تعیین الگوی کشت با استفاده از برنامه‌ریزی خاکستری

مطالعه موردی شهرستان چناران

الهام شریعت[1]، ندا ارزنده[2]، آرش دوراندیش[3]، آزاده استادفرد[4]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

۳- استادیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

۴- فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی

elhamshariat98@yahoo.com

چکیده

در مطالعه حاضر برنامه‌ریزی خاکستری برای تعیین الگوی بهینه کشت در منطقه دشت چناران مورد استفاده قرار گرفت. اطلاعات مورد نیاز از طریق پرسشنامه از ۱۳۰ زارع در سال زراعی ۱۳۹۰-۱۳۹۱ با روش نمونه‌گیری تصادفی ساده جمع-آوری گردید. برای همگن شدن کشاورزان، آن‌هارا در سه گروه شامل سطح زیرکشت پنج هکتار و کمتر، سطح زیر کشت بین پنج تا ده هکتار و سطح زیرکشت ده هکتار و بالاتر ازآن طبقه‌بندی نمودیم. بر اساس نتایج به دست آمده در گروه اول (سطح زیرکشت زیر۵ هکتار) دامنه سود بین۳۰۱۷/۱۸۲ و ۱۷۴۱۸/۱۱ هزار تومان بدست آمد و کشت محصولات ذرت، گوجه‌فرنگی و سیب‌زمینی توصیه گردید. در گروه دوم که سطح زیرکشت بین ۵ تا ۱۰ هکتار می‌باشد کشت محصولات ذرت و سیب‌زمینی توصیه شد و سودی بین ۳۲۰۳ و ۲۸۶۱۲/۵ هزارتومان را بیان نمود. در گروه آخر یعنی سطح زیرکشت بالای ۱۰ هکتار کشت محصولات گوجه‌فرنگی، ذرت و سیب‌زمینی توصیه گردید. با توجه به مغایرت نتایج به دست آمده حاصل از برآورد الگو با سطح زیرکشت فعلی محصولات، پیشنهاد می‌شود کشاورزان در تعیین الگوی کشت مزرعه خود به روش‌های علمی تعیین الگوی کشت بهینه توجه نمایند.

کلمات کلیدی: برنامه‌ریزی خاکستری، الگوی کشت، دشت چناران

مقدمه

کشاورزی یکی از محورهای اساسی توسعه اقتصادی است. این مسئله سبب شده است که افزایش تولید و درآمد کشاورزان در ایران همواره مورد توجه سیاستمداران باشد. بهره‌برداران کشاورزی مجریان اصلی برنامه‌ها و سیاست‌های پیشنهادی در سطح مزرعه‌اند و میزان پذیرش و استقبال آن‌ها از سیاست‌ها و برنامه‌های جدید نقش تعیین‌کننده‌ای در موفقیت این برنامه‌ها دارد. یکی از مهم‌ترین تصمیمات روبروی کشاورزان تعیین الگوی بهینه‌ی کشت است. با استفاده از این الگو می‌توان بیش‌ترین درآمد حاصل از مصرف میزان معینی از نهاده‌ها و یا هزینه‌ی ایجاد ترکیب خاصی از محصولات را تعیین کرد. تولید و عملکرد محصولات کشاورزی همواره تحت تأثیر شرایط متعدد و عواملی است که تحت کنترل کشاورز نیست، بنابراین همواره همگام با تغییر شرایط حاکم بر تولید نوسان می‌یابند و ثبات درآمدی کشاورزان را تحت تأثیر قرار می‌دهند (دی‌فالکو و همکاران[1]،۲۰۰۷).

امروزه از برنامه‌ریزی ریاضی برای کمک به مدیران زراعی در تعیین فعالیت‌های مناسب و هم جهت با اهداف آنان به طور گسترده استفاده می‌شود. در حقیقت علم مدیریت با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی مدیران را برای تصمیم‌های کارآمدتر، در زمینه تخصیص منابع محدود بین فعالیت‌های رقیب یاری می‌کند(سلطانی و همکاران، ۱۹۹۹). در برنامه‌ریزی ریاضی سعی بر ساده سازی و واقع‌گرا نمودن الگوست. خطی سازی نمونه بارزی از ساده کردن الگوهاست. علاوه بر این به منظور لحاظ ویژگی‌های غیر خطی و ریسکی بودن مسائل کشاورزی و هم‌چنین در نظر گرفتن پیچیدگی تصمیمات و افزایش تعداد تصمیم‌گیری، برنامه‌ریزی ریاضی با فرم‌های تابعی پیچیده (غیر خطی) مورد استفاده قرار می‌گیرد (کهنسال و زارع،۱۳۸۷). از آن‌جا که استفاده مطلوب و بهینه از منابع طبیعی و انسانی همواره مورد توجه برنامه‌ریزان اقتصادی در هر کشوری بوده است و با توجه به گستردگی کاربرد منابع محدود در تولید محصولات متنوع، هدف اصلی این تحقیق تعیین الگوی کشت بهینه با توجه به محدودیت منابع تولید نظیر آب، سرمایه و زمین در دشت مشهد–چناران می‌باشد. برای دستیابی به هدف فوق و با توجه به وجود عدم قطعیت در بخش کشاورزی از برنامه‌ریزی خاکستری استفاده می‌نماییم.

پیشینه پژوهش

در اینجا به برخی از مطالعات انجام شده در زمینه برنامه‌ریزی خاکستری و تلفیق آن با سایر روش‌ها اشاره شده است. رستگاری و صبوحی (۱۳۹۱) از برنامه‌ریزی کسری خاکستری برای تدوین الگوی کشت همسو با کشاورزی پایدار در شهرستان قوچان استفاده کردند. نتایج تحقیق آنان نشان داد که حد بالای سطح زیرکشت یونجه و چغندرقند در الگوی کشت پایدار به ترتیب ۳۸۰۴/۳ و ۱۸۵۴ هکتار می‌باشد که نسبت به الگوی کشت فعلی کمتر است و سبب کاهش سودمندی الگوی ارائه شده می‌گردد. شاخص پایداری نسبت به کود ازت در حالت برنامه‌ریزی کسری در بازه برنامه‌ریزی بازه ای کسری خاکستری قرار گرفته و نسبت به الگوی کشت فعلی

[1] -Di Falco et all

بهبود یافته است. هم‌چنین سطح زیر کشت فعلی گندم در بازه الگوی کشت پایدار قرار دارد. جباری و همکاران (۱۳۹۱) مدل مناسب تصمیم‌گیری برای سرمایه‌گذاری را با تئوری سسیستم‌های خاکستری تعیین نمودند. در این تحقیق جهت رتبه‌بندی نمونه مورد بررسی که شامل هشت صندوق سرمایه‌گذاری مشترک بود و با توجه به اندازه کوچک نمونه و نقص اطلاعات از مفهوم تئوری سیستم‌های خاکستری و درجه رابطه خاکستری استفاده شده است. فرجی و همکاران (۱۳۹۱) با استفاده از تئوری خاکستری و تلفیق آن با روش تاپسیس به ارزیابی جاذبه‌های گردشگری نواحی روستایی مستعد سرمایه‌گذاری در بخش گردشگری شهرستان ورزقان پرداختند. محمدی و مولایی (۱۳۸۹) در تحقیقی با عنوان کاربرد تصمیم‌گیری چند معیاره خاکستری در ارزیابی عملکرد شرکت‌ها به رتبه‌بندی شرکت‌های سرمایه‌گذاری و مادر تخصصی پذیرفته شده در بازار بورس اوراق بهادار تهران بر اساس نسبت‌ها و شاخص‌های مالی پرداخته‌اند. آن‌ها از مفهوم تئوری خاکستری برای غلبه بر شرایط نامطمئن ناشی از کمبود اطلاعات استفاده کرده‌اند. رستگاری‌پور و صبوحی (۱۳۸۶) برنامه‌ریزی فازی خاکستری را برای تعیین الگوی کشت در بخش مرکزی شهرستان قوچان به کار بردند. نتایج نشان داد که سطح زیرکشت فعلی گندم آ بی، جو آبی و یونجه بیشتر از حد بالای بازه سطح زیرکشت آن‌ها و جو دیم، کمتر از حد پایین بازه سطح زیرکشت آن است. سطح زیرکشت فعلی گندم دیم و چغندرقند در بازه در نظر گرفته شده قرار داشت. افزون بر آن، درجه خاکستری بودن مجموعه جواب حاصل از برنامه‌ریزی خاکستری با استفاده از راهکار برنامه-ریزی فازی خاکستری به میزان ۴۸ درصد کاهش یافت. محسنی و شهرکی (۲۰۱۳) با استفاده از برنامه‌ریزی فازی خاکستری به تخصیص بهینه منابع آب بین مصارف خانگی، صنعتی و کشاورزی در شهر یزد پرداخته‌اند. نتایج نشان دادند با استفاده از این نوع برنامه‌ریزی درجه خاکستری بودن کاهش می‌یابد. شن و ژونگ‌گوآنگ[1] (۲۰۱۲) با استفاده از تئوری فازی خاکستری مدلی برای ارزیابی ایمنی ساخت و ساز بزرگراه‌ها ارائه دادند. کاو و لیانگ[2] (۲۰۱۱) در مطالعه‌ای که در هفت فرودگاه بین‌المللی شمال شرق آسیا انجام دادند به ارائه رویکردی مؤثر برای ارزیابی کیفیت خدمات ارائه شده در این فرودگاه‌ها پرداخته‌اند. با توجه به اینکه ارزیابی کیفیت خدمات یک رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره دشوار است؛ به همین دلیل از ترکیب مفهوم تحلیل رابطه خاکستری و روش VIKOR استفاده شده است. مدل ارائه شده نگرش تصمیم‌گیرندگان و یا اولویت‌های مشتریان را برای تعیین اوزان هرکدام از معیارها به‌کار می‌گیرد. نتایج این مطالعه بیان کننده این است که این رویکرد ابزار مؤثر و کارآمدی برای بررسی مسایل تصمیم‌گیری چند معیاره در محیط‌های فازی می‌باشد.کاو[3] و همکاران (۲۰۰۸) در تحقیقی با عنوان استفاده از تحلیل رابطه خاکستری برای حل مسایل تصمیم‌گیری چند معیاره به تشریح این مدل پرداخته‌اند. در این تحقیق دو نمونه مطالعه موردی با روش تحلیل رابطه خاکستری حل شده است و جواب حاصل با جواب‌هایی که از حل همین مسایل با روش تحلیل پوششی داده‌ها، روش

1- Zhongguang & Shen
2- Kua & Liang
3- Kua

TOPSISو روش مجموع وزین ساده به‌دست آمده مقایسه گردیده است. رتبه‌بندی گزینه‌ها به روش تحلیل رابطه خاکستری به نتایج حاصل از TOPSIS و میانگین موزون ساده نزدیکی بیشتری دارد. در پژوهشی دیگر چانگ[1] (۲۰۰۶) برای رتبه‌بندی بانک‌های تجاری در کشور تایوان از رویکرد سیستم خاکستری استفاده کرده است. در این پژوهش با استفاده از نسبت‌های مالی به عنوان شاخص‌های ارزیابی، رتبه بانک‌های مورد مطالعه تعیین شده است. در گام بعدی این پژوهش ویژگی‌های مؤثر بر عملکرد این بانک‌ها مورد مطالعه قرار گرفته است. نتایج این پژوهش بیانگر آن است که رویکرد سیستم خاکستری بهتر از روش‌های آماری رایج نظیر تحلیل رگرسیون، تحلیل عاملی و سایر روش‌های آماری چند متغیره می‌تواند، عملکرد بانک‌های مورد مطالعه را ارزیابی کند، زیرا فاقد محدودیت‌های این روش‌ها یعنی موجود بودن حجم زیادی از داده‌ها است. دانگ[2] و همکاران (۲۰۰۶) در پژوهشی تحت عنوان تصمیم‌گیری خاکستری برای انتخاب تأمین‌کنندگان تلاش کرده است تا با استفاده از مفهوم درجه امکان خاکستری و با کاربرد متغیرهای زبانی، رویکردی جدید را برای حل مسایل تصمیم‌گیری چند معیاره در شرایط عدم اطمینان معرفی نماید. فانگ[3] (۲۰۰۴) برای انتخاب کارکنان به منظور اعزام به مأموریت‌های خارج از کشور از رویکرد تحلیل رابطه خاکستری و تاپسیس استفاده کرده است. در این پژوهش خاطر نشان شده چون مسأله انتخاب کارکنان همراه با در نظر گرفتن معیارهای متعدد و بعضاً متضاد است، بنابراین باید بتوان با منظور کردن این معیارهای متعدد بهترین تصمیم را گرفت و افرادی را برای اعزام انتخاب نمود که بیشترین مطلوبیت را داشته باشند. نتایج این پژوهش نشان داده که رویکرد تحلیل رابطه خاکستری از توانمندی بیشتری برای تحقق این هدف برخوردار بوده است. پینگ[4] (۲۰۰۴) برای پیش بینی بازده شرکت‌های مخابراتی از رویکرد تلفیقی پیش‌بینی خاکستری و شبکه‌های عصبی استفاده نمود و نشان داد که با توجه به فضای پیچیده و نامطمئن حاکم بر این صنعت، مدل پیش‌بینی خاکستری بهتر می‌تواند بازده این شرکت‌ها را پیش‌بینی نماید

اما در زمینه تعیین الگوی کشت در منطقه دشت چناران- مشهد نیز چندین مطالعه صورت گرفته است که به آن‌ها می‌پردازیم. استادفرد (۱۳۹۱) به تعیین الگوی بهینه کشت در دشت مشهد-چناران با استفاده از برنامه-ریزی خطی فازی با تکیه بر شاخص‌های مزیت نسبی پرداخته است. نتایج نشان دادند بهبود کارایی و توزیع مجدد منابع و سرمایه‌گذاری در جهت افزایش عملکرد سبب می‌شود اکثر محصولاتی که دارای مزیت نسبی هستند، وارد الگوی کشت شوند؛ هم‌چنین نتایج بدست آمده توصیه به افزایش سطح زیرکشت جو و ذرت علوفه‌ای به دلیل سودآوری بالای اجتماعی دارند. مجیدی و همکاران (۱۳۹۰) با هدف کاهش مصرف آب الگوی کشت بهینه و تقریباً بهینه را در منطقه دشت مشهد-چناران تعیین نمودند. آن‌ها برای این منظور از برنامه‌ریزی خطی و برنامه‌ریزی ایجاد گزینه استفاده کردند. نتایج برنامه‌ریزی خطی نشان داد در الگوی کشت بهینه، علیرغم به

[1]- Chang
[2] - Dong
[3] - Fang
[4] - Ping

کارگیری تمام سطح زیرکشت موجود و کسب بازده برنامه‌ای مشابه الگوی فعلی، میزان مصرف آب کاهش یافته است که ناشی از ترکیب جدید محصولات در نظام تولید می‌باشد. الگوهای تقریباً بهینه حاصل از برنامه‌ریزی ایجاد گزینه‌ها نشان دادند حتی با افزایش۵ و ۷ درصد در مقدار آب مصرفی نسبت به حالت بهینه، حداکثر ۱/۵ درصد بازده برنامه‌ای افزایش یافته است. کهنسال و محمدیان (۱۳۸۶) با کاربرد برنامه‌ریزی آرمانی فازی به بررسی الگوی کشت بهینه در مشهد پرداختند. آن‌ها بیان کردند که با ایجاد انعطاف‌پذیری در ضرایب مدل و با در نظر گرفتن تفکر فازی، شرایط الگوی کشت به طور نسبی بهبود می‌یابد و از منابع و نهاده‌ها به نحو مطلوب‌تری استفاده می‌شود.

روش شناسی

برنامه ریزی خاکستری

اتخاذ تصمیمات درست نیازمند وجود اطلاعات کافی می‌باشد که در عمل کمتر سیستمی را می‌توان یافت که تمام اطلاعات آن شناخته شده باشند. چراکه تعیین تمام اجزا و روابط بین آن‌ها در بیشتر سیستم‌ها یا غیر ممکن بوده و یا بسیار پرهزینه و غیر اقتصادی می‌باشد. سیستم‌های اجتماعی، سیستم‌های زیست محیطی، سیستم‌های اقتصادی، سیستم آناتومی انسان از جمله این موارد می‌باشند. از آن‌جا که همواره اطلاعاتی که از سیستم‌های در دست بررسی، حاصل می‌شود ناکامل هستند لذا عدم اطمینان نیز به عنوان جزء لاینفک این سیستم‌ها همواره خودنمایی می‌کند که این امر به نوبه خود، مواجهه و تصمیم‌گیری در مورد این سیستم‌ها را با مشکل بزرگ-تری روبرو می‌نماید. اگر اطلاعات واضح و شفاف یک سیستم را با رنگ سفید و اطلاعات کاملاً ناشناخته یک سیستم را با رنگ سیاه تجسم کنیم در این صورت خواهیم دید که اطلاعات مربوط به بیشتر سیستم‌های موجود در طبیعت اطلاعات سفید (کاملاً شناخته شده) و یا سیاه (کاملاً ناشناخته) نیستند، بلکه مخلوطی از آن دو، یعنی به رنگ خاکستری می‌باشند. بنابراین خاکستری بودن یک سیستم، امری مطلق و سیاه و سفید بودن آن، امری نسبی است. این گونه سیستم‌ها را سیستم خاکستری می‌نامند. اصلی‌ترین مشخصه یک سیستم خاکستری، کامل نبودن اطلاعات مربوط به آن سیستم است (دیوید[1]،۱۹۹۴).

یک عدد که ارزش واقعی آن به طور قطعی نمی‌تواند بیان شود ولی، توسط یک بازه شناخته می-شود یک عدد خاکستری است. برای مثال اگر $\otimes(a)$ یک عدد خاکستری باشد، آن‌گاه رابطه $\otimes(a) = [\underline{\otimes}(a), \overline{\otimes}(a)]$ برقرار است (لیو و لین،۲۰۰۶). به طوری که $\overline{\otimes}(a)$ حد بالا و $\underline{\otimes}(a)$ حد پایین عدد خاکستری می‌باشد. بنابراین یک عدد خاکستری یک فاصله را ارائه می‌دهد که دارای حد بالا و حد پایین است. هر عدد سفید (قطعی) عددی است که در این بازه قرار می‌گیرد (هوآنگ[2] و همکاران،۱۹۹۲). در تحلیل خاکستری، سیستم به سه حالت سفید، سیاه و خاکستری تقسیم می‌شود .سیستم سفید اطلاعات شناخته شده ای را ارائه می دهد .در مقابل، سیستم سیاه اطلاعات کاملاً ناشناخته‌ای را به همراه دارد. سیستم خاکستری هر دو

[1] - David
[2] - Huang

نوع اطلاعات شناخته شده و ناشناخته را در بردارد. یک عدد خاکستری به صورت رابطه زیر تعریف می‌شود (هوآنگ[1] و همکاران،۱۹۹۳).

$$\otimes(x)^{\pm} = [\otimes(x)^{-}, \otimes(x)^{+}] = \{t \in \otimes(x) \mid \otimes(x)^{-} \leq t \leq \otimes(x)^{+}\} \qquad [۱]$$

که در آن x^{-} و x^{+} به عنوان حد پایین و بالای $x^{\pm}$ تعریف می‌شوند و هنگامی که x^{+} و x^{-} با هم برابرند این فاصله به عدد قطعی x تبدیل می‌شود. از بیان قوانین مربوط به جمع، تفریق، ضرب و تقسیم اعداد خاکستری صرف نظر می‌نماییم و به سراغ فرمول‌بندی مسئله می‌رویم.

برنامه‌ریزی خاکستری به صورت زیر فرمول بندی می‌شود (ماکسود[2] و همکاران،۲۰۰۵):

$$\text{Max} \otimes(f) = \otimes(C) \otimes(X)$$

$$\text{Subject to: } \otimes(A) \otimes(X) \leq \otimes(B)$$

$$\otimes(x_j) \geq 0, \otimes(x_j) \in \otimes(X), j = 1, \ldots, n$$

Where

$$\otimes(C) = [\otimes(c_1), \otimes(c_2), \ldots, \otimes(c_n)]$$

$$\otimes(X)^{T} = [\otimes(x_1), \otimes(x_2), \ldots, \otimes(x_n)]$$

$$\otimes(B)^{T} = [\otimes(b_1), \otimes(b_2), \ldots, \otimes(b_n)]$$

$$\otimes(A) = \{\otimes(a_{ij})\}, \ \forall_i = 1, \ldots m, \ j = 1, \ldots, n. \qquad [۲]$$

به ازای بردارهای خاکستری $\otimes(C)$ و $\otimes(B)$ و ماتریس خاکستری $\otimes(A)$ روابط زیر برقرار است:

$$\otimes(c_j) = [\underline{\otimes}(c_j), \overline{\otimes}(c_j)], \qquad \forall_j$$
$$\otimes(b_j) = [\underline{\otimes}(b_j), \overline{\otimes}(b_j)], \qquad \forall_j$$
$$\otimes(a_{ij}) = [\underline{\otimes}(a_{ij}), \overline{\otimes}(a_{ij})], \qquad \forall_{i,j} \qquad [۳]$$

زمانی که برخی از پارامترهای موجود در تابع هدف و محدودیت‌ها اعداد خاکستری هستند، حد پایین و بالای جواب به صورت زیر خواهد بود:

$$\otimes(f^{*}) = [\underline{\otimes}(f^{*}), \overline{\otimes}(f^{*})],$$

$$\otimes(X^{*}) = [\otimes(x_1^{*}), \otimes(x_2^{*}), \ldots, \otimes(x_n^{*})], \qquad [۴]$$

$$\otimes(x_j^{*}) = [\underline{\otimes}(x_j^{*}), \overline{\otimes}(x_j^{*})] \qquad \forall_j$$

برای استفاده از برنامه‌ریزی خاکستری در حل مسائل الگوی کشت ابتدا مقادیر حداقل و حداکثر تابع هدف، ضرایب فنی و سمت راست محدودیت‌ها را مشخص می‌نماییم. هدف از حل این مسئله حداکثر نمودن

[1]- Huang
[2] - Maqsood

سود دهی مزرعه با در نظر گرفتن عدم قطعیت است. برای حل مسئله ابتدا حد بالای مدل محاسبه می‌شود. بدین منظور برای مقادیر تابع هدف و مقادیر سمت راست از مقادیر حداکثر و برای ضرایب فنی از مقادیر حداقل استفاده می‌شود. پس از به دست آوردن حد بالای مدل، مقادیر به دست آمده برای متغیرهای تصمیم نیز به صورت محدودیت وارد مدل شده و برای حل حد پایین مسئله برای مقادیر سمت راست محدودیت‌ها مقادیر حداقل و برای ضرایب فنی از مقادیر حداکثر استفاده می‌شود.

منطقه مورد مطالعه، زیر بخش زراعت منطقه کشاورزی شهرستان چناران واقع در دشت مشهد می‌باشد. شهرستان چناران به عنوان یکی از قطب‌های کشاورزی و باغبانی با تولیدات متنوع و فراوان نقش مهمی را در تأمین مواد غذایی و ایجاد اشتغال مولد ایفا می‌کند (گزارش الگوی کشت شهرستان چناران،۱۳۸۹). براساس آمار سال زراعی ۸۹–۸۸ وسعت اراضی زراعی زیر کشت آبی این شهرستان ۲۷۸۵۷ هکتار می‌باشد. بیشترین سطح زیرکشت محصولات آبی شهرستان شامل گندم، جو، چغندرقند، ذرت علوفه‌ای، گوجه‌فرنگی، خیار، سیب-زمینی، پیاز و یونجه می‌باشد. شهرستان چناران به دو بخش، مرکزی و گلبهار تقسیم می‌شود. براساس اطلاعات بدست آمده در سال ۱۳۸۹ تعداد بهره‌برداران این شهرستان ۱۰۸۶۶ نفر می‌باشند که از این تعداد ۶۵۹۱ نفر به زراعت می‌پردازند. عدد پیشنهادی از جدول بارتلت برای تعیین حجم نمونه در سطح اطمینان ۹۵ درصد برای جامعه‌ای با تعداد بین ۶۰۰۰ تا۸۰۰۰ ، ۱۱۹ نمونه می‌باشد. در مطالعه حاضر، در نهایت برای بالاتر بردن ضریب اطمینان، تعداد نمونه ۱۳۰ بهره‌بردار تعیین شد. با توجه به خصوصیات جامعه آماری مورد مطالعه و نیازهای تحقیق، روش نمونه‌گیری تصادفی ساده انتخاب شد. با توجه به تعداد بهره‌بردار، حدود ۴۷/۷ درصد از پرسشنامه‌ها در بخش گلبهار و ۵۲/۳ درصد از پرسشنامه‌ها در بخش مرکزی شهرستان تکمیل گردید. جهت تکمیل پرسشنامه‌ها شخص آمارگیر با کشاورزان گفتگو و مصاحبه نموده است تا میزان خطا در نحوه تکمیل کردن پرسشنامه کاهش یابد. به منظور پردازش داده‌ها و تعیین الگوی بهینه از نرم‌افزار Lingo16 استفاده گردید.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

محصولات وارد شده در نمونه، شامل گندم، جو، گوجه‌فرنگی، ذرت علوفه‌ای، سیب‌زمینی و چغندرقند می‌باشد و محصولاتی چون لوبیاقرمز، لوبیاسبز، خیار، زعفران و یونجه به دلیل کم بودن تعداد بهره‌برداران در نمونه مورد بررسی از مدل حذف شدند. بر اساس اطلاعات به دست آمده از پرسشنامه‌ها در سال ۱۳۹۱، بیشترین تعداد بهره‌بردار به ترتیب مربوط به محصولات گندم(۱۱۰ بهره‌بردار)، گوجه(۹۱ بهره‌بردار)، جو(۸۷ بهره‌بردار)، ذرت(۳۲بهره‌بردار)، چغندرقند(۳۲ بهره‌بردار) و سیب زمینی(۲۱ بهره‌بردار) می‌باشد. حدود ۷۷ درصد سهم از کل نمونه مربوط به محصولات گندم، جو و گوجه فرنگی می‌باشد، از ۲۳ درصد باقیمانده، حدود ۹ درصد آن به ذرت علوفه ای و ۱۴ درصد باقیمانده به دو محصول چغندرقند و سیب‌زمینی تعلق دارد.

جدول۱– تعداد بهره‌بردار و سطح زیرکشت هر محصول

محصول	تعداد بهره‌بردار هر محصول	سهم از کل نمونه (درصد)	سطح زیرکشت (هکتار)	سهم از کل نمونه (درصد)
گندم	۱۱۰	۲۹/۴۹	۴۷۴/۲	۳۷/۵۶
جو	۸۷	۲۳/۳۲	۳۶۰/۲	۲۸/۵۳
گوجه فرنگی	۹۱	۲۴/۴۰	۱۹۸/۶	۱۵/۷۳
ذرت علوفه ای	۳۳	۸/۸	۱۴۸/۶	۱۱/۷۷
سیب زمینی	۲۱	۵/۶	۲۸/۸	۲/۲۸
چغندرقند	۳۱	۸/۳	۵۲	۴/۱۲
جمع کل	۳۷۳*	۱۰۰	۱۲۶۲/۴	۱۰۰

*تعداد پرسشنامه‌های تحقیق برابر با ۱۳۰ بهره‌بردار و هر یک مربوط به یک بهره بردار می‌باشد. چون اغلب بهره‌بردارن بیش از یک محصول کشت می‌کنند تعداد آن‌ها در جدول برابر ۳۹۰ بهره‌بردار ذکر شده است.

بهره بردارهای نماینده

به دلیل اینکه زارعین دارای صفات و رفتارهای تصمیم‌گیری متفاوت هستند، بهره‌برداران به گروه‌های همگن تقسیم می‌شوند. جهت گروه‌بندی کشاورزان از معیارهای مختلفی استفاده می‌شود که در واقع رفتار مشابهی را برای بهره‌برداران هر گروه نمایش دهد. در مطالعات مختلف معیارهایی از قبیل اندازه مزرعه، بازده برنامه‌ای، ترکیب کشت و غیره به کار گرفته شده است. به عنوان نمونه مثلاً کشاورزانی که از نظر ترکیب کشت، مانند هم عمل می‌کنند در قالب یک گروه قرار می‌گیرند.

در این پژوهش معیار تقسیم بندی کشاورزان "سطح زیرکشت" می‌باشد که در بسیاری از مطالعات از این معیار استفاده شده است. کشاورزان بر اساس سطح زیرکشت به سه گروه سطح زیرکشت کمتر از۵ هکتار، سطح زیرکشت بین ۵ تا ۱۰ هکتار و سطح زیرکشت بیشتر از ۱۰ هکتار تقسیم شدند. تعداد بهره‌برداران هر گروه در جدول ۲ نمایش داده شده است.

جدول۲– تعداد بهره‌بردارن در هر گروه

گروه بندی	گروه زارعین	تعداد	درصد
گروه اول بهره‌بردار	سطح زیر کشت کمتر از ۵ هکتار	۴۲	۳۲/۳
گروه دوم بهره‌بردار	سطح زیر کشت ۵ تا ۱۰ هکتار	۵۲	۴۰
گروه سوم بهره‌بردار	سطح زیر کشت بیشتر از ۱۰ هکتار	۳۶	۲۷/۷
جمع کل		۱۳۰	۱۰۰

با توجه به مدل ذکر شده و بهره‌بردارهای نماینده برای هر نماینده یک الگوی کشت ارایه می‌دهیم. در ادامه کل سطح زیر کشت میانگین آن‌ها در جدول نشان داده شده است.

جدول۳– کل سطح زیرکشت و میانگین هر یک از محصولات در سه گروه طبقه بندی شده

محصول	کل سطح زیرکشت (هکتار)	سهم از کل (درصد)	میانگین سطح زیرکشت	کل سطح زیرکشت (هکتار)	سهم از کل (درصد)	میانگین سطح زیرکشت	کل سطح زیرکشت (هکتار)	سهم از کل (درصد)	میانگین سطح زیرکشت
	گروه اول			گروه دوم			گروه سوم		
گندم	۳۶/۲	۳۳/۶۷	۱/۵۴	۱۶۷/۵	۴۲/۲۶	۲/۸۱	۲۷۰/۵	۳۵/۶۵	۹/۵۳
جو	۲۰/۲	۱۸/۷۹	۱/۲۷	۹۳/۵	۲۳/۵۹	۲/۴۶	۲۴۶/۵	۳۲/۴۹	۹/۷۴
گوجه فرنگی	۳۰	۲۷/۹	۱/۰۵	۶۲/۵	۱۵/۷۷	۱/۷۴	۱۰۶/۱	۱۳/۹۸	۳/۹۵
ذرت	۹/۶	۸/۹۳	۱/۱۵	۳۶	۹/۰۸	۲/۳۳	۱۰۳	۱۳/۵۷	۸/۱۶
سیب زمینی	۶/۲	۵/۷۶	۰/۶	۶/۶	۱/۶۶	۱/۵	۱۶	۲/۱	۱/۸۳
چغندرقند	۵/۳	۴/۹۳	۱/۱۴۲	۳۰/۲	۷/۶۲	۱/۷۵	۱۶/۵	۲/۱۷	۲/۰۷۱
جمع کل	۱۰۷/۵	۱۰۰		۳۹۶/۳	۱۰۰		۷۵۸/۶	۱۰۰	

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به مدل ذکر شده در قسمت روش‌شناسی، الگوی کشت منطقه مورد بررسی به صورت زیر ارائه شده است. برای محاسبه‌ی سود، بازده برنامه‌ای محصولات مختلف در هر هکتار، از حاصل ضرب عملکرد در قیمت بازاری استفاده نموده و در نهایت هزینه‌های تولید هر هکتار از آن کسر شده است. برای بدست آوردن حد پایین و بالای سود در هر گروه به طور جداگانه ابتدا سود هر کشاورز برای هر محصول به روش گفته شده محاسبه گردید و در نهایت مقدار بیشترین و کمترین آن به عنوان حد بالا و پایین سود برای هر محصول در آن گروه منظور گردید. برای محاسبه‌ی حدود بالا و پایین ضرایب فنی و مقادیر سمت راستی از اطلاعات مربوط به سه گروه کشاورزان استفاده شد. ضرایب خاکستری سمت چپ، حداقل و حداکثر نیاز هر یک از محصولات را به منبع مورد نظر برای تولید یک هکتار از آن محصول در منطقه نشان می‌دهد. مقادیر سمت راستی نیز حداقل و حداکثر میزان در دسترس از آن منبع برای کشاورزان هر گروه می‌باشد. محدودیت‌های مدل شامل محدودیت زمین، آب، ماشین‌آلات، نیروی کار و کود می‌باشد. محدودیت‌های ذکر شده در مدل در قالب یک مدل برنامه-ریزی خاکستری برای گروه اول از بهره‌برداران(کشاورزانی که زیر ۵ هکتار زمین دارند) به عنوان نمونه در زیر ارایه شده است. در مدل $x_1^{\pm}$ گندم، $x_2^{\pm}$ جو، $x_3^{\pm}$ گوجه فرنگی، $x_4^{\pm}$ ذرت، $x_5^{\pm}$ سیب‌زمینی و $x_6^{\pm}$ چغندرقند است. واحد سود برحسب هزارتومان و همچنین واحد اندازه‌گیری زمین بر حسب هکتار و آب بر حسب مترمکعب، ماشین‌آلات بر حسب ساعت، کودها بر حسب کیلوگرم و نیروی کار بر حسب نفر- روز می‌باشند.

مدل برای گروه اول

$$\text{Max } f^{\pm} = [۱۵۲۴,۲۴۳۹]\ x_1^{\pm} + [\ ۱۲۸۰\ ,\ ۱۸۲۵\ ]\ x_2^{\pm} + [۳۱۲۰\ ,۵۱۸۰]\ x_3^{\pm} + [۴۰۰۰\ ,\ ۵۱۰۰\ ]\ x_4^{\pm} + [\ ۴۰۰۰\ ,۵۷۰۰]\ x_5^{\pm} + [۷۰۰\ \ ,۱۱۰۰\ ]\ x_6^{\pm}$$

Subject to:

$$[\text{زمین}]\ x_1^{\pm} + x_2^{\pm} + x_3^{\pm} + x_4^{\pm} + x_5^{\pm} + x_6^{\pm}\ \leq [۰/۴\ ,\ ۴/۷]$$

$$[\text{آب}]\ [۲۹۹۰\ ,۳۰۹۰]\ x_1^{\pm} + [۲۵۱۰\ ,۲۵۶۰]\ x_2^{\pm} + [۸۱۱۰\ ,۸۱۴۰]\ x_3^{\pm} + [۶۱۲۰\ ,۶۱۵۰]\ x_4^{\pm} + [۸۸۲۰,\ ۸۸۶۰]\ x_5^{\pm} + [۹۱۲۰\ ,۹۱۷۰]\ x_6^{\pm} \leq [۹۷۶۸\ ,۴۹۵۰۰]$$

$$[\text{ماشین}]\ [۲۵\ ,\ ۳۶]\ x_1^{\pm} + [۲۴\ ,\ ۳۳]\ x_2^{\pm} + [۲۵\ ,\ ۳۹]\ x_3^{\pm} + [۲۷\ ,\ ۳۶]\ x_4^{\pm} + [۳۰\ ,\ ۳۲]\ x_5^{\pm}\ + [۳۶\ ,۴۰]\ x_6^{\pm} \leq [۶۹\ ,\ ۹۰/۳]$$

$$[\text{سوپرفسفات}]\ [۱۰۰\ ,\ ۳۰۰]\ x_1^{\pm} + [۵۰\ ,۳۰۰]\ x_2^{\pm} + [۱۰۰\ ,\ ۵۰۰]\ x_3^{\pm} + [۱۰۰\ ,۲۵۰]\ x_4^{\pm} + [۱۰۰\ ,۲۰۰]\ x_5^{\pm}\ + [۱۵۰\ ,\ ۵۰۰]\ x_6^{\pm} \leq [۳۶۰\ ,\ ۲۰۰۰]$$

$$[\text{ازت}]\ [۲۴۸\ ,۴۵۰]\ x_1^{\pm} + [۲۳۵\ ,۳۵۰]\ x_2^{\pm} + [۳۸۹\ ,۵۵۰]\ x_3^{\pm} + [۲۰۰\ ,۳۲۰]\ x_4^{\pm} + [۲۹۲\ ,۳۰۰]\ x_5^{\pm}\ + [۳۰۰\ ,\ ۴۰۰]\ x_6^{\pm} \leq [۲۴۰\ ,\ ۱۵۵۰]$$

$$[\text{پتاس}]\ [۵۰\ ,۱۵۰]\ x_3^{\pm} + [۵۰\ ,۱۰۰]\ x_4^{\pm} + [۵۰\ ,۱۰۰]\ x_5^{\pm}\ + [۵۰,۱۰۰]\ x_6^{\pm} \leq [۲۲۵\ ,\ ۲۴۰]$$

$$[\text{نیروی کار مرد}]\ [۴\ ,\ ۱۱]\ x_1^{\pm} + [۴\ ,\ ۷]\ x_2^{\pm} + [۴۶\ ,۱۵۰]\ x_3^{\pm} + [۶,۱۲]\ x_4^{\pm} + [۵۸,۸۴]\ x_5^{\pm}\ + [۴۷,\ ۱۴۸]\ x_6^{\pm} \leq [۱۴,\ ۵۲]$$

$$[\text{نیروی کار زن}]\ [۴۵\ ,۱۵۰]\ x_3^{\pm} + [۷۰,۷۵]\ x_5^{\pm}\ + [۲۵,۲۰۰]\ x_6^{\pm} \leq [۴۵,۲۳۰]$$

برای کشاورزان با سطح زیرکشت کمتر از پنج هکتار، نتایج حاصل از برآورد الگوی خاکستری، سود برای هر فرد را در بازه‌ی (۱۷۴۱۸/۱۱، ۳۰۱۷/۱۸۲) هزار تومان در هر هکتار نشان می‌دهد. در این گروه کشت محصولات گوجه‌فرنگی، ذرت و سیب‌زمینی توصیه گردید. حدود توصیه شده برای سطح زیرکشت این محصولات در جدول ۴ نشان داده شده است. سطح زیرکشت بدست آمده توسط مدل برای گوجه‌فرنگی کمتر از میانگین منطقه مورد بررسی در این گروه است. دلیل بیشتر بودن میانگین سطح زیرکشت منطقه برای این محصول نزدیکی کارخانه‌های رب گوجه‌فرنگی به مزارع است. بازه پیشنهادی سطح زیرکشت برای ذرت میانگین سطح زیرکشت نمونه مورد بررسی را در برداشته است. علت کشت گندم در الگوی کشت منطقه خرید تضمینی آن می‌باشد که اغلب کشاورزان ترجیح داده‌اند این محصول را کشت کنند تا درآمد تثبیت شده‌ای داشته باشند.

جدول۴– نتایج حاصل از برآورد الگو برای گروه اول

	حد پایین	حد بالا
سود	۳۰۱۷/۱۸۲	۱۷۴۱۸/۱۱
گوجه‌فرنگی	۰	۰/۸
ذرت	۰/۶۹	۲/۶
سیب‌زمینی	۰/۰۷	–

برای کشاورزان با سطح زیرکشت بین پنج تا ده هکتار، نتایج حاصل از برآورد الگو سود هر هکتار برای هر فرد را در بازه‌ی (۳۲۰۳،۲۸۶۱۲/۵) هزارتومان نشان می‌دهد و کشت محصولات ذرت و سیب‌زمینی را توصیه می‌کند. حد بالای توصیه شده برای ذرت به میانگین سطح زیرکشت منطقه نزدیک است. میانگین سطح زیرکشت سیب-زمینی در بازه پیشنهاد شده الگو دارد.

جدول۵– نتایج حاصل از برآورد الگو برای گروه دوم

	حد پایین	حد بالا
سود	۳۲۰۳	۲۸۶۱۲/۵
ذرت	۰	۲/۲۵
سیب‌زمینی	۰/۷	۲/۵

برای کشاورزان با سطح زیرکشت بیشتر از ده هکتار، نتایج حاصل از برآورد الگو برای هر کشاورز در هر هکتار سود را در بازه‌ی (۵۵۲۶۰ ، ۴۷۴۸/۰۴)هزارتومان قرار داده و کشت محصولات گوجه فرنگی، ذرت و سیب‌زمینی را توصیه می‌کند. سطح زیر کشت توصیه شده برای گوجه‌فرنگی و ذرت کمتر از میانگین است و در مورد سیب-زمینی بازه پیشنهادی میانگین سطح زیرکشت منطقه را دربرمی‌گیرد.

جدول۶– نتایج حاصل از برآورد الگو برای گروه سوم

	حد پایین	حد بالا
سود	۴۷۴۸/۰۳۶	۵۵۲۶۰
گوجه‌فرنگی	۰	۱/۱
ذرت	۰/۱۳	۵/۱
سیب‌زمینی	۰/۹	۲/۸

به دلیل غیردقیق بودن پارامترها که ناشی از طبیعت محیط تصمیم‌گیری و قطعی نبودن آن است، در این مطالعه از مدل برنامه‌ریزی خاکستری استفاده شد که نسبت به مدل‌های برنامه‌ریزی قطعی از کارایی بیش‌تری برخوردار است. با توجه به اطلاعات حاصل از پرسشنامه ها و برآورد الگوی کشت برای هر سه گروه کشاورز با

روش برنامه‌ریزی خاکستری، بر اساس نتایج به دست آمده در هر سه گروه کشت محصولات ذرت و سیب‌زمینی توصیه گردید. علاوه بر این برای گروه اول و سوم کشت گوجه‌فرنگی نیزتوصیه شد. یکی از دلایل کشت گندم و جو در منطقه توسط کشاورزان خرید تضمینی گندم و وجود بازار مناسب برای جو می‌باشد. با توجه به مغایرت نتایج به دست آمده حاصل از برآورد الگو با سطح زیرکشت فعلی محصولات، پیشنهاد می‌شود کشاورزان در تعیین الگوی کشت مزرعه خود به روش‌های علمی تعیین الگوی کشت بهینه توجه نمایند و با استفاده از روش های علمی بهینه سازی الگوی کشت با اهداف مختلف نظیر حداکثر کردن سود یا حداقل کردن هزینه و... به بازنگری در الگوی کشت فعلی خود بپردازند. در شرایط کنونی هدف‌هایی مانند کمینه کردن مصرف آب برای حفاظت منابع آبی کمیاب، توسعه‌ی پایدار کشاورزی با کاهش مصرف کودها و سموم شیمیایی و تأمین امنیت غذایی بیشتر مورد توجه سیاستگذاران و مدیران بخش کشاورزی است، پیشنهاد می‌شود که با استفاده از راهکارهای ترویجی، سیاست تأمین این هدف‌ها را به کشاورزان منتقل کرد.

منابع

۱- استادفرد، الف.،(۱۳۹۱)، «تعیین الگوی بهینه کشت در دشت مشهد–چناران با استفاده از شاخص مزیت نسبی»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.

۲- جباری، د.، صالحی، ج. و امیری، م.، (۱۳۹۱)،« ارزیابی عملکرد و انتخاب پرتفوی از صندوق‌های سرمایه‌گذاری سهام»، تحقیق در عملیات و کاربردهای آن، ۳۲(۱)، ۱۹–۱.

۳- رستگاری‌پور، ف.، صبوحی، م.، (۱۳۸۸)، «تعیین الگوی کشت با استفاده از برنامه ریزی فازی خاکستری مطالعه موردی شهرستان قوچان»، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، (۴۸)، ۴۱۳–۴۰۵.

۴- رستگاری‌پور، ف.، صبوحی، م.، (۱۳۹۱)، «برنامه‌ریزی کسری خاکستری یک رهیافت تجربی جدید در کشاورزی پایدار(مطالعه موردی شهرستان قوچان)»، دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۲۲(۱)، ۱۳۵–۱۲۷.

۵- فتاحی چیتگر، م.، (۱۳۸۹)، «بررسی تأثیر هدفمند کردن یارانه حامل‌های انرژی بر الگوی کشت محصولات زراعی (مطالعه موردی دشت قوچان)»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.

۶- فرجی سبکبار، ج.، مطیعی لنگرودی، ج. و یدالهی، ج.، (۱۳۹۱)، «رتبه‌بندی زمینه‌های توسعه گردشگری در نواحی روستایی با استفاده از تاپسیس خاکستری(مطالعه موردی نواحی روستایی شهرستان ورزقان)»، پژوهش-های روستایی،۱، ۲۶–۱.

۷- کهنسال، م.، محمدیان، ف.،(۱۳۸۶)، «کاربرد برنامه‌ریزی آرمانی فازی در تعیین الگوی بهینه کشت محصولات زراعی»، اقتصاد و کشاورزی، ۱(۲)، ۱۸۲–۱۶۹.

۸- مجیدی، ن.، علیزاده، الف. و قربانی، م.، (۱۳۹۰)، «تعیین الگوی بهینه همسو با مدیریت منابع آب دشت مشهد–چناران»، علوم و صنایع کشاورزی، ۲۵(۴)، ۷۸۵–۷۷۶.

۹- محمدی، ع.، مولایی، ن.، (۱۳۸۹)، «کاربرد تصمیم‌گیری چند معیاره خاکستری در ارزیابی عملکرد شرکت، مدیریت صنعتی»، ۴، ۱۴۲–۱۲۵.

۱۰- وفابخش، ج.، خوشبزم، ر.، شالفروشان، س.، محمدیان، ف. و زارع، ش.، (۱۳۸۹)، «گزارش الگوی کشت موجود و برنامه اصلاح الگوی کشت شهرستان چناران، طرح تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی».

11- Chang, p.c., (2006), "Managing business attributes and performance for commercial namks", Journal of American Academy of Business, 9(1), 104-109.
12- David, k., (1994),"Grey System and grey relational model", ACM SIGICE Bulletin, 20, 1-9.
13- Di Falco, s., Chaves, j. and smale, m., (2007), "Farmer management of production risk on degraded lands: the role of wheat variy diversity in the Tigray region, Ethiopia", Agricultural Economics, 36, 147-156.
14- Dong, G., Yamaguchi, D. and Nagai, M., (2006), "A grey-based decision making approach to the supplier selection problem", Mathematical and computer Modeling, 46,573-581.
15- Fang, M., Tzeng, G., (2004), "combining grey relation and TOPSIS concepts for selecting an expatriate host country", Mathematical and Computer Modeling, 46, 1473-1490.
16- Huang, G., Moore, R., (1993), "Grey linear programming, its solving approach and its application", International Journal of Systems Science, 24, 172-159.
17- Huang, G., Baetz , B., and Patry, G., (1992), "A grey linear programming approach for municipal solid waste management planning under uncertainty". Civil Engineering and environmental System, 9, 319-335.
18- Kua, M.s., Liang, G.S., (2011), "combining VIKOR with GRA techniques to evaluate service quality of airports under fuzzy environmental", Expert systems with applications, 38, 1304-1312. 19- Kua, Y., Yang, T., Huang, G., (2008), "The use of grey rrelational analysis in solving multiple attribute decision making problems", Computers and industrial engineering, 55, 80-93.
20- Liu, s., Lin, Y., (2006), "Grey Information Theory and practical applications", Advanced Information and knowledge Processing, springer.
21- Maqsood, I., uang, G., Yeomans, J., (2005), "An interval-parameter fuzzy two-stage stochastic programming for water resources management under uncertainty", European Journal of operation Research, 167, 208–225.
22- Ping, Y., Yang. H., (2004), "using hybrid grey model to achieve revenue assurance of telecommunication companies", Journal of Grey system, 7, 39-50.
23- Mohseni, S., Shahraki,J.,(2013),"Water resources optimal allocation with the use of the grey fuzzy programming(case study Yazd city)", International Journal of Agronomy and Plant Production, 4(3), 555-563.

24- Soltani, G., Zibaei, M., Kehkha, A., (1999), "Application of mathematical programming in Agricultural", Agricaitural Research Education and Extension Organization press.

25- Zhongguang, W., Shen, R., (2012), "safety evaluation model of highway construction based on Fazzy grey theory", Procedia Engineering ,45, 64-69.