

کاربرد شبیه‌سازی مونت کارلو در ارزیابی ریسک تولید محصولات کشاورزی (مورد مطالعه: شهرستان گرگان)

فرشید اشراقی^{۱*}، نرگس خیری^۲، ابراهیم حسن‌پور^۳

۱. استادیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۲. کارشناس ارشد اقتصاد کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۳. استادیار سابق دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

(تاریخ دریافت: ۹۲/۱۲/۲۰- تاریخ تصویب: ۹۳/۵/۱۹)

چکیده

بخش کشاورزی در کشور جایگاه و اهمیت بالا و رو به رشدی دارد، ولی رشد و توسعه این بخش بدون مدیریت مناسب و مؤثر ریسک امکان‌پذیر نیست. در مطالعه حاضر، با استفاده از روش شبیه‌سازی مونت کارلو به‌عنوان یکی از ابزارهای قدرتمند در تجزیه و تحلیل ریسک، سعی شد ریسک تولید ناشی از آثار تغییرات جوی در محصولات کشاورزی غالب شهرستان گرگان در دوره ۱۳۶۳-۱۳۹۰، پیش‌بینی و اندازه‌گیری شود. نتایج نشان داد بیشترین ریسک عملکرد به‌ترتیب مربوط به محصولات جو، سویا و گندم و همچنین کمترین ریسک عملکرد به‌ترتیب مربوط به محصولات لوبیا، شبدر و نخود است. در مجموع، نتایج تحقیق بیانگر تأثیر شایان توجه ریسک عملکرد در این منطقه است؛ بنابراین، باید برنامه‌ریزان و سیاستگذاران به این مسئله توجه کنند. براساس نتایج در زمینه شدت ریسکی بودن محصولات، پیشنهاد می‌شود محصولات با ریسک بیشتر تا آنجاکه ممکن است به‌صورت تنها کشت نشوند و تا حد امکان در کنار محصولات با میزان ریسک کمتر قرار گیرند تا مجموع ریسک تحمیل‌شده به کشاورز کاهش یابد.

واژه‌های کلیدی: استان گلستان، شبیه‌سازی مونت کارلو، محصولات کشاورزی، مدیریت ریسک.

مقدمه

Yazdani, 2003). ریسک تولید، ناشی از فرایندهایی است که بر رشد طبیعی محصول تأثیر می‌گذارد و موجب تغییر در کمیت و کیفیت محصول می‌شود. منابع ریسک تولید عبارتند از: آب و هوا (خشکسالی، سیل، تغییرات دما، تگرگ، توفان، سرمای ناگهانی، گردباد، زمین‌لرزه و...)، آفات و بیماری‌ها، علف‌های هرز، غیر حاصلخیزی خاک، تاریخ کشت، روش تولید و... (Borimnezade, 2005). استان گلستان در مقایسه با وسعت کم، تنوع آب و هوایی زیادی دارد. بارش و دما دو عنصر اصلی آب و هوای منطقه است. به‌دلیل موقعیت جغرافیایی، شرایط آب و هوایی، وضعیت ناهمواری و مجاورت با دریای خزر، میانگین بارش استان تقریباً دو برابر میانگین بارش کشور است (Golestan Met office, 2011). بخشی از این استان مناطقی با آب و هوای معتدل دارد که میزان

تولید در بخش کشاورزی، پیوسته در شرایط ناپایدار و دشواری قرار دارد. مخاطره‌آمیز بودن این شرایط موجب شد فعالیت تولیدی در این بخش با ریسک همراه باشد. در این میان، تغییرات قیمت و عملکرد محصولات کشاورزی نیز از جمله مواردی است که موضوع ریسک و مدیریت آن را در این بخش از سایر بخش‌های اقتصادی متمایز می‌کند. همچنین، منابع ریسک در کشاورزی مشتمل بر ریسک تولید، ریسک قیمت یا بازار، ریسک مالی، ریسک نهادی یا ریسک ناشی از نبود اطمینان به فعالیت‌های دولت در بخش کشاورزی و ریسک انسانی است و نیز نقش و درصد اهمیت هرکدام از منابع ریسک با توجه به شرایط مکانی، زمانی و سیاست‌های دولت در هر کشور متفاوت است (Kiani Rad &

بارندگی سالیانه در این مناطق ۶۰۰ تا ۸۰۰ میلی‌متر است. مساحت زیادی از نیمه شمالی استان آب و هوای خشک دارد، در حالی که متوسط بارندگی استان ۴۵۰ میلی‌متر است. در نواحی شمالی آن، بارندگی سالیانه حتی به کمتر از ۲۰۰ میلی‌متر هم می‌رسد. براساس آمار سال زراعی ۱۳۸۶-۱۳۸۷، از کل سطح زیرکشت محصولات زراعی استان گلستان که حدود ۹۳ درصد بود، سهم مربوط به محصولات عمده زراعی شامل گندم ۶۷ درصد، جو ۴ درصد، کلزا ۱۵ درصد، شلتوک ۶ درصد، پنبه ۱ درصد است و از کل میزان تولید محصولات زراعی حدود ۶۵ درصد را تشکیل می‌دهد (Ministry of Agricultural Jihad portal, 2010). یکی از مهم‌ترین عوامل ایجاد ریسک تولید برای محصولات دیم در همه مناطق از جمله این استان، ریسک ناشی از بارندگی است. به دلیل اهمیت این مسئله، صندوق بیمه کشاورزی این استان برای محصولات مختلفی از جمله گندم، جو، سویا، هندوانه، سیب‌زمینی و گوجه‌فرنگی برای مقابله با ریسک‌های تولید مختلفی از جمله ریسک‌های مربوط به بارندگی و خشکسالی حمایت‌هایی را در نظر گرفت (Agricultural Insurance Fund portal, 2010).

یکی از ابزارهای قدرتمند در تجزیه و تحلیل ریسک، روش شبیه‌سازی مونت کارلو است که از ویژگی‌های این روش می‌توان به در نظرگیری توأم تهدیدها و فرصت‌ها از یک سو و انتخاب معیارهای گوناگون به عنوان مطلوبیت از سوی دیگر یاد کرد. روش شبیه‌سازی مونت کارلو تکنیکی است آماری که به عنوان ابزار مهمی برای ارزیابی ریسک محسوب می‌شود (Hayse, 2000). این روش برای اولین بار در سال ۱۹۴۰ استفاده شد که با استفاده از رایانه‌های امروزی، قابلیت دسترسی و پیاده‌سازی آن در بسیاری از زمینه‌های جدید ایجاد شد. به کارگیری این روش، همزمان با نارضایتی از محاسبات فراوانی که برای تخمین نقطه‌ای یا تخمین قطعی نبود قطعیت‌ها صورت می‌گرفت، رشد و گسترش فزاینده‌ای داشت (Poulter, 1998). شبیه‌سازی مونت کارلو در ساده‌ترین شکل خود ایجادکننده اعداد تصادفی است که برای پیش‌بینی، تخمین و تجزیه و تحلیل ریسک مفید است. یک شبیه‌سازی، سناریوهای متعددی را از یک مدل با در نظر گرفتن ارزش آن‌ها در زمینه توزیع احتمالی متغیر مورد بررسی خلق می‌کند. از آنجا که تمام این سناریوها براساس یک مدل ایجاد شدند، هر سناریو می‌تواند یک پیش‌بینی باشد. پیش‌بینی‌ها همان رخدادهایی هستند که - به طور

عمومی توسط فرمول‌ها یا توابع - به عنوان خروجی‌های مهم مدل تعریف شدند (Mun, 2006). هرگز در سال ۱۹۶۳، برای نخستین بار زمینه‌های استفاده از روش شبیه‌سازی مونت کارلو را در امور کسب و کار از جمله امور مالی معرفی کرد. از آن به بعد این روش در مباحثی مانند بودجه‌بندی سرمایه، محاسبه ارزش‌های فعلی جریان‌های نقدی آینده، محاسبه ریسک تحقق‌نیافتن جریان‌های نقدی آینده، قیمت‌گذاری انواع اوراق بهادار و ریسک‌های مربوطه استفاده شد. بحث ریسک محصولات زراعی و مدیریت آن با استفاده از روش‌های شبیه‌سازی در کشاورزی، در کشور ما قدمت زیادی ندارد و مباحثی تقریباً جدید و نو است. اکثر تحقیقات صورت گرفته در این بخش در حوزه‌های شیمی، فیزیک یا اقتصاد است یا مربوط به استراتژی‌های بهینه سرمایه‌گذاری و مباحث مالی و بودجه‌بندی است و کمتر در حوزه مربوط به کشاورزی تحقیقاتی صورت گرفت. به این منظور، برخی از مهم‌ترین مطالعات تجربی انجام گرفته در خارج و داخل کشور تحلیل می‌شوند.

Meuwissen et al. (2001) با انجام دادن مطالعه‌ای نشان دادند فاکتورهای تولید و قیمت به عنوان مهم‌ترین منابع تولید ریسک توسط کشاورزان شناخته می‌شوند و از دید آن‌ها، بیمه مهم‌ترین استراتژی مدیریت ریسک است. (Evensky 2001) نشان داد روش شبیه‌سازی مونت کارلو، روشی مؤثر برای اندازه‌گیری ریسک‌های مربوطه و نیز آموزش استفاده از این تکنیک به مردم است. (Phuson et al. 2003) با مطالعه کشاورزان ژاپن نشان دادند بزرگ‌ترین ریسک تولید، نوسانات قیمت بازار است که از عرضه مازاد و نبود اطلاعات بازار ناشی می‌شود. (Alimi & Wall 2005) نشان دادند مهم‌ترین منابع ریسک از نظر کشاورزان نیجریه قیمت ستانده و پس از آن قیمت نهاده است. دیگر منابع ریسک به ترتیب اهمیت عبارت بودند از: خشکسالی، آفات و بیماری‌ها، نداشتن دسترسی به سرمایه و سرقت. (Schweizer 2007) در مطالعه‌ای که مربوط به هزینه ناشی از ریسک آب و هوا برای محصول گندم و هزینه‌های ماشین‌آلات و دستگاه‌ها در شرق سوئیس بود و با استفاده از شبیه‌سازی مونت کارلو انجام گرفت، نشان داد کشاورزان به کاهش تلفات برداشت محصولات خود نسبت به کاهش هزینه ماشین‌آلات تمایل بیشتری دارند. (Moghadasi 1997) در تحقیق مربوط به ریسک تولید یکی از محصولات کشاورزی به این نتیجه رسید که بیشتر زارعان مورد مطالعه ریسک‌گریزند و استفاده از آموزش‌های ترویجی به

شامل مطالعه کتب مرتبط با ریسک و روش‌های موجود برای سنجش ریسک در کشاورزی، استفاده از سایت‌های مرتبط با موضوع و سازمان‌های آماری وابسته به سازمان‌های ذی‌ربط- مانند جهاد کشاورزی استان گلستان و شهرستان مورد مطالعه، اداره آب منطقه‌ای استان گلستان، استفاده از بانک‌های اطلاعاتی سری زمانی وزارت جهاد کشاورزی و اداره هواشناسی شهرستان گرگان- است. شایان ذکر است در مورد محصولات منتخب، با توجه به مسئله ریسک بارندگی از داده‌های فقط محصولات دیم استفاده شد. محصولات مورد مطالعه براساس سطح زیر کشت آن‌ها انتخاب شدند؛ یعنی از بین محصولات دیم منطقه، محصولاتی که بیشترین سطح زیر کشت را داشتند به‌عنوان مهم‌ترین محصولات انتخاب شدند. متغیرهای مورد استفاده شامل آمار سری زمانی عملکرد محصولات منتخب و میزان بارندگی منطقه در دوره ۱۳۶۳-۱۳۹۰ است. تجزیه و تحلیل آماری و شبیه‌سازی مونت کارلو با استفاده از نرم‌افزار Excel (2007) انجام گرفت.

روش تجزیه و تحلیل داده

الف) شاخص خشکسالی درصدی از نرمال

برای مطالعه پدیده خشکسالی، وجود داده‌های مناسب و طولانی‌مدت پارامترهای اقلیمی و هیدرولوژیکی بسیار ضروری است. بارندگی اصلی‌ترین عاملی است که ایجاد، گسترش و دوام خشکسالی‌ها را کنترل می‌کند و به‌عنوان مناسب‌ترین و قابل دسترس‌ترین پارامتر اقلیمی برای ساخت و محاسبه شاخص‌های خشکسالی شناخته شود. یکی از شاخص‌هایی که بر استفاده از پارامتر بارندگی استوار است و فقط فاکتور مورد نیاز برای محاسبه آن بارش است، شاخص درصد نرمال (PN) است که اعتبار و دقت بسیار مناسبی دارد و در مقیاس زمانی ماهیانه و سالانه به‌کار برده می‌شود (Willeke et al., 1994). شاخص (PN) از تقسیم مقدار واقعی بارش بر بارش نرمال و ضرب آن در عدد ۱۰۰ به‌دست می‌آید؛ به‌عبارت دیگر، این شاخص برای یک ماه ویژه از رابطه ۱ تعیین می‌شود:

$$PN = (p/\bar{p}) * 100 \quad (1)$$

P: مجموع بارندگی ماهانه برحسب میلی‌متر

\bar{P} : میانگین بارندگی ماهانه بلندمدت برحسب میلی‌متر

این شاخص می‌تواند برای بازه‌های زمانی مختلف محاسبه شود. طبقه‌بندی شدت خشکسالی برحسب این شاخص طبق جدول ۱ است (Golestan Met office, 2011).

صورت مؤثر و فعال برای استفاده از فناوری‌های جدید مانند سم، کود و بذر اصلاح‌شده را عامل مهم مدیریت ریسک تولید معرفی می‌کند که در نهایت به افزایش سطح تولید منجر می‌شود. Kiani (2008) در مطالعه‌ای در زمینه ارزیابی طرح‌های سرمایه‌گذاری در شرایط ریسک، با ارزیابی یک طرح تولید مرغ گوشتی در استان تهران با استفاده از تکنیک شبیه‌سازی مونت کارلو نشان داد میانگین ارزش حال خالص این طرح با احتمال ۷۴/۰۴ درصد مثبت و مقدار آن ۱۲۵/۸۴ میلیون ریال بود. تمام مطالعات تجربی صورت‌گرفته در ایران در زمینه ارزیابی ریسک با استفاده از روش شبیه‌سازی مونت کارلو، مربوط به استراتژی‌های بهینه سرمایه‌گذاری و برنامه‌ریزی‌های مالی و بودجه‌بندی است و از این نظر هیچ مطالعه‌ای در مورد ارزیابی ریسک محصولات زراعی با استفاده از این روش تاکنون صورت نگرفت. براین‌اساس، مطالعه حاضر تلاش می‌کند با استفاده از روش شبیه‌سازی مونت کارلو و آشنایی هرچه بیشتر با این روش شبیه‌سازی و با فرض سناریوهای مختلف به پیش‌بینی ریسک تولید ناشی از تغییرات آب و هوایی در محصولات زراعی در شهرستان گرگان بپردازد و همچنین به دنبال پاسخگویی به این پرسش‌هاست که آیا می‌توان با استفاده از روش شبیه‌سازی مونت کارلو ریسک‌های موجود در کشاورزی را پیش‌بینی و اندازه‌گیری کرد.

مواد و روش‌ها

یکی از عوامل اصلی در ایجاد ریسک تولید، تغییرات آب و هوایی و اقلیمی است و این تغییرات در کل منطقه مورد مطالعه یکسان نیست؛ بنابراین تنوع آب و هوایی موجب شد در این تحقیق علاوه بر استفاده از روش شبیه‌سازی مونت کارلو، از شاخص درصد نرمال برای طبقه‌بندی گروه‌های مختلف آب و هوا استفاده شود تا بتوان براساس این شاخص، رابطه بین عملکرد محصولات زراعی مورد نظر را با نوع آب و هوای موجود در هر سال مقایسه کرد. به این منظور، در آغاز چگونگی به‌دست‌آوردن شاخص درصد نرمال بیان می‌شود و پس از بحث درباره روش انتخابی- مونت کارلو- از آن استفاده می‌شود. همچنین، به چگونگی جمع‌آوری اطلاعات و داده‌های مورد نیاز و نیز تشریح منطقه مورد مطالعه می‌پردازیم.

چگونگی جمع‌آوری اطلاعات

داده‌های مورد استفاده در این تحقیق از نوع ثانویه‌اند و آمار و اطلاعات مورد نیاز با استفاده از جست‌وجوی کتابخانه‌ای جمع‌آوری شدند. روش کتابخانه‌ای و اینترنتی مورد استفاده

۵. مقایسه مقادیر به دست آمده از مراحل قبل با مقادیر واقعی و بررسی ریسک.

این شبیه سازی، سناریوهای متعددی را از یک مدل با گرفتن ارزش آن‌ها از توزیع احتمالی - که متغیر مورد بررسی است - خلق می کند. از آنجاکه تمام این سناریوها براساس یک مدل ایجاد شدند، هر سناریو می تواند یک پیش بینی باشد. پیش بینی ها همان رخدادهایی هستند که (به طور عمومی توسط فرمول ها یا توابع) به عنوان خروجی های مهم مدل تعریف شدند (Mun, 2006).

روش مونت کارلو نیازمند الگوی ریاضی - آماری با دو جزء کلی تعیین پذیر و تصادفی برای متغیر تحت بررسی است. به منظور روشن شدن بحث، مثال زیر را در نظر بگیرید: فرض کنید کشف ویژگی های آماری متغیر Y که دارای توزیع احتمال ناشناخته است و امکان نمونه گیری از آن وجود ندارد، موضوع تحقیق باشد. در ضمن، متغیر Y در ارتباط با متغیر یا متغیرهای تصادفی دیگر به نام X است که توزیع شناخته شده ای دارد و ارتباط میان این دو نیز در قالب اصول، قوانین و نظریه های قابل قبول اندیشمندان آن حوزه معرفی شد. حال می توان از روش مونت کارلو برای تخمین ویژگی های توزیع Y بهره گرفت. شیوه عملی به طور خلاصه در زیر می آید (Barreto & Howland, 2006):

ابتدا با دستگاهی مولد، سری اعداد تصادفی از یک توزیع احتمال یکنواخت با مقداری اولیه تولید می شود (G). سپس این اعداد را به راحتی می توان به سری اعدادی با توزیع احتمال یکنواخت بین صفر و یک (U) تبدیل کرد و از آن در ایجاد سری اعداد تصادفی با هر نوع توزیع احتمال شناخته شده دیگر بهره برد (X). از این سری به عنوان داده ورودی رابطه نظری برای تولید متغیری استفاده می شود که توزیع آن شناخته شده نیست (Y). Y به عنوان نمونه ای از جامعه اصلی به حساب می آید و از این طریق می توان پارامترهای مربوط به ویژگی های توزیع آن را تخمین زد.

هر چند X و Y به ترتیب داده های ورودی و خروجی شبیه سازی شدند، اما از مدل هایی با توابع مشخص به دست می آیند. تبدیل اعداد تصادفی به داده های ورودی و خروجی یا نتایج، می تواند به حدی پیچیده باشد که مدل احتمال داده های خروجی از دید سخت بودن بررسی آن، همچنان ناشناخته باقی بماند. از این رو، محاسبه ویژگی های توزیع احتمال Y یا همان بردار θ با توسل به روش مونت کارلو دنبال می شود. در هر دور شبیه سازی، «T» عدد تصادفی

جدول ۱. طبقه بندی شاخص (PN)

میزان بارندگی (میلی متر)	طبقه بندی شدت خشکسالی
بیشتر از ۱۶۰	بسیار مرطوب
۱۴۵-۱۶۰	تقریباً مرطوب
۱۳۰-۱۴۵	مرطوب
۱۲۰-۱۳۰	نیمه مرطوب
۸۰-۱۲۰	نرمال
۷۰-۸۰	خشکسالی خفیف
۵۵-۷۰	خشکسالی متوسط
۴۰-۵۵	خشکسالی شدید
کمتر از ۴۰	خشکسالی بسیار شدید

مأخذ: یافته های تحقیق

ب) روش شبیه سازی مونت کارلو

لغت شبیه سازی بر ایجاد یک مدل مجازی از سیستمی واقعی برای مطالعه و درک سیستم دلالت می کند و عبارت «مونت کارلو» نیز به استفاده از اعداد تصادفی اشاره دارد. شبیه سازی مونت کارلو روش تجزیه و تحلیل مبتنی بر خلق دوباره و مجازی به کمک فرایند تصادفی (معمولاً توسط یک کامپیوتر) است که بارها اجرا می شود و نتایج به طور مستقیم قابل مشاهده است (Barreto & Howland, 2006). در این روش، فرض نرمال بودن توزیع بازدهی الزامی نیست، بلکه با استفاده از فرایندهای تصادفی و استفاده از نمونه های شبیه سازی شده زیاد که توسط رایانه ساخته می شود پیش بینی تغییرات آتی انجام می گیرد. مراحل این روش برای محاسبه ریسک محصولات مورد نظر در این تحقیق به صورت زیر است:

۱. تعیین فرایندهای احتمالی و پارامترهای فرایند برای متغیر مورد بررسی - برای مثال، تعیین اینکه طبق اطلاعات تاریخی و گذشته آن متغیر، هر پیامد یا رخداد با چه میزان احتمالی (فراوانی نسبی) رخ می دهد.

۲. شبیه سازی فرضی برای متغیرهای مورد استفاده - یعنی براساس فرایند ایجاد اعداد تصادفی مقادیری برای آن متغیر به کمک یک نرم افزار (در این مطالعه؛ MS. 2007 Excel) ایجاد یا تولید شود.

۳. محاسبه و تعیین مقدار متغیر مورد انتظار از روی متغیر شبیه سازی شده - به عبارت دیگر، محاسبه امید ریاضی یا میانگین موزون (وزن ها، همان احتمالات وقوع هستند) آن متغیر با توجه به مقادیر به دست آمده از مراحل قبل.

۴. تکرار مراحل ۲ و ۳ به دفعات زیاد (۱۰۰۰ یا ۱۰۰۰۰ بار) برای سناریوسازی.

برای انجام‌دادن محاسبات بعدی است- به‌دلیل تعداد فراوانی بیشتر این نوع آب و هوا و غالب‌بودن آن در منطقه مورد بررسی. همچنین، میانگین عملکرد در سایر شرایط آب و هوایی محاسبه شد، سپس تغییر عملکرد محصولات با استفاده از رابطه ۲ محاسبه شد:

(۲)

$$۱ - \frac{\text{عملکرد در هر سال}}{\text{میانگین عملکرد نرمال سالانه}} = \text{تغییر عملکرد محصول}$$

جدول ۲. محاسبه شاخص درصد نرمال بارندگی و طبقه‌بندی آن براساس نوع آب و هوا

شاخص مقاداری سالانه (PN)	شاخص توصیفی	سال
۹۹/۹۰	نرمال	۱۳۶۳
۶۶/۷۶	خشکسالی متوسط	۱۳۶۴
۸۲/۹۸	نرمال	۱۳۶۵
۹۷/۶۹	نرمال	۱۳۶۶
۹۱/۸۲	نرمال	۱۳۶۷
۷۳/۸۸	خشکسالی خفیف	۱۳۶۸
۷۰/۸۳	خشکسالی خفیف	۱۳۶۹
۹۷/۵۴	نرمال	۱۳۷۰
۹۷/۵۶	نرمال	۱۳۷۱
۹۵/۲۴	نرمال	۱۳۷۲
۹۲/۱۷	نرمال	۱۳۷۳
۹۵/۳۱	نرمال	۱۳۷۴
۷۸/۷۱	خشکسالی خفیف	۱۳۷۵
۸۸/۴۷	نرمال	۱۳۷۶
۷۹/۶۶	خشکسالی خفیف	۱۳۷۷
۱۱۱/۵۰	نرمال	۱۳۷۸
۷۴/۱۶	خشکسالی خفیف	۱۳۷۹
۷۷/۳۸	خشکسالی خفیف	۱۳۸۰
۹۲/۱۷	نرمال	۱۳۸۱
۹۸/۴۳	نرمال	۱۳۸۲
۱۱۰/۸۰	نرمال	۱۳۸۳
۹۶/۱۴	نرمال	۱۳۸۴
۸۶/۲۹	نرمال	۱۳۸۵
۶۸/۵۶	خشکسالی متوسط	۱۳۸۶
۴۱۸/۲۴	بسیار مرطوب	۱۳۸۷
۱۰۷/۱۴	نرمال	۱۳۸۸
۹۲/۵۲	خشکسالی متوسط	۱۳۸۹
۱۱۷/۳۰	نرمال	۱۳۹۰

مأخذ: یافته‌های تحقیق

تولید می‌شود که درنهایت به همین تعداد داده خروجی می‌انجامد، اما برای دستیابی دقیق به پارامترهای مشخصه توزیع احتمال مورد بررسی به بیش از یک دور شبیه‌سازی نیاز است (N). محاسبات مونت کارلو آسان است و با هر دور تکرار صحت و دقت آن بیشتر می‌شود.

نتایج و بحث

ابتدا براساس شاخص‌های به‌دست‌آمده، شرایط آب و هوایی منطقه طبقه‌بندی شد. با توجه به تغییرات عملکرد محصولات مورد نظر براساس شرایط آب و هوایی آن‌ها، میانگین نرمال عملکرد هریک از محصولات به‌دست آمد و با استفاده از اعداد تصادفی، شبیه‌سازی انجام گرفت که عملکرد مورد انتظار محاسبه‌شده با عملکرد واقعی مقایسه شد. همچنین، با سناریوسازی شرایط آب و هوایی، میزان عملکرد مورد انتظار با شرایط واقعی مقایسه شد و ریسک عملکرد محصولات در هریک از سناریوهای مختلف بررسی شد.

الف) درجه‌بندی شرایط آب و هوایی

با استفاده از آمار میزان بارندگی، مجموع بارندگی سالانه برای سال‌های ۱۳۶۳ تا ۱۳۹۰ به‌دست آمد. سپس میانگین بلندمدت سالانه و نیز شاخص درصد نرمال برای سال‌های مورد نظر محاسبه شد و براساس مقدار به‌دست‌آمده این شاخص، شدت خشکسالی در این سال‌ها طبقه‌بندی شد. نتایج نشان داد در این ۲۸ سال فقط حالت‌های آب و هوایی از بین نه حالت موجود، عبارتند از: خشکسالی متوسط، خشکسالی خفیف، نرمال و بسیار مرطوب که بیشترین حالت مربوط به نوع آب و هوایی نرمال و کمترین حالت آن مربوط به آب و هوایی بسیار مرطوب است.

ب) محاسبه میانگین نرمال عملکرد و تغییر در عملکرد محصولات

میانگین نرمال عملکرد محصولات با توجه به داده‌های عملکرد در هر سال و نیز با توجه به نوع پدیده آب و هوایی موجود در آن سال محاسبه شد؛ به‌این‌ترتیب که با توجه به تعداد نوع آب و هوای نرمال موجود برای محصول مورد نظر، از عملکرد محصول در این نوع آب و هوا میانگین گرفته شد. میانگین نرمال عملکرد هر محصول، مبنای در نظر گرفته‌شده

برای مثال، جدول ۳ نشان می‌دهد برای محصول گندم در سال ۱۳۸۰، نوع پدیده آب و هوایی خشکسالی خفیف است که عملکرد آن ۲۸ درصد کمتر از مقدار میانگین نرمال عملکرد است و برای سایر محصولات در سال‌های مختلف نیز به همین صورت است.

جدول ۳. محاسبه میانگین عملکرد در شرایط مختلف آب و هوایی

میانگین عملکرد نرمال (Kg/h)	میانگین عملکرد خشکسالی متوسط (Kg/h)	میانگین عملکرد خشکسالی خفیف (Kg/h)	میانگین عملکرد مرطوب (Kg/h)	محصول
۲۴۷۸	۲۰۶۰	۱۷۸۷	۱۰۵۳	گندم
۱۸۵۳	۱۳۹۸	۹۸۹	۱۰۰۴	جو
۱۵۰۰	-	۸۱۶	-	سویا
۱۱۶۰۶	۱۲۳۱۱	۸۹۳۱	۹۱۴۶	هندوانه
۱۸۹۸۷	۲۴۱۰	۱۷۵۷۴	۲۴۰۰۰	شبلدر
۹۵۶	۷۰۰	۱۱۶۸	۸۱۷	نخود
۸۳۵	۴۷۴	۱۰۵۴	۸۲۴	لوبیا
۱۸۹۲۸	۱۶۵۶۲	۱۴۲۵۶	۱۷۷۱۷	گوجه‌فرنگی
۷۷۳	۶۳۳	۵۲۰	۸۵۵	عدس
۱۰۸۸۳	۶۰۴۳	۹۷۹۷	-	سیب‌زمینی
۱۳۱۷۲	۱۹۰۰۰	۱۰۱۶۶	۱۴۰۰۰	خیار
۹۷۵۷	۹۸۵۱	۷۸۱۶	۱۰۳۷۹	خریزه
۱۳۳۹	۱۴۲۹	۱۱۶۲	۱۲۸۲	پنبه
۱۲۹۳۴	۱۰۵۷۷	۹۵۳۳	۸۷۲۷	پیاز

مأخذ: یافته‌های تحقیق

مقدار فراوانی ۲۱ درصد، اعداد ۳۲-۹۵ را به نوع آب و هوای نرمال با مقدار فراوانی ۶۴ درصد و در نهایت اعداد ۹۶-۹۹ را با مقدار فراوانی ۳ درصد به نوع آب و هوای بسیار مرطوب اختصاص دادیم.

جدول ۴. درجه‌بندی شرایط آب و هوایی

درجه‌بندی	فراوانی نسبی	فراوانی مطلق	نوع آب و هوا
۰-۱۰	٪۱۱	۳	خشکسالی متوسط
۱۱-۳۱	٪۲۱	۶	خشکسالی خفیف
۳۲-۹۵	٪۶۴	۱۸	نرمال
۹۶-۹۹	٪۴	۱	بسیار مرطوب

مأخذ: یافته‌های تحقیق

د) نتایج شبیه‌سازی عملکرد محصولات با استفاده از داده‌های واقعی عملکرد محصولات که مربوط به آمار محصولات موجود در سال‌های مختلف است، صدهزار

ج) درجه‌بندی شرایط آب و هوایی با توجه به درصد فراوانی برای درجه‌بندی شرایط آب و هوایی از معیار فراوانی نسبی استفاده شد. به دلیل اینکه مجموع فراوانی نسبی در یک جامعه ۱۰۰ است، محدوده ۰-۹۹ در نظر گرفته شد و با توجه به شرایط آب و هوایی، این مقدار در محدوده مورد نظر نسبت داده شد؛ به این صورت که صد عدد تصادفی فرض شد و این کار در نرم‌افزار Excel انجام گرفت. سپس با توجه به اینکه تمام حالت‌های آب و هوایی را نداشتیم، دامنه ۰-۹۹ را به چهار حالت موجود (آب و هوای نرمال، خشکسالی متوسط، خشکسالی خفیف و آب و هوای بسیار مرطوب) اختصاص دادیم که با توجه به جدول ۴، میزان فراوانی‌ها برای هر نوع پدیده آب و هوایی مشخص شد. براساس این جدول برای هر نوع پدیده آب و هوایی براساس مقدار شدت آن‌ها از بدترین حالت به بهترین حالت محدوده‌ای مشخص تعیین شد؛ به این صورت که اعداد ۰-۱۰ را به خشکسالی متوسط با مقدار فراوانی ۱۱ درصد، اعداد ۱۱-۳۱ را به خشکسالی خفیف با

نتایج مربوط به این محاسبه در جدول ۵ ارائه می‌شود و در این جدول محصولات براساس بیشترین سطح زیر کشت آن‌ها، به‌ترتیب آورده می‌شود؛ برای مثال، طبق نتایج جدول، درصد تغییرات میانگین عملکرد شبیه‌سازی‌شده برای گندم $۸/۶$ - درصد به‌دست آمد. این عدد نشان می‌دهد با توجه به پدیده‌های آب و هوایی موجود در این منطقه و نوسانات عملکرد برای این محصول، مقدار مورد انتظار برای عملکرد این محصول، $۸/۶$ درصد از میانگین عملکرد نرمال این محصول کمتر است؛ به عبارت دیگر، آنچه به‌عنوان عملکرد این محصول براساس نتایج گذشته و آمار واقعی موجود باید انتظار داشت (عملکرد نرمال) مقدار ۲۴۷۸ کیلوگرم در هکتار نیست، بلکه مقداری کمتر و معادل ۲۲۶۶ کیلوگرم در هکتار است. این کاهش در عملکرد به‌دلیل تأثیر ریسک تولید بر بازدهی این محصول در این منطقه است؛ به بیان ساده‌تر، عملکرد نرمال یا میانگین ساده‌حسابی از عملکردهای گذشته محصول، پیش‌بینی بسیار دقیقی برای مقدار مورد انتظار از عملکرد آینده ارائه نمی‌دهد، زیرا ریسک مربوطه به‌شکل دقیق و مناسبی در این میانگین‌گیری ساده تأثیر خود را نشان نمی‌دهد.

عدد تصادفی ساخته شد و براساس آن با توجه به درصد تغییرات نوسانات آب و هوایی که موجب کاهش یا افزایش در عملکرد محصول (درصد احتمال خسارت برای عملکرد) در طولانی‌مدت می‌شود، تغییر عملکرد برای هر محصول به‌صورت جداگانه شبیه‌سازی شد و با مقدار نرمال آن مقایسه شد. در جدول ۵، ستون درصد تغییرات میانگین عملکرد خشکسالی متوسط بیانگر میانگین تغییرات از بین سال‌های دارای آب و هوای خشکسالی متوسط است. دو ستون درصد تغییرات میانگین عملکرد خشکسالی خفیف و بسیار مرطوب نیز نشانگر تغییرات میانگین عملکرد از بین سال‌های دارای آن نوع آب و هواست. ستون درصد تغییرات میانگین عملکرد شبیه‌سازی‌شده نیز بیانگر درصد تغییرات میانگین عملکرد برای تعداد صد عدد شبیه‌سازی‌شده با استفاده از درصد تغییرات در شرایط مختلف آب و هوایی است. ستون مقدار عملکرد مورد انتظار با استفاده از رابطه ۳ محاسبه شد:

(۳)

مقدار عملکرد مورد انتظار =

(درصد تغییرات میانگین شبیه‌سازی‌شده + ۱) میانگین عملکرد نرمال

جدول ۵. نتایج عملکرد مورد انتظار محصولات بعد از شبیه‌سازی تغییرات آب و هوایی

محصولات	درصد تغییرات میانگین عملکرد خشکسالی متوسط	درصد تغییرات میانگین عملکرد خشکسالی خفیف	درصد تغییرات میانگین عملکرد بسیار مرطوب	درصد تغییرات میانگین عملکرد شبیه‌سازی‌شده	میانگین عملکرد نرمال (kg/h)	مقدار عملکرد مورد انتظار (kg/h)
گندم	-۱۷	-۲۸	-۵۸	-۸/۶	۲۴۷۸	۲۲۶۶
جو	-۲۵	-۴۷	-۰/۴۵	-۱۴/۷	۱۸۵۳	۱۵۸۱
پنبه	۶	-۱۳	-۴	-۲/۵	۱۳۳۹	۱۳۰۵
سوبا	۰	-۴۶	۰	-۱۰/۳	۱۵۰۰	۱۳۴۵
خربزه	۰	-۲۴	۶	-۵/۱	۹۷۵۷	۹۲۵۵
هندوانه	۶	-۲۳	-۲۱	-۵/۴	۱۱۶۰۶	۱۰۹۸۰
گوجه‌فرنگی	-۱۲	-۲۴	-۶	-۶/۸	۱۸۹۲۸	۱۷۶۵۰
لوبیا	-۴۳	۲۸	-۱	۲/۱	۸۵۳	۸۵۳
نخود	-۲۶	۲۲	-۱۴	۱/۹	۹۵۶	۹۷۴
پیاز	-۱۸	-۱۹	-۳۲	-۷/۲	۱۲۹۳۴	۱۲۰۰۱
عدس	-۱۸	-۳۲	۱۰	-۸/۵	۷۷۳	۷۰۷
سیب‌زمینی	-۴۴	-۱۰	۰	-۶/۴	۱۰۸۸۳	۱۰۱۸۴
خیار	۴۴	-۲۲	۶	-۰/۵	۱۳۱۷۲	۱۳۱۰۴
شبدر	۲۷	-۷	۲۶	۲	۱۸۹۸۷	۱۹۳۶۹

مأخذ: یافته‌های تحقیق

می‌دهد. نتایج این جدول میزان ریسکی بودن محصولات را نشان می‌دهد که به‌عنوان شاخصی در مدیریت ریسک مطرح

جدول ۶ بخشی از محاسبات انجام‌گرفته را در جدول ۵ به‌صورت مرتب‌شده براساس شدت ریسک محصولات نشان

می‌شود. این جدول نشان می‌دهد از میان محصولات موجود به ترتیب جو، سویا، گندم، عدس، پیاز، گوجه‌فرنگی، سیب‌زمینی، هندوانه، خربزه، پنبه و خیار بیشترین ریسک و کاهش عملکرد را دارند، ولی محصولات لوبیا، شبدر و نخود به ترتیب بیشترین افزایش عملکرد و کمترین ریسک را دارند.

جدول ۶. نتایج درصد تغییرات میانگین عملکرد شبیه‌سازی شده (شاخص ریسک محصولات)

محصولات	میانگین درصد تغییرات عملکرد شبیه‌سازی شده (شاخص ریسک)
جو	-۱۴/۷
سویا	-۱۰/۳
گندم	-۸/۶
عدس	-۸/۵
پیاز	-۷/۲
گوجه‌فرنگی	-۶/۸
سیب‌زمینی	-۶/۴
هندوانه	-۵/۴
خربزه	-۵/۱
پنبه	-۲/۵
خیار	-۰/۵
نخود	۱/۹
شبدر	۲
لوبیا	۲/۱

مأخذ: یافته‌های تحقیق

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

کشت خود علاوه بر سایر عوامل و معیارهای مورد نظر مانند قیمت، سودآوری، خودمصرفی و... به میزان ریسک عملکرد محصولات نیز توجه ویژه‌ای کند و برای محصولاتی که ریسک بیشتری دارند، به راهبردهای مدیریت ریسک بیشتر توجه کنند تا زیان‌های کشاورزی را کاهش دهند. این مسئله در سطح کلان نیز باید مورد توجه مسئولان و برنامه‌ریزان باشد. براساس نتایج شدت ریسکی بودن محصولات، پیشنهاد می‌شود محصولات با ریسک بیشتری تا آنجاکه ممکن است به صورت تنها کشت نشوند و تا حد امکان در کنار محصولات با میزان ریسک کمتر قرار گیرند تا مجموع ریسک تحمیل شده به کشاورز کاهش یابد، البته این ریسک‌پذیر بودن، به یقین فقط تابعی از ریسک بارندگی مورد استفاده در این مطالعه نیست و در شرایط عملی باید محاسبات و اندازه‌گیری‌ها برای انواع دیگر ریسک‌ها نیز انجام گیرد و به آن‌ها توجه شود.

استفاده از روش شبیه‌سازی مونت کارلو برای اندازه‌گیری ریسک نشان داد که می‌توان از این روش برای تعیین و اولویت‌بندی ریسک محصولات مختلف استفاده کرد؛ بنابراین، پیشنهاد می‌شود از این روش در سطح وسیع‌تر و محصولات مختلف در کشور استفاده کرد.

نتایج عملکرد شبیه‌سازی شده نشان داد با عملکرد واقعی در برخی محصولات اختلاف شایان توجهی دارد. براین اساس، پیشنهاد می‌شود محققان در پیش‌بینی عملکرد محصولات و اندازه‌گیری ریسک آن‌ها فقط به محاسبات ساده میانگین‌گیری و شاخص‌های ساده آماری اکتفا نکنند و در محاسبات خود تغییرات عملکرد گذشته را طی شرایط مختلف نیز در نظر بگیرند. در مطالعه حاضر، تأثیر افزایش یا کاهش بارندگی بر عملکرد محصولات در سطح شهرستان گرگان شایان توجه است؛ به عبارت دیگر، طبق نتایج، نوسانات آب و هوایی و بارندگی می‌تواند موجب ایجاد نوسانات شایان توجه در عملکرد و در نتیجه ایجاد ریسک عملکرد در محصولات منطقه شود؛ بنابراین، می‌توان به متغیر بارندگی نیز به عنوان یکی از پارامترهای مهم در پیش‌بینی عملکرد محصولات توجه بیشتری کرد.

نتایج این مطالعات نشان داد بیشترین ریسک عملکرد به ترتیب مربوط به محصولات جو، سویا و گندم و همچنین کمترین ریسک عملکرد به ترتیب مربوط به محصولات لوبیا، شبدر و نخود است؛ بنابراین، کشاورزان باید در تعیین الگوی

با توجه به قدرت پیش‌بینی روش مونت کارلو و سناریوسازی آن، پیشنهاد می‌شود سیاستگذاران و تصمیم‌گیران بخش کشاورزی برای پیش‌بینی و تدوین برنامه‌های آینده خود با استفاده از این روش سناریوهای مختلف را ارزیابی کنند و با بررسی میزان ریسک‌های مختلف، پیش‌بینی‌های نزدیک‌تر به واقعیت را در راستای مدیریت بهتر و کارا تر این بخش مهم اقتصاد پیش روی خود قرار دهند.

با توجه به اینکه علاوه بر عملکرد محصولات، پارامترهای دیگری مانند آفات و بیماری‌ها، تغییرات دمایی و سرمازدگی، نوسانات قیمتی و میزان عرضه و تقاضا بر میزان ریسک‌پذیری محصولات تأثیرگذار است؛ پیشنهاد می‌شود سایر محققان از این روش برای سنجش ریسک محصولات با در نظر گرفتن سایر پارامترها تحقیقات جامع‌تری انجام دهند، زیرا به یقین لحاظ کردن سایر عوامل ایجاد ریسک می‌تواند در نتیجه نهایی تأثیرگذار باشد.

REFERENCES

- Agricultural Insurance Fund portal. (2010) available at: <http://www.sbkiran.ir/gorgan/zeraat>
- Alimi, T. and Wall, A. (2005). Risk and risk management strategies in onion production in Kebbi state of Nigeria. *Journal of Social Science*, 10(1):1-8.
- Borimnezade, V. (2005). Risk management in agriculture. The agricultural research and education organization of Karaj. Department of workforce education and mobilization, the agricultural education publications, P 45-52. (In Farsi)
- Barreto, H. Howland. F. M. (2006). Introductory econometrics using Monte carlo simulation With Microsoft Excel. Cambridge university press.
- Evensky, H. (2001). "Heading for Disaster ". Financial Advisor, April 2001.
- Golestan Met office (2011), Monthly statistics publications. 2011.
- Hardaker, J.B . (2006). Farm Risk Management: Past, Present and Prospect. *Journal of farm management*, 12(10), PP 593-612.
- Hayse J.W. (2000). Using montecarlo analysis in ecological risk assessment. published by united states environmental protection agency.
- Heidari, M., Siadi, A., Monjari, M. and Vahidi, M. (2008). The economic evaluation and risk analysis of Songun coppermine. *Scientific research journal*. (in Persian).
- Keegan M. (2004). The orange book.HM treasury.
- Kiani, Gh. (2008). Assessment of investment plans in terms of risk(case study: the broiler production plan in Tehran. *agricultural economics journal*, volume 3, number 4, p 169-184. (In Farsi)
- Kiani Rad, A. and Yazdani, S. (2003). Risk management and crop insurance: experiences and the tested. Fourth Iranian conference of agricultural economics, college of agriculture, Tehran University. (In Farsi)
- Meuwissen, M.P.M., Huirne, R.B.M., and Hardaker, J.B. (2001). Risk and risk management: an empirical analysis of Dutch livestock farmers. *livestock production sciences*, 69:43-53.
- Ministry of Agricultural Jihad portal. (2010). Available at: <http://dbagri.maj.ir/zrt/>
- Moghadasi, R. (1997). Farmers Attitudes toward Risk.*Journal of Insurance*. 1:2. 5-9. (In Farsi)
- Moghadesi, R. (1997). Risk attitude. *scientific and research journal of agricultural economics and development*.(16), p 95-103. (In Farsi)
- Mun, J. (2006) .Modeling Risk, Johnwiley& sons.
- Phuson, N., Yamada, R., and Doan Khoi, L.N. (2003). Some solutions for limiting risks and disadvantages in agricultural production of farm households in Can Tha province .Japan International Resource Center.
- Poulter S.R. (1998). Monte carlo simulation in environmental risk assessment – science policy and legal issues. *Risk health safety & environment*.
- Rostami, F. (2003). Risk management of wheat producaton in family farming system (A case study Harsin City). Unpublished Msc Thesis, university of Tehran, Agriculture Faculty, p 350. (In Farsi)
- Schweizer,B. (2007). "Management of Climate Risks in Agriculture'", Berlin, Germany, July 5-6, 2
- Willeke, G., J. R. M. Hosking, J. R. Wallis and N. B. Guttman, 1994 : The national drought atlas. Institute for water resources report 94-NDS-4, U.S. Army Corps of Engineers.