اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال ۳۰، شمارهٔ ۱۱۸، تابستان ۱۴۰۱

DOI: 10.30490/AEAD.2022.329875.1150

مقاله پژوهشی

تعیین الگوی کشت بهینهٔ محصولات زراعی با تأکید بر ریسک درآمدی: مطالعهٔ موردی دهستان روشن‌آباد شهرستان گرگان

مرضیه امین روان[۱]، سیدمجتبی مجاوریان[۲]، سیدعلی حسینی یکانی[۳]، رامتین جولایی[۴]، داوید ویاجی[۵]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۱/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۳/۲

چکیده

با توجه به محیط متغیر فعالیت‌های کشاورزی، کشاورزان با انواع ریسک و عدم قطعیت مواجه می‌شوند که بر تصمیمات تولید، پایداری و سودآوری این فعالیت‌ها تأثیرگذار است. ریسک درآمدی،

۱- دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.

۲- دانشیار اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.

۳- نویسندهٔ مسئول و دانشیار اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.
(hosseiniyekani@gmail.com)

۴- دانشیار اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

۵- دانشیار اقتصاد کشاورزی، دانشگاه بلونیا، ایتالیا.

به‌عنوان برآیند دو ریسک قیمت و عملکرد، از مهم‌ترین ریسک‌های پیش روی کشاورزان است. در مطالعه حاضر، الگوی کشت بهینهٔ محصولات زراعی با بهره‌گیری از روش تحلیل پوششی داده‌های سازگار با تنوع و بر مبنای معیار فاصلهٔ جهت‌دار تعیین شد. بدین منظور، از معیارهای «بازدهی سود انتظاری» و «ریسک ارزش در معرض خطر شرطی در سطوح احتمال مختلف» استفاده شد. نتایج نشان داد که در الگوی کشت بهینه، سهم محصول گندم کاهش و سهم محصولات سودآورتری نظیر برنج دانه‌متوسط مرغوب افزایش می‌یابد؛ همچنین، محصولاتی نظیر سویا و پنبه که نسبت به سایر محصولات سودآوری کمتر و ریسک بیشتری دارند، از الگوی کشت بهینه حذف می‌شوند. بر اساس نتایج پژوهش، برای توسعه کشت برنج در منطقه، استفاده از ابزارهایی نظیر بیمه درآمدی، پرداخت‌های جبرانی و صندوق تثبیت درآمد پیشنهاد می‌شود.

کلیدواژه‌ها: *الگوی کشت، تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)، ریسک درآمدی، گرگان (شهرستان).*

طبقه‌بندی JEL: C61, Q19

مقدمه

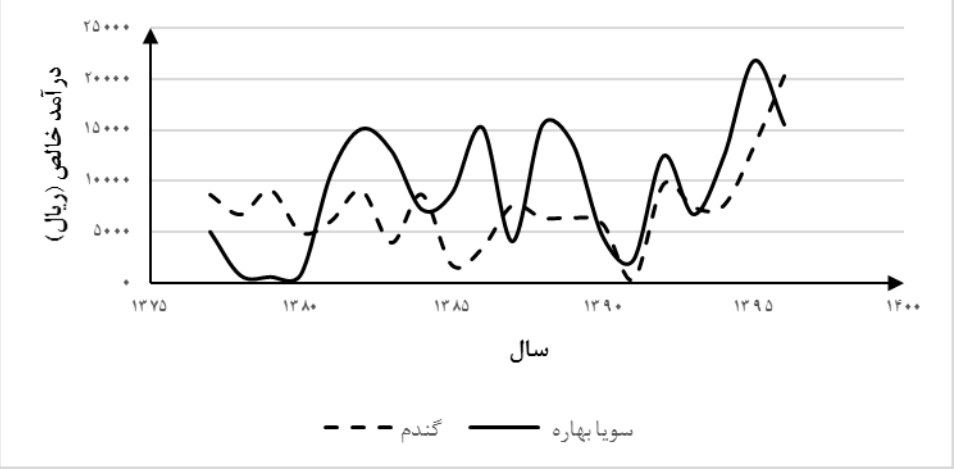
وجود عوامل غیرقابل‌کنترل و همچنین، محیط متغیر فعالیت‌های کشاورزی، کشاورزان را با منابع ریسک بی‌شماری روبه‌رو می‌سازد که بر تصمیمات مدیریتی آنها در هر دورهٔ کشت تأثیرگذار است. تغییرات آب‌و هوایی، قیمت و شرایط بازار، سیاست‌های دولت و فناوری‌های جدید از جمله عوامل غیرقابل‌کنترلی هستند که بر تصمیمات تولید، پایداری و سودآوری آن اثر می‌گذارند (Tanaka et al., 2002). از این‌رو، کشاورزان همواره به‌دنبال روش‌هایی برای مقابله با اثرات نامطلوب این ریسک‌های طبیعی و اقتصادی بر نوسان‌های عملکرد و درآمد هستند. انواع ریسک‌های مؤثر بر درآمد کشاورزان به دو دسته ریسک کسب‌وکار (شامل ریسک شخصی، ریسک نهادی، ریسک تولید و ریسک قیمت یا بازار) و ریسک مالی (نظیر ریسک نقدینگی) تقسیم می‌شوند (Bielza et al., 2008).

ریسک و نوسان‌های قیمت و عملکرد محصولات موجب بروز ریسک درآمدی می‌شود. ریسک قیمتی محصولات کشاورزی عمدتاً در تیجه بی‌ثباتی تجاری، نوسان‌های قیمت‌های

جهانی و سیاست‌های دولت ایجاد می‌شود. ریسک عملکرد نیز در نتیجهٔ تغییرات آب‌وهوایی و گاهی هم بر اثر آفات و بیماری‌ها روی می‌دهد که می‌توان به اثر کمبود ریزش‌های جوی، توزیع نامناسب بر نوسان‌های تولید در ایران اشاره کرد (Tahamipour et al., 2013). با توجه به اهمیت و سهم بالای هر کدام از ریسک‌های تولید و قیمت در ریسک کسب‌وکار، می‌توان با استفاده از ریسک درآمدی که برآیند این دو ریسک است، به‌طور هم‌زمان، اثرات تکی و متقابل آنها بر یکدیگر را مورد بررسی قرار داد.

به‌طورکلی، روش‌های مقابله با ریسک به دو دستهٔ کاهش ریسک توسط خود کشاورز نظیر تنوع کشت و انتقال ریسک به شخص ثالث همچون بیمه، سلف‌فروشی و بازارهای آتی تقسیم می‌شوند (Bielza et al., 2008). از آنجا که در کشورهای درحال‌توسعه نظیر ایران، ابزارهای مناسب و کارآی انتقال ریسک و به‌ویژه ریسک درآمدی به شخص ثالث توسعه‌نیافته و محدود است، باید حداقل در کوتاه‌مدت، راهکارهایی مورد توجه قرار گیرند که در آنها، ریسک درآمدی توسط خود کشاورزان مدیریت و کاهش داده شود. تعیین الگوی کشت و ترکیب بهینه محصولات از طریق ایجاد تنوع در کشت، با توجه به مسائل اقتصادی و فرصت‌ها و منابع موجود، یکی از انعطاف‌پذیرترین ابزارهای مقابله با ریسک به‌شمار می‌رود. الگوی بهینهٔ کشت که با توجه به ریسک، عدم قطعیت و منابع در دسترس کشاورز تعیین می‌شود، می‌تواند کشاورزان، مدیران و برنامه‌ریزان اقتصادی را در انتخاب ترکیب و سطح کشت مناسب محصولات یاری دهد و با استفاده حداکثری از منابع موجود، کاهش خسارت احتمالی و افزایش سودآوری را در پی داشته باشد (Hazell, 1982). بنابراین، مطالعه در زمینهٔ تعیین الگوی کشت بهینه، به‌عنوان ابزاری انعطاف‌پذیر برای مواجهه و مقابله با ریسک درآمدی محصولات کشاورزی، بسیار اهمیت دارد. در همین راستا، در مطالعهٔ حاضر، تعیین الگوی کشت بهینهٔ محصولات زراعی دهستان روشن‌آباد شهرستان گرگان به‌منظور کاهش ریسک درآمدی مورد بررسی قرار گرفت. شهرستان گرگان در حدود نه درصد از مجموع ۶۴۲ هزار هکتار سطح زیر کشت محصولات و سیزده درصد از بهره‌برداران زراعی استان گلستان را

داراست (MAJ, 2017). مهم‌ترین و متداول‌ترین محصولات زراعی شهرستان گرگان عبارت‌اند از گندم، سویا، کلزا، برنج، گوجه‌فرنگی و سیب‌زمینی. این شهرستان از مهم‌ترین تولیدکنندگان محصولات سیب‌زمینی، سویا، گوجه‌فرنگی و برنج در استان گلستان است، به‌گونه‌ای که به‌ترتیب، ۹۱، ۴۳، ۳۳ و ۲۰ درصد از سطح زیر کشت این محصولات متعلق به شهرستان گرگان است (MAJ, 2017). در نمودار ۱، درآمد خالص دو محصول گندم و سویای بهاره در دوره زمانی ۱۳۷۷ تا ۱۳۹۶ نشان داده شده است. همان‌گونه که در این نمودار مشخص است، درآمد ناخالص در سال‌های مختلف نوسان زیادی داشته، روندی متغیر و غیرقابل پیش‌بینی دارد.



مأخذ: یافته‌های پژوهش

نمودار ۱- درآمد خالص دو محصول گندم و سویای بهاره در دوره زمانی ۹۶-۱۳۷۷

شهرستان گرگان دارای پنج دهستان شامل دهستان‌های روشن‌آباد، انجیراب، استرآباد جنوبی، قرق و استرآباد شمالی است که در پژوهش حاضر، دهستان روشن‌آباد با بیشترین تعداد بهره‌بردار و همچنین، به‌دلیل تنوع محصولات و شرایط مساعد برای کشت انواع محصولات زراعی، به‌عنوان منطقهٔ مورد مطالعه انتخاب شده است.

از مطالعات داخلی انجام‌شده در زمینهٔ تعیین الگوی کشت بهینهٔ محصولات زراعی در ایران می‌توان به مطالعهٔ فلاحی و همکاران(Fallahi et al., 2013) اشاره کرد که در آن، الگوی کشت بهینه دشت سیدان- فاروق در شهرستان مرودشت با هدف حداکثرسازی بازدهی و حداقل‌سازی مصرف آب تعیین شد. نتایج این مطالعه نشان داد که مدیریت مصرف آب در مزارع بزرگ‌تر کارآیی بیشتری نسبت به مزارع کوچک‌تر دارد. اکبری و همکاران (Akbari et al., 2013)، با استفاده از روش‌های برنامه‌ریزی خطی و موتاد[1] و با در نظر گرفتن ریسک محصولات، به بررسی الگوی کشت بهینهٔ محصولات زراعی در شهرستان مهاباد پرداختند و بر پایه نتایج به‌دست‌آمده، کشت محصولات گندم آبی و دیم، سیب‌زمینی، جو آبی و ذرت دانه‌ای را در این شهرستان توصیه کردند. محمدی و همکاران(Mohammadi et al., 2013)، با توجه به ریسک قیمت و عملکرد و با استفاده از روش برنامه‌ریزی ریاضی چندهدفی، الگوی کشت بهینه بهره‌برداران شهرستان فسا در استان فارس را مورد بررسی قرار دادند. طبق یافته‌های این پژوهش، الگوی کشت فعلی از نظر بازدهی تفاوت چندانی با الگوی کشت بهینه نداشته، اما از نظر ترکیب بهینهٔ محصولات، با آن متفاوت بوده که دلیل آن تأمین هدف کاهش مصرف آب است؛ همچنین، کشاورزان در تصمیمات خود به ریسک قیمتی توجه بیشتری نشان دادند. آق و همکاران(Agh et al., 2016)، با به‌کارگیری روش برنامه‌ریزی ریاضی مثبت و با تأکید بر کاهش مصرف کود و آب، الگوی کشت بهینه محصولات زراعی در شهرستان بهشهر را تعیین کردند. نتایج این پژوهش نشان داد که در الگوی بهینه، سیاست کاهش مصرف کود موجب کاهش سطح زیر کشت تمامی محصولات و سیاست کاهش مصرف آب موجب کاهش سطح زیر کشت محصولات آبی می‌شود. کشیری کلائی و حسینی یکانی (Kashiri Kolaei and Hosseini Yekani, 2016)، با استفاده از مدل ارزش در معرض خطر شرطی[2] و با تأکید بر ریسک عملکرد، به تعیین الگوی کشت بهینه محصولات زراعی استان مازندران پرداختند. نتایج

1. Minimization of Total Absolute Deviation (MOTAD)
2. Conditional Value at Risk (CVaR)

این پژوهش نشان داد که با کاهش میزان بازدهی انتظاری و افزایش ریسک‌گریزی کشاورزان، سهم محصول سویا در الگوی کشت افزایش و سهم محصول شلتوک در آن کاهش می‌یابد. مقادیر معیار ارزش در معرض خطر شرطی (CVaR) محاسبه‌شده در این پژوهش در کلیه سناریوها منفی بوده، که نشان‌دهندهٔ سودآوری الگوی بهینه در کلیه سناریوهای مختلف ریسک‌گریزی است. جولایی و همکاران(Joolaei et al., 2016)، با به‌کارگیری روش برنامه‌ریزی آرمانی، الگوی کشت بهینه محصولات زراعی استان مازندران را تعیین کردند. اهداف این پژوهش حداکثرسازی بازده برنامه‌ای، حفاظت از محیط زیست، افزایش اشتغال و توسعه پایدار منابع آبی بوده و نتایج به‌دست‌آمده نشان داده است که در الگوی بهینه، ضمن افزایش چهار درصدی بازده برنامه‌ای، مصرف نهاده‌های آب، کودهای شیمیایی و سموم دفع آفات کاهش و اشتغال افزایش می‌یابد. میرزایی و همکاران(Mirzaei et al., 2018) به تعیین الگوی کشت بهینه بخش مرکز ی شهرستان سیرجان با استفاده از روش‌های برنامه‌ریزی خطی ساده و برنامه‌ریزی خطی چندهدفه پرداختند و در بهینه‌سازی الگوی کشت، اهداف اقتصادی و زیست‌محیطی با تأکید بر پایداری منابع آب مورد توجه قرار گرفت. نتایج این مطالعه، برای حالت وزن یکسان اهداف، حاکی از کاهش کشت یونجه و افزایش سطح زیر کشت محصول جو و در حالت اختصاص وزن بیشتر به بازدهی، جایگزینی کشت جو با پیاز بوده است. عوض‌یار و همکاران(Avazyar et al., 2018) الگوی کشت بهینه اراضی پایاب سد ملاصدرا در استان فارس را با هدف افزایش بازده آبیاری تعیین کردند. در این پژوهش، به‌منظور حداکثرسازی سود ناخالص و تخصیص بهینهٔ آب، از روش‌های برنامه‌ریزی خطی[1] و برنامه‌ریزی خطی با محدودیت‌های تصادفی[2] استفاده شده و سناریوهای مختلف قطعیت و عدم قطعیت آب در دسترس مورد بررسی قرار گرفت؛ نتایج نشان داد که اگر بازده آبیاری در بلندمدت سی درصد بیشتر شود، سود ناخالص نیز بیش از پنجاه درصد افزایش می‌یابد. از دیگر

1. Deterministic Linear Programming (DLP)
2. Chance Constrained Linear Programming (CCLP)

مطالعات داخلی انجام‌شده در زمینهٔ تعیین الگوی کشت بهینه می‌توان به مطالعات عمادزاده و همکاران(Emadzadeh et al., 2009)، بدیع‌برزین و همکاران (Badi-Barzin et al., 2014) و قربانیان و همکاران (Ghorbanian et al., 2013) اشاره کرد. از مطالعات خارجی نیز می‌توان به مطالعه فیلیپی و همکاران (Filippi et al., 2017) اشاره کرد که در آن، الگوی بهینه کشت محصولات زراعی در ایتالیا بررسی شده و در نتایج پژوهش، بر استفاده از مدل CVaR برای کشاورزان ریسک‌گریز تأکید شده است. اُسامه و همکاران(Osama et al., 2017) نیز با استفاده از مدل برنامه‌ریزی خطی، به بررسی الگوی کشت بهینه محصولات زراعی در مصر پرداختند و در حداکثرسازی بازده خالص، محدودیت‌های آبیاری، تنوع زراعی و امنیت غذایی مورد توجه قرار گرفت؛ نتایج پژوهش حاکی از کاهش سطح زیر کشت محصولاتی نظیر پیاز، جو، سیر و عدس و افزایش سطح زیر کشت محصولات سودآوری نظیر گوجه‌فرنگی در الگوی کشت بهینه و همچنین، بدون تغییر ماندن سطح زیر کشت محصولات راهبردی مانند گندم، برنج و ذرت به‌دلیل تأمین نیازهای غذایی بوده است. هاو و همکاران(Hao et al., 2018) الگوی کشت بهینهٔ محصولات زراعی استان گانسو[1] در چین را با تأکید بر کاهش مصرف آب تعیین کردند. با توجه به نتایج این پژوهش، به‌کارگیری الگوی کشت بهینه که در آن، سهم بیشتری به محصول ذرت اختصاص داده شد، در کلیهٔ سناریوهای آبیاری، موجب افزایش صرفه‌جویی در مصرف آب و همچنین، افزایش سودآوری می‌شود. ژونگ و همکاران (Zhong et al., 2019) نیز به بررسی الگوی کشت بهینه محصولات زراعی دشت هبی[2] در چین با هدف کاهش مصرف آب پرداختند؛ نتایج نشان داد که الگوی کشت بهینهٔ گندم و ذرت موجب صرفه‌جویی در مصرف آب و کاهش حداقلی در سطح محصول خواهد شد.

بررسی مطالعات گذشته نشان داد که در بیشتر مطالعات، یکی از ریسک‌های قیمت و تولید در نظر گرفته شده و ریسک درآمدی به‌صورت برآیند این دو ریسک کمتر مورد توجه

1. Gansu
2. Hebei

قرار گرفته است. همچنین، در این مطالعات، تنها یکی از معیارهای ریسک بررسی شده است. بنابراین، کاربرد هم‌زمان چندین معیار ریسک و بازدهی و بررسی ریسک درآمدی از نوآوری‌ها و تفاوت‌های مطالعه حاضر با سایر مطالعات گذشته است. همچنین، در هیچ‌کدام از مطالعات خارجی و داخلی انجام‌شده، از مدل تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) به‌منظور تعیین الگوی کشت بهینه استفاده نشده و مطالعهٔ حاضر، برای نخستین بار، از این روش برای مقایسه و تعیین الگوی کشت بهینهٔ کشاورزان از بین بی‌نهایت الگوی کشت ممکن بهره گرفته است. بنابراین، در پژوهش حاضر، برای مقابله با ریسک درآمدی و کاهش آن، الگوی کشت بهینه محصولات زراعی شهرستان گرگان با به‌کارگیری معیارهای ریسک و بازدهی و با استفاده از مدل تحلیل پوششی سازگار با تنوع (CCEA) بر مبنای معیار فاصله جهت‌دار مورد بررسی قرار گرفت.

مبانی نظری و روش تحقیق

روش تحلیل پوششی داده‌ها[1] یک روش ناپارامتری برای تعیین واحدهای تصمیم‌گیری کارآ از بین واحدهایی با نهاده‌ها و ستاده‌های یکسان است که اولین بار، در سال ۱۹۸۷، توسط چارنز، کوپر و رودز (Charnes et al., 1978) ارائه شد (Branda, 2015). این روش امکان محاسبهٔ کارآیی فنی واحدهای تصمیم‌گیری مختلف با چندین نهاده و ستاده را فراهم می‌سازد. در صورت استفاده از مدل DEA، برای بررسی کارآیی N واحد تصمیم‌گیری با K معیار ریسک به‌عنوان نهاده و J معیار بازدهی به‌عنوان ستاده، نسبت‌های ریسک- بازدهی تولید می‌شود که برای مقایسهٔ فرصت‌های سرمایه‌گذاری به‌کار می‌روند(Lamb and Tee, 2012).

در مدل میانگین- واریانس که توسط مارکویتز (Markowitz, 1952) ارائه شد، از واریانس برای کمی‌سازی ریسک یک پرتفوی استفاده شده است. مدل‌های میانگین- ریسک تنها یک معیار بازدهی و یک معیار ریسک را در تعیین پرتفوی بهینه به‌کار می‌برند. مدل‌های DEA، علاوه بر پوشش مدل میانگین- ریسک، می‌توانند چندین معیار ریسک و معیار بازدهی

1. Data Envelopment Analysis (DEA)

را به‌طور هم‌زمان برای مقایسهٔ فرصت‌های سرمایه‌گذاری (سنجش کارآیی) و گزینش پرتفوی بهینه به‌کار برند. نقص مدل‌های DEA نسبت به مدل‌های رایج میانگین- واریانس در این است که این مدل‌ها صرفاً به *رتبه‌بندی* دارایی‌ها می‌پردازند و سهم آنها را در پرتفوی بهینه مشخص نمی‌کنند. به‌منظور رفع این مشکل در مدل‌های DEA معمول، مدل‌های DEA سازگار با تنوع ارائه شدند (Branda, 2015).

مدل تحلیل پوششی داده‌های سازگار با تنوع که توسط لمب و تی (Lamb and Tee, 2012) ارائه شد، ترکیب و وزن بهینهٔ دارایی‌ها را در یک پرتفوی تعیین می‌کند. اگر ρ_i بازدهی و w_i وزن دارایی iام باشد، آنگاه یک مجموعه فرصت‌های سرمایه‌گذاری مانند Z با امکان تنوع کامل از بین n دارایی را می‌توان به‌صورت رابطهٔ (۱) نشان داد (Branda, 2015):

$$Z = \left\{ \sum_{i=1}^{n} \rho_i w_i : \quad \sum_{i=1}^{n} w_i = 1, \quad w_i \geq 0 \right\}, \tag{۱}$$

که در آن، $\sum_{i=1}^{n} \rho_i w_i$ بازده تصادفی پرتفوی یا مجموعه فرصت‌های سرمایه‌گذاری را نشان می‌دهد. استفاده از معیار ریسک به‌عنوان ورودی در مدل‌های DEA متداول موجب برآورد بیش از حد ریسک پرتفوی نسبت به مدل‌های DEA سازگار با تنوع خواهد شد، زیرا وابستگی بین بازده دارایی‌ها در این مدل‌های DEA متداول در نظر گرفته نمی‌شود. به عبارت دیگر، اگر R یک معیار ریسک باشد، آنگاه:

$$R\left(\sum_{i=1}^{n} w_i \rho_i \right) \leq \sum_{i=1}^{n} w_i R(\rho_i), \tag{۲}$$

سمت چپ این نامساوی مربوط به مدل DEA سازگار با تنوع و سمت راست آن مربوط به مدل DEA معمولی است. این رابطه نشان می‌دهد که ترکیب خطی ریسک دارایی‌ها با ریسک پرتفوی متشکل از این دارایی‌ها برابر نخواهد بود. بنابراین، یک پرتفوی متنوع از

دارایی‌های مختلف منجر به کاهش ریسک در مقایسه با یک دارایی یا پرتفوی غیربهینه می‌شود(Branda, 2015).

در صورت وجود داده‌های منفی، امکان استفاده از مدل‌های DEA و مقایسهٔ کارآیی واحدها بدون انجام تبدیلاتی روی داده‌ها وجود ندارد. معیارها یا سنجه‌های فاصلهٔ جهت‌دار[1] یکی از روش‌هایی است که در صورت وجود داده‌های منفی، مورد استفاده قرار می‌گیرد. این معیارها که بر اساس تابع فاصلهٔ جهت‌دار بنا شده است، اولین بار، توسط چانگ و همکاران (Chung et al., 1997) ارائه شد. معیارهای فاصله جهت‌دار به‌صورت روابط (۳) تا (۵) تعریف می‌شود(Silva Portela et al., 2004):

$$G = (\max_U Y_u,\ m = 1,...,M,\ \min_U N_u,\ l = 1,...,L) \quad (۳)$$

$$V_{mo} = \max_U \{Y_{mu}\} - Y_{mo},\ m = 1,...,M \quad (۴)$$

$$V_{lo} = N_{lo} - \min_U \{N_{lu}\},\ l = 1,...,L \quad (۵)$$

اگر U یک مجموعه از واحدها $U = \{1,...,n\}$ با سطوح نهادهٔ N_{lu}، $l = 1,...,L$ و سطوح محصول Y_{mu}، $m = 1,...,M$ باشد، با توجه به نقطهٔ آرمان G، بردارهای جهت به‌صورت روابط (۴) و (۵) تعریف می‌شوند. این بردارها دامنهٔ بهبود ممکن در هر واحد فرضی o را نشان می‌دهند.

رابطه (۳) نشان می‌دهد که نقطه آرمان (G) نقطه‌ای است که در آن، حداکثر محصول تولید و حداقل نهاده مصرف می‌شود. روابط (۴) و (۵)، به‌ترتیب، فاصله مقدار محصول تولیدشده و مقدار نهادهٔ مصرف‌شده توسط واحد فرضی O از مقدار حداکثر محصول و حداقل

1. directional distance measures

نهاده در نقطه آرمان یا واحد مرجع را نشان می‌دهند. معیار فاصلهٔ جهت‌دار می‌تواند بدون نقض فرض مثبت بودن متغیرها در مدل DEA، برای داده‌های مثبت و منفی مورد استفاده قرار گیرد.

همان‌گونه که پیش‌تر گفته شد، مطالعهٔ حاضر از مدل تحلیل پوششی داده‌های سازگار با تنوع (CCEA) بر مبنای معیار فاصلهٔ جهت‌دار ارائه‌شده توسط برندا (Branda, 2015) استفاده کرده است. در این مدل، امکان تعیین نقاط کارآ در مجموعهٔ امکانات تولید، بهبود شعاعی هم‌زمان در ورودی‌ها و خروجی‌ها و همچنین، دستیابی به نزدیک‌ترین فرصت سرمایه‌گذاری کارآ در جهت‌های داده‌شده به‌وسیلهٔ بردارهای جهت فراهم شده است. شکل کلی مدل DEA سازگار با تنوع بر مبنای معیار فاصله جهت‌دار برای J معیار بازدهی به‌عنوان خروجی و K معیار ریسک به‌عنوان ورودی در رابطهٔ (۶) آمده است. این مدل از تابع هدف حداقل‌سازی هم‌زمان شاخص‌های کارآیی نهاده و ستاده و محدودیت‌های بازدهی، ریسک و محدودیت وزنی فرصت‌های سرمایه‌گذاری تشکیل شده است(Branda, 2015).

(۶)

$$\theta(X_0) = \min_{\theta_k, \varphi_j, X_i} \frac{1-\theta}{1+\varphi}$$

$$s.t.$$

$$\varepsilon_j \left(\sum_{i=1}^{n} X_i\right) \geq \varepsilon_j (X_0) + \varphi_j e_j (X_0), \qquad j = 1, \ldots, J,$$

$$R_k \left(\sum_{i=1}^{n} X_i\right) \leq R_k (X_0) - \theta_k d_k (X_0), \qquad k = 1, \ldots, K,$$

$$\sum_{i=1}^{n} X_i = 1, \quad X_i \geq 0, \quad \varphi_j \geq 0, \quad \theta_k \geq 0.$$

بردارهای جهت نیز به‌صورت رابطهٔ (۷) خواهد بود(Branda, 2015):

$$e_j(X_0)=\max_{X\in Z}\varepsilon_j(X)-\varepsilon_j(X_0),\qquad d_k(X_0)=R_k(X_0)-\min_{X\in Z}R_k(X) \tag{۷}$$

در این مدل، i فرصت سرمایه‌گذاری، X_i وزن $i=1,...,n$، ε_j معیار بازدهی j ام، $j=1,...,J$، R_k معیار ریسک kام، $k=1,...,K$، θ شاخص کارآیی نهاده، φ شاخص کارآیی ستاده، e_j بردار فاصله جهت‌دار معیارهای بازدهی، d_k بردار فاصله جهت‌دار معیارهای ریسک، X پرتفوی بهینه، Z مجموعه فرصت‌های سرمایه‌گذاری و X_0 پرتفوی مرجع را نشان می‌دهند.

در مطالعه حاضر، مدل تحلیل پوششی داده‌های سازگار با تنوع بر مبنای معیار فاصله جهت‌دار به‌منظور بررسی و تعیین الگوی کشت بهینهٔ محصولات زراعی دهستان روشن‌آباد شهرستان گرگان استفاده شد؛ همچنین، شاخص سود انتظاری به‌عنوان معیار بازدهی و معیار ارزش در معرض خطر شرطی (CVaR) به‌عنوان معیار ریسک مورد استفاده قرار گرفت.

معیارهای ارزش در معرض خطر[1] و ارزش در معرض خطر شرطی (CVaR) از جدیدترین ابزارهای مدیریت ریسک نامطلوب به‌شمار می‌روند که بدترین زیان مورد انتظار را در یک دوره زمانی و سطح معنی‌داری معین اندازه می‌گیرند (Pishbahar and Abedi, 2017). معیار ارزش در معرض خطر VaR_α بیان می‌کند که برای یک پرتفوی معین در n دورهٔ آینده با احتمال α درصد، مقدار زیان برابر با V واحد پولی خواهد بود. معیار $CVaR_\alpha$ انتظار شرطی زیان پرتفوی و بزرگ‌تر/ مساوی VaR است. به عبارت دیگر، این معیار بیان می‌کند که اگر زیان در n روز آینده با احتمال α درصد از زیان انتظاری VaR_α بیشتر باشد، مقدار زیان به‌طور میانگین چقدر خواهد بود (Kashiri Kolaei et al., 2017). معیار ارزش در معرض خطر به دو صورت پارامتری و ناپارامتری محاسبه می‌شود: در روش پارامتری، از رهیافت واریانس-کوواریانس استفاده می‌شود و نیاز به تعیین تابع توزیع مناسب برای متغیر مورد بررسی است؛

1. Value at Risk (VaR)

روش ناپارامتری نسبت به روش پارامتری به محاسبات و زمان بیشتری نیاز دارد و برای داده‌ها، تابع توزیع خاصی را در نظر نمی‌گیرد (Heydari Kamalabadi et al., 2017). از آنجا که روش ناپارامتری نتایج دقیق‌تری ارائه می‌کند، در مطالعهٔ حاضر، به‌منظور محاسبهٔ معیار CVaR، از این روش استفاده می‌شود. برای بررسی اثر ریسک درآمدی، عملکرد، قیمت و هزینهٔ تولید در محاسبه CVaR به‌صورت تصادفی در نظر گرفته شده و بدین منظور، از داده‌های تاریخی این عوامل به‌عنوان سناریوهای مورد بررسی استفاده شده است.

مدل نهایی تعیین الگوی کشت بهینهٔ محصولات زراعی با به‌کارگیری روش تحلیل پوششی داده‌های سازگار با تنوع (CCEA) بر مبنای معیارهای فاصلهٔ جهت‌دار و استفاده از معیار بازدهی سود انتظاری و K معیار ریسک $CVaR_{\alpha_k}$ در سطوح احتمال $\alpha_k \in \{0.90, 0.91, ..., 0.99\}$ به‌صورت روابط (۸) تا (۱۷) است:

$$\theta(X_0) = \min_{\theta,\varphi,X_i} \frac{1-\theta}{1+\varphi} \tag{۸}$$

$$s.t.$$

$$\varepsilon\left(\sum_{i=1}^{n} X_i\right) \geq \varepsilon(X_0) + \varphi \cdot e(X_0), \tag{۹}$$

$$CVaR_{\alpha_k}\left(\sum_{i=1}^{n} X_i\right) \leq CVaR_{\alpha_k}(X_0) - \theta \cdot d_k(X_0), \qquad k = 1,2,...,10, \tag{۱۰}$$

$$CVaR_{\alpha_k} = \zeta_{\alpha_k}(f(x,y,p,c)) + \frac{1}{T(1-\alpha_k)} \sum_{t=1}^{T} Z_t \tag{۱۱}$$

$$\sum_i f(x_i, y_{i,t}, p_{i,t}, c_{i,t}) - \zeta_{\alpha_k}(f(x,y,p,c)) \leq Z_t \tag{۱۲}$$

$$f(x_i, y_{i,t}, p_{i,t}, c_{i,t}) = \sum_{i=1}^{n} c_{i,t} x_i - p_{i,t} y_{i,t} x_i \tag{۱۳}$$

$$E\left[f\left(x,y,p,c\right)\right]=\frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}\sum_{i}f\left(x_{i},y_{i,t},p_{i,t},c_{i,t}\right) \quad (۱۴)$$

$$\sum_{i}^{n}a_{li}X_{i}\le b_{l} \qquad l=1,...,L, \quad (۱۵)$$

$$\sum_{i=1}^{n}X_{i}=1, \quad (۱۶)$$

$$E\left[f\left(x,y,p,c\right)\right]\le\rho \quad (۱۷)$$

$$X_{i},\ Z_{t},\ \varphi,\ \theta\ge 0$$

بردارهای جهت نیز به‌صورت رابطهٔ (۱۸) است:

$$e(X_{0})=\max_{X\in Z}\varepsilon(X)-\varepsilon(X_{0}), \qquad d_{k}(X_{0})=CVaR_{\alpha_{k}}(X_{0})-\min_{X\in Z}CVaR_{\alpha_{k}}(X) \quad (۱۸)$$

رابطهٔ (۸) تابع هدف حداکثرسازی کارآیی مدل نهاده- ستاده‌گرا را نشان می‌دهد که در آن، θ شاخص کارآیی معیار ریسک و φ شاخص کارآیی معیار بازدهی است. روابط (۹) و (۱۰)، به‌ترتیب، محدودیت بازدهی و محدودیت ریسک را نشان می‌دهند؛ و در این روابط، معیار بازدهی عبارت است از سود انتظاری و معیارهای ریسک نیز عبارت‌اند از ارزش در معرض خطر شرطی در سطوح اطمینان $\alpha_{k}\in\{0.90,0.91,...,0.99\}$ و سود انتظاری. روابط (۱۱) تا (۱۵) محاسبهٔ معیار CVaR به روش ناپارامتری است که به‌صورت درون‌زا برآورد شده است. روابط (۱۱) و (۱۲) مربوط به تعریف CVaR بوده و رابطهٔ (۱۳) زیان به‌دست‌آمده از کشت محصولات در هر عملکرد، قیمت و هزینهٔ تصادفی را نشان می‌دهد. رابطهٔ (۱۴) بیانگر زیان انتظاری و رابطهٔ (۱۷) محدودیت زیان مورد انتظار است. مقدار زیان مورد انتظار که با ρ نشان داده شده، از حداقل‌سازی زیان انتظاری حاصل از کشت محصولات با توجه به محدودیت‌های

تولیدی یعنی، روابط (۱۳) تا (۱۶) محاسبه شده است. بدین منظور، از حداقل‌سازی زیان انتظاری با توجه به زیان حاصل از کشت محصولات در سال‌های مختلف در عملکرد، قیمت و هزینه‌های تولید تاریخی و محدودیت‌های الگوی کشت استفاده شده است. رابطهٔ (۱۵) محدودیت‌های الگوی کشت محصولات را نشان می‌دهد که در مطالعهٔ حاضر شامل محدودیت‌های نیروی کار، سرمایه، ماشین‌آلات و آب است. همچنین، رابطهٔ (۱۶) محدودیت سطح زیر کشت یا سهم محصولات در یک هکتار است. رابطهٔ (۱۸) نیز معیارهای فاصلهٔ جهت‌دار ریسک و بازدهی را نشان می‌دهد. برای محاسبهٔ بردار جهت معیار بازدهی، حداکثرسازی سود انتظاری با توجه به محدودیت‌های الگوی کشت برآوردشده و تفاوت مقدار سود انتظاری بهینه با سود انتظاری الگوی کشت فعلی به‌عنوان پارامتر معیار فاصله جهت‌دار بازدهی برآورد شده است. بردار جهت معیار ریسک نیز از حداقل‌سازی $CVaR_{\alpha_k}$ در سطوح احتمال $\alpha_k \in \{0.90, 0.91, ..., 0.99\}$، با توجه به محدودیت‌های الگوی کشت و سطح زیان انتظاری و تفاوت آن با مقدار $CVaR_{\alpha_k}$ الگوی کشت فعلی محاسبه شده و به عبارت دیگر، بردار فاصله از اختلاف $CVaR_{\alpha_k}$ الگوی فعلی با $CVaR_{\alpha_k}$ بهینه محاسبه شده است.

در این مدل، i محصول، X_i سطح زیر کشت $i = 1, ..., n$، ε معیار سود انتظاری، $CVaR_{\alpha_k}$ ارزش در معرض خطر شرطی در سطح احتمال α_k، ζ_{α_k} ارزش در معرض خطر (VaR) در سطح احتمال α_k، e بردار فاصلهٔ جهت‌دار معیار بازدهی، d_k بردار فاصلهٔ جهت‌دار معیار ریسک kام، $t = 1, 2, ..., T$ تعداد سال‌های مورد بررسی، Z_t متغیر کمکی، $y_{i,t}$، $p_{i,t}$ و $c_{i,t}$، به‌ترتیب، عملکرد، قیمت و هزینه tام محصول iام، $f(x_i, y_{i,t}, p_{i,t}, c_{i,t})$ زیان محصول i ام در عملکرد، قیمت و هزینه تصادفی، a_{li} ضریب فنی محدودیت lام یا مقدار نهادهٔ مورد نیاز از منبع L برای تولید هر هکتار محصول iام، b_l موجودی منبع Lام،

$E\left[f\left(x,y,p,c\right)\right]$ زیان انتظاری، ρ سطح زیان انتظاری، X پرتفوی بهینه و X_0 الگوی کشت فعلی را نشان می‌دهند.

در پژوهش حاضر، منطقه مورد مطالعه دهستان روشن‌آباد واقع در شهرستان گرگان است؛ و دوازده محصول زراعی متداول، که بیشترین سهم را در الگوی کشت منطقه طی سال‌های ۹۶-۱۳۷۷ داشتند، به‌عنوان محصولات زراعی مورد بررسی انتخاب شدند. این محصولات عبارت‌اند از گندم، پنبه، کلزا، سویای بهاره، سویای تابستانه، گوجه‌فرنگی، سیب‌زمینی، برنج دانه‌بلند مرغوب، برنج دانه‌بلند پرمحصول، برنج دانه‌متوسط مرغوب، برنج دانه‌متوسط پرمحصول و برنج دانه‌کوتاه پرمحصول. با استفاده از آزمون آماری مقایسه میانگین یا همان تحلیل واریانس[1] و روش خوشه‌بندی دومرحله‌ای در نرم‌افزار SPSS، بهره‌برداران زراعی به گروه‌های همگن تقسیم شدند. این تقسیم‌بندی با تأکید بر عامل اندازه مزرعه صورت گرفته و برای هر گروه مزارع نماینده تعریف شده است.

داده‌ها و اطلاعات مربوط به قیمت، هزینه تولید، عملکرد و سطح زیر کشت از بانک داده‌های زراعت و هزینهٔ تولید وزارت جهاد کشاورزی و سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان در دوره زمانی ۹۶-۱۳۷۷ جمع‌آوری شده و همچنین، به‌منظور تأمین اطلاعات مربوط به الگوی کشت و بهره‌برداران زراعی، از پرسشنامه‌های هزینه تولید سازمان جهاد کشاورزی شهرستان گرگان در سال ۱۳۹۶ استفاده شده است. سایر اطلاعات مورد نیاز پژوهش حاضر نیز از پایگاه مرکز آمار ایران و شرکت آب منطقه‌ای استان گلستان تهیه شده و سرانجام، برای برآورد الگوی کشت بهینه، از نرم‌افزار GAMS استفاده شده است.

نتایج و بحث

چنان‌که پیش‌تر گفته شد، در پژوهش حاضر، از روش تحلیل پوششی داده‌های سازگار با تنوع و معیار فاصله جهت‌دار به‌منظور بررسی الگوی کشت بهینه دهستان روشن‌آباد شهرستان

1. Analysis of Variance (ANOVA)

گرگان استفاده شد. پس از همگن‌سازی و ایجاد مزارع نماینده، کشاورزان بر اساس مقدار زمین زراعی به دو گروه همگن صفر تا پنج هکتار (گروه ۱) و بیش از پنج هکتار (گروه ۲) تقسیم شدند. سطح زیان مورد انتظار (ρ) در مورد معیار CVaR، برای کشاورزان گروه‌های۱ و ۲، به‌ترتیب، ۲۶۶۲۰ و ۳۲۶۷۱ ریال (به قیمت سال پایه ۱۳۷۶) برآورد شد. مقایسه مقادیر زیان واقعی و حداقل زیان انتظاری در سال‌های مختلف نشان داد که مقدار زیان واقعی به‌طور متوسط برابر با ۸۵ درصد حداقل زیان انتظاری است. به دیگر سخن، کشاورزان به‌منظور مقابله با ریسک از پانزده درصد سود صرف‌نظر می‌کنند. از این‌رو، ۸۵ درصد از حداقل زیان انتظاری (ρ) به‌عنوان سطح حداکثر زیان قابل قبول در نظر گرفته شده است.

نتایج محاسبهٔ بردار فاصلهٔ معیار $CVaR_{\alpha_k}$ برای دو گروه کشاورزان دهستان روشن‌آباد در سه سطح اطمینان ۰/۹۰، ۰/۹۵ و ۰/۹۹ در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- نتایج برآورد بردارهای فاصله معیار ریسک

گروه کشاورزان	سطح اطمینان α_k	$CVaR_{\alpha_k}$ الگوی فعلی (ریال)	$CVaR_{\alpha_k}$ حداقل (ریال)	معیار فاصله $d_k(X_0)$ (ریال)
گروه ۱ (صفر تا پنج هکتار)	۰/۹۰	-۵۲۴۴/۲	-۶۱۷۶/۲	۹۳۲/۰
	۰/۹۵	-۴۸۳۸/۷	-۶۱۶۹/۳	۱۳۳۰/۶
	۰/۹۹	-۴۸۳۸/۷	-۶۱۶۹/۳	۱۳۳۰/۶
گروه ۲ (بیش از پنج هکتار)	۰/۹۰	-۵۰۳۱/۷	-۶۲۹۴۱/۹	۱۲۶۳/۲
	۰/۹۵	-۴۹۵۵/۷	-۵۹۲۱/۹	۹۶۶/۲
	۰/۹۹	-۴۹۵۵/۷	-۵۹۲۱/۹	۹۶۶/۲

مأخذ: یافته‌های پژوهش

همان‌گونه که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، قدر مطلق مقدار حداقل CVaR از مقدار CVaR الگوی فعلی بزرگ‌تر است؛ و نشان می‌دهد که الگوی کشت فعلی از نظر معیار ریسک بهینه نیست. لازم به ذکر است که مقادیر منفی محاسبه‌شده برای معیار CVaR نشان‌دهندهٔ

سودآوری الگو در کلیهٔ سناریوهای سطح اطمینان است. برای نمونه، مقدار CVaR محاسبه‌شده برای گروه اول در سطح اطمینان ۹۵ درصد نشان می‌دهد که این الگو با اطمینان ۹۵ درصد، حداقل به‌اندازه ۶۱۶۹/۳ ریال سودآوری خواهد داشت. نتایج برآورد بردار فاصلهٔ معیار بازدهی و حداکثر سود انتظاری بر حسب یک هکتار در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲- نتایج برآورد بردار فاصلهٔ معیار بازدهی

گروه کشاورزان	سود انتظاری الگوی فعلی (ریال)	حداکثر سود انتظاری (ریال)	معیار فاصله $e(X_0)$ (ریال)
گروه ۱ (صفر تا پنج هکتار)	۱۶۴۵۳	۲۹۸۰۷	۱۳۳۵۴
گروه ۲ (بیش از پنج هکتار)	۱۶۴۲۲	۳۳۹۸۸	۱۷۵۶۵

مأخذ: یافته‌های پژوهش

مقایسهٔ سود انتظاری الگوی فعلی با حداکثر سود انتظاری در جدول ۲ نشان می‌دهد که الگوی فعلی از نظر سودآوری بهینه نیست و بهینه‌سازی الگوی کشت، با توجه به معیار بازدهی، موجب افزایش سودآوری خواهد شد. در جدول ۳، نتایج برآورد الگوی کشت بهینهٔ محصولات زراعی دهستان روشن‌آباد برای کشاورزان گروه اول (دارای صفر تا پنج هکتار زمین کشاورزی) با استفاده از روش تحلیل پوششی سازگار با تنوع و کاربرد معیار فاصلهٔ جهت‌دار آمده و نتایج با الگوی کشت فعلی مقایسه شده است. از آنجا که انتخاب محصولات زراعی یا متغیرهای تصمیم بر اساس محصولات موجود در الگوی کشت منطقه مورد مطالعه طی سال‌های ۹۶-۱۳۷۷ صورت گرفته است، با وجود صفر بودن سطح زیر کشت برخی محصولات در الگوی کشت فعلی، این محصولات به‌دلیل سابقه تاریخی کشت و همچنین، برای پرهیز از محدودیت الگوی کشت بهینه، به‌عنوان متغیر تصمیم در نظر گرفته شدند. لازم به

ذکر است که به‌دلیل قرار دادن محدودیت وزنی در برآورد الگو، سطوح زیر کشت به‌صورت سهم محصولات در هکتار بیان شده است.

جدول ۳- نتایج برآورد الگوی کشت بهینه محصولات زراعی دهستان روشن‌آباد برای گروه اول

متغیر	محصول	الگوی فعلی	الگوی بهینه	تغییرات نسبت به الگوی فعلی
X1	گندم	۰/۳۷	۰/۱۷	−۰/۲۰
X2	پنبه	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰
X3	برنج دانه‌بلند مرغوب	۰/۱۳	۰/۰۰	−۰/۱۳
X4	برنج دانه‌بلند پرمحصول	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
X5	برنج دانه‌متوسط مرغوب	۰/۰۰	۰/۲۶	+۰/۲۶
X6	برنج دانه‌متوسط پرمحصول	۰/۲۱	۰/۰۰	−۰/۲۱
X7	برنج دانه‌کوتاه پرمحصول	۰/۱۰	۰/۴۵	+۰/۳۵
X8	کلزا	۰/۰۳	۰/۱۲	+۰/۰۹
X9	سویا بهاره	۰/۱۶	۰/۰۰	−۰/۱۶
X10	سویا تابستانه	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
X11	گوجه‌فرنگی	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
X12	سیب‌زمینی	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
سود انتظاری (ریال)		۱۶۴۵۳	۲۳۶۹۶	٪ +۴۵
ارزش در معرض خطر شرطی (CVaR) (ریال)	سطح اطمینان ۹۰ ٪	−۵۲۴۴/۲	−۶۱۶۹/۴	٪ −۱۸
	سطح اطمینان ۹۵ ٪	−۴۸۳۸/۷	−۶۱۶۲/۴	٪ −۲۷
	سطح اطمینان ۹۹ ٪	−۴۸۳۸/۷	−۶۱۵۹/۵	٪ −۲۷

مأخذ: یافته‌های پژوهش

الگوی کشت بهینه با توجه به ریسک و بازدهی محصولات گندم، برنج دانه‌متوسط مرغوب، برنج دانه‌کوتاه پرمحصول و کلزاست. بیشترین و کمترین سطح زیر کشت محصولات، به‌ترتیب، مربوط به برنج دانه‌کوتاه پرمحصول وکلزاست. در الگوی بهینه، سهم محصول گندم کاهش و سهم کلزا و برنج دانه‌کوتاه متوسط افزایش یافته است. در صورت

اجرای این الگو، سود انتظاری ۴۵ درصد بیشتر می‌شود و از ۱۶۴۵۳ ریال در الگوی فعلی به ۲۳۶۹۶ ریال در الگوی بهینه افزایش خواهد یافت. مقایسه CVaR محاسبه‌شده در سطوح احتمال مختلف نیز ریسک کمتر الگوی بهینه نسبت به الگوی فعلی را نشان می‌دهد. با توجه به منفی بودن مقدار CVaR، کاهش ریسک به معنی سودآوری بیشتر است. نتایج برآورد الگوی کشت بهینهٔ گروه دوم کشاورزان (دارای بیش از پنج هکتار زمین کشاورزی) و سهم بهینهٔ محصولات در جدول ۴ آمده است.

جدول ۴- نتایج برآورد الگوی کشت بهینه محصولات زراعی دهستان روشن‌آباد برای گروه دوم

متغیر	محصول	الگوی کشت فعلی	الگوی کشت بهینه	تغییرات نسبت به الگوی فعلی
X1	گندم	۰/۱۹	۰/۰۶	-۰/۱۳
X2	پنبه	۰/۰۳	۰/۰۰	-۰/۰۳
X3	برنج دانه‌بلند مرغوب	۰/۰۲	۰/۰۰	-۰/۰۲
X4	برنج دانه‌بلند پرمحصول	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
X5	برنج دانه‌متوسط مرغوب	۰/۰۰	۰/۳۹	+۰/۳۹
X6	برنج دانه‌متوسط پرمحصول	۰/۰۱	۰/۰۰	-۰/۰۱
X7	برنج دانه کوتاه پرمحصول	۰/۴۶	۰/۵۵	+۰/۰۹
X8	کلزا	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
X9	سویا بهاره	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
X10	سویا تابستانه	۰/۲۹	۰/۰۰	-۰/۲۹
X11	گوجه‌فرنگی	۰/۰۰	۰/۰۰	۰۰/۰
X12	سیب‌زمینی	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
سود انتظاری		۱۶۴۲۳	۲۹۰۲۳	٪ +۷۷
ارزش در معرض خطر شرطی (CVaR)	سطح اطمینان ۹۰ ٪	-۵۰۳۱/۷	-۵۹۴۲/۳	٪ -۱۸
	سطح اطمینان ۹۵ ٪	-۴۹۵۵/۷	-۵۷۳۴/۵	٪ -۱۶
	سطح اطمینان ۹۹ ٪	-۴۹۵۵/۷	-۵۶۵۲/۲	٪ -۱۴

مأخذ: یافته‌های پژوهش

محصولات زراعی موجود در الگوی کشت بهینهٔ گروه دوم عبارت‌اند از گندم، برنج دانه‌متوسط مرغوب و برنج دانه‌کوتاه پرمحصول. بدین ترتیب، سهم محصول گندم از نوزده درصد به شش درصد کاهش یافته است و سایر محصولات موجود در الگوی فعلی با برنج جایگزین شده‌اند. اجرای این الگو موجب افزایش ۷۷ درصدی سودآوری، از ۱۶۴۲۳ ریال به ۲۹۰۲۳ ریال می‌شود. همچنین، مقایسه معیارهای ریسک نشان می‌دهد که الگوی بهینه با ریسک کمتری نسبت به الگوی فعلی همراه است و به طور متوسط، شانزده درصد کاهش ریسک را به‌دنبال دارد که به‌دلیل منفی بودن مقدار CVaR محاسبه‌شده، نشان‌دهندهٔ افزایش سودآوری است. سهم بالای سطح زیر کشت اختصاص‌یافته به ارقام برنج در این الگو نسبت به کشاورزان گروه اول، عمدتاً به‌دلیل دسترسی بیشتر کشاورزان بزرگ‌مالک به منابع آبی بیشتر و چاه‌های عمیق‌تر و همچنین، سرمایه در اختیار بیشتر است. نتایج به‌دست‌آمده از مطالعه حاضر با نتایج مطالعات میرکریمی و همکاران (Mirkarimi et al., 2018)، کشیری کلائی و حسینی یکانی (Kashiri Kolaei and Hosseini Yekani, 2016)، جولایی و همکاران (Joolaei et al., 2016) و کشیری کلائی و همکاران (Kashiri Kolaei et al., 2017)، که مناطق مورد بررسی در این مطالعات بیشترین شباهت را با منطقه مورد بررسی در پژوهش حاضر دارند، همخوانی دارد. در این مطالعات نیز برآورد الگوی کشت بهینه با اهداف افزایش سودآوری و کاهش ریسک، افزایش سطح زیر کشت برنج و کاهش سطح زیر کشت سایر محصولات نظیر گندم را به‌همراه داشته است.

جمع‌بندی و پیشنهادها

در پژوهش حاضر، الگوی کشت بهینه محصولات زراعی دهستان روشن‌آباد شهرستان گرگان با توجه به عامل ریسک درآمدی مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور، از روش تحلیل پوششی داده‌های سازگار با تنوع (CCEA) بر مبنای معیارهای فاصلهٔ جهت‌دار استفاده شد. سود انتظاری به‌عنوان معیار بازدهی و ارزش در معرض خطر شرطی در سطوح احتمال

مختلف به‌عنوان معیارهای ریسک مورد استفاده قرار گرفت. کشاورزان بر حسب اندازهٔ زمین کشاورزی آنها به دو گروه همگن دارای کمتر از پنج هکتار و بیش از پنج هکتار زمین کشاورزی تقسیم شدند. نتایج برآورد الگوی کشت بهینه محصولات زراعی برای کشاورزان گروه اول حاکی از افزایش سطح زیر کشت محصولات برنج دانه‌متوسط مرغوب، برنج دانه‌کوتاه مرغوب و کلزا و کاهش سطح زیر کشت گندم در الگوی کشت بهینه است. الگوی کشت بهینه محصولات زراعی در گروه دوم کشاورزان کاهش سطح زیر کشت گندم و اختصاص بیش از نود درصد از سطح زیر کشت به ارقام مختلف برنج را نشان می‌دهد. مقایسه الگوی کشت بهینه دو گروه کشاورزان نشان می‌دهد که به‌دلیل دسترسی بیشتر کشاورزان دارای اراضی بزرگ‌تر به منابع آبی بیشتر، سهم محصولات سودآورتر نظیر برنج در الگوی کشت این گروه نسبت به گروه اول افزایش بیشتری می‌یابد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، پیشنهادهایی به‌شرح زیر ارائه می‌شود:

- اختصاص سطح زیر کشت بیشتری به محصول برنج، با توجه به سهم بالای ارقام این محصول در الگوی کشت بهینه؛
- در صورت اتخاذ سیاست‌های مبتنی بر ترویج کشت برنج در منطقه از سوی دولت، کمک به ترویج کشت این محصول از طریق اقداماتی نظیر بیمه درآمدی و پرداخت‌های جبرانی (در صورت کاهش درآمد کشاورزان) و یا ایجاد صندوق تثبیت درآمد؛ و
- تعیین سیاست‌های حمایتی با حفظ انگیزه اقتصادی تولید محصولات بر اساس قابلیت‌های تولید در هر منطقه، با توجه به سابقهٔ تضعیف شدن انگیزه‌های تولید از جمله سودآوری بر اثر وجود سیاست‌های حمایتی قیمت و خرید تضمینی محصولاتی مانند گندم به‌همراه مشکلاتی در فروش سایر محصولات؛ و سرانجام،
- با توجه به نتایج بررسی اثر ریسک درآمدی بر الگوی کشت بهینه در پژوهش حاضر، شایسته است که سیاست‌گذاران به بهره‌گیری از انواع قراردادهای بیمه نظیر بیمه درآمدی و بیمه عملکردی به‌مثابه ابزاری برای دستیابی به الگوی کشت بهینه مطلوب بپردازند.

منابع

1. Agh, M., Joolaei, R., Keramatzadeh, A. and Shirani Bidabadi, F. (2016). Determining the cropping pattern with emphasis on reducing fertilizer and water consumption policies in Mazandaran province (case study: Behshahr county). *Journal of Soil Management and Sustainable Production*, 5(3): 247-259. (Persian)
2. Akbari, N., Esmaeilpour, A. and Sarkhoshsara, A. (2013). Determination of crop pattern under risk conditions (case study of Mahabad). Second National Conference on Sustainable Agricultural Development and Healthy Environment, Hamedan, Iran. (Persian)
3. Avazyar, M.R., Ahmadpour Borazjani, M. and Ziaee, S. (2018). Determining the optimal crop pattern with an emphasis on increasing the irrigation efficiency in lands of Mollasadra dam in Fars province. *Scientific Journal Management System*, 11(36): 21-32. (Persian)
4. Badi-Barzin, H., Salarpour, M., Azimi, A. and Zamani, Z. (2014). Determination of optimal pattern of cultivation in uncertain conditions (case study of Golestan province, Fazelabad). The First International Conference on Political Epic (With an Approach to the Middle East Developments) and Economic Epic (With an Approach to Management and Accounting). Islamic Azad University, Rudehen, Iran. (Persian)
5. Bielza, M., Conte, C.G., Dittmann, C., Gallego Pinilla, F.J. and Stroblmair, J. (2008). Agricultural insurance schemes. Publications Office of the European Union.
6. Branda, M. (2015). Diversification-consistent data envelopment analysis based on directional-distance measures. *Omega*, 52: 65-76.
7. Charnes, A., Cooper, W.W. and Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6): 429-444.
8. Chung, Y.H., Färe, R. and Grosskopf, S. (1997). Productivity and undesirable outputs: a directional distance function approach. *Journal of Environmental Management*, 51(3): 229-240.
9. Emadzadeh, M., Zahedi Keyvan, M. and Aghaei, K. (2009). Determination of cultivation optimum pattern in farms with attention to risk and uncertainly conditions: an approach of interval linear programming. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 17(67): 73-92. (Persian)
10. Fallahi, E., Khalilian, S. and Ahmadian, M. (2013). Optimizing cropping pattern with emphasis on water resource restrictions: a case study of Seidan-Farough plain, Marvdasht township. *Journal of Agricultural Economics Research*, 5(2): 91-115. (Persian)

11. Filippi, C., Mansini, R. and Stevanato, E. (2017). Mixed integer linear programming models for optimal crop selection. *Journal of Computers and Operations Research*, 81: 26-39.
12. Ghorbanian, E., Zibaei, M., Ghorbani, M. and Kohansal, M.R. (2013). Determining the optimal cropping pattern due to limited groundwater resources in Kavar plain. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 27(1): 1-7. (Persian)
13. Hao, L., Su, X. and Singh, V.P. (2018). Cropping pattern optimization considering uncertainty of water availability and water saving potential. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 11(1): 178-186.
14. Hazell, P.B.R. (1982). Application of risk preference estimates in firm-household and agricultural sector models. *American Journal of Agricultural Economics*, 64(2): 384-390.
15. Heydari Kamalabadi, R., Hosseini Yekani, S.A., Mojaverian, M. and Nikouei, A. (2017). Measuring the future risk of crops yield using CVaR method in Zayanderud agricultural system. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 31(3): 252-266. (Persian)
16. Joolaei, R., Mirkarimi, S., Hasanvand, M. and Shirani Bidabadi, F. (2016). Management of optimum cropping pattern of crops in Mazandaran province using goal programming. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 24(94): 71-94. (Persian)
17. Kashiri Kolaei, F., Hosseini Yekani, S.A. and Karkaboodi, F. (2017). Effect of agricultural crop insurance on the optimal cropping pattern in Mazandaran province (application of Conditional Value at Risk model). *Journal of Agricultural Economics*, 11(1): 111-132. (Persian)
18. Kashiri Kolaei, F. and Hosseini Yekani, S.A. (2016). Determination of optimal cropping pattern in Mazandaran province in the context of conditional risk value model. 10th Biennial Conference of Iran's Agricultural Economics, Kerman, Iran. (Persian)
19. Lamb, J.D. and Tee, K.H. (2012). Data envelopment analysis models of investment funds. *European Journal of Operational Research*, 216(3): 687-696.
20. MAJ (2017). Agricultural statistics. Tehran: Ministry of Agriculture-Jahad (MAJ). (Persian)
21. Markowitz, H.M. (1952). Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, 7(1): 77-91.
22. Mirkarimi, S., Joolaei, R., Eshraghi, F. and Shirani Bidabadi, F. (2018). Application of fuzzy goal programming approach in determining optimal

cropping pattern to achieve sustainable rural development goals: subsector of farming, Amol county of Iran. *Journal of Village and Development*, 18(3): 109-129. (Persian)

23. Mirzaei, A., Layani, G., Azarm, H. and Jamshidi, S. (2018). Determination of optimal crop pattern in central district of Sirjan county based on sustainability of water resources and environment. *Journal of Agricultural Economics Research*, 9(36): 283-304. (Persian)
24. Mohammadi, H., Ahmadpour Borazjani, M., Ziaee, S., Fakheri, B.A. and Ramrodi, M. (2013). Optimal cropping pattern of sugar beet growers with emphasis on price and yield risk: the case of Fasa district. *Journal of Sugar Beet*, 29(2): 229-240. (Persian)
25. Osama, S., Elkholy, M. and Kansoh, R.M. (2017). Optimization of the cropping pattern in Egypt. *Alexandria Engineering Journal*, 56(4): 557-566.
26. Pishbahar, E. and Abedi, S. (2017). Measuring portfolio Value at Risk: the application of Copula approach. *Scientific Journal of Management System*, 8(30): 55-73. (Persian)
27. Silva Portela, M.C.A., Thanassoulis, E. and Simpson, G. (2004). Negative data in DEA: a directional distance approach applied to bank branches. *Journal of the Operational Research Society*, 55(10): 1111-1121.
28. Tahamipour, M., Salami, H., Yazdani, S. and Chizari, A.H. (2013). Determining spatial dependency of systematic risk of dryland wheat yield in Iran: application of spatial autoregressive models. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 44(3): 343-356. (Persian)
29. Tanaka, D.L., Krupinsky, J.M., Liebig, M.A., Merrill, S.D., Ries, R.E., Hendrickson, J.R., Johnson, H.A. and Hanson, J.D. (2002). Dynamic cropping systems. *Agronomy Journal*, 94(5): 957-961.
30. Zhong, H., Sun, L., Fischer, G., Tian, Z. and Liang, Z. (2019). Optimizing regional cropping systems with a dynamic adaptation strategy for water sustainable agriculture in the Hebei Plain. *Journal of Agricultural Systems*, 173: 94-106.