

فصلنامه‌ی اقتصاد مقداری

صفحه ی اصلی وب سایت مجله:
www.jqe.scu.ac.ir
شاپا الکترونیکی: ۴۲۷۱-۲۷۱۷
شاپا چاپی: ۵۸۵۰-۲۰۰۸

تحلیل توازن مخاطره و درآمد در مدیریت اقتصادی الگوی کشت: مطالعه اراضی کشاورزی دهگلان

مهسا قصابی*، محمود حاجی رحیمی**، حامد قادرزاده***

دانشجوی دکتری رشته اقتصاد کشاورزی، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران.

*** استادیار اقتصاد کشاورزی، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران (نویسنده مسئول).*

**** دانشیار اقتصاد کشاورزی، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران.*

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: ٦ آبان ۱٤۰۳
تاریخ بازنگری: ۱٤ بهمن ۱٤۰۳
تاریخ پذیرش: ۱٤ بهمن ۱٤۰۳

طبقه‌بندی JEL: Q18, Q25, Q32 .

واژگان کلیدی:
الگوی کشت، برنامه‌ریزی ریاضی، کشاورزی، مدل موتاد، مدیریت مخاطره

ارتباط با نویسنده مسئول:
ایمیل: mhajirahimi@uok.ac.ir
0000-0003-3456-2506

آدرس پستی: ***ایران، کردستان، سنندج، بلوار پاسداران، دانشگاه کردستان، دانشکده کشاورزی، گروه اقتصاد کشاورزی ، کد پستی: ۶۶۱۷۷-۱۵۱۷۵***

قدردانی: از دانشگاه کردستان، سازمان آب منطقه‌ای کردستان و همه کارشناسان و کشاورزانی که در انجام و تامین داده‌های لازم و یا ارائه بازخوردها و نظرات ارزشمند خود، نویسندگان این مقاله را یاری و همراهی کردند، قدردانی می‌شود.

تضاد منافع: نویسنده مقاله اعلام می‌کند که در انتشار مقاله ارائه شده تضاد منافعی وجود ندارد.

منابع مالی: نویسنده‌ها هیچگونه حمایت مالی مستقیم برای تحقیق دریافت نکرده‌اند، اما در انجام، تألیف و انتشار این مقاله از گرانت پژوهشی نویسنده مسئول در دانشگاه کردستان استفاده شده است.

چکیده

این پژوهش به بررسی اثرات مخاطره بر تصمیمات اقتصادی کشاورزان در تعیین الگوی بهینه کشاورزی می‌پردازد. تخصیص بهینه زمین و آب، و همچنین انتخاب محصولات مناسب برای هر منطقه در یک بستر شفاف و کم مخاطره و کسب بیشینه منفعت حاصل از تولید می‌تواند تأثیراتی همچون توسعه پایدار کشاورزی و حفظ امنیت غذایی برجای بگذارد. در ایران، دولت با بهره‌گیری از سیاست‌های حمایتی درصدد تدوین و اجرای الگوی بهینه کشت برای محصولات راهبردی نظیر گندم در راستای خودکفایی و از طرف دیگر کاهش مصرف نهاده‌ها و حفاظت از محیط زیست است. براین اساس، سؤال اصلی پژوهش حاضر این است که مخاطره تولید چگونه و تا چه حد می‌تواند الگوی کشت کشاورزی را تحت تأثیر قرار دهد. به منظور بررسی این موضوع، ضمن تدوین یک مدل کمّی برنامه‌ریزی مخاطره‌ای برای بررسی عوامل مختلف درتعیین الگوی بهینه اقتصادی، سناریوهای مختلف الگوی کشت محصولات زراعی در دشت دهگلان برای شش محصول عمده گندم، جو، سیب‌زمینی، خیارسبز، یونجه و کلزا طی سال‌های زراعی ۱۳۹۶ الی ۱۴۰۲، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج سناریوهای مختلف الگوی کشت در این منطقه نشان داد که مخاطره، یکی از عوامل اساسی در شکل‌گیری الگوی کشت است. در سناریوهای طراحی شده با در نظر گرفتن هدف کاهش مخاطره در کنار بیشینه‌سازی درآمد، محصول کلزا نقش مهمی دارد و در کنار آن به تدریج محصولاتی مانند گندم و جو که در برنامه فعلی کشاورزان نیز حضور دارند و نیاز به آب کمتر و در عین حال مخاطره درآمدی کمتری دارند وارد الگوی کشت شبیه‌سازی شده می‌شوند. افزایش سطح زیرکشت گندم در الگوی پنجم عمدتاً به دلیل مخاطره پایین‌تر تولید آن، نیاز کمتر به آب، و مقاومت بالاتر به شرایط آب و هوایی است. به طور کلی نتایج نشان داد کشاورزان میان کاهش مخاطره نهفته تولید محصولات و درآمد بالاتر یک مبادله و موازنه منطقی برقرار کرده‌اند که وجود آن در الگوی کشت فعلی نیز انعکاس داشته است. همچنین نتایج نشان از موفقیت نسبی سیاست‌های دولت در مورد کاهش مخاطره تولید محصول گندم و در نتیجه تشویق کشاورزان به تولید بیشتر این محصول راهبردی است؛ اما، سیاست تشویقی برای گسترش محصولات با نیاز آبی کمتر به منظور حفاظت از محیط زیست و پایداری کشاورزی توفیقی نداشته است. بر همین مبنا، پیشنهاد می‌شود برنامه‌های حمایتی مشابه با محصول گندم برای محصولات با نیاز آبی کمتر، بویژه محصول کلزا، به منظور کاهش مخاطره تولید و تشویق کشاورزان در پیش گرفته شود.

ارجاع به مقاله:
قصابی، مهسا.، حاجی رحیمی، محمود و قادرزاده، حامد. (*سال انتشار*). *تحلیل توازن مخاطره و درآمد در مدیریت اقتصادی الگوی کشت: مطالعه اراضی کشاورزی دهگلان*. *فصلنامه اقتصاد مقداری (بررسی‌های اقتصادی سابق)*، دوره(شماره), ص-ص.
doi

© 2021 Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

۱- مقدمه

همراه با رشد جمعیت جهانی و نیاز به امنیت غذایی، افزایش فعالیت‌های تولیدی با پیامدهای نامطلوب زیست‌محیطی مانند تغییر اقلیم، گرم شدن کره زمین و باران‌های اسیدی همراه شده است (Ghomsheh & Fattahi, 2024). در ایران، گسترش فعالیت‌های اقتصادی به همراه توسعه شهرنشینی و افزایش جمعیت، تخریب بیشتر محیطزیست و کاهش منابع طبیعی کمیاب از جمله منابع آب را به همراه داشته است، این موضوع منجر به توجه بیشتر پژوهشگران به بعد محیطزیستی توسعه‌پایدار شده است (Nasrollahi & Operajouneghani, 2024). بخش کشاورزی به عنوان یکی از پایه‌های اصلی تأمین غذای مورد نیاز انسان، نقش حیاتی در امنیت غذایی و توسعه پایدار دارد (Negm & Abdullah, 2021). باوجود اهمیت این بخش، نوسانات جوی و بلایای طبیعی شرایط خاصی را برای آن ایجاد کرده است که در نتیجه آن، تولیدات کشاورزي و آینده کشاورزان با عدم قطعیت همراه شده است (Chapagain & Raizada, 2017). اثرات این تغییرات بر بخش کشاورزی به‌عنوان تأمین کننده امنیت غذایی از یک طرف و تعاملات گسترده با محیط از طرف دیگر حائز اهمیت است (Shah et al, 2024; Omotoso & Omotayo, 2024).

کشاورزی به طور ذاتی یک فعالیت پرمخاطره است (Lu et al, 2020). بنابراین، کشاورزان با انواع مختلفی از مخاطره مواجه هستند از جمله می‌توان به، مخاطره تولید، مخاطره قیمت یا بازار، مخاطره مالی (Mubiru et al, 2012)، مخاطره نهادی یا مخاطره ناشی از عدم اطمینان نسبت به فعالیت‌ها و سیاست‌های دولت در بخش کشاورزی و مخاطره انسانی (Theuvsen, 2013) اشاره نمود. که افزون بر تحت تأثیر قرار دادن تولید و درآمد، رفاه تولیدکنندگان کشاورزی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. بنابراین، کشاورزان در محیط و شرایطی مجبور به تصمیم‌گیری درباره تخصیص منابع و تولید محصولات هستند که نسبت به قیمت‌ها و عملکردهای محصولات، مخاطره وجود دارد (Eitzinger et al, 2018)، لذا، همواره وجود مخاطره در فعالیت‌های کشاورزی می‌تواند رفتار کشاورزان را در انتخاب الگوی بهینه کشت تحت تأثیر قرار دهد.

به دنبال ضرورت‌های مذکور، ارائه‌ی راهکارهایی برای بهبود نحوه بهره‌برداری از منابع از دیرباز مورد توجه تحلیل‌گران بوده است. اصول بهینه‌سازی الگوی کشت و استفاده از

مدل‌های ریاضی برای تخصیص بهینه منابع با هدف بیشینه‌سازی درآمد ناخالص تحت محدودیت‌های موجود، در سال‌های اخیر مورد توجه ویژه قرار گرفته است. علاوه بر محدودیت‌های موجود، قوانین و مقرراتی از سوی مجلس و وزارت کشاورزی ابلاغ شده است که الزام به رعایت الگوی کشت مناسب در هر منطقه را در گذر زمان تأیید می‌کنند. بر اساس سیاست‌های کلی اقتصاد مقاومتی، تأمین امنیت غذایی از طریق افزایش کمی و کیفی تولید محصولات اساسی، یکی از اولویت‌های مهم جمهوری اسلامی ایران برای مقاوم‌سازی اقتصاد است. از اهداف اساسی که قانون‌گذار در پی آن است، ارائه الگوی کشتی است که منجر به استفاده پایدار از منابع تولید اصلی گردد، و سبب خودکفایی در تأمین مواد غذایی شود؛ به گونه‌ای است که تهدیدات امنیت غذایی کاهش یابد (Jafarii et al, 2024). دراین راستا، برنامه‌ریزی ریاضی و مدل‌های بهینه‌سازی، به ویژه برنامه‌ریزی خطی، به عنوان ابزارهای کارآمد برای طراحی الگوی کشت بهینه شناخته می‌شوند. این روش‌ها به طور خاص برای تعیین سطح بهینه فعالیت‌ها باتوجه به محدودیت‌های منابع تولیدی توسعه یافته است (Sethi et al, 2006). با این حال،به دلیل اینکه این مدل‌ها معمولاً عامل مخاطره را در نظر نمی‌گیرند، به خوبی نمی‌توانند برنامه‌ی بهینه‌ای را در شرایط واقعی و با لحاظ کردن مخاطره‌های موجود در تولید مزرعه به کشاورز ارائه دهند. از این رو، به‌منظور پیش‌بینی دقیق‌تر و بهینه‌ی الگوی کشت، ضروری است باتوجه به نوع فعالیت‌های کشاورزی عامل مخاطره در انتخاب نوع فعالیت‌ها در فرایند تصمیم‌گیری کشاورزان گنجانده شود (Arsina & Otara, 2000). بنابراین، در سیاست‌گذاری‌ها و تصمیم‌گیری‌های مرتبط با واحد کشاورزی، توجه به مخاطره و مدیریت آن برای رسیدن به توسعه پایدار کشاورزی امری ضروری است (Bahadori et al, 2019).

۲- پیشینه پژوهش

بسیاری از محققان به طراحی و اجرای الگوی کشت به‌عنوان یک راهبرد مؤثر برای مدیریت منابع و کاهش مخاطره در بخش کشاورزی پرداخته‌اند. برای بهینه‌سازی الگوی کشت، استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی مانند مدل برنامه‌ریزی خطی ساده و مدل‌های مخاطره‌ای می‌تواند مفید باشد. از متداول‌ترین روش‌های توأم با مخاطره، برنامه‌ریزی

مخاطره ای درجه دوم (QRP)[1] است، اما با توجه به مشکل محاسبه‌ی ماتریس واریانس کواریانس، مدل موتاد[2] (کمینه کردن مجموع قدر مطلق انحرافات) به عنوان جایگزین خطی برای مدل برنامه‌ریزی مخاطره‌ای درجه دوم پیشنهاد می‌شود (Adewumi et al, 2021). برای کشاورزان و سیاست‌گذاران، کاهش اثرات منفی مخاطره‌های کشاورزی و بهره‌برداری بهینه از منابع، امری ضروری است. مطالعات بسیاری در زمینه مدل‌های برنامه‌ریزی مخاطره‌ای به بررسی نحوه تصمیم‌گیری کشاورزان و تأثیر مخاطره بر الگوهای بهینه کشت پرداخته‌اند. در ادامه، برخی از این مطالعات و نتایج حاصل از آن‌ها بررسی شده است. فون چتریتز و همکاران (۲۰۲۳) به بررسی تطبیق الگوهای کشت با تغییرات اقلیمی در براندنبورگ، آلمان پرداختند. آن‌ها اثربخشی تنوع‌بخشی به محصولات و آبیاری را به‌عنوان راهبردهای مدیریت ریسک ارزیابی کردند. با استفاده از مدل MOTAD هدف‌مند، پژوهشگران دریافتند که تنوع‌بخشی به طور قابل‌توجهی خطرات اقتصادی را کاهش می‌دهد، به‌ویژه در مناطقی با بهره‌وری متوسط تا پایین. آبیاری تأثیر محدودی بر کاهش ریسک داشت و عمدتاً برای محصولات با ارزش بالا مفید بود (von Czettritz et al, 2023). یو و همکاران (۲۰۲۲) به بررسی بهینه‌سازی نهاده‌ها و تولیدات کشاورزی برای خانوارهای کشاورز در معرض مخاطره شمال چین پرداختند. در این مطالعه با استفاده از مدل موتاد، به بهینه‌سازی تخصیص نهاده‌های کشاورزی برای خانوارهای کشاورزی در شمال چین پرداختند و نشان دادند که تنوع استراتژی‌های کشاورزی منجر به مدیریت بهتر مخاطره و افزایش بهره‌وری می‌شود (Yu et al, 2022). در مطالعه دیگری، پیمن (۲۰۲۱) به بررسی رابطه بین مخاطره و بازده خالص محصولات کشاورزی در مالاوی با استفاده از مدل برنامه‌ریزی مخاطره‌ای پرداختند. نتایج نشان داد که تنوع در الگوی کشت می‌تواند مخاطره‌های تولید و قیمت‌ها را کاهش دهد، اما بر بازده کل مزرعه تأثیر منفی دارد (Pyman, 2021). ماگرتا و همکاران (۲۰۲۱) نیز در مطالعه خود به بررسی تصمیمات تخصیص منابع کشاورزان خرده‌مالک در سیستم کشت ذرت مالاوی برای بهینه‌سازی تصمیمات تحت شرایط مخاطره اقلیمی پرداختند. نشان دادند که کشاورزان با تغییر در تخصیص منابع و تنوع‌بخشی به کشت، می‌توانند مخاطره‌ها را مدیریت می‌کنند (Magreta et al, 2021). نگم و عبدالله (۲۰۲۱) مخاطره در الگوی کشت را با استفاده از مدل‌های ریاضی خطی و غیرخطی بررسی کردند. مدل اول بر بیشینه

[1] Quadratic Risk Programming (QRP)
[2] Minimization of the Total Absolute Deviations (MOTAD)

کردن بازده خالص با در نظر گرفتن مخاطره تمرکز داشت، در حالی که مدل دوم به بیشینه کردن مخاطره تولیدی و افزایش خودکفایی محصولات استراتژیک پرداخت. نتایج مدل موتاد نشان داد که مدل اول به دلیل در نظر گرفتن مخاطره عملکرد بهتری داشته است، با افزایش ۶٪/۷ در بازده خالص و بهینه‌سازی مصرف آب آبیاری، به افزایش سطح زیرکشت و بهبود خودکفایی محصولات کمک کرده است (Negm and Abdullah, 2021). لو و همکاران (۲۰۲۰) به بررسی تغییرات اقلیمی بر ۱۴ محصول در چین با استفاده از مدل موتاد پرداختند. در این مطالعه برای سازگاری مؤثر، پیشنهاد شد که مزارع سطح زیرکشت کل را ۱۵٪ کاهش داده و ساختار کشت را به گونه‌ای تنظیم کنند که سطح زیرکشت بیشتری به محصولات استراتژیک اختصاص یابد (Lu et al, 2020). مردانی نجف‌آبادی و همکاران (۱۴۰۳) مقاله‌ای با عنوان حل مسائل بهینه‌سازی الگوهای کشت با استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی مقاوم ارائه کردند. آن‌ها مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی طراحی‌شده برای تصمیم‌گیری در تعیین الگوهای کشت بهینه و تخصیص منابع را معرفی کردند. این مدل‌ها با پرداختن به عدم‌قطعیت‌های موجود در برنامه‌ریزی کشاورزی، چارچوب‌هایی برای بهینه‌سازی تصمیمات مربوط به الگوی کشت تحت شرایط متغیر فراهم می‌کنند (Mardani Najafabadi & Shirzadi Laskookalayeh, 2024). شریعتی و همکاران (۱۴۰۰) الگوی کشت بهینه در دشت دهگلان، ایران را برآورد کردند. پژوهشگران با استفاده از برنامه‌ریزی خطی، الگوهای کشت بهینه‌ای را تعیین کردند که سود خالص و بهره‌وری آب را به حداکثر می‌رساند. نتایج این مطالعه نشان داد که تنظیم الگوهای کشت می‌تواند سود خالص را تا ۱۰ درصد افزایش دهد، حتی در شرایط کاهش دسترسی به منابع آبی، که بر پتانسیل بهینه‌سازی منابع در مدیریت کشاورزی تأکید دارد (Shariati et al.,2021). بهادری و همکاران (۱۳۹۸) الگوی بهینه کشت محصولات زراعی شهرستان ری را با استفاده از مدل برنامه‌ریزی خطی و همچنین با لحاظ درجات مختلف مخاطره با استفاده از مدل‌های مخاطره‌ای موتاد، تارگت موتاد و موتاد پیشرفته تعیین کردند. نتایج مدل برنامه‌ریزی خطی حاکی از عدم استفاده بهینه منابع در شرایط فعلی است. همچنین با وارد کردن مخاطره در بهینه‌یابی الگوی کشت منطقه، این نتیجه بدست آمد که بین مخاطره و بازده برنامه‌ای رابطه مثبت وجود دارد (Bahadori et al., 2019). بهادری و حسینی (۱۳۹۷) الگوی بهینه کشت محصولات زراعی شهرستان نکا را با استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی خطی، مدل‌های مخاطره‌ی درجه دو و موتاد تعیین کردند. نتایج نشان دادند در سطح بالای مخاطره، نتایج مشابه الگوی بهینه

برنامه‌ریزی خطی به دست می‌آید. همچنین نتایج حاصل از برآورد هر دو مدل مخاطره‌ای مؤید آن بود که بین مخاطره و بازده برنامه‌ای مزرعه رابطه مثبت و مستقیمی وجود دارد (Bahadori & Hosseini, 2018).

مرور مطالعات فوق نشان می‌دهد، استفاده از الگوهای برنامه‌ریزی ریاضی و برنامه‌ریزی مخاطره‌ای در بررسی و شبیه‌سازی الگوهای مطلوب کشت کشاورزی در جهان و ایران سابقه گسترده و طولانی دارد. با وجود این، در ایران و بویژه استان کردستان در ارتباط با کاربرد این الگوها در بررسی میزان منطقی بودن الگوی کشت موجود کشاورزان و نحوه واکنش آنان به سیاست‌ها و انتظارات دولت یک شکاف عمیق تحقیقاتی وجود دارد. بنابراین، سؤال اصلی پژوهش حاضر این است که، مخاطره تولید چگونه و تا چه حد می‌تواند الگوی کشت کشاورزان دشت دهگلان استان کردستان و واکنش آنان به سیاست‌ها و متغیرهای مختلف را تحت تأثیر قرار دهد. دلیل انتخاب دشت دهگلان به عنوان محدوده مطالعه، شرایط آب و هوایی و همچنین همگنی نسبی بافت و حاصلخیزی خاک منطقه است که تأثیر سایر عوامل را تا حدودی محدود و کنترل می‌کند.

۳- روش پژوهش

مدل‌های برنامه‌ریزی خطی به عنوان یک ابزار معمول برای مطالعه بیشینه‌سازی درآمد و تخصیص بهینه منابع باتوجه به محدودیت‌های موجود استفاده می‌شوند. این مدل‌ها در شرایط ثابت و قطعی کارآمد هستند. اما مدل‌های برنامه‌ریزی مخاطره‌ای، علاوه بر این‌که میزان گرایش کشاورزان را به مخاطره مورد بررسی قرار می‌دهند، الگوی بهینه را هم با در نظر گرفتن مخاطره به شرایط واقعی نزدیک‌تر می‌نمایند. مخاطره در کشاورزی اثر گذاشته و عدم توجه به آن باعث بروز ناکارایی فنی و تخصصی در به‌کارگیری عوامل تولید می‌شود (Keerthika, 2020). لذا لازم است در ارائه‌ی الگوهای تصمیم‌گیری، به مسأله‌ی مخاطره نیز پرداخته شود. با استفاده از مدل‌های مخاطره‌ای، الگوهای کشت متفاوتی با درجات مختلف مخاطره ارائه و رابطه بین پذیرش مخاطره و بازده بررسی می‌گردد. نتایج مطالعات پیش گفته مؤید آن است که بین پذیرش مخاطره و سودآوری رابطه مثبت وجود دارد و با افزایش مخاطره‌پذیری، سودآوری نیز افزایش می‌یابد. علاوه بر این، با افزایش مخاطره‌پذیری سطح زیرکشت یکسری از محصولات کاهش یافته و سطح زیرکشت محصولات با میانگین درآمد بالاتر افزایش می‌یافت. در مطالعه‌ی حاضر، برای به دست آوردن برنامه‌های زراعی

با حداکثر و کمینه مخاطره و ضریب مخاطره‌گریزی و مقایسه آن‌ها، از برنامه‌ریزی خطی (LP)[3] و مدل موتاد استفاده شده است. نحوه الگوسازی این مدل‌ها به این صورت می‌باشد:

۱-۳- برنامه‌ریزی خطی

مدل LP، یک روش ریاضی برای بهینه‌سازی یک تابع خطی باتوجه به مجموعه‌ای از محدودیت‌های خطی است. این مدل به دلیل سادگی و کارایی بالا در حل مسائل مدیریتی به‌وفور استفاده می‌شود (Singh et al, 2001). فرم کلی مدل LP در حالت حداکثرسازی درآمد باتوجه به محدودیت‌ها به‌صورت روابط (۱)، (1)، (2) است:

$$Max \quad Z = \sum_{(J=1)}^{n} C_j X_j \qquad (۱)$$

S.to:

$$\sum_{(J=1)}^{n} a_{ij} X_j \le b_i \qquad i = 1,2,3,...,m \qquad (1)$$

$$X_j \ge 0 \qquad j = 1,2,3,...,n \qquad (2)$$

در رابطه **Error! Reference source not found.**، Z تابع هدف است که درآمد ناخالص کل را بیشینه می‌کند، C ضریب تابع هدف (درآمد ناخالص پیش‌بینی شده برای یک واحد از jامین فعالیت مزرعه) و X متغیر تصمیم (سطح jامین فعالیت مزرعه) است. رابطه (1) موجودی منابع یا محدودیت فنی را بیان می‌کند. a_{ij} ضرایب فنی (مقدار استفاده هر واحد فعالیت jام از منبع iام)، مقدار در دسترس iامین منبع و m تعداد منابع محدودکننده است. همچنین، محدودیت‌های فنی در مطالعه‌ی حاضر عبارتند از: زمین زراعی، منابع آبی، نیروی کار، کودهای شیمیایی، سموم شیمیایی، بازار و ماشین‌آلات. رابطه (2) نیز محدودیت غیرمنفی بودن متغیرها را نشان می‌دهد و n تعداد فعالیت‌هاست.

[3] Linear Programming (LP)

۲-۳- مدل‌های مخاطره‌ای

مدل‌های برنامه‌ریزی مخاطره‌ای، مخاطره را در پارامترهای مدل نشان می‌دهند. ملاحظات مخاطره‌ای معمولاً با این فرض لحاظ شده‌اند که پارامترهای مخاطره‌ای با حتمیت شناخته شده و بیشتر به‌صورت توزیع احتمال معرفی می‌شوند. در مدل‌های برنامه‌ریزی مخاطره‌ای، مخاطره در ضرایب تابع هدف، ضرایب فنی و ضرایب سمت راست به طور جداگانه یا با هم وارد می‌شود. یکی از مدل‌هایی که با استفاده از خصوصیات تئوری مطلوبیت انتظاری به طور وسیع برای تصمیم‌گیری‌های همراه با مخاطره مورد استفاده قرار می‌گیرد، مدل موتاد می‌باشد.

هیزل یک نسخه خطی از مدل برنامه‌ریزی مخاطره‌ای درجه دوم را تحت عنوان "کمینه سازی مجموع انحرافات مطلق" یا به اختصار موتاد را در سال ۱۹۷۱ ایجاد نمود (Hazell, 1971). در این مدل، به جای استفاده از معیار غیرخطی واریانس درآمد، از تقریب خطی تغییرپذیری درآمد انتظاری استفاده می‌شود. در مدل موتاد از کمینه سازی میانگین قدرمطلق انحرافات [4] از درآمد انتظاری به عنوان مخاطره استفاده می‌گردد. اگر اطلاعات نمونه و روش‌های کلاسیک برای تخمین واریانس‌ها و کوواریانس‌های نمونه مورد استفاده قرار گرفته باشند، واریانس تخمین درآمد در مدل برنامه‌ریزی درجه دو به صورت رابطه (3) در می‌آید (Norton & Hazell, 1986):

$$\hat{V} = \sum_j \sum_k X_j X_k \left[(1/T - 1) \sum_{(T=1)}^{t} [C_{jt} - \overline{C}_j][C_{kt} - \overline{C_k}] \right] \qquad (3)$$

در این رابطه، $t = 1,...,T$ بیانگر T مشاهده نمونه و C_{jt} درآمد ناخالص jامین فعالیت در tامین سال بوده، که میانگین درآمد ناخالص نمونه معادل $\overline{C}_j$ است.

با جمع کردن برحسب t و فاکتورگیری، واریانس تخمین برابر خواهد بود با (Norton & Hazell, 1986):

4 Mean Absolute Deviation (MAD)

$$\hat{V} = (1/T-1)\sum_t \left[\sum_j C_{jt} X_j - \sum_j \bar{C}_{jt} X_j\right]^2 = (1/T-1)\sum_t \left[Y_t - \bar{y}\right]^2 \quad (4)$$

يعني، واريانس درآمد مزرعه برای یک برنامه خاص تولیدی را می‌توان به صورت یک شکل جمع‌سازی‌شده از واریانس و کوواریانس‌های هر فعالیت یا به صورتی ساده‌تر از طریق محاسبه درآمد مزرعه (Y_t) متناظر با هر مشاهده در مورد درآمد ناخالص فعالیت‌ها و تخمین واریانس متغیر تصادفی منفرد به دست آورد. چنین تغییر شکلی این امکان را پدید می‌آورد که تخمین‌زننده‌ی MAD واریانس Y مورد استفاده قرار گیرد. تخمین‌زننده MAD عبارت است از (Norton & Hazell, 1986):

که در آن، عبارتی که در کروشه قرار گرفته MAD نمونه و F ضریبی ثابت است که MAD نمونه را با واریانس جامعه مرتبط می‌کند. به طور مشخص، رابطه‌ی $F = \frac{T\pi}{2(T-1)}$ برقرار است که در آن، π یک ضریب ریاضی ثابت است (Norton & Hazell, 1986).

$$\hat{V} = F\left\{\left(\frac{1}{t}\right)\sum_t \left[\sum_j C_{jt} X_j - \sum_j \bar{C}_j X_j\right]\right\}^2 = F\left\{\left(\frac{1}{T}\right)\sum_t \left|Y_1 - \bar{Y}\right|\right\}^2 = F\{MAD\} \quad (5)$$

نکته قابل توجه در مورد تخمین‌زننده‌ی MAD این است که اگر در یک مدل برنامه‌ریزی درجه دو، در تابع هدف به جای کمینه کردن واریانس، رابطه بالا جانشین شود، آنگاه يك مدل برنامه‌ریزی خطی می‌تواند حاصل شود. انحراف درآمد مزرعه از میانگین آن در سال t در صورتی که مثبت باشد، با Z_t^+ و در صورتی که منفی باشد، با Z_t^- نشان داده می‌شود:

$$\sum_t (Z_t^+ + Z_t^-) = \sum_j C_{jt} X_j - \sum_j \bar{C}_j X_j \qquad (6)$$

این رابطه مجموع ارزش‌های مطلق انحراف در درآمد را برای یک برنامه مزرعه اندازه می‌گیرد؛ بنابراین، تخمین زننده‌ی MAD واریانس برابر می‌شود با:

$$\hat{V} = F\left\{\left(\frac{1}{T}\right)\sum_j [Z_t^+ + Z_t^-]\right\}^2 \qquad (7)$$

از آنجا که $\frac{F}{T^2}$ عددی ثابت برای یک برنامه مزرعه معین است، می‌توان $\hat{V}$ را بر $\frac{F}{T^2}$ تقسیم کرد تا رابطه زیر حاصل شود:

$$W = \left(\frac{T^2}{F}\right)\hat{V} = \left\{\sum_t \left[Z_t^+ + Z_t^-\right]\right\}^2 \qquad (8)$$

همچنین، از آنجا که درجه‌بندی برنامه‌های مزرعه براساس $W^{\frac{1}{2}}$ است، برای درجه‌بندی برنامه‌های مزرعه براساس W، می‌توان ریشه دوم W را محاسبه کرد. در آن صورت، مدل برنامه‌ریزی خطی زیر را به جای مدل برنامه‌ریزی درجه دو می‌توان نوشت:

$$Min \quad W^{\frac{1}{2}} = \sum_{t=1}^{T} (Z_t^+ + Z_t^-) \qquad (9)$$

S.to:

$$\sum_{j=1}^{n} (C_{jt} - \bar{C}_j) X_j - Z_t^+ + Z_t^- = 0 \qquad \forall t \qquad (10)$$

$$\sum_{j=1}^{n} \bar{C}_j X_j = E \qquad (11)$$

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} X_j \le b_i \qquad \forall i \qquad (12)$$

$$X_j \ , Z_t^+ \ , Z_t^- \geq 0 \qquad \forall j,t \qquad (13)$$

این مدل می‌تواند برای به‌دست آوردن مجموعه کارآی E-V از برنامه‌های زراعی از طریق برنامه‌ریزی خطی پارامتریک حل شود. در رابطه (12)، انحراف از میانگین بازده فعالیت‌ها در هر سال به صورت محدودیت در مدل وارد می‌شود. در رابطه (12)، E کل بازده انتظاری مدیر مزرعه از اجرای الگوی کشت را نشان می‌دهد. اکنون با تغییر درآمد انتظاری کل می‌توان به الگوهای گوناگون دست یافت.

مدل موتاد را به صورت فشرده نیز می‌توان نوشت. از آنجا که باید مجموع منفی انحرافات درآمد از میانگین $\sum_t Z_t^-$ همیشه برابر با مجموع مثبت انحرافات درآمد از میانگین $\sum_t Z_t^+$ باشد، کافی است که یکی از این دو مجموع را کمینه کرده و برای به دست آوردن $W^{\frac{1}{2}}$ نتیجه را در عدد دو ضرب کرد. در اینجا، انحرافات منفی انتخاب شده و مدل موتاد فشرده باتوجه به انحرافات منفی به صورت زیر است:

$$Min \quad 0.5W^{\frac{1}{2}} = \sum_{t=1}^{T} Z_t^- \qquad (14)$$

$$\sum_{j=1}^{n} (C_{jt} - \bar{C}_j) X_j - Z_t^+ + Z_t^- = 0 \qquad \forall t \qquad (15)$$

$$\sum_{j=1}^{n} \bar{C}_j X_j = E \qquad (16)$$

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} X_j \leq b_i \qquad \forall i \qquad (17)$$

$$X_j, Z_t^- \geq 0 \qquad (18)$$

داده‌های مورد استفاده در این پژوهش از طریق مراجعه حضوری به شرکت آب منطقه‌ای استان کردستان و سازمان جهاد کشاورزی استان و سامانه نیاز آبی کشور، برای شش محصول عمده زیرکشت شامل گندم، جو، سیب‌زمینی، خیار، یونجه و کلزا در دشت دهگلان طی سال‌های زراعی ۱۳۹۶ الی ۱۴۰۲ جمع‌آوری شده است. این شش محصول انتخاب

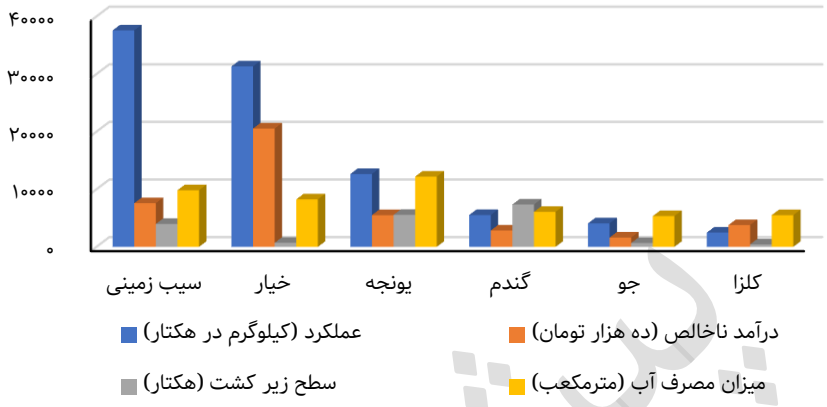
شده در مجموع بیش از ۸۵ درصد از کل سطح زیرکشت منطقه مورد مطالعه را به خود اختصاص داده‌اند. لازم به ذکر است برای برآورد مدل‌های مورد استفاده در این پژوهش، از نرم‌افزار Microsoft Excel Solver استفاده شده است.

۴- نتایج و بحث

در پژوهش حاضر، به منظور بررسی میزان منطقی بودن کشاورزان دشت دهگلان در رعایت الگوی بهینه کشت، یک مدل کمی برنامه‌ریزی ریسکی برای بررسی و تجزیه و تحلیل عوامل مختلف با تاکید بر عامل ریسک درتعیین الگوی بهینه اقتصادی کشت، تدوین و در پنج برنامه یا سناریوی مختلف که در برگیرنده ترکیبات مختلف از اهداف حداکثرسازی درآمد و حداقل‌سازی ریسک هستند برآورد گردید.

از مجموع ۱۸۹۸۷ هکتار اراضی آبی دشت دهگلان، شش محصول اصلی شامل گندم، جو، خیار، سیب زمینی، یونجه و کلزا برای این مطالعه انتخاب شدند. این محصولات براساس جدیدترین آمار سایت مرکز فناوری و اطلاعات و ارتباطات وزرات جهاد کشاورزی[5] طی سال‌های ۱۴۰۲-۱۳۹۶، به طور متوسط بیشترین سهم را در سطح زیرکشت منطقه داشته‌اند. در**شکل 1شکل** 1 میانگین درآمد ناخالص، سطح زیرکشت، عملکرد، میزان مصرف آب در سال ۱۴۰۲ برای این محصولات نشان داده است.

[5] https://amar.maj.ir



شکل 1. عملکرد، درآمد ناخالص، سطح زیرکشت و میزان مصرف آب هر یک از محصولات کشاورزی
مأخذ: نتایج پژوهش

(figure 1). Yield, gross income, cultivated area and water consumption of each agricultural product
Source: Research results

همانطور که نتایج نشان می‌دهد، محصول راهبردی گندم در الگوی کشت موجود جایگاه مناسبی دارد و از نظر سطح زیرکشت بیشترین مساحت را به خود اختصاص داده است. این مسئله می‌تواند ناشی از تأثیر سیاست‌های حمایتی دولت، به‌ویژه تعیین قیمت تضمینی مناسب برای گندم، باشد که به کاهش مخاطره قیمت و افزایش اطمینان کشاورزان منجر شده است. باوجود این، برنامه‌های الگوی کشت پیشنهادی سازمان جهاد کشاورزی در سال‌های اخیر برای کاهش سطح زیرکشت محصولات آب‌بر مانند سیب‌زمینی و یونجه با موفقیت چندانی همراه نبوده است. همچنان بخش عمده‌ای از اراضی کشاورزی منطقه به این محصولات اختصاص می‌یابد. دلیل این استقبال، عملکرد بالا، درآمد ناخالص مناسب، و نوسان کمتر درآمد حاصل از این محصولات در مقایسه با دیگر محصولات می‌باشد.

الگوی فعلی تحت تأثیر سیاست‌های دولت، از جمله سیاست قیمت تضمینی گندم و حمایت‌های دیگر برای خودکفایی در تولید این محصول قرار دارد. سؤال این است که اگر این حمایت‌ها نباشند و کشاورزان صرفاً مطابق فرض اقتصادی بیشینه‌سازی سود توسط تولیدکنندگان و بدون توجه به مخاطره تولید و نوسانات میزان تولید تحت شرایط آب و هوایی

عمل کنند، الگوی مطلوب کدام خواهد بود؟ برای پاسخ به این سؤال، الگوی کشت بهینه محصولات زراعی دشت دهگلان باتوجه به هدف بیشینه‌سازی درآمد محصولات زراعی و با در نظر گرفتن محدودیت زمین، منابع آب، نیروی‌کار و محدودیت‌های بازاری تولید برای محصولات صیفی و با فرض نادیده گرفتن مخاطره نهفته در محصولات مختلف با استفاده از مدل برنامه‌ریزی خطی به دست آمده که نتایج آن در **جدول** 1**جدول** 1 نشان داده شده است. در این جدول، سطح زیرکشت محصولات زراعی منطقه برحسب هکتار و تغییرات آن در دو وضعیت فعلی و الگوی کشت بیشینه ساز درآمد کشاورزی، حاصل از مدل برنامه‌ریزی خطی ساده بیان شده است. در الگوی کشت فعلی، محصولات گندم، یونجه و سیب‌زمینی، دارای بیش‌ترین سطوح زیرکشت و محصولات کلزا، خیار و جو، دارای کمترین سطوح زیرکشت هستند.

جدول 1. سطح زیرکشت محصولات در الگوی فعلی و الگوی بیشینه‌ساز سودناخالص در دشت دهگلان، استان کردستان
مأخذ: نتایج پژوهش

Table (1). Crop area under current model and net profit maximization model in Dehgolan plain, Kurdistan province
Source: Research results

محصول	وضعیت فعلی (هکتار)	وضعیت بهینه (هکتار)	مقدار تغییرات (هکتار)	
گندم	۷۰۰۰/۰۹	۰	-۷۰۰۰/۰۹	⬇
جو	۱۰۹۹/۹۹	۰	-۱۰۹۹/۹۹	⬇
خیار	۷۱۰	۹۰۷/۵۷	۱۹۷/۹۴	⬆
سیب زمینی	۴۲۵۹/۸۵	۴۳۸۸/۰۶	۱۲۸/۲۱	⬆
یونجه	۵۴۰۰	۵۸۰۵/۰۵	۴۰۵/۰۵	⬆
کلزا	۵۱۷/۷	۷۸۸۰/۹۵	۷۳۶۳/۲۵	⬆

نتایج حاصل از مدل نشان می‌دهد چنان‌چه اثرات سیاست‌های دولت حذف و هدف کشاورزان تنها بیشینه‌سازی درآمد باشد، آنگاه محصولات کلزا، یونجه، خیار و سیب‌زمینی سطح زیرکشت بیشتری مطابق **جدول** 2، به خود اختصاص خواهند داد. مقایسه فعلی با الگوی بیشینه‌ساز درآمد نشان می‌دهد، محصول گندم (دارنده‌ی بیش‌ترین درصد از سطح زیرکشت فعلی) بیش‌ترین مقدار کاهش سطح زیرکشت خواهد داشت. محصول جو نیز باتوجه سودآوری پایین به‌طورکامل از الگوی کشت بیشنه‌ساز درآمد حذف خواهد شد.

جدول 2. مقایسه درآمد ناخالص در الگوی فعلی و الگوی بهینه‌ی برنامه‌ریزی خطی
مأخذ: نتایج پژوهش

Table (2). Comparison of gross income in the current model and the optimal model of linear programming
Source: Research results

	وضعیت فعلی (هکتار)	وضعیت بهینه (هکتار)	مقدار تغییرات (درصد)
درآمد ناخالص (میلیون تومان)	۱۰۰۲۹۳۸/۲۴	۱۱۳۷۵۲۷/۲۹	۱۳/۴۲
مقدار آب مصرفی (هزار مترمکعب)	۱۶۴۸۸۹/۸۱	۱۶۴۸۵۶/۷۸	-۰/۰۲
سطح زیرکشت محصولات (هکتار)	۱۸۹۸۷/۶۳	۱۸۹۸۷/۶۳	۰

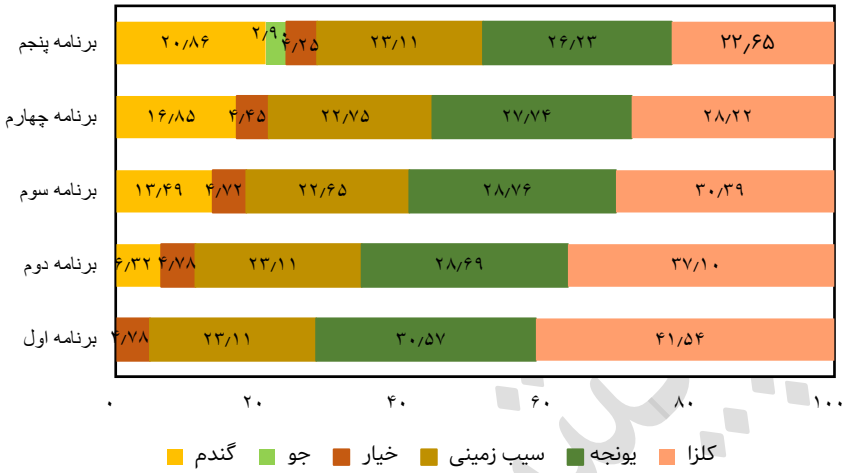
همان‌طورکه ملاحظه می‌شود، الگوی بیشینه‌ساز سودناخالص از نظر سطح زیرکشت محصولات تغییرات عمده‌ای خواهد داشت و همچنین درآمد بخش کشاورزی را به‌صورت قابل توجه افزایش خواهد داد که در **جدول** 2 نشان داده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود چنان‌چه هدف کشاورزان تنها بیشینه‌سازی سود ناخاص باشد، با به‌کارگیری الگوی بشینه‌ساز درآمد می‌توانند تا ۱۳/۴۲ درصد نسبت به الگوی فعلی سود بیشتری کسب کنند؛ و در عین حال نهاده‌های تولید و به‌ویژه نهاده آب کشاورزی که بر پایداری محیطزیستی در شرایط استان کردستان و ایران می‌تواند اثر چشم‌گیری داشته باشد صرفه‌جویی کنند. با وجود جذابیت الگوی کشت بیشینه‌ساز درآمد، همان‌طور که پیشتر توضیح داده شد، کشاورزان در دنیای واقعی علاوه بر بیشینه‌سازی درآمد، اهداف دیگری نیز مد نظر دارند که از جمله مهم‌ترین آن‌ها، مدیریت مخاطره و ایجاد توازن میان مخاطره و درآمد است.

برای شبیه‌سازی اثر مخاطره بر نحوه تصمیم‌گیری کشاورزان در تعیین الگوی کشت، از الگوی برنامه‌ریزی همراه با مخاطر موتاد استفاده شد. برای این منظور، از معیار MAD برای اندازه‌گیری مخاطره ناشی از نوسانات قیمت و درآمد استفاده شد. برای مقایسه و تحلیل

بیشتر، از طریق تغییر سطوح درآمد انتظاری ۵ سناریو یا برنامه کشت مختلف ایجاد و الگوهای کشت با درنظرگرفتن همزمان بیشینه‌سازی درآمد و کمینه‌سازی مخاطره تولید شبیه‌سازی شد. خلاصه نتایج مدل موتاد در ۵ برنامه یا سناریوی طراحی شده در **شکل** 2 و **شکل** ۳ نشان داده شده است.

همان‌گونه که مشاهده می شود، الگوی کشت کشاورزی می‌تواند به تغییرات در سطح مخاطره واکنش نشان دهد. برنامه اول، مربوط به پاسخ مخاطره خنثی و یا همان بیشینه‌سازی درآمد بدون توجه به مخاطره است، که مشابه نتایج حاصل از برنامه‌ریزی خطی ساده در قسمت قبل است و در آن محصولات کلزا، یونجه، سیب‌زمینی و خیار به ترتیب ۴۱/۵۴، ۳۰/۵۷، ۲۳/۱۱ و ۴/۷۸ درصد از کل سطح زیرکشت منطقه مورد مطالعه را به خود اختصاص می‌دهند. با حرکت از برنامه اول به سمت برنامه پنجم، برای ایجاد توازن میان اهداف بیشینه‌سازی سود و کمینه‌سازی مخاطره، میزان درآمد انتظاری کاهش و همزمان مخاطره نیز کاهش می‌یابد.

با حرکت از برنامه اول به سمت برنامه پنجم، ترکیب محصولات به سمت افزایش تنوع در الگوی کشت تغییر می‌کند. در این فرآیند، محصولاتی مانند گندم و جو که در برنامه فعلی کشاورزان نیز حضور دارند و نیاز به آب کمتر و در عین حال مخاطره درآمدی کمتری در بردارند وارد الگوی کشت شبیه‌سازی شده می‌شوند. افزایش سطح زیرکشت گندم به ۲۱ درصد کل مساحت زیرکشت در برنامه پنجم عمدتاً به دلیل مخاطره پایین‌تر تولید آن است که تحت حمایت‌های دولتی، مانند وجود قیمت تضمینی خرید، نیاز کمتر به آب، و مقاومت بالاتر به شرایط آب و هوایی قرار دارد. این نتایج به وضوح نشان می‌دهد برای کشاورزان می‌تواند میان کاهش مخاطره نهفته تولید محصولات و درآمد بالاتر یک مبادله و موازنه منطقی وجود دارد که در الگوی کشت فعلی نیز انعکاس داشته است.

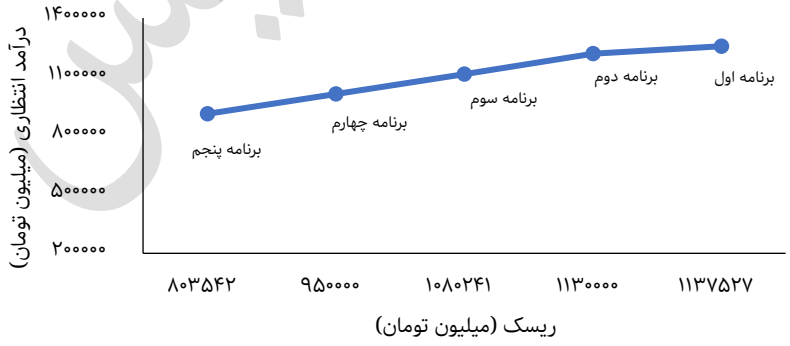


شکل 2. نتایج طبقه بندی هر یک از محصولات کشاورزی حاصل از حل مدل موتاد

مأخذ: نتایج پژوهش

(figure 2). Results of the classification of each of the agricultural products obtained from solving the MOTAD model

Source: Research results



شکل ۳. مرز کارای درآمد انتظاری و ریسک

مأخذ: نتایج پژوهش

(figure 3). The efficient frontier of expected income and risk

Source: Research results

۵- نتیجه‌گیری و پشنهادها

در پژوهش حاضر، به منظور بررسی میزان منطقی بودن کشاورزان دشت دهگلان در رعایت الگوی بهینه کشت، یک مدل کمی برنامه‌ریزی مخاطره‌ای برای بررسی و تجزیه و تحلیل عوامل مختلف با تاکید بر عامل مخاطره درتعیین الگوی بهینه اقتصادی کشت، تدوین و در پنج برنامه یا سناریوی مختلف که در برگیرنده ترکیبات مختلف از اهداف بیشینه‌سازی درآمد و کمینه‌سازی مخاطره هستند برآورد گردید.

کشاورزان دشت دهگلان استان کردستان در سال ۱۴۰۲ از مجموع ۱۸۹۸۷ هکتار اراضی آبی در دسترس خود، شش محصول اصلی شامل گندم (۳۷ درصد)، یونجه (۲۸ درصد)، سیب زمینی (۲۲ درصد)، جو (۶ درصد)، خیار(۴ درصد) و کلزا (۳ درصد) در الگوی کشت خود قرار داده بودند. این کشاورزان و سایر کشاورزان کشور معمولاً در معرض این اتهام قرار دارند که الگوی مطلوب کشت به منظور ایجاد بیشترین فایده و کمترین استفاده از نهاده‌ها، به‌ویژه آب کشاورزی را رعایت نمی‌کنند و به محیطزیست آسیب می‌رسانند.

اولین برنامه از پنج سناریوی طراحی‌شده، تنها براساس بیشینه‌سازی درآمد بدون در نظر گرفتن عامل مخاطره است، و به تدریج در برنامه‌های بعدی وزن عامل مخاطره افزایش داده شد تا در برنامه پنجم یک ترکیب متوازن از اهداف بیشینه‌سازی درآمد و کمینه‌سازی مخاطره حاصل شد.

با افزایش وزن عامل مخاطره در شبیه‌سازی الگوی مطلوب کشت، برنامه بهینه شباهت بیشتر و بیشتری به الگوی فعلی کشاورزان پیدا کرد، هرچند در مورد بعضی محصولات همچنان تفاوت فاحش بود.

در سناریوی پنجم که بیشترین توازن میان اهداف بیشنه‌سازی درآمد و کمینه‌سازی مخاطره برقرار بود، ترکیب مطلوب الگوی کشت برای شش محصول اصلی منطقه به صورت

گندم (۲۱ درصد)، یونجه (۲۶ درصد)، سیب‌زمینی (۲۴ درصد)، جو (۳درصد)، خیار(۴ درصد) و کلزا (۲۲ درصد) قرار گرفت. مقایسه این الگو با الگوی کشت فعلی به خوبی نشان می‌دهد کشاورزان در رعایت الگوی کشت غیر منطقی عمل نمی‌کند؛ و تصمیمات آنان مبتنی بر مدیریت متوازن درآمد و مخاطره است. در آن دسته از مواردی که سیاست‌های دولتی با منطق اقتصادی و نیازهای کشاورزی هم‌راستا بوده است، همانند آنچه در مورد محصول گندم مشاهده می‌شود، استقبال کشاورزان حتی بیش از حد انتظار بوده است. با این حال، در مواردی که محتوای مخاطره محصولات و شرایط اقتصادی با اهداف و سیاست‌های دولت مغایرت داشته است، کشاورزان از پیروی از الگوی کشت مطلوب مورد نظر ارگان‌های دولتی امتناع کرده‌اند. نمونه بارز این موضوع در کاهش سطح زیرکشت محصولات با نیاز آبی بالا مانند یونجه و سیب‌زمینی و عدم گسترش کشت محصولات با نیاز آبی کمتر همچون جو و کلزا مشاهده می‌شود.

در میان این محصولات، کلزا در منطقه مورد مطالعه موقعیت ویژه‌ای دارد. به نظر می‌رسد دلیل اصلی عدم استقبال کشاورزان از این محصول، ریسک بالای نهفته در آن باشد. همانطور که در نتایج مدل موتاد نشان داده شد، در صورتی که ریسک به حداقل برسد و مزایای تولید این محصول در منطقه به درستی بهره‌برداری شود، کلزا می‌تواند به یکی از محصولات اصلی این منطقه تبدیل گردد. حتی در شرایطی که ریسک به صورت متوازن در الگوی پنجم لحاظ شود، این محصول به راحتی با یونجه و سیب‌زمینی رقابت می‌کند.

با توجه به این نتایج، پیشنهاد می‌شود که برای ترویج کشت کلزا، برنامه‌های حمایتی و قیمت تضمینی مشابه گندم در منطقه و سایر نقاط مساعد کشور اجرایی گردد. این اقدامات می‌تواند به کاهش ریسک تولید آن کمک کند و در نهایت به بهبود الگوی کشت و توازن بهتر آن در منطقه منجر شود. علاوه بر این، در آن شرایط این محصول می‌تواند به الگوی کشت تعادل بیشتری ببخشد و در کاهش مصرف آب و پایداری محیطزیستی منطقه نیز موثر باشد.

Acknowledgments:. Acknowledgments may be made to individuals or institutions that have made an important contribution
Conflict of Interest: The authors declare no conflict of interest.

Funding: The author(s) received no financial support for the research, authorship, and publication of this article

Reference

Adewumi, A., Tanko, L., Ibrahim, F. D., & Yisa, E. S. (2021). A Review of Mathematical Programming Approaches to Farm Planning Under Risk Conditions. Conference of Agricultural Risk and Management, in Nigeria, University of Uyo, 15TH – 18TH MARCH 2021.

Arsina, J and Otara, M. (2000) Risk Analysis in Agriculture. Ames: Iowa State University Press Iowa. 344.

Bahadori, M., & Hosseini, S. T. (2018). Optimization of cropping pattern due to risk in Neka County. In 11 th Biennial Conference on Iranian Agricultural Economy, Karaj. Iranian Agricultural Economics Society, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran. https://civilica.com/doc/565107/. [In Persian]

Bahadori, M., Joolaie, R., Eshraghi, F., & Rezaee, A. (2019). Optimization of cropping pattern regarding risk in Rey county of Iran. *Agricultural Economics and Development*, *27*(3), 131-161. https://doi.org/10.30490/aead.2020.252701.0 [In Persian]

Chapagain, T., & Raizada, M. N. (2017). Impacts of natural disasters on smallholder farmers: gaps and recommendations. *Agriculture & Food Security*, 6, 1-16.

Eitzinger, A., Binder, C. R., & Meyer, M. A. (2018). Risk perception and decision-making: do farmers consider risks from climate change?. *Climatic change*, 151(3), 507-524.

Ghasabi, M., Asaadi, M. A., Ghaderzadeh, H., & Hajirahimi, M. (2024). The effect of financial incentive policies on the pattern of water consumption and the pattern of crop cultivation (case study: Dehgolan plain in Kurdistan province). *Iranian Journal of Irrigation & Drainage*, *18*(2), 271-280. https://idj.iaid.ir/article_195953.html. [In Persian]

Ghomsheh, A., & Fattahi, S. (2024). Classification of Iranian provinces based on the operational and environmental efficiency of the agricultural sector. *Quarterly Journal of Quantitative Economics*, https://doi.org/10.22055/jqe.2024.47301.2643 [In Persian]

Hazell, P. B. (1971). A linear alternative to quadratic and semivariance programming for farm planning under uncertainty. *American journal of agricultural economics*, 53(1), 53-62.

Jafari, A.M., Nikouei, A., Ghadami Firouzabadi, A., Shanazi, K. and Bakhtyari, M.R. (2024) Impact of crop pattern modification policies on water resources protection and selfsufficiency of wheat (Case study: Kabudrahang plain). *Journal of New Approaches in Water Engineering and Environment*. 2(2): 170-183.

Keerthika, B., Rajasekar, D. D., Sivasankari, B., & Prema, P. (2020). Developing risk efficient farm plans under different dry farming situations in semi-arid tracts of Ariyalur district, Tamil Nadu–a programming approach. *Indian Journal of Pure & Applied Biosciences*, 8(6), 267-276.

Lu, W., Ye, X., Huang, J., & Horlu, G. S. A. (2020). Effect of climate change induced agricultural risk on land use in Chinese small farms: Implications for adaptation strategy. *Ecological Indicators*, 115, 106414.

Magreta, R., Henderson, N. O. O., Mangisoni, J., Machila, K., & Gbegbelegbe, S. (2021). Smallholder Farmers' Resource Allocation Decision In a Maize-Farming System Under Vlimate Risk In Malawi. *AGROFOR*, 6(1).

Mardani Najafabadi, M., Shirzadi Laskookalayeh, S. (2024). Solving Cropping Pattern Optimization Problems Using Robust Positive Mathematical Programming. In: Kulkarni, A.J., Gandomi, A.H. (eds) Handbook of Formal Optimization. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-8851-6_52-1

Mubiru, D. N., Komutunga, E., Agona, A., Apok, A., & Ngara, T. (2012). Characterising agrometeorological climate risks and uncertainties: Crop production in Uganda. *South African Journal of Science*, 108(3), 1-11.

Nasrollahi, Z., & opera jounaghani, E. (2024). Prioritization of the economic sectors of Isfahan Province from the perspective of the importance of water resources and considering the three goals of social, environmental and economic sustainable development. *Quarterly Journal of Quantitative Economics*, 21(1), 107-137. https://doi.org/10.22055/jqe.2023.42445.2528

Negm, M., & Abdullah, H. (2021). Estimation of risk in Egyptian agriculture in the light of the current variables: An analytical study using MOTAD model approach. *IOSR Journal of Economics and Finance* (IOSR-JEF), 12(4), 17-27.

Norton, R. D., & Hazell, P. B. (1986). *Mathematical programming for economic analysis in agriculture*. New York, NY, USA: Macmillan.

Omotoso, A. B., & Omotayo, A. O. (2024). The interplay between agriculture, greenhouse gases, and climate change in Sub-Saharan Africa. *Regional Environmental Change*, 24(1), 1.

Pyman, D. H. (2021). The risk-return trade-off to diversified agriculture in Malawi: A quadratic programming approach (Doctoral dissertation, Stellenbosch: Stellenbosch University).

Sethi, L. N., Panda, S. N., & Nayak, M. K. (2006). Optimal crop planning and water resources allocation in a coastal groundwater basin, Orissa, India. *Agricultural water management*, *83*(3), 209-220.

Shah, W. U. H., Lu, Y., Liu, J., Rehman, A., & Yasmeen, R. (2024). The impact of climate change and production technology heterogeneity on China's agricultural total factor productivity and production efficiency. *Science of The Total Environment*, 907, 168027.

Shariati, H., Motamed Vaziri, B., Goudarzi, M., & Ahmadi, H. (2021). Optimization of Cropping Pattern Using Linear Programming Method and Lingo software in Dehgolan Plain in Kurdistan Province, Iran. *Geography and Environmental Sustainability*, 11(3), 81-96. doi: 10.22126/ges.2021.6601.2409

Singh, D. K., Jaiswal, C. S., Reddy, K. S., Singh, R. M., & Bhandarkar, D. M. (2001). Optimal cropping pattern in a canal command area. *Agricultural water management*, 50(1), 1-8.

Theuvsen, L. (2013). Risks and risk management in agriculture. *Problems of World Agriculture / Problemy Rolnictwa Światowego*, 13(28), 162-174. http://dx.doi.org/10.22004/ag.econ.190788

von Czettritz, H. J., Hosseini-Yekani, S. A., Schuler, J., Kersebaum, K. C., & Zander, P. (2023). Adapting Cropping Patterns to Climate Change: Risk Management Effectiveness of Diversification and Irrigation in Brandenburg (Germany). *Agriculture*, 13(9), 1740. https://doi.org/10.3390/agriculture13091740

Yu, Y., Wang, L., Lin, J., & Li, Z. (2022). Optimizing agricultural input and production for different types of at-risk peasant households: An empirical study of typical counties in the Yimeng Mountain area of Northern China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(21), 13938.