اساس تعریف کمیتهٔ بین-الدولی تغییر اقلیم (IPCC)[1]، تغییر اقلیم عبارت است از تغییر برگشت‌ناپذیر در متوسط شرایط آب و هوایی یک منطقه نسبت به رفتاری که در طول یک افق زمانی بلندمدت از اطلاعات مشاهده یا ثبت شده در آن منطقه مورد انتظار است. با توجه به تأثیرات گسترده و متقابل اقلیم با بخش‌های مختلف تولیدی، عوامل زیست‌محیطی و جوامع انسانی، امروزه از تغییر اقلیم به عنوان یکی از مهم‌ترین چالش‌های زیست‌محیطی قرن بیست و یکم یاد می-شود که پیامدهای جدی اقتصادی به دنبال دارد (ریدسما و همکاران، ۲۰۰۹). بر اساس برآوردهای انجام شده برای درجات مختلف از گرمایش کره زمین در مطالعات مختلف، افزایش دمای کرهٔ زمین تا ۲ درجهٔ سانتی‌گراد با خسارتی معادل ۱ تا ۷ درصد GDP جهانی و تا ۳ درجهٔ سانتی‌گراد با خسارتی حدود ۱ تا ۱۴ درصد GDP جهانی همراه بوده و در صورتی که این افزایش به ۵ درجهٔ سانتی‌گراد برسد، خسارت اقتصادی آن بین ۲/۵ تا ۳۰ درصد GDP جهانی خواهد بود (کمفرت، ۲۰۰۹) که پرداخت‌کنندهٔ بخش عمدهٔ آن کشورهای در حال توسعه هستند (ایبل و والبرگر، ۲۰۰۴). چرا که در عرض های جغرافیایی میانی با افزایش ۱ درجه سانتی گراد دما، تبخیر در حدود ۰/۰۵ زیاد می شود و در بسیاری از مناطق استوایی ونیز منطق غیر حاره ای جهان محدودیت عملکرد گیاهان ناشی از آب موجود در خاک و قابلیت دسترسی گیاه به آب است و این امر نگرانی‌هایی را در سطح بین‌المللی باعث شده است.

تغییر در وضعیت اقلیم به طرق مختلف و به طور مستقیم و غیرمستقیم فعالیت‌های بخش کشاورزی را متاثر می‌سازد (ریلی، ۲۰۰۲). آب(بارش) و درجه حرارت دو عامل اصلی کارکرد سیستم فیزیولوژی و رشد همه گیاهان هستند. افزایش مقدار CO_2 و درجه حرارت محیط به همراه تغییرات زمانی و مکانی الگوی بارش‌ها به طور بالقوه چگونگی کارکرد این سیستم‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهند. واکنش عملکرد گیاه زراعی به تنش گرما یا سرما غیر خطی است. اگر حداقل و حداکثر دما تغییر نکند تغییر متوسط درجه حرارت ماهانه ممکن است وقوع روزهای سرد وگرم را به مقدار زیادی تغییر دهد. بخش کشاورزی سهم بالایی در اقتصاد کشورهای در حال توسعه داشته و از ارتباطات گسترده‌ای با دیگر بخش‌های اقتصادی برخوردار است، ضمن اینکه خود یکی از منابع تولیدکنندهٔ گازهای گلخانه‌ای است. مجموعه این ویژگی ها، بخش کشاورزی را به محور اصلی بحث‌های سیاستی و پروژه‌های تحقیقاتی انجام شده در رابطه با تغییر اقلیم و راهبردهای مختلف کنترل گازهای گلخانه‌ای در سطوح جهانی و ملی تبدیل کرده است (چنگ، ۲۰۰۳).

در حالت کلی تغییرات شرایط آب و هوایی از جمله عوامل اصلی ریسک عملکرد در بخش کشاورزی تلقی می گردد. ریسک موجود در فعالیتهای کشاورزی متأثر از شرایط جوی، قیمت و سایر پدیده های مربوط به بازار است که تحت تأثیر تکنولوژی جدید می باشند و به جهت ناشناخته بودن اثر آنها بر تولید و ریسک آمیز بودن،

[1] Intergovernmental panel on climate change (IPCC)

همواره کاربردی محدود داشته اند (موسی نژاد و همکاران، ۱۳۷۸). تولید محصولات کشاورزی استان قزوین همانند سایر استانهای کشور همبستگی بالایی با نزولات جوی و مناسب بودن شرایط آب و هوایی دارد آن چنان که بخش کشاورزی به طور مستقیم تحت تاثیر پارامتر های اقلیمی بوده و اقلیم تعیین کنندهٔ اصلی زمان، مکان و بهره‌وری عوامل تولید کشاورزی است. از یک طرف موجودی مکانی و زمانی اصلی‌ترین عامل تولید کشاورزی، یعنی نهاده آب تحت تأثیر اقلیم است و از طرف دیگر پارامترهای اقلیمی بارش و دما بر مقدار تولید ماده خشک و عملکرد محصولات زراعی به شدت تأثیر می‌گذارند. عملکرد و تولید در محصولات دیم به طور مستقیم تحت تأثیر شرایط اقلیمی است.

پیش از این نیز در خصوص بررسی اثرات تغییرات اقلیم بر عملکرد و ریسک عملکرد محصولات کشاورزی مطالعاتی صورت گرفته است. از جمله، فارنس ورس و موفیت (۱۹۸۱)، با استفاده از مدل عمومی جاست و پاپ و روش سه مرحله ای، تابع تولید و ریسک محصول پنبه سانجا کوئین کالیفرنیا به شکل تابعی کاب -داگلاس برآورد و نشان دادند که، نهاده های آب، نیروی کار، ماشین آلات، کود و آفت کش اثر مثبت و معنی دار بر تولید دارند. برآورد تابع ریسک نیز نشان داد که نهاده های آب و آفت کش ریسک افزا و نهاده های نیروی کار، ماشین آلات و کود اثر منفی بر ریسک تولید دارند. کیم وکان (۲۰۰۸)، به بررسی تغییر اقلیم بر عملکرد و ریسک تولید برنج در کره جنوبی با استفاده از رهیافت تابع تولید تصادفی، مدل جاست و پاپ و داده های پانل در یک دوره ۳۱ ساله در ۸ منطقه نشان دادند که عملکرد متوسط برنج با درجه حرارت رابطه مثبت و با مقدار بارش رابطه منفی دارد. ضمن اینکه هر دوی این عوامل، نهاده‌های ریسک افزا می باشند. لیگن و همکاران[۲] (۲۰۰۸)، برای تعیین عوامل موثر بر ریسک تولید از داده های مقطعی تولید بادام زمینی بلغارستان و فرم عمومی جاست و پاپ استفاده کردند. نتایج برآورد تابع تولید و واریانس تولید به شکل درجه دوم نشان داد که عوامل بذر، مقدار کود فسفاته، قارچ کش و نیروی کار اثر مثبت و مقدار سرمایه و ماشین آلات اثر منفی بر تولید دارند. نتایج برآورد تابع ریسک نشان دهنده رابطه مثبت بین مقدار بذر و کود فسفاته با ریسک تولید بود. کیم و و پانگ[۳] (۲۰۰۸) به بررسی ارتباط بین تغییرات اقلیم و تولید و ریسک تولید برنج در کره با استفاده از تابع تولید تصادفی پرداختند. نتایج نشان داد که عملکرد برنج با دما رابطه مستقیم و با رطوبت نسبت معکوس داشته و هر دوی این نهاده‌ها به عنوان عوامل ریسک افزا شناسایی شدند. کباز و ویرسینک[۴] (۲۰۰۹)، به بررسی اثرات فاکتورهای اقلیمی و غیر اقلیمی بر میانگین و واریانس عملکرد سه محصول ذرت، سویا و گندم در یک دوره ۲۶ ساله در کانادا پرداختند. برای این منظور آنها از مدل جاست و پاپ استفاده نمودند. نتایج آنها نشان داد که افزایش تغییر پذیری دما و بارندگی میانگین عملکرد را کاهش و واریانس آن را افزایش می دهد نتایج مطالعه بیانگر آن است

[2] Ligeon et al

[3] Kim and Pang

[4] Cabas and Weersink.

که افزایش بارندگی در همان ابتدای شروع فصل رشد ودر طول تابستان باعث افزایش عملکرد محصول شده و در ماه های نزدیک به کاشت و برداشت اثر منفی بر عملکرد محصول داشته است.

استان قزوین یکی از بزرگترین تولید کنندگان ذرت کشور می باشد. این استان در سال ۱۳۹۰ با عملکرد ۱۰۵۷۵کیلوگرم در هکتار محصول ذرت از متوسط کشور (۷۱۹۹/۲) بالا بوده و از لحاظ عملکرد در خصوص ذرت بالاترین عملکرد را در کشور داراست (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۱). از این رو به سبب اهمیت محصول ذرت در استان قزوین، هدف از تحقیق حاضر، بررسی اثرات تغییرات اقلیم بر عملکرد و ریسک عملکرد محصول ذرت در استان قزوین می باشد.

روش شناسی تحقیق

جهت الگوسازی روابط بین عملکرد و ریسک عملکرد محصولات کشاورزی و پارامترهای اقلیمی می‌توان از رهیافت تابع تولید تصادفی جاست و پاپ[5](۱۹۷۸) بهره گرفت. جاست و پاپ استدلال می کنند که تابع تولید برآوردی باید از انعطاف پذیری لازم برخوردار باشد به گونه‌ای که اجازه دهد سطح نهاده‌ها بر هر دو جزء تصادفی و قطعی عملکرد محصول اثر بگذارد. بر این اساس توابع تولید انتخاب شده بایستی از یک سری ویژگی های مطلوب بر خودار باشند. به عنوان مثال نهاده ها بتوانند ریسک افزا یا ریسک کاه باشند. در این حالت، فرم کلی تابع تولید تصادفی به صورت حاصل جمع دو مولفه سطح عملکرد و واریانس عملکرد در نظر گرفته می شود که شکل ریاضی آن را می توان به صورت زیر بیان نمود (کیم و پانگ، ۲۰۰۸):

$$y_t = f(x_t \mid \beta) + h(z_t \mid \alpha)\, e_t \quad , \quad E(e_t) = 0,\ var(e_t) = 1 \qquad (1)$$

که در آن y_t مقدار عملکرد محصول ذرت در زمان t، X_t و z_t بردار متغیرهای توضیحی شامل متغیرهای اقلیمی مانند بارش (بارندگی تجمعی در کل سال و بارندگی در فصول رشد محصول) و دما (متوسط دما در طول دوره رشد)، و سایر نهاده های تولیدی مانندکود و سم می باشد. $f(x_t \mid \beta)$ یک تابع تولید متوسط و $h(z_t \mid x)$ یک تابع واریانس یا ریسک عملکرد است. α و β نیز پارامترهای نامعین هستند که باید برآورد شوند و e جمله اخلال رگرسیون با میانگین صفر و واریانس یک است. رابطه ۱ اجازه می‌دهد متغیرهای آب و هوا بر هر دو مولفه سطح (میانگین) و واریانس عملکرد به صورت رابطه ۲ اثر بگذارد:

$$E(y_t) = f(x_t|\beta) \qquad and \qquad var(y_t) = h^2(z_t|\alpha) \qquad (2)$$

حساسیت واکنش (کشش) سطح تولید به تغییر در هر یک از متغیر های اقلیمی از طریق پارامترهای برآورد شده در تابع $f(x_t|\beta)$ یا $\left(\frac{\partial(x_t \perp \beta)}{\partial x_t}\right)$ و حساسیت ریسک تولید بر اساس تابع $\mathrm{var}(y_t) = h^2(z_t \perp \alpha)$ یا $\left(\frac{\partial \mathrm{var}(y_t)}{\partial z_t}\right)$ محاسبه می‌شود. با توجه به اینکه در تابع عملکرد (۱) هیچ گونه محدودیتی اعمال نمی‌شود، علامت $\frac{\partial \mathrm{var}(y_t)}{\partial z_t}$

[5] Just and Pope

می‌تواند مثبت (نهاده ریسک افزا[6]) یا منفی (نهاده ریسک کاهنده[7]) باشد. اگر مثبت باشد نشان دهنده آن هست که متغیر های آب و هوا ریسک های تولید را افزایش میدهند و اگر علامت منفی باشد ریسک را کاهش می دهند (کیم و پانگ، ۲۰۰۸). با توجه به مطالب یاد شده، جهت برآورد معادلات یادشده در راستای نیل به اهداف این مطالعه می‌توان از یک روش سه مرحله‌ای بهره گرفت. بدین صورت که در مراحل اول و سوم جزء قطعی و در مرحله دوم جزء تصادفی تابع عملکرد برآورد می‌شود. با توجه به هدف مطالعه، اولین موردی که باید بررسی شود این است که آیا ریسک عملکرد وجود دارد یا نه؟ اگر جمله خطا دارای واریانس ثابت نباشد،آن را واریانس ناهمسانی [8]می گویند. همچنین ریسک عملکرد نیز به عنوان واریانس ناهمسانی مطرح می شود. هر آزمونی برای تشخیص واریانس ناهمسانی می‌تواند انجام شود و اگر واریانس ناهمسانی تشخیص داده نشود می‌توان آن را شاهدی بر عدم وجود ریسک عملکرد تلقی کرد و محقق می‌تواند با یک مدل تولید مرسوم کارش را ادامه دهد. ولی درصورت اثبات واریانس ناهمسانی در مدل می‌توان به برآورد تابع ریسک اقدام نمود (آسکه و تیوتراس،۱۹۹۹). در نهایت ابتدا توابع عملکرد ذرت به صورت کاب- داگلاس و خطی- درجه دوم[9] (آسکه و تیوتراس،۱۹۹۹ وکیم و پانگ، ۲۰۰۸) برآورد می‌شود و به دلیل وجود واریانس ناهمسانی در این توابع، در مرحله دوم تابع ریسک تخمین زده شده و در پایان در مرحله سوم با رفع واریانس ناهمسانی تابع عملکرد ذرت برآورد گردید. قابل ذکر است که فرم تابعی کاب-داگلاس و خطی - درجه دوم برای توابع عملکرد و ریسک عملکرد ذرت به ترتیب به شکل معادلات ۳ و ۴ به صورت زیر بیان می‌شود:

$$y_t = \beta_0 + \beta_t T + \prod_{j=1}^{5} x_j^{\beta_j} + e_t \qquad (۳)$$

$$y_t = \beta_0 + \beta_t T + \sum_{j=1}^{5} \beta_{1j} x_j + \sum_{j=1}^{5} \beta_{2j} x_j^2 + \sum_j \sum_{k(k\neq j)} \beta_{jk} x_j x_k + e_t \qquad (۴)$$

که در آن، y، عملکرد محصول ذرت دانه ای بر حسب تن، x_1 ، مقدار کود شیمیایی مصرفی بر حسب تن، x_2 ، مقدار بارش تجمعی در دوره رشد بر حسب میلی متر، x_3 ، مقدار متوسط حداقل درجه حرارت در دوره رشد بر حسب سانتی گراد، x_4 ، مقدار متوسط حداکثر درجه حرارت در دوره رشد بر حسب سانتی گراد، x_5 ، متوسط مقدار سرعت باد در دوره رشدبر حسب متر بر ثانیه، e، اجزای اخلال، T، متغیر روند و β_i پارامتر های برآوردی هستند. در تابع ریسک عملکرد به جای متغیر وابسته y_t متغیر e_t^2 جایگزین می گردد.

در مطالعه حاضر، اطلاعات سری زمانی مربوط به عملکرد محصول ذرت و مقادیر مصرف نهاده کود شیمیایی از داده‌های رسمی بانک اطلاعاتی سازمان جهاد کشاورزی استان قزوین و آمارنامه های کشاورزی منتشره توسط سازمان جهاد کشاورزی طی سال های ۸۹-۱۳۷۰جمع آوری شده و همچنین متغیرهای اقلیمی شامل مقدار بارش،

---

[6] Risk increasing input
[7] Risk decreasing input
[8] Heteroskedasticity
[9] Linear-Quadratic

حداقل و حداکثر درجه حرارت، سرعت باد و رطوبت نسبی از ایستگاه های هواشناسی استان به صورت ماهانه طی سال های ۸۹-۱۳۷۰ تهیه و تنظیم شد.

نتایج و بحث

در این مطالعه ابتدا آزمون ریشه واحد دیکی فولر تعمیم یافته (ADF) برای بررسی خصوصیات پایایی متغیرها انجام گرفت که نتایج مربوطه در جدول(۱) ارائه شده است. بر اساس جدول ۱، ملاحظه می گردد فرض صفر مبنی بر وجود ریشه واحد برای هیچ یک از متغیرها در سطح داده‌ها رد نمی شود و ولی برای تفاضل مرتبه اول متغیره فرض صفر رد سطح احتمال ۵ درصد رد می شود. بنابراین، متغیر های مورد نظر همگی جمعی از درجه یک هستند. جهت تعیین وقفه بهینه از معیار شوارتز بیزین استفاده شده است.

جدول ۱-نتایج آزمون ریشه واحد ADF برای متغیر های مورد نظر در استان قزوین

متغیر	سطح داده ها	تفاضل مرتبه اول
عملکرد محصول	-۲/۷۵	-۳/۹۲
میزان کود شیمیایی	-۱/۲۲	-۳/۹۷
متوسط بارش دوره رشد	-۲/۳۱	-۶/۸۸
متوسط حداقل دمای دوره رشد	-۲/۵۸	-۴/۶۰
متوسط حداکثر دمای دوره رشد	-۰/۳۷	-۷/۲۳
متوسط سرعت باد دوره رشد	-۲/۲۹	-۳/۷۲

مقدار بحرانی آماره در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد به ترتیب ۴/۳۸- و ۳/۶- می‌باشد.

پس از انجام آزمون ریشه واحد، برای بدست آوردن فرم تابعی مناسب برای تابع عملکرد ذرت بنا بر مطابقت و همخوانی داشتن با فروض جاست و پاپ و معنی داری کل رگرسیون(F) فرم های تابعی کاب داگلاس و خطی درجه دوم برآورد شد. با توجه به تعداد پارامتر های معنی دار، ضریب تعیین $\overline{R}^2$ و معقول بودن کشش های عملکرد فرم تابعی خطی-درجه دوم مناسب تشخیص داده شد. تابع عملکرد خطی-درجه دوم برای محصول ذرت برآورد گردید سپس آزمون بروچ-پاگان-گادفری جهت بررسی وجود ناهمسانی واریانس صورت گرفته که مقدار آماره برابر با ۳/۱۱ که در سطح ۱ درصد معنی دار می باشد. در نهایت تابع عملکرد درجه دوم به وسیله روش حداقل مربعات وزنی (WLS) جهت رفع مشکل واریانس ناهمسانی برآورد گردید که نتایج آن در جدول(۲) آمده است. نهاده های کود شیمیایی و فاکتورهای اقلیمی میزان بارش تجمعی دوره رشد، متوسط دمای حداقل و حداکثر دوره رشد و متوسط سرعت باد در دوره رشد اثر معنی داری بر روی عملکرد محصول ذرت دارند. همچنین مقادیر ضرایب تعیین الگو نیز حاکی از قابلیت توضیح‌دهندگی مناسب متغیرهای مستقل در توضیح تغییرات عملکرد سالانهٔ محصول زراعی مورد بررسی است، به گونه‌ای که حدود ۰/۸۱درصد از تغییرات سالانه عملکرد ذرت در این پهنه بوسیله متغیرهای اقلیمی، توان دوم و اثرات متقابل آنها توضیح داده

شده است. آماره دوربین- واتسون (DW) نشان دهنده عدم وجود خود همبستگی در این تابع است و معنی داری آماره F در سطح ۱ درصد بیانگر معنی داری کل رگرسیون است (جدول ۲).

مطابق جدول (۲) مشاهده می شود، ضرایب اکثر متغیرهای وارد شده در الگوهای تابع ریسک برای محصول ذرت در سطح آماری ۵ درصد و کمتر از آن معنی‌دار هستند. این نتایج، حاکی از تاثیر پذیری بالای عملکرد ذرت از این متغیر ها است. میزان $\overline{R}^2$ نشان می دهد که ۰/۸۶ از تغییرات واریانس عملکرد ذرت توسط نهاده کود شیمیایی و پارامتر های اقلیمی، توان دوم و اثرات متقابل آنها توضیح داده می شود. آماره F نیز مبین معنی داری کل رگرسیون در سطح ۰/۰۱ است. همچنین آماره دوربین- واتسون نبود مشکل خود همبستگی بین اجزای اخلال را تایید می کند. براساس نتایج بدست آمده ماهیت و میزان بارش تجمعی به متوسط دمای حداقل و حداکثر بستگی دارد. به همین نحو، واکنش عملکرد ذرت به درجه حرارت حداکثر و حداقل تابعی از مقدار بارش دوره رشد می باشد. برای مثال در تابع ریسک عملکرد ذرت بارش تجمعی دوره رشد اثر بزرگ و معنی داری بر ریسک عملکرد این محصول دارد به گونه ای که با ثابت بودن سایر شرایط، افزایش بارش در این دوره همواره به کاهش ریسک عملکرد منجر می شود، با این حال ضریب منفی و معنی‌دار اثر متقابل آن با دمای حداقل و سرعت باد نشان می‌دهد که هر چه متوسط حداقل درجه حرارت و متوسط سرعت باد در دوره رشد افزایش‌یابد، اثر نهایی هر میلیمتر افزایش در بارش این ماه بر ریسک عملکرد کمتر می شود و بر عکس با افزایش درجه حرارت، بر میزان افزایش ریسک عملکرد بارش‌های این دوره افزوده می‌شود. منفی و معنی‌دار شدن ضریب توان دوم متغیرهای سرعت باد بر ریسک عملکرد ذرت، بر وجود یک رابطه غیرخطی محدب بین ریسک عملکرد و متغیر نامبرده دلالت دارد. به طوری که زیادی و یا کمبود آن بر رشد و نمو گیاه اثر نامطلوبی را خواهد گذاشت.

جدول ۲–نتایج برآورد توابع عملکرد و ریسک عملکرد محصول ذرت در استان قزوین

متغیر	تابع عملکرد ذرت		تابع ریسک عملکرد ذرت	
	ضریب	آماره t	ضریب	آماره t
کود شیمیایی	□□□□□	□□□□	-۰/۰۰۱۷**	-۲/۷۲
بارش تجمعی دوره رشد	۰/۲۸	□□□□	-۶/۹۶***	□□□
متوسط دمای حداقل دوره رشد	□□□□□	□□□□	۲۸/۶۷***	□□□
متوسط دمای حداکثر دوره رشد	□□□□□	□□□□	-۲۷/۷۹***	□□□
متوسط سرعت باد دوره رشد	-۵/۲۰	□□□□	□□□□	□□□
توان دوم بارش دوره رشد	-۰/۰۰۰۶*	□□□□	*□□□□□	□□□
توان دوم دمای حداکثر دوره رشد	۰/۵۴*	□□□□	۰/۰۴۳***	□□□
توان دوم دمای حداقل دوره رشد	-۱/۱۷***	□□□□	*□□□□□	□□□
توان دوم کود شیمیایی	-۲/۵۹**	□□□□	*□□□□□	□□□
توان دوم سرعت باد	۱/۳۰	□□□□	*□□□□□	□□□
کود شیمیایی ×بارش	-۰/۰۰۰۰۱۷*	□□□□	*□□□□□	□□□
بارش دوره رشد × دما حداقل رشد			□□□□□	□□□

بارش دوره رشد × دما حداکثر رشد		□□□ *□□□□
بارش دوره رشد × سرعت باد رشد		□□□ *□□□□
دما حداکثر رشد × سرعت باد رشد		□□□ □□□□
متغیر روند	***۰/۶۲	□□□□
عرض از مبدا	**۲۳۲/۲۱	□□□□
مقدار آماره F	***۲۶/۲۴	***۸۵۳۵/۸۵
مقدار آمارهٔ D.W	۱/۷۶	۱/۸۵
مقدار $\overline{R}^2$	۰/□□	۰/۸۶

.***، ** و* به ترتیب معنی داری در ۱، ۵ و ۱۰درصد را نشان می دهد.

با توجه به نتایج جدول (۲)، کشش های عملکردی هر یک از نهاده ها برای محصول ذرت محاسبه شده و نتایج مربوطه در جدول (۳) آمده است. مطابق جدول(۳) چنین نتیجه گیری می شود که پارامترهای متوسط دمای حداکثر دوره رشد، متوسط دمای حداقل دوره رشد، بارش تجمعی دوره رشد، میزان مصرف کود شیمیایی به ترتیب بیشترین تاثیر را بر میزان عملکرد ذرت دارند. از این میان، کشش عملکرد محصول زراعی ذرت، نسبت به متغیر کود شیمیایی و متوسط دمای حداکثر دوره رشد محصول، منفی بدست آمده اند. کشش عملکرد ذرت نسبت به میزان مصرف کود شیمیایی با مقدار ۰/۱۲۹- بوده که مطابق با انتظار است. یعنی به ازای ۱۰درصد کاهش در مقـدار مصرف کود مذکور نسبت به میانگین مقدار عملکرد ذرت در این منطقه به میزان ۱۲/۹ درصد افزایش می‌یابد. در بین متغیرها، کشش عملکرد ذرت نسبت به بارندگی تجمعی دوره رشد، حداقل دمای دوره رشد به ترتیب ۰/۹۳۷، ۵/۸۳ بودند که کشش عملکرد هر دو مثبت برآورد شد. بدین معنی که به ازای ۱۰درصد افزایش (کاهش) در مقـدار متغیر های مذکور نسبت به میانگین آنها در دورهٔ تاریخی، مقدار عملکرد ذرت در این منطقه به ترتیب به میزان ۹/۳۷ درصد، ۵۸/۳ درصد افزایش (کاهش) می‌یابد. متوسط حداکثر دمای دوره رشد اثر منفی بر میزان عملکرد محصول ذرت دارد. به طوری که افزایش (کاهش)۱۰ درصدی در میزان کشش آن، باعث می شود که عملکرد نسبت به میانگین به میزان ۶۴/۱ در خلاف جهت آن تغییر نماید. چرا که هر چند ذرت یک گیاه گرمسیری است اما افزایش درجه حرارت محیط بیش از حد، چنانچه مصادف با زمان گل دادن باشد وضع نامساعدی را بوجود می آورد که موجب عدم تلقیح می شود. این عوامل اثرات نامطلوبی در تولید محصول و دانه بستن را بوجود می آورد.

جدول ۳-نتایج محاسبه کشش های تابع عملکرد ذرت در استان قزوین

متغیر	کشش
کود شیمیایی	□□□□□□
بارندگی تجمعی دوره رشد	□□□□□
متوسط دمای حداقل دوره رشد	□□□□
متوسط دمای حداکثر دوره رشد	□□□□□

پس از برآورد تابع ریسک عملکرد محصول ذرت در جدول ۲، کشش های تابع ریسک عملکرد محاسبه گردید و نتایج حاصله در جدول (۴) منعکس شده است. مطابق این جدول، پارامترهای متوسط دمای حداقل و حداکثر دوره رشد، بارندگی تجمعی، کود شیمیایی مصرفی و متوسط سرعت باد در دوره رشد به ترتیب بیشترین تاثیر را بر ریسک عملکرد دارند. از این میان تاثیر بارندگی تجمعی، متوسط دمای حداکثر دوره رشد بر ریسک عملکرد منفی وکاهنده است و سایر نهاده ها اثر مثبت بر ریسک عملکرد دارند. بر این اساس، چنانچه متوسط سرعت باد در دوره رشد ۱۰ درصد نسبت به میانگین افزایش یابد ریسک عملکرد ۱۵/۳ درصد افزایش خواهد یافت. در توجیه این مطلب می توان گفت که افزایش بیش از حد وزش باد های گرم علاوه برکاهش رطوبت نسبی هنگام گرده افشانی در فصل تابستان باعث شکستن ساقه های بلند ذرت در فصل نسبتا پر باران پاییز می شود که هر دو این عوامل ریسک عملکرد را بالا خواهند برد. میزان مصرف کود شیمیایی به عنوان نهاده ای ریسک افزا شناخته شده است، بدین معنی که با افزایش ۱۰ درصد در میزان مصرف کود شیمیایی نوسانات۳۹/۶ درصد افزایش خواهد یافت. یزدانی و ساسولی(۱۳۸۶) ، موسوی و همکاران (۱۳۸۶)، فارنس ورس و موفیت (۱۹۸۱)، نیز اثر کود را در ریسک عملکرد فزاینده بدست آوردند.آنها دلیل این امر را مسمومیت گیاه در اثر مصرف بیش از اندازه این نهاده و عدم آشنایی با روش استفاده و زمان مصرف صحیح آن دانسته اندکه گاه موجب گیاه سوزی می شود.

جدول ۴– نتایج محاسبه کشش های تابع ریسک عملکرد ذرت در استان قزوین

متغیر	کشش
کود شیمیایی	□□□□
بارندگی تجمعی دوره رشد	□□□□□
متوسط دمای حداقل دوره رشد	□□□□□□□
متوسط دمای حداکثر دوره رشد	□□□□□□□□
متوسط سرعت باد دوره رشد	□□□□

در زراعت ذرت، دما یکی از فاکتور های بسیار تاثیر گذار در ریسک عملکرد می باشد یعنی اگر متوسط دمای حداکثر ۱۰ درصد نسبت به میانگین افزایش یابد ریسک عملکرد ۱۱۰/۲۱ درصد کاهش خواهد یافت. چرا که ذرت یک گیاه گرمسیری است، به طوری که میانگین دما در دوره رشد ذرت در مرحله رویشی، زایشی و پر شدن دانه به ترتیب باید ۱۹، ۳۰، ۳۶ باشد (کافی و همکاران، ۱۳۷۹). اگر میزان بارندگی دوره رشد ذرت نسبت به میانگین خود ۱۰ درصد افزایش یابد، ریسک عملکرد آن به میزان ۴۵/۴ درصد کاهش خواهد یافت. ذرت در دوران رشدی خود به آب نسبتاً زیادی نیاز دارد چرا که کریمی (۱۳۷۵) بیان نموده است که در طول ۴۵ روز اول رشد ذرت بین صفر تا ۳/۸ میلی‌متر و در طول گرده افشانی ۹ میلی‌متر در روز، بعد از گرده افشانی ۱۳ میلی‌متر در روز مصرف آب دارد. آب مورد نیاز ذرت ۶۰۰–۴۰۰ میلی‌متر در کل دوره رشد و نمو است. همچنین رطوبت

نسبی محیط مخصوصا در مرحله گرده افشانی این گیاه بسیار مهم است و حد مطلوب آن ۷۵ تا ۸۵ درصد است، خشکی هوا در این مرحله باعث کاهش عملکرد بخصوص عملکرد دانه شود.

نتیجه گیری

تاثیر عوامل آب و هوایی بر روی محصولات کشاورزی از اهمیت فوق العاده ای بر خوردار می باشد و همین امر می باشد که بخش کشاورزی را از سایر بخش های اقتصادی متمایز می‌کند. نتایج برآورد تابع عملکرد محصول زراعی ذرت نشان داد که پارامترهای متوسط دمای حداکثر دوره رشد، متوسط دمای حداقل دوره رشد، بارش تجمعی دوره رشد، متوسط سرعت باد، میزان مصرف کود شیمیایی به ترتیب بیشترین تاثیر را بر میزان عملکرد دارند. از این میان کشش عملکرد محصول زراعی ذرت، نسبت به متغیرهای کود شیمیایی و متوسط دمای حداکثر دوره رشد منفی بدست آمده اند بدین معنی که با افزایش دما و میزان مصرف کود عملکرد کاهش خواه یافت همچنین متغیر متوسط دمای حداکثر دوره رشد بیشترین اثر را بر کاهش عملکرد دارد. مطابق با نتایج بدست آمده متوسط دمای حداقل دوره رشد و بارندگی تجمعی به ترتیب بیشترین اثر را بر افزایش عملکرد ذرت خواهند داشت. نتایج برآورد تابع ریسک عملکرد ذرت نیز حاکی از آن است که پارامترهای متوسط دمای حداقل و حداکثر دوره رشد، بارندگی تجمعی، کود شیمیایی مصرفی و متوسط سرعت باد در دوره رشد به ترتیب بیشترین تاثیر را بر ریسک عملکرد دارند. متوسط دمای حداکثر دوره رشد و بارندگی تجمعی دوره رشد جزء متغیرهای ریسک کاهنده می باشند که از میان این دو متوسط دمای حداکثر دوره رشد بیشترین تاثیر را بر کاهش ریسک عملکرد دارد. بقیه متغیرها یعنی متوسط دمای حداقل دوره رشد، کود شیمیایی مصرفی و متوسط سرعت باد در دوره رشد به ترتیب بیشترین تاثیر را بر افزایش ریسک عملکرد ذرت به عنوان نهاده ریسک افزا دارند. بر این اساس توصیه می شود که تا حد ممکن با استفاده از باد شکن های طبیعی در منطقه از خطر باد زدگی و سایر عوامل با استفاده از امکانات بالقوه موجود در استان از جنبه‌های مختلف برای رویارویی مناسب با اثرگذاری‌های سوء تغییر اقلیم با اتکا به علوم و فناوری‌های بوم سازگار و نیز بهره‌گیری از تجربه‌ها ودانش بومی در سطح کشور پیشگیری نمود. باتوجه به تاثیر میزان گرمایش جهانی وکمبود بارندگی و خشکسالی بر عملکرد محصول و اثر ریسک کاهندگی بارندگی در منطقه توصیه می شود به سمت محصولات با حداقل استفاده از منابع آب و تولید پایدار حرکت شود.

منابع

۱. حسینی، م.؛ عادل، س. ط. و معروف، س. م.(۱۳۸۶)."کاربرد شبکه های عصبی مصنوعی و رگرسیون چند متغیره در براورد عملکرد گندم دیم منطقه قروه استان کردستان"، مجله پژوهش کشاورزی،۷، ص ۴۱ تا۵۴ .

۲. زارع فیض آبادی، ا.، کوچکی، ع. و نصیری، م. (۱۳۸۵). "بررسی روند ۵۰ ساله تغییرات سطح زیر کشت، عملکرد و تولید غلات در کشور و پیش بینی وضعیت آینده"، مجله پژوهشهای زراعی ایران،جلد ۴ شماره ۷۰. ص۴۹-۱.

۳. کریمی، م. ومهدی پور، م. ک. (۱۳۸۱). "اثرات خشکی و درجه حرارت هوا بر عملکرد گندم آبی و دیم استان گلستان در سال زراعی ۸۱-۱۳۸۰". فصلنامه خشکی و خشکسالی. شماره ۳ ، ص ۳۴ تا ۵۶.

۴. کوچکی، ع. و نصیری، م. (۱۳۸۷). "تاثیر تغییر اقلیم همراه با افزایش غلظتco_2 بر عملکرد گندم در ایران و ارزیابی راهکارهای سازگاری". مجله پژوهش‌های زراعی ایران، جلد ششم، شماره یک.

5. Asche, F and Tveteras, R.(1999). "Modeling production risk with two-step procedure". Journal of Agriculture and Resource Economics. 24 (2):424-439.
6. Cabas, J., and Weersink, A. (2009). "Crop yield response to economic site and climate variable". Climate change:92: 1-18
7. Chang, C.C., (2003). "The potential impact of climate change on Taiwan s agriculture". Agricultural. Economics. 27: 51-64.
8. Ebel, B. J and Walburger, A. M., (2004). "The economic impacts of climate change on Canadian agriculture and the world: How big are the impacts really?". Department of economics, the University of Lethbridge, Alberta.
9. Estern, N., (2006). "The Eastern review on the economics of climate change. Cambridge": Cambridge University Press.
10. Farnsworth, R. L. and Moffitt, J. (1981)."Cotton production under risk: An analysis of input effects on yield variability and factor demand". Western Journal of Agriculture Economics. 29:326-349.
11. Kemfert, C. (2009). "Climate Protection Requirements- the Economic Impact of Climate change". Handbook Utility Management.
12. Kim, C. G. and Kan, O.S. (2008) “Climate change and rice productivity. Nonparametric and Semi parametric Analysis”. Korean Agricultural Economic Production, 49(4): 45-64.
13. Kim, M. K. and Pang, A. 2008. Climate Change Impact on Rice Yield and Production Risk. Journal of Rural Development 32(2): 17-29.
14. Ligeon, C., Jolly, C., Bencheva, N., Delikostadinov, S. and Puppala, N. (2008) “Production risks in Bulgarian peanut production”. Agricultural Economics Review, 9 (1): 103-110.