

اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال ۲۹، شماره ۱۱۳، بهار ۱۴۰۰

DOI: 10.30490/AEAD.2021.352112.1273

مقاله پژوهشی

## انتخاب سبد بهینه در پروژه‌های تحقیق و توسعه کشاورزی با رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره خاکستری

سیدمهدی ابطحی<sup>۱</sup>، زهرا محمدی<sup>۲</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۹/۲۶

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۷/۱۳

### چکیده

به دلیل چالش‌های عصر حاضر و تأثیر پروژه‌های تحقیق و توسعه بر تداوم آنها، برخی سازمان‌ها در این پروژه‌ها سرمایه‌گذاری می‌کنند. پژوهش حاضر با هدف انتخاب سبد بهینه پروژه‌های تحقیق و توسعه کشاورزی در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس انجام شد. پژوهش از نظر هدف کاربردی و بر اساس ماهیت توصیفی-پیمایشی بود. نخست، با مطالعه پیشینه پژوهش و مصاحبه با خبرگان، شاخص‌های مؤثر بر ارزیابی پروژه‌ها شناسایی و پروژه‌های تحقیقاتی از طریق تکمیل پرسشنامه توسط کارشناسان ارزیابی شدند. محاسبه وزن شاخص‌ها با روش آنتروپی شانون

---

۱- نویسنده مسئول و استادیار گروه مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مرودشت، مرودشت، ایران.

(abtahimailbox@gmail.com)

۲- کارشناس ارشد مهندسی صنایع، مؤسسه آموزش عالی زند، شیراز، ایران. (zmohammadi238@gmail.com)

خاکستری صورت گرفت و «میزان اهمیت پروژه در میان اولویت‌های پژوهشی سازمان»، «میزان اثربخشی یافته‌های طرح تحقیقاتی بر بحران آب» و «نوآوری پروژه در سطح استانی و ملی» مهم‌ترین شاخص‌ها بودند. سپس، پروژه‌ها با رویکرد نظریه خاکستری اولویت‌بندی شدند. به‌منظور اعتبارسنجی نتایج مدل، پروژه‌ها با روش کوپراس خاکستری نیز ارزیابی شدند و با مقایسه نتایج، مشاهده شد که رتبه پروژه‌ها در همه موارد یکسان نیست. بنابراین، با استفاده از روش کپلند، رتبه‌ها ادغام شدند و رتبه نهایی هر پروژه مشخص شد. با توجه به نتایج به‌دست آمده، بودجه کل به پروژه‌های با اولویت بالاتر تخصیص داده و سبد بهینه پروژه تعیین شد. نتایج پژوهش می‌تواند برای اولویت‌بندی پروژه‌ها و تشکیل سبد بهینه در سازمان‌های پروژه‌محور از جمله مراکز علمی و تحقیقاتی مورد استفاده قرار گیرد.

**کلیدواژه‌ها:** سبد پروژه، پروژه‌های کشاورزی، تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM)، نظریه خاکستری، کوپراس خاکستری.

**طبقه‌بندی JEL:** Q1, C02

#### مقدمه

سرمایه‌گذاری در پروژه‌های تحقیق و توسعه از مهم‌ترین عناصر تأثیرگذار در پیشرفت دانش و رشد کشورهاست (Fallah and Jahanbaz, 2011). از آنجا که سازمان‌ها به فعالیت‌های تحقیق و توسعه به‌عنوان یک سرمایه‌گذاری برای آینده خود می‌پردازند و تمایل به اجرای چند پروژه به‌صورت هم‌زمان دارند، انتخاب و مدیریت سبد پروژه<sup>۱</sup> یک عامل کلیدی برای تطبیق با تغییرات محیطی و حفظ مزیت رقابتی است. رویکرد انتخاب سبد پروژه اجازه می‌دهد که پروژه‌های تحقیق و توسعه به‌صورت نظام‌مند تحلیل شوند و فرصتی برای بهینه‌سازی و رشد و سودآوری سازمان فراهم شود (Yamakawa et al., 2018). هدف از انتخاب سبد پروژه‌های تحقیق و توسعه انتخاب مجموعه‌ای از پروژه‌های تحقیق و توسعه است که حداکثر سود را برای سازمان فراهم کنند و سازمان به اهداف خود دست یابد (Kabli, 2009).

پیچیدگی در فرآیند تصمیم‌گیری زمانی افزایش می‌یابد که تعداد پروژه‌ها زیاد باشد. سازمان باید پروژه‌هایی را انتخاب کند که به دلیل کمبود منابع یا تخصص برای سرمایه‌گذاری، به بهترین وجه از فرصت‌ها استفاده کنند. همچنین، سازمان‌ها باید بر اعتبار خود متمرکز شوند، زیرا در برخی موارد، فرآیند تصمیم‌گیری بر اساس تجربه و احساس مدیریت ارشد صورت می‌گیرد که معمولاً نتایج حاصل از این روش‌ها قابل اعتماد نیست. تصمیم‌گیری احساسی در انتخاب پروژه‌ها، بدون ارزیابی شرایط پروژه، ممکن است آسیب جدی به شهرت سازمان وارد کند (Chatterjee et al., 2018). بنابراین، انتخاب سبد پروژه‌ها و ارزیابی و اولویت‌بندی آنها فرآیندی ضروری در راستای مدیریت سبد پروژه‌ها در سازمان‌هاست. در انتخاب پروژه‌ها و تصمیم‌گیری در مورد آنها، معیارهای کیفی و کمی برای توجیه سرمایه‌گذاری و تخصیص منابع به کار می‌روند که اغلب با یکدیگر ناسازگارند (Caballero, 2014).

از آنجا که کشورهای در حال توسعه، به دلیل وجود محدودیت منابع، قادر به سرمایه‌گذاری گسترده در زمینه تحقیقات نیستند، اولویت‌بندی پروژه‌ها در بخش تحقیقات ضروری است (Salati and Makoui, 2012). تاکنون، پژوهش‌های متعدد در زمینه انتخاب سبد بهینه پروژه در داخل و خارج کشور صورت گرفته است، که برخی از آنها در پی تشریح می‌شود.

سلاطی و ماکویی (Salati and Makoui, 2012)، در پژوهشی با هدف ارائه تابع ارزش (مطلوبیت) به منظور ارزیابی و اولویت‌بندی پروژه‌های تحقیقاتی در شرکت منابع آب ایران، ده پروژه تحقیقاتی را به عنوان نمونه انتخاب کردند و پس از تعیین شاخص‌های تصمیم‌گیری، به رتبه‌بندی پروژه‌ها با فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی گروهی پرداختند که این رتبه‌بندی یک مجموعه مرجع برای برآورد تابع مطلوبیت تصمیم‌گیری به شمار می‌رفت؛ سپس، با استفاده از روش یافتن توابع مطلوبیت اضافی (یوتا استار)<sup>۱</sup>، تابع ارزش کلی را برای مسئله برآورد کردند. توانا و همکاران (Tavana et al., 2015)، برای انتخاب سبد بهینه پروژه، یک روش ترکیبی

---

#### 1. Utility Additive Star (UTASTAR)

سه مرحله‌ای پیشنهاد کردند و برای بازبینی اولیه پروژه‌ها، از روش‌های تحلیل پوششی داده‌ها بهره گرفتند؛ همچنین، شیوه تاپسیس فازی را برای رتبه‌بندی پروژه‌ها و برنامه‌ریزی عدد صحیح را به منظور انتخاب مناسب‌ترین سبد پروژه بر اساس اهداف سازمانی به کار بردند. علی‌نژاد و سیمیری (Aliinejad and Simiari, 2013)، برای انتخاب سبد بهینه پروژه، به ارائه یک رویکرد تلفیقی کیفی و کمی پرداختند و به منظور تعیین شاخص‌های اصلی و تأثیرگذار، از روش دیمتل<sup>۱</sup> استفاده کردند؛ همچنین، شاخص‌های به دست آمده را به عنوان ورودی مدل تحلیل پوششی داده‌ها<sup>۲</sup> برای اولویت‌بندی پروژه‌ها به کار بردند. عباسی و همکاران (Abbasi et al., 2013)، برای انتخاب سبد پروژه‌های تحقیق و توسعه<sup>۳</sup>، از یک مدل ترکیبی تحلیل پوششی داده‌ها و کارت امتیازی متوازن استفاده کردند. در این مطالعه، چارچوب ارزیابی سبد پروژه‌های تحقیق و توسعه در قالب چهار مرحله شامل تولید پروژه‌های کاندید، ارزیابی پروژه‌ها شامل دسته‌بندی انواع پروژه‌ها و تحلیل ارزش و ریسک آنها بر مبنای معیارهای کارت امتیازی متوازن و عدم قطعیت، انتخاب سبد بر اساس مدل ترکیبی تحلیل پوششی داده‌ها - کارت امتیازی متوازن و تنظیم سبد است. حسینعلی‌پور و محمدی (Hosseinalipour and Mohammadi, 2014)، با بررسی الگوها و چارچوب‌های مختلف مطرح در انتخاب سبد پروژه، الگویی مناسب را برای انتخاب سبد پروژه در مجموعه هلدینگ ساختمان ایران ارائه کردند. در این پژوهش، از فرآیند تحقیق ساندر به نام مدل پنج لایه‌ای تو در تو به منظور به کارگیری رویکردهای مختلف تحقیق استفاده شده است. علی‌نژاد و قربانیان فرح‌آبادی (Alinejad and Ghorbanian Farahabadi, 2015)، به ارائه یک مدل ریاضی برای انتخاب و برنامه‌ریزی ترکیب بهینه پروژه‌هایی پرداختند که یک سازمان با آن روبه‌روست. این مدل از ترکیب روش برنامه‌ریزی ریاضی تحلیل پوششی داده‌ها (برای بازبینی اولیه پروژه‌ها)، تصمیم‌گیری چندشاخصه تاپسیس فازی<sup>۴</sup> (برای ارزیابی و

1. Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL)

2. Data Envelopment Analysis (DEA)

3. Research and Development (R&D)

4. Fuzzy TOPSIS

رتبه‌بندی) و برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح (برای انتخاب بهترین سبد با توجه به ارجحیت‌ها و محدودیت‌های سازمان) شکل گرفته است. هاشمی مجومرد و کسای ( Hashemi Majomard and Kasai, 2017) به ارائه روشی برای ارزیابی و انتخاب پروژه‌های توسعه محصول در یک شرکت تولیدکننده لوازم و تجهیزات پزشکی پرداختند. آنها بیست معیار برای ارزیابی پروژه‌های توسعه محصول جدید استخراج کردند؛ سپس، با استفاده از روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای مبتنی بر دیمتل میزان تأثیرگذاری، تأثیرپذیری و وزن معیارها را بر اساس همبستگی میان آنها محاسبه کردند و با ارزیابی پروژه‌های مختلف توسعه محصول جدید توسط روش ویکور<sup>۱</sup>، سبد مناسب را تشکیل دادند.

مناد و پرسلی (Meade and Pressly, 2002) به بررسی ضرورت انتخاب سبد پروژه‌های تحقیق و توسعه به دلیل محدودیت منابع و کسب اطمینان از تطابق پروژه‌های انتخابی با راهبردهای سازمان پرداختند؛ سپس، با معرفی یک مدل تصمیم فرآیند تحلیل شبکه‌ای به‌عنوان شکل کلی فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی برای ارزیابی پروژه‌های تحقیق و توسعه، آن را در یک شرکت فناوری پیشرفته اجرا کردند. ایلات و همکاران (Eilat et al., 2006) به ارائه یک مدل ترکیبی مبتنی بر تحلیل پوششی داده‌ها و کارت امتیازی متوازن برای انتخاب سبد پروژه‌های تحقیق و توسعه پرداختند. در این مطالعه، ابتدا با در نظر گرفتن سه عامل ریسک، تعادل و کارایی، بررسی و حذف برخی از پروژه‌ها صورت گرفت؛ سپس، با استفاده از مدل کارت امتیازی متوازن، چارچوب راهبردی هر کدام از پروژه‌ها ارزیابی شد. کبلی (Kabli, 2009) یک روش تصمیم‌گیری چندمعیاره<sup>۲</sup> برای انتخاب سبد پروژه تحقیق و توسعه در صنعت نفت پیشنهاد کرد. این پژوهش بر مبنای شیوه‌اسمارت<sup>۳</sup> برای تعیین وزن معیارها، روش تاپسیس برای رتبه‌بندی پروژه‌ها و سبدها و مدل برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح برای تشکیل سبدهای بهینه صورت گرفت. بهاتاچاریا (Bhattacharyya, 2015)، با به‌کارگیری یک

- 
1. VIKOR
  2. Multiple-Criteria Decision Making (MCDM)
  3. Simple Multi Attribute Ranking Technique (SMART)

رویکرد تصمیم‌گیری چند معیاره بر مبنای نظریه خاکستری برای انتخاب سبد پروژه‌های تحقیق و توسعه، معیارهای ارزیابی پروژه‌ها را در دو گروه شاخص‌های افزایشی (سود) شامل خروجی پروژه، اثر متقابل خروجی، اثر متقابل فنی، اثر متقابل منابع که موجب افزایش ارزش پروژه می‌شوند و شاخص‌های کاهش‌ی (زیان) شامل نیاز به منابع، ریسک، اثر متقابل ریسک و زمان اتمام پروژه دسته‌بندی کرد و با استفاده از اعداد خاکستری، به محاسبه وزن معیارها پرداخت؛ سپس، با توجه به معیارها، بر اساس درجه امکان خاکستری<sup>۱</sup>، پروژه‌ها را رتبه‌بندی کرد. حسین و همکاران (Hossein et al., 2016)، با در نظر گرفتن معیارهای کیفی و کمی و بهینه‌سازی انتخاب پروژه در صنعت ساخت‌وساز، به ارائه یک رویکرد ترکیبی از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی و برنامه‌ریزی خطی بر اساس بودجه موجود پرداختند. در این پژوهش، وزن معیارهای کلیدی با فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی محاسبه و سپس، وزن‌ها به‌عنوان ضرایب متغیرهای تصمیم در مدل برنامه‌ریزی خطی با هدف حداکثرسازی سود به کار برده شد. مزیت این مدل در نظر گرفتن معیارهای کیفی و کمی به‌طور هم‌زمان است و از معایب آن می‌توان به در نظر گرفتن تنها یک تابع هدف (افزایش سود) اشاره کرد، در حالی که در عمل، ممکن است اهداف گوناگون وجود داشته باشد. آنیاکه و همکاران (Anyaeche et al., 2017)، در ارزیابی سبد پروژه‌های خدمات بانکی، از روش تاپسیس فازی و روش کوپراس<sup>۲</sup> برای اولویت‌بندی پروژه‌ها استفاده کردند. با توجه به مقایسه نتایج حاصل از دو روش، مشاهده شد که نتایج مشابه نیست و مدل پیشنهادی دارای ظرفیت انتخاب بهترین و بدترین سبد پروژه است. چاترجی و همکاران (Chatterjee et al., 2018)، برای اولویت‌بندی پروژه‌های پیشنهادی در سبد پروژه، روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی را به کار بردند و با این روش، به محاسبه وزن معیارها و زیرمعیارها و اولویت‌بندی پروژه‌ها بر اساس این معیارها پرداختند.

- 
1. Grey Possibility Degree (GPD)
  2. Complex Proportional Assessment (COPRAS)

بررسی پیشینه پژوهش نشان می‌دهد که در زمینه انتخاب سبد بهینه پروژه‌های تحقیق و توسعه کشاورزی، چندان مطالعه‌ای صورت نگرفته و تعداد مطالعات انجام شده در ارتباط با انتخاب سبد پروژه با روش‌های خاکستری نیز محدود است. از این رو، هدف اصلی پژوهش حاضر انتخاب سبد بهینه در پروژه‌های تحقیق و توسعه کشاورزی با مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره خاکستری است. از آنجا که تصمیمات در بخش کشاورزی با عدم اطمینان و قطعیت مواجه است، استفاده از روش خاکستری مناسب می‌نماید. با توجه به اهمیت پروژه‌های تحقیق و توسعه و این واقعیت که اشتباهات تصمیم‌گیری در مورد آنها خسارت زیادی را به سازمان وارد می‌کند، نتایج پژوهش حاضر می‌تواند منجر به افزایش آگاهی مدیران سازمان‌های پروژه‌محور از جمله مراکز تحقیقاتی در راستای انتخاب سبد بهینه پروژه شود. در ادامه مقاله، با تشریح روش تحقیق، به روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره خاکستری مورد استفاده در پژوهش پرداخته می‌شود؛ سپس، با استفاده از این روش‌ها، پروژه‌های تحقیقاتی کشاورزی اولویت‌بندی و سبد بهینه تشکیل می‌شود؛ و در پایان، نتیجه‌گیری و پیشنهادهایی چند ارائه خواهد شد.

### روش تحقیق

پژوهش حاضر در زمینه اولویت‌بندی پروژه‌های تحقیق و توسعه کشاورزی و انتخاب سبد بهینه پروژه در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس انجام شده و از لحاظ هدف، کاربردی و بر اساس ماهیت، توصیفی-پیمایشی است؛ همچنین، پژوهش به روش کتابخانه‌ای-میدانی در سال ۱۳۹۷ صورت گرفته است. در پژوهش حاضر، سعی شده است که با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، پروژه‌های تحقیقاتی در سازمان اولویت‌بندی شوند. از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در تمامی بخش‌ها و حوزه‌های مدیریتی به صورت گسترده استفاده می‌شود و از آنجا که در این روش‌ها، با تجمیع نظر کارشناسان، تمام جوانب یک تصمیم سنجیده می‌شود، می‌توان خطاهای ناشی از یک تصمیم را به حداقل برساند.

نخست، با مطالعه ادبیات و پیشینه پژوهش و همچنین، مصاحبه با کارشناسان (از جمله کارشناسان اقتصاد کشاورزی) در سازمان، ۴۸ شاخص به منظور ارزیابی پروژه‌ها شناسایی شد؛ سپس، با مشورت کارشناسان، هجده شاخص مهم و تأثیرگذار در ارزیابی پروژه‌های تحقیقاتی انتخاب و در شش حوزه شامل منابع انسانی، مالی، ریسک، فنی، نیازهای سازمانی و الزامات راهبردی سازمان و حوزه محیطی پروژه دسته‌بندی شدند. این شاخص‌ها در جدول ۱ ارائه شده است. همچنین، شانزده پروژه تحقیقاتی راهبردی که امکان دسترسی به داده و مستندات آنها وجود داشت، به‌عنوان نمونه به منظور ارزیابی و اولویت‌بندی انتخاب شده، که اطلاعات پروژه‌ها در جدول ۲ آمده است. سپس، با تکمیل پرسشنامه توسط کارشناس مربوط (جمعاً شانزده کارشناس) که از جمله اعضای هیئت علمی سازمان بودند و اطلاعاتی مناسب در مورد پروژه‌ها داشتند، پروژه‌ها بر اساس شاخص‌ها ارزیابی شدند. پس از گردآوری پرسشنامه‌ها، از آنجا که پاسخ‌ها در پرسشنامه به صورت کیفی (خیلی کم، کم و ...) تنظیم شده بود، برای تبدیل به اعداد کمی و انجام محاسبات، اعداد خاکستری متناظر با آنها در نظر گرفته و وارد ماتریس تصمیم‌گیری شد. محاسبه وزن شاخص‌ها با روش آنترابی شانون خاکستری صورت گرفت و با استفاده از روش نظریه خاکستری، پروژه‌های تحقیقاتی اولویت‌بندی شدند. سپس، به منظور اعتبارسنجی نتایج روش نظریه خاکستری و دستیابی به جواب مطلوب‌تر، اولویت‌بندی پروژه‌ها با روش کوپراس خاکستری<sup>۱</sup> نیز انجام و نتایج دو روش با یکدیگر مقایسه شد. محاسبات با استفاده از نرم‌افزار اکسل صورت گرفت.



انتخاب سبد بهینه در پروژه‌های تحقیق و.....

### جدول ۱- شاخص‌های تأثیرگذار در ارزیابی پروژه‌های تحقیق و توسعه

منابع	نماد	شاخص	توضیحات
خبرگان (Kabi, 2009) (Anyaeche et al., 2017) (Salati and Makoui, 2012) (Hossein et al., 2016) (Abbasi et al., 2013) (Chatterjee et al., 2018) (Alimejad and simiari, 2013) (Alimejad and Ghorbanian Farahabadi, 2015) (Hosseinipour and Mohammadi, 2014)			
<b>۱- حوزه منابع انسانی</b>			
*	A <sub>۱</sub>	موجودیت نیروهای پشتیبانی فنی	*
	A <sub>۲</sub>	موجودیت نیروهای مدیریتی	*
<b>۲- حوزه مالی</b>			
	A <sub>۳</sub>	نحوه تأمین مالی پروژه	روش‌های تأمین وجوه مورد نیاز برای انجام پروژه از طریق استقراض از منابع داخلی یا خارجی، صدور اوراق قرضه، از محل اندوخته سازمان
*	A <sub>۴</sub>	نرخ بازگشت داخلی	معادل نرخ سودی است که سرمایه‌گذار می‌تواند با سرمایه‌گذاری در یک طرح به دست آورد.
*	A <sub>۵</sub>	بودجه پروژه	*
<b>۳- حوزه ریسک</b>			
*	A <sub>۶</sub>	ریسک اجرایی	پیش‌بینی‌های مربوط به بازار، تأمین مالی و تجهیزات اولیه، تأمین نیروی انسانی
*	A <sub>۷</sub>	ریسک نقدینگی	احتمال اینکه پروژه در بودجه معین به پایان نرسد.
*	A <sub>۸</sub>	ریسک زمان	احتمال اینکه پروژه در مدت زمان مشخص به پایان نرسد.
<b>۴- حوزه محیطی پروژه</b>			
	A <sub>۹</sub>	احتمال موفقیت پروژه	*
*	A <sub>۱۰</sub>	مدت زمان انجام پروژه	*

منابع		نماد	شاخص	توضیحات
خبرگان	(Kabli, 2009)			
	(Anyaeche et al., 2017)			
	(Salati and Makoui, 2012)			
	(Hossein et al., 2016)			
	(Abbasi et al., 2013)			
	(Chatterjee et al., 2018)			
	(Alinejad and simiari, 2013)			
	(Alinejad and Ghorbanian Farahabadi, 2015)			
	(Hosseinipour and Mohammadi, 2014)			
<b>۵- حوزه مسائل فنی</b>				
		A <sub>۱۱</sub>	میزان دسترسی به دانش فنی و فناوری مورد نیاز	*
<b>۶- حوزه نیازهای سازمانی و الزامات راهبردی سازمان</b>				
	*	A <sub>۱۲</sub>	ارتباط موضوع و میزان اهمیت پروژه در میان اولویت‌های پژوهشی سازمان	*
		A <sub>۱۳</sub>	هم‌راستایی با آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های داخلی سازمان	*
		A <sub>۱۴</sub>	هم‌راستایی با چشم‌اندازها و مأموریت سازمان	*
	*	A <sub>۱۵</sub>	موفقیت پروژه در جذب سرمایه‌گذار و منابع	*
	*	A <sub>۱۶</sub>	نوآوری پروژه در سطح استانی و ملی	*
	*	A <sub>۱۷</sub>	منابع در دسترس (آب و ...)	*
	*	A <sub>۱۸</sub>	میزان اثربخشی یافته‌های طرح تحقیقاتی بر بحران آب	*

مأخذ: یافته‌های پژوهش

انتخاب سبد بهینه در پروژه‌های تحقیق و.....

### جدول ۲- اطلاعات پروژه‌های تحقیقاتی

نماد	عنوان پروژه	بخش تحقیقاتی	نوع پروژه	اعتبار پروژه (میلیون ریال)
P1	تعیین مناسب‌ترین نوع، ساختمان و تراکم تله‌های فرمونی برای شکار انبوه و کاهش خسارت کرم گلوگاه انار شیراز	گیاه‌پزشکی	استانی	۱۲۰
P2	بررسی اثر عوامل تغذیه‌ای در زوال مرکبات	خاک و آب	خاص	۱۲۰
P3	تأثیر تیمارهای مختلف سایه‌دهی بر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه انار	اصلاح و تهیه نهال و بذر	خاص	۵۰
P4	مقایسه عملکرد و اجزای عملکرد بعضی از ارقام و لاین‌های تربیتکاله و گندم در شرایط دیم و آبیاری	خاک و آب	استانی	۹۰
P5	استفاده از سیلوی چغندر قند علوفه‌ای در تغذیه بره‌های پرواری	علوم دامی	استانی- خاص	۱۰۰
P6	بهبودبندی اقلیمی مناطق مستعد کاشت و توسعه چغندر پاییزه برای استان فارس	خاک و آب	خاص	۱۰۰
P7	تأثیر استفاده از گیاهان دارویی و ضایعات پسته بر عملکرد و شاخص‌های کیفی تخم مرغ	علوم دامی	استانی	۱۲۰
P8	اثر عرض جویچه‌سازها در خطی کار کف کار بر عملکرد گندم و بهره‌وری آب مصرفی	فنی و مهندسی کشاورزی	استانی	۵۰
P9	تعیین آب کاربردی و مدل‌سازی تبخیر- تعرق واقعی برخی از گیاهان دارویی در استان فارس	فنی و مهندسی کشاورزی	استانی- خاص	۱۰۰
P10	تأثیر محلول‌پاشی کاتولین بر رشد رویشی و زایشی و مصرف آب در درختان زیتون رقم کرونا تیکی	علوم باغبانی	استانی- خاص	۸۰
P11	مدیریت کنترل تلفیقی کرم جوانه‌خوار سبز گل محمدی <i>Eucnaemidophorus Rhododactylus</i> (Lepidoptera:Ptephoridae)، در استان فارس	گیاه‌پزشکی	استانی- خاص	۱۰۰
P12	طراحی و ساخت سیستم فشرده‌کننده سطحی خاک و الحاق به دستگاه کولتیواتور ردیفی به منظور افزایش بهره‌وری آب در چغندر قند	فنی و مهندسی کشاورزی	استانی- خاص	۱۲۰
P13	اثر تغییر شکل بستر توزیع آب بر عملکرد و بهره‌وری آب درختان پسته در سروستان	فنی و مهندسی کشاورزی	استانی- خاص	۱۲۰
P14	احیا و ارزیابی ژنوتیپ‌های مختلف سورگوم تحت تنش خشکی	اصلاح و تهیه نهال و بذر	استانی- خاص	۷۰
P15	بهبودسازی تولید نان با آرد بلوط به منظور افزایش ارزش تغذیه‌ای و راهکاری برای استفاده از بلوط	فنی و مهندسی کشاورزی	خاص	۱۰۰
P16	بررسی پتانسیل کاشت گاو زبان، آویشن شیرازی، زعفران و به لیمو در برخی از دشت‌های زراعی استان فارس بر اساس خصوصیات خاک و اقلیم	خاک و آب	استانی- خاص	۱۰۰

مأخذ: یافته‌های پژوهش

شایان یادآوری است که روش آنتروپی شانون یکی از معروفترین روش‌های محاسبه وزن شاخص‌هاست و در شرایطی که احتمال خطا در قضاوت کارشناسان وجود داشته باشد، استفاده از این روش مناسب است. در این روش، محاسبه وزن شاخص‌ها نیازمند یک ماتریس معیار-گزینه است. در بسیاری از روش‌های تصمیم‌گیری، نظرات کارشناسان به صورت اعداد قطعی در محاسبات اعمال می‌شود، در حالی که در عمل، عدم قطعیت وجود دارد و قضاوت تصمیم‌گیرندگان اغلب نامطمئن است و با اعداد قطعی قابل بیان نیست. بنابراین، پژوهش حاضر با استفاده از اعداد خاکستری به بررسی و ارزیابی تصمیم‌گیری پرداخته شده است. روش نظریه خاکستری که برای اولویت‌بندی پروژه‌ها استفاده شده، یکی از روش‌های مناسب در شرایط عدم قطعیت و نقص اطلاعات است که توسط اعداد خاکستری به کار می‌رود. در این روش، نیازی به تشکیل ماتریس مقایسات زوجی نیست و با یک ماتریس معیار-گزینه می‌توان محاسبات را انجام داد. برخی از روش‌های تصمیم‌گیری نیازمند ماتریس مقایسات زوجی است و در شرایطی که تعداد شاخص‌ها یا معیارها زیاد باشد، تعداد مقایسات زوجی نیز افزایش می‌یابد. در پژوهش حاضر، با توجه به روش‌هایی که به منظور تجزیه و تحلیل اطلاعات در نظر گرفته شد، فقط از یک پرسشنامه برای جمع‌آوری اطلاعات و تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری استفاده شده است و با توجه به تعداد زیاد شاخص‌ها، نیازی به پرسشنامه مقایسات زوجی نبود. یکی دیگر از مزایای به کارگیری نظریه اعداد خاکستری شمول آنها بر مجموعه فازی است. در اعداد خاکستری، مقدار دقیق عدد نامشخص و اما کران‌های بالا و پایین آن معلوم است، در حالی که در اعداد فازی، مقدار دقیق کران‌های بالا و پایین عدد مشخص نیست و از یک تابع عضویت پیروی می‌کند. انجام محاسبات برای تعیین کران‌های بالا و پایین اعداد فازی پیچیده است، اما انجام محاسبات با اعداد خاکستری ساده‌تر است (Mohammadi and Molaei, 2010). روش کوپراس خاکستری نیز که برای اعتبارسنجی به کار رفته، یکی از روش‌های تصمیم‌گیری برای تحلیل گزینه‌های مختلف است؛ و از جمله دلایل به کارگیری این روش سادگی و نیاز آن به زمان کمتر برای انجام محاسبات است. همچنین، با وجود شاخص‌های مثبت و منفی در پژوهش، این

روش قابلیت محاسبه شاخص‌های مثبت و منفی در فرآیند ارزیابی را دارد. اینک، در مورد مراحل روش‌های به کار رفته در پژوهش توضیحاتی ارائه می‌شود.

### نظریه خاکستری

نظریه خاکستری نخستین بار در سال ۱۹۸۲ توسط دنگ<sup>۱</sup> مطرح شد. مجموعه خاکستری شامل اطلاعات غیرقطعی است. ایده اصلی نظریه خاکستری تمرکز بر اطلاعات جزئی و محدود موجود در مورد یک سیستم است که تلاش می‌کند تصویری کلی از سیستم ارائه دهد (Eshtaiwi et al., 2017). برخی از روابط پرکاربرد بین دو عدد خاکستری در پی تشریح می‌شود (Mohammadi and Molaei, 2010):

یک عدد خاکستری  $\otimes G = [a, b]$  که به صورت بازه نمایش داده می‌شود. در روابط زیر،  $a$  کران پایین و  $b$  کران بالای عدد اول بوده و  $c$  کران پایین و  $d$  کران بالای عدد خاکستری دوم است. عملیات ریاضی اعداد خاکستری روی بازه‌ها انجام می‌شود:

$$\otimes G_1 = [a, b], a < b \quad (1)$$

$$\otimes G_2 = [c, d], c < d \quad (2)$$

$$\otimes G_1 + \otimes G_2 = [a + c, b + d] \quad (3)$$

$$-\otimes G_1 = [-b, -a] \quad (4)$$

$$\otimes G_1 - \otimes G_2 = \otimes G_1 + (-\otimes G_2) = [a - d, b - c] \quad (5)$$

$$\otimes G_1 \cdot \otimes G_2 = [\min\{ac, ad, bc, bd\}, \max\{ac, ad, bc, bd\}] \quad (6)$$

$$\frac{\otimes G_1}{\otimes G_2} = \left[ \min\left\{\frac{a}{c}, \frac{a}{d}, \frac{b}{c}, \frac{b}{d}\right\}, \max\left\{\frac{a}{c}, \frac{a}{d}, \frac{b}{c}, \frac{b}{d}\right\} \right], cd > 0 \quad (7)$$

$$K \times \otimes G = [Ka, Kb], K \in R^+ \quad (8)$$

برای مقایسه دو عدد خاکستری، از مفهوم درجه امکان خاکستری استفاده می‌شود. درجه

امکان خاکستری  $\otimes G_1 \leq \otimes G_2$  به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$P\{\otimes G_1 \leq \otimes G_2\} = \frac{\max(\cdot, L^* - \max(\cdot, b - c))}{L^*} \quad (9)$$

مقدار  $L$  اندازه (طول) یک عدد خاکستری است که با رابطه (۱۰) محاسبه می‌شود.  $L^*$

مجموع اندازه دو عدد خاکستری است:

$$L(\otimes G_1) = b - a \quad (10)$$

$$L^* = L(\otimes G_1) + L(\otimes G_2) \quad (11)$$

#### سفیدسازی عدد خاکستری

$W(G)$  یک عدد قطعی (سفید) برای نشان دادن ارزش واقعی عدد خاکستری است.

روش تبدیل عدد خاکستری به یک عدد قطعی «سفیدسازی» نامیده می‌شود. رابطه (۱۲) ارزش

قطعی عدد خاکستری  $G$  را بیان می‌کند:

$$W(G) = (1-t)a + tb \quad (12)$$

به گونه‌ای که  $t$  در بازه  $[0-1]$  قرار دارد. هنگامی که توزیع  $G$  نامشخص باشد،  $t = \frac{1}{2}$  است که

$$W(G) = \frac{a+b}{2}$$

می‌شود (Voskoglou and Theodorou, 2017).

#### مراحل اولویت‌بندی گزینه‌ها با روش نظریه خاکستری

روش تصمیم‌گیری با منطق خاکستری و اعداد خاکستری نیز توسعه یافته است. گام‌های

این روش عبارت‌اند از:

گام اول: شناسایی شاخص‌های کیفی و گزینه‌ها.

گام دوم: تعیین وزن شاخص‌های کیفی؛ برای محاسبه وزن شاخصه، از روش آنترویی شانون

خاکستری استفاده شده است.

انتخاب سبد بهینه در پروژه‌های تحقیق و.....

گام سوم: ارزیابی اهمیت گزینه‌ها بر اساس شاخص‌های کیفی؛ برای ارزیابی هر گزینه بر اساس شاخص‌ها، از جدول ۳ استفاده می‌شود.

جدول ۳- عبارات کلامی و اعداد خاکستری متناظر برای تعیین اهمیت گزینه‌ها

مقیاس	خیلی کم	کم	نسبتاً کم	متوسط	نسبتاً زیاد	زیاد	خیلی زیاد
$\otimes G$	[۰-۱]	[۱-۳]	[۳-۴]	[۴-۶]	[۶-۷]	[۷-۹]	[۹-۱۰]

مأخذ: بهاتتاچاریا (Bhattacharyya, 2015)

گام چهارم: تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری خاکستری؛ اساس کار، تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری است. ماتریس تصمیم‌گیری، ماتریس ارزیابی  $n$  گزینه بر اساس  $m$  شاخص است. در صورتی که از دیدگاه چند کارشناس به منظور ارزیابی یک گزینه استفاده شود، برای محاسبه میانگین خاکستری دیدگاه خبرگان، از رابطه (۱۳) استفاده می‌شود که بیانگر میزان ارجحیت گزینه  $k$  امین نسبت به شاخص  $j$  ام است و در آن،  $(\otimes G_{ij}^k)$   $(i=1,2,\dots,n; j=1,2,\dots,m)$  مقدار ارزیابی  $k$  امین تصمیم‌گیرنده برای  $j$  امین گزینه نسبت به  $i$  امین شاخص است:

$$\otimes G_{ij} = \frac{1}{K} [\otimes G_{ij}^1 + \otimes G_{ij}^2 + \dots + \otimes G_{ij}^K] \quad (13)$$

ماتریس تصمیم‌گیری خاکستری ( $D$ ) به شکل زیر است:

$$D = \begin{bmatrix} \otimes G_{11} & \otimes G_{12} & \dots & \otimes G_{1m} \\ \otimes G_{21} & \otimes G_{22} & \dots & \otimes G_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \otimes G_{n1} & \otimes G_{n2} & \dots & \otimes G_{nm} \end{bmatrix} \quad (14)$$

گام پنجم: نرمال‌سازی ماتریس تصمیم‌گیری خاکستری؛ هر کدام از عناصر ماتریس  $D$  برای شاخص‌های مثبت و شاخص‌های منفی به ترتیب زیر نرمال‌سازی می‌شوند:  
الف) اگر شاخص‌ها از نوع سود (بیشتر - بهتر) باشند:

$$\otimes G_{ij}^* = \left[ \frac{a_{ij}}{G_j^{\max}}, \frac{b_{ij}}{G_j^{\max}} \right] \quad (15)$$

$$G_j^{max} = \max_{1 \leq i \leq n} \{b_{ij}\} \quad (16)$$

ب) اگر شاخص‌ها از نوع هزینه (کمتر - بهتر) باشند:

$$\otimes G_{ij}^* = \left[ \frac{G_j^{min}}{b_{ij}}, \frac{G_j^{min}}{a_{ij}} \right] \quad (17)$$

$$G_j^{min} = \min_{1 \leq i \leq n} \{a_{ij}\} \quad (18)$$

با نرمال‌سازی ماتریس تصمیم‌گیری خاکستری، واحدها هم‌مقیاس می‌شوند و مقادیر اعداد خاکستری ماتریس بین صفر و یک قرار خواهند گرفت  $(\otimes G_{ij}^* \in [0, 1])$ . ماتریس  $D^*$  تصمیم‌گیری خاکستری نرمال شده است:

$$D^* = \begin{bmatrix} \otimes G_{11}^* & \otimes G_{12}^* & \dots & \otimes G_{1m}^* \\ \otimes G_{21}^* & \otimes G_{22}^* & \dots & \otimes G_{2m}^* \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \otimes G_{n1}^* & \otimes G_{n2}^* & \dots & \otimes G_{nm}^* \end{bmatrix} \quad (19)$$

گام ششم: وزن‌دار کردن ماتریس تصمیم‌گیری خاکستری نرمال شده؛ برای محاسبه درایه‌های ماتریس نرمال شده موزون  $(\otimes V_{ij})$ ، باید اعداد درایه‌های ماتریس تصمیم‌گیری نرمال شده  $(\otimes G_{ij}^*)$  را در بردار وزنی شاخص‌ها ضرب کرد.  $\otimes W_{ij}$  وزن خاکستری شاخص‌هاست که با روش آنتروپی شانون خاکستری محاسبه شده است:

$$D'' = \begin{bmatrix} \otimes V_{11} & \otimes V_{12} & \dots & \otimes V_{1m} \\ \otimes V_{21} & \otimes V_{22} & \dots & \otimes V_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \otimes V_{n1} & \otimes V_{n2} & \dots & \otimes V_{nm} \end{bmatrix} \quad (20)$$

$$\otimes V_{ij} = \otimes G_{ij}^* \times \otimes W_{ij} \quad (21)$$



انتخاب سبد بهینه در پروژه‌های تحقیق و.....

گام هفتم: تعیین گزینه ایده‌آل مثبت (بهترین جواب ممکن) به‌عنوان یک گزینه برای مقایسه سایر گزینه‌ها؛ با وجود  $n$  گزینه که به‌صورت مجموعه  $A = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$  باشند، در این صورت، مرجع ایده‌آل که همان بهترین گزینه ( $A^{ideal}$  یا  $A^{max}$ ) است، از رابطه (۲۲) محاسبه می‌شود. گزینه برتر برای هر شاخص، بیشترین مقدار به‌دست‌آمده برای آن شاخص در بین تمام گزینه‌هاست:

$$A^{max} = \{\otimes V_1^{max}, \otimes V_2^{max}, \dots, \otimes V_j^{max}\} \quad (22)$$

$$\otimes V_j^{max} = \left( \begin{array}{cc} \max_{\substack{1 \leq i \leq n \\ 1 \leq j \leq m}} V_{ij} & , \max_{\substack{1 \leq i \leq n \\ 1 \leq j \leq m}} \bar{V}_{ij} \end{array} \right) \quad (23)$$

گام هشتم: محاسبه امکان‌پذیری خاکستری؛ با استفاده از درجه امکان خاکستری، می‌توان احتمال نزدیکی هر کدام از گزینه‌ها ( $A_i$ ) به گزینه برتر ( $A^{ideal}$ ) را محاسبه کرد:

$$P\{A_i \leq A^{max}\} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m P\{\otimes V_{ij} \leq \otimes V_j^{max}\} \quad (24)$$

گام نهم: اولویت‌بندی گزینه‌ها بر اساس ارزش درجه امکان خاکستری؛ با توجه به احتمالات به‌دست‌آمده، گزینه‌ای که فاصله کمتری از گزینه ایده‌آل داشته باشد (مقدار  $P\{A_i \leq A^{max}\}$  کوچک‌تر باشد)، در رتبه بالاتری قرار می‌گیرد و هرچه این مقدار به یک نزدیک‌تر باشد، گزینه از اهمیت کمتری برخوردار است؛ و هرچه مقدار درجه امکان خاکستری به ۰/۵ نزدیک‌تر باشد، آن گزینه به گزینه ایده‌آل مثبت نزدیک‌تر است (Hamidi and Valafar, 2015; Bhattacharyya, 2015).

#### کوپراس خاکستری

روش کوپراس خاکستری برای تحلیل گزینه‌ها به‌کار می‌رود و اهمیت و درجه سودمندی گزینه‌ها را تخمین می‌زند. درجه سودمندی یک گزینه، بهتر یا بدتر بودن هر گزینه از سایر گزینه‌های

موجود را نشان می‌دهد (Zavadskas et al., 2010). مراحل روش کوپراس خاکستری عبارت‌اند از (Hashemkhani Zolfani et al., 2012; Maity et al., 2012):

گام اول: تعیین شاخص‌ها و گزینه‌ها.

گام دوم: تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری خاکستری:

$$D = \begin{pmatrix} [a_{11}, b_{11}] & \dots & [a_{1m}, b_{1m}] \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ [a_{n1}, b_{n1}] & \dots & [a_{nm}, b_{nm}] \end{pmatrix}$$

(۲۵)

گام سوم: نرمال‌سازی ماتریس تصمیم‌گیری؛ نرمال‌سازی با استفاده از روابط (۲۶) و (۲۷) به دست می‌آید:

$$[a_{ij}^*] = \frac{2a_{ij}}{\left[ \sum_{i=1}^n a_{ij} + \sum_{i=1}^n b_{ij} \right]}$$

(۲۶)

$$[b_{ij}^*] = \frac{2b_{ij}}{\left[ \sum_{i=1}^n a_{ij} + \sum_{i=1}^n b_{ij} \right]}$$

(۲۷)

در این روابط،  $a_{ij}^*$  کران پایین شاخص زدر گزینه  $i$  و  $b_{ij}^*$  کران بالای شاخص زدر گزینه  $i$  است. درایه‌های ماتریس نرمال‌شده به صورت  $[a_{ij}^*, b_{ij}^*]$  خواهند بود.

گام چهارم: محاسبه وزن (اهمیت نسبی) هر کدام از شاخص‌ها ( $w_j$ ) با روش آنتروپی شانون خاکستری.

گام پنجم: تشکیل ماتریس تصمیم خاکستری نرمال شده موزون؛ درایه‌های ماتریس تصمیم نرمال شده موزون با روابط (۲۸) و (۲۹) به دست می‌آیند، که باید وزن شاخص‌ها را در ماتریس

نرمال شده ضرب کرد. درایه‌های ماتریس جدید به صورت  $[\hat{a}_{ij}, \hat{b}_{ij}]$  است:

$$\hat{a}_{ij} = a_{ij}^* w_{ij} \quad (28)$$

$$\hat{b}_{ij} = b_{ij}^* w_{ij} \quad (29)$$

گام ششم: محاسبه مجموعه‌های نرمال شده میانگین وزنی شاخص‌های مثبت (سود) و شاخص‌های منفی (هزینه) برای گزینه‌ها:

$$P_i = \frac{1}{p} \sum_{j=1}^k (\hat{a}_{ij} + \hat{b}_{ij}) \quad (30)$$

$$R_i = \frac{1}{p} \sum_{j=k+1}^{m-k} (\hat{a}_{ij} + \hat{b}_{ij}) \quad (31)$$

در روابط (۳۰) و (۳۱)،  $P_i$  مجموع مقادیر نرمال معیارهای مثبت و  $R_i$  مجموع مقادیر نرمال معیارهای منفی و همچنین،  $k$  تعداد معیارهای مثبت و  $(m-k)$  تعداد معیارهای منفی است. گام هفتم: محاسبه حداقل مقدار شاخص‌های منفی:

$$R_{\min} = \min R_i \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (32)$$

گام هشتم: محاسبه وزن هر کدام از گزینه‌ها؛ وزن هر گزینه با استفاده از رابطه (۳۳) محاسبه می‌شود که در آن،  $Q_i$  وزن نسبی هر گزینه است:

$$Q_i = P_i + \left( \frac{R_{\min} \sum_{i=1}^n R_i}{R_i \sum_{i=1}^n \left( \frac{R_{\min}}{R_i} \right)} \right) = P_i + \left( \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{R_i \sum_{i=1}^n \left( \frac{1}{R_i} \right)} \right) \quad (33)$$

گام نهم: تعیین حداکثر وزن گزینه‌ها.

$$Q_{\max} = \max Q_i (i = 1, 2, \dots, n) \quad (34)$$

گزینه با بیشترین اهمیت نسبی ( $Q_{\max}$ ) بهترین انتخاب در میان گزینه‌هاست.

گام دهم: محاسبه سودمندی کمی ( $U_i$ ) هر کدام از گزینه‌ها بر اساس مقادیر وزنی گزینه‌ها؛ درجه سودمندی یک گزینه که منجر به یک رتبه‌بندی کامل گزینه‌های پیشنهادی می‌شود، با مقایسه اهمیت نسبی هر گزینه با وزن حداکثری به دست می‌آید. مقدار سودمندی کمی گزینه‌ها بین صفر تا صد [۰-۱۰۰] درصد است، که هر اندازه مقدار بیشتری داشته باشد، مطلوب‌تر است.:

$$U_i = \left[ \frac{Q_i}{Q_{\max}} \right] \times 100\% \quad (35)$$

#### آنترویی شانون خاکستری

روش آنترویی شانون خاکستری یکی از روش‌های محاسبه وزن معیارها در مسائل تصمیم‌گیری است. مزیت این روش نسبت به سایر روش‌های وزن‌دهی این است که این روش عینی است و جهت‌گیری نظرهای خبرگان در آن وجود ندارد (Mohammadi and Molaei, 2010). مراحل محاسبه وزن شاخص‌ها با روش آنترویی شانون خاکستری در پی تشریح می‌شود (Hosseinzadeh Lotfi and Fallahnejad, 2010):

گام اول: تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری.

گام دوم: کمی‌سازی ماتریس‌های کیفی.

گام سوم: ادغام ماتریس‌های خبرگان؛ بدین منظور، می‌توان از رابطه (۳۶) استفاده کرد که بیانگر میانگین نظرات خبرگان است؛ همچنین،  $K$  تعداد خبرگان است:

$$\otimes W_j = \frac{1}{K} [\otimes W_j^1 + \otimes W_j^2 + \dots + \otimes W_j^K] \quad (36)$$

$$K = 1, 2, 3, \dots, k \quad ; \quad j = 1, 2, 3, \dots, m$$

انتخاب سبد بهینه در پروژه‌های تحقیق و.....

گام چهارم: نرمال‌سازی ماتریس تصمیم‌گیری؛ با استفاده از رابطه (۳۷)، داده‌های ماتریس تصمیم‌گیری به صورت نرمال‌شده محاسبه می‌شوند. برای نرمال‌سازی، حد پایین ( $x_{ij}^l$ ) و حد بالای ( $x_{ij}^u$ ) عدد خاکستری بر مجموع حد بالای ستون تقسیم می‌شود:

$$p_{ij} = [p_{ij}^l, p_{ij}^u] = \begin{cases} p_{ij}^l = \frac{x_{ij}^l}{\sum_{j=1}^m x_{ij}^u} \\ p_{ij}^u = \frac{x_{ij}^u}{\sum_{j=1}^m x_{ij}^u} \end{cases} \quad j = 1, 2, \dots, m, i = 1, 2, \dots, n \quad (37)$$

گام پنجم: تعیین مقدار آنتروپی هر شاخص؛ مقدار آنتروپی هر شاخص ( $h_i = [h_i^l, h_i^u]$ ) با استفاده از رابطه (۳۸) محاسبه می‌شود:

$$h_i = \begin{cases} h_i^l = \min \left\{ -h_0 \sum_{j=1}^m p_{ij}^l \cdot \ln p_{ij}^l, -h_0 \sum_{j=1}^m p_{ij}^u \cdot \ln p_{ij}^u \right\}, i = 1, \dots, n \\ h_i^u = \max \left\{ -h_0 \sum_{j=1}^m p_{ij}^l \cdot \ln p_{ij}^l, -h_0 \sum_{j=1}^m p_{ij}^u \cdot \ln p_{ij}^u \right\}, i = 1, \dots, n \end{cases} \quad (38)$$

به گونه‌ای که:

$$h_i = (\ln n)^{-1} = \frac{1}{\ln n} \quad (39)$$

$h_i$  یک ثابت مثبت است که برای تأمین شرط  $0 \leq h_i \leq 1$  اعمال می‌شود؛ و  $n$  تعداد گزینه‌هاست.

گام ششم: محاسبه درجه انحراف هر شاخص ( $d_i$ ):

$$d_i = [d_i^l, d_i^u] = \begin{cases} d_i^l = 1 - h_i^u & i = 1, \dots, n \\ d_i^u = 1 - h_i^l & i = 1, \dots, n \end{cases} \quad (40)$$

گام هفتم: محاسبه وزن شاخص‌ها:

$$w_i = [w_i^l, w_i^u] = \begin{cases} w_i^l = \frac{d_i^l}{\sum_{s=1}^n d_s^u} \\ w_i^u = \frac{d_i^u}{\sum_{s=1}^n d_s^l} \end{cases} \quad (41)$$

بر اساس رابطه (۴۱)، وزن هر کدام از شاخص‌ها به صورت یک بازه  $([w_i^l, w_i^u])$  تعیین خواهد شد.

#### روش کپلند

هنگامی که در رتبه‌بندی با روش‌های تصمیم‌گیری، از چند روش مختلف استفاده می‌شود و نتایج آنها متفاوت است، می‌توان نتایج به دست آمده را با استفاده از روش‌های ادغامی مانند روش میانگین رتبه‌ها، روش بردا<sup>۱</sup> و روش کپلند<sup>۲</sup> با هم ترکیب کرد. برای ادغام نتایج با روش کپلند، ابتدا یک ماتریس مربعی از گزینه‌ها تشکیل می‌شود که تعداد بردها (مسلط شدن) و باخت‌ها (مغلوب شدن) را برای هر گزینه مشخص می‌کند. چنانچه در مقایسات زوجی، تعداد دفعاتی که گزینه A بر گزینه B ارجحیت داشته باشد، بیشتر از دفعاتی باشد که رتبه گزینه A بدتر شده است، گزینه A در ماتریس مقدار یک می‌گیرد؛ اگر در مقایسه زوجی، برتری وجود نداشته باشد، یا تعداد آرا مساوی باشند، این گزینه مقدار صفر می‌گیرد. سطر آخر ماتریس مجموع باخت‌ها را برای هر گزینه نشان می‌دهد. امتیازی که مدل کپلند به هر گزینه می‌دهد، با کم کردن تعداد باخت‌های هر گزینه  $(\sum R)$  از تعداد بردها  $(\sum C)$  به دست می‌آید. بر اساس مجموع بردها و باخت‌های هر گزینه در مقایسات زوجی، رتبه نهایی گزینه مشخص می‌شود (Soltan-Hosseini et al., 2017).

1. Borda
2. Copeland

انتخاب سبد بهینه در پروژه‌های تحقیق و.....

### نتایج و بحث

در پژوهش حاضر، پس از شناسایی مهم‌ترین شاخص‌ها با نظرخواهی از خبرگان، پروژه‌های تحقیقاتی بر اساس شاخص‌ها و با استفاده از پرسشنامه تکمیلی توسط کارشناسان (جدول ۴) ارزیابی شدند. سپس، وزن خاکستری شاخص‌ها با روش آنتروپی شانون خاکستری محاسبه شد. محاسبه وزن قطعی برای هر شاخص نیز با بهره‌گیری از رابطه (۱۲) صورت گرفت و شاخص‌ها رتبه‌بندی شدند، که نتایج آن در جدول ۵ آمده است.

جدول ۴- ویژگی‌های جمعیت‌شناختی کارشناسان ارزیاب پروژه‌ها

درصد	تعداد	مشخصات پاسخ‌دهندگان	
۹۳/۷۵	۱۵	مرد	جنسیت
۶/۲۵	۱	زن	
۰	۰	کمتر از ۳۰ سال	سن
۰	۰	۳۰-۴۰ سال	
۷۵	۱۲	۴۰-۵۰ سال	
۲۵	۴	بیش از ۵۰ سال	
۰	۰	کاردانی	تحصیلات
۰	۰	کارشناسی	
۶/۲۵	۱	کارشناسی ارشد	
۹۳/۷۵	۱۵	دکتری	رشته تحصیلی
۱۲/۵۰	۲	علوم دامی	
۱۲/۵۰	۲	علوم باغبانی	
۲۵	۴	خاک‌شناسی	
۶/۲۵	۱	صنایع غذایی	
۶/۲۵	۱	اصلاح نباتات	
۶/۲۵	۱	آبیاری و زهکشی	
۱۸/۷۵	۳	ماشین‌های کشاورزی	
۱۲/۵۰	۲	حشره‌شناسی کشاورزی	
۸۱/۲۵	۱۳	هیئت علمی - استادیار	
۶/۲۵	۱	هیئت علمی - مربی	
۱۲/۵۰	۲	رئیس	
۶/۲۵	۱	۰-۵ سال	
۰	۰	۶-۱۰ سال	سابقه کار
۱۸/۷۵	۳	۱۱-۱۵ سال	
۱۲/۵۰	۲	۱۶-۲۰ سال	
۶۲/۵۰	۱۰	۲۱-۳۰ سال	

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۵- وزن محاسبه شده برای هر شاخص با روش آنتروپی شانون خاکستری

نماد	شاخص	وزن خاکستری	وزن قطعی	رتبه شاخص
A <sub>۱</sub>	موجودیت نیروهای پشتیبانی فنی	[۰/۰۰۳۵, ۰/۴۳۵۲]	۰/۲۱۹۴	۱۱
A <sub>۲</sub>	موجودیت نیروهای مدیریتی	[۰/۰۰۱۴, ۰/۳۲۳۱]	۰/۱۶۲۲	۱۵
A <sub>۳</sub>	نحوه تأمین مالی پروژه	[۰/۰۰۱۰, ۰/۳۲۶۷]	۰/۱۶۳۹	۱۴
A <sub>۴</sub>	نرخ بازگشت داخلی	[۰/۰۰۹۹, ۰/۶۲۲۷]	۰/۳۱۶۳	۷
A <sub>۵</sub>	بودجه پروژه	[۰/۰۰۳۳, ۰/۳۹۵۶]	۰/۱۹۹۴۲	۱۲
A <sub>۶</sub>	ریسک اجرایی	[۰/۰۰۰۴, ۰/۲۷۶۰]	۰/۱۳۸۲	۱۶
A <sub>۷</sub>	ریسک نقدینگی	[۰/۰۰۲۴, ۰/۳۹۶۵]	۰/۱۹۹۴۱	۱۳
A <sub>۸</sub>	ریسک زمان	[۰/۰۰۸۸, ۰/۶۸۵۷]	۰/۳۴۷۲	۵
A <sub>۹</sub>	احتمال موفقیت پروژه	[۰/۰۰۱۱, ۰/۲۷۳۸]	۰/۱۳۷۵	۱۷
A <sub>۱۰</sub>	مدت زمان انجام پروژه	[۰/۰۰۵۱, ۰/۴۹۹۷]	۰/۰۰۱۳	۱۸
A <sub>۱۱</sub>	میزان دسترسی به دانش فنی و فناوری مورد نیاز	[۰/۰۰۰۷, ۰/۵۸۶۹]	۰/۲۹۳۸	۸
A <sub>۱۲</sub>	ارتباط موضوع و میزان اهمیت پروژه در میان اولویت‌های پژوهشی سازمان	[۰/۰۰۱۳۲, ۰/۸۷۷۶]	۰/۴۴۵۴	۱
A <sub>۱۳</sub>	هم‌راستایی با آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های داخلی سازمان	[۰/۰۰۳۱, ۰/۴۹۱۹]	۰/۲۴۷۵	۹
A <sub>۱۴</sub>	هم‌راستایی با چشم‌اندازها و مأموریت سازمان	[۰/۰۰۱۲۲, ۰/۷۲۲۰]	۰/۳۶۷۱	۴
A <sub>۱۵</sub>	موفقیت پروژه در جذب سرمایه‌گذار و منابع	[۰/۰۰۷۵, ۰/۶۶۹۵]	۰/۳۳۸۵	۶
A <sub>۱۶</sub>	نوآوری پروژه در سطح استانی و ملی	[۰/۰۰۱۰۰, ۰/۷۶۲۱]	۰/۳۸۶۱	۳
A <sub>۱۷</sub>	منابع در دسترس	[۰/۰۰۴۰, ۰/۴۴۰۱]	۰/۲۲۲۰	۱۰
A <sub>۱۸</sub>	میزان اثربخشی یافته‌های طرح تحقیقاتی بر بحران آب	[۰/۰۰۱۶۳, ۰/۸۴۵۲]	۰/۴۳۰۷	۲

مأخذ: یافته‌های پژوهش

پس از محاسبه وزن شاخص‌ها، پروژه‌ها با روش نظریه خاکستری اولویت‌بندی شدند. با توجه به احتمالات به دست آمده، پروژه‌ای که در فاصله کمتری از گزینه ایده‌آل قرار داشته باشد، در رتبه بالاتری قرار می‌گیرد. سپس، به منظور تعیین اعتبار نتایج، پروژه‌ها با روش کوپراس خاکستری نیز اولویت‌بندی شدند. برای نرمال‌سازی ماتریس تصمیم‌گیری خاکستری،



انتخاب سبد بهینه در پروژه‌های تحقیق و.....

شاخص‌های «ریسک زمان»، «ریسک نقدینگی»، «ریسک اجرایی» و «مدت زمان انجام پروژه» از نوع شاخص منفی و سایر شاخص‌ها مثبت در نظر گرفته شده‌اند. نتایج اولویت‌بندی پروژه‌ها در جدول ۶ ارائه شده است.

جدول ۶- نتایج اولویت‌بندی پروژه‌ها با روش‌های نظریه خاکستری و کوپراس خاکستری

اولویت‌بندی پروژه‌ها						
پروژه	نظریه خاکستری			کوپراس خاکستری		
	رتبه	درجه امکان خاکستری	$P_i$	$R_i$	$Q_i$	$U_i$ (%)
پروژه ۱	۵	۰/۵۹۱۲	۰/۲۵۹۳	۰/۱۱۲۰	۰/۳۵۷۳	۷۳/۶۱
پروژه ۲	۱	۰/۵۳۷۰	۰/۳۰۳۹	۰/۰۶۰۵	۰/۴۸۵۵	۱۰۰
پروژه ۳	۱۵	۰/۶۵۹۵	۰/۱۶۶۶	۰/۰۹۱۵	۰/۲۸۶۶	۵۹/۰۴
پروژه ۴	۱۱	۰/۶۱۹۲	۰/۲۵۴۸	۰/۱۳۱۴	۰/۳۳۸۴	۶۹/۷۱
پروژه ۵	۶	۰/۵۹۴۲	۰/۲۷۷۹	۰/۱۲۳۲	۰/۳۶۷۰	۷۵/۵۹
پروژه ۶	۷	۰/۶۰۱۹	۰/۲۶۶۳	۰/۱۳۳۶	۰/۳۴۸۵	۷۱/۷۸
پروژه ۷	۱۲	۰/۶۲۷۳	۰/۲۳۶۶	۰/۱۵۴۷	۰/۳۰۷۶	۶۳/۳۵
پروژه ۸	۹	۰/۶۰۶۰	۰/۲۴۶۹	۰/۱۰۹۸	۰/۳۴۶۹	۷۱/۴۶
پروژه ۹	۴	۰/۵۸۴۰۲	۰/۳۰۵۴	۰/۱۰۴۸	۰/۴۱۰۲	۸۴/۴۹
پروژه ۱۰	۱۰	۰/۶۱۵۷	۰/۲۰۸۲	۰/۱۰۷۳	۰/۳۱۰۶	۶۳/۹۸
پروژه ۱۱	۱۴	۰/۶۵۲۹	۰/۱۹۸۴	۰/۱۰۶۶	۰/۳۰۱۴	۶۲/۰۸
پروژه ۱۲	۳	۰/۵۸۴۰۱	۰/۲۴۴۳	۰/۰۷۷۹	۰/۳۸۵۲	۷۹/۳۵
پروژه ۱۳	۲	۰/۵۷۶۴	۰/۲۳۳۲	۰/۰۵۷۷	۰/۴۲۳۵	۸۷/۲۴
پروژه ۱۴	۱۳	۰/۶۴۸۶	۰/۲۱۰۴	۰/۱۳۳۹	۰/۲۹۲۴	۶۰/۲۴
پروژه ۱۵	۱۶	۰/۶۶۹۴	۰/۱۸۴۷	۰/۱۲۶۹	۰/۲۷۱۳	۵۵/۸۷
پروژه ۱۶	۸	۰/۶۰۴۸	۰/۲۴۴۶	۰/۱۰۶۶	۰/۳۴۷۶	۷۱/۵۹

مأخذ: یافته‌های پژوهش

با توجه به جدول ۶، مشاهده می‌شود که همه رتبه‌بندی‌های پروژه‌ها در دو روش یادشده یکسان نیست؛ از این‌رو، برای رسیدن به یک اجماع کلی و رفع تعارض بین رتبه‌بندی پروژه‌ها، از روش ادغامی کپلند استفاده شده و رتبه‌بندی نهایی پروژه‌ها در جدول ۷ آمده است.

جدول ۷- اولویت بندی پروژه‌ها با روش کپ‌لند

پروژه	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	مسلط شدن	تفاضل	رتبه
P1	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۱۰	۵	۶
P2	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱۵	۱۵	۱
P3	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	-۱۳	۱۵
P4	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۵	-۵	۱۱
P5	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۱۱	۷	۵
P6	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۹	۳	۷
P7	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۴	-۷	۱۲
P8	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۷	-۱	۹
P9	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۱۲	۹	۴
P10	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۶	-۳	۱۰
P11	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۲	-۱۱	۱۴
P12	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۱۳	۱۱	۳
P13	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱۴	۱۳	۲
P14	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۳	-۹	۱۳
P15	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	-۱۵	۱۶
P16	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۸	۱	۸
مطلوب شدن	۵	۰	۱۴	۱۰	۴	۶	۱۱	۸	۳	۹	۱۳	۲	۱	۱۲	۱۵	۷			

مأخذ: یافته‌های پژوهش

### تشکیل سبد بهینه پروژه

با توجه به محدودیت اعتبارات، مهم‌ترین هدف «انتخاب حداکثر تعداد پروژه‌ها با توجه به بودجه» است؛ چنان‌که مشاهده می‌شود، مجموع هزینه پروژه‌های پیشنهادی بیش از بودجه کل است و نمی‌توان همه پروژه‌ها را انتخاب کرد. بنابراین، در این مرحله، به منظور تشکیل سبد بهینه پروژه‌های تحقیق و توسعه، بودجه کل به پروژه‌های با اولویت بالاتر اختصاص داده شد، به گونه‌ای که کل سرمایه‌گذاری سبد پروژه از بودجه در دسترس بیشتر نمی‌شود. سبد بهینه پروژه در جدول ۸ نشان داده شده است.

انتخاب سبد بهینه در پروژه‌های تحقیق و.....

جدول ۸- سبد بهینه پروژه

پروژه	رتبه نهایی	هزینه (میلیون ریال)	هزینه تجمعی (میلیون ریال)
پروژه ۲	۱	۱۲۰	۱۲۰
پروژه ۱۳	۲	۱۲۰	۲۴۰
پروژه ۱۲	۳	۱۲۰	۳۶۰
پروژه ۹	۴	۱۰۰	۴۶۰
پروژه ۵	۵	۱۰۰	۵۶۰
پروژه ۱	۶	۱۲۰	۶۸۰
پروژه ۶	۷	۱۰۰	۷۸۰
<b>بودجه کل (میلیون ریال) ۸۰۰</b>			

مأخذ: یافته‌های پژوهش

### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

تعیین اولویت‌های تحقیقاتی به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه که توانایی اختصاص منابع مالی به همه پروژه‌ها را ندارند، یکی از موضوعات ضروری است. در کشور ما، میزان اعتبارات تخصیص‌یافته به پروژه‌های تحقیقاتی اندک است و در بسیاری از موارد نیز از آن استفاده بهینه نمی‌شود. از این‌رو، پژوهش با هدف اولویت‌بندی پروژه‌های تحقیق و توسعه کشاورزی و انتخاب سبد بهینه پروژه در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس انجام شده است. نخست، شاخص‌ها توسط خبرگان شناسایی و پروژه‌ها بر اساس شاخص‌ها با استفاده از پرسشنامه ارزیابی شدند. سپس، محاسبه وزن شاخص‌ها با روش آنتروپی شانون خاکستری صورت گرفت و پروژه‌ها با روش‌های نظریه خاکستری و کوپراس خاکستری اولویت‌بندی شدند. در ادامه، مشخص شد که شاخص‌های ارتباط موضوع و میزان اهمیت پروژه در میان اولویت‌های پژوهشی سازمان (۰/۴۴۵۴)، میزان اثربخشی یافته‌های طرح تحقیقاتی بر بحران آب (۰/۴۳۰۷) و نوآوری پروژه در سطح استانی و ملی (۰/۳۸۶۱)، به‌ترتیب، بیشترین وزن و اهمیت را دارند. پروژه‌های P<sub>۲</sub> از بخش تحقیقاتی آب و خاک و P<sub>۱۳</sub>، P<sub>۱۲</sub> و P<sub>۹</sub> از بخش فنی و مهندسی

کشاورزی از بالاترین اولویت و پروژه‌های  $P_{15}$  و  $P_3$  از پایین‌ترین اولویت برخوردارند. سرانجام، بودجه کل به پروژه‌های با اولویت بالاتر تخصیص داده و سبد بهینه پروژه انتخاب شد. از آنجا که بخش عمده خاک ایران در معرض خشکی و کم‌آبی است و بیش از ۸۸ درصد آب کشور در بخش کشاورزی مصرف می‌شود، با توجه به وضعیت بحران خشکسالی در استان فارس و این واقعیت که بحران آب مهم‌ترین چالش بخش کشاورزی و سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی است، اجرای این پروژه‌ها می‌تواند منجر به استفاده بهینه و صرفه‌جویی در مصرف آب شود. همچنین، با اولویت‌بندی و انتخاب بهینه پروژه‌های تحقیقاتی، می‌توان از صرف منابع مالی و انسانی حداکثر بهره را به دست آورد و موجب کارآمدی هرچه بیشتر تحقیقات شد. پژوهش حاضر با توجه به شرایط مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس انجام شده است و مسئله آن را می‌توان در شرایط جدید، با افزودن معیارهای جدید نیز دوباره حل کرد. با تغییر در پروژه‌های سازمان، شرایط محدودیت‌ها و اهداف ممکن است تغییر کنند و نتایج جدید حاصل شود. بنابراین، مراحل اولویت‌بندی و انتخاب سبد بهینه فقط به عنوان یک فرآیند و رویه پیشنهاد می‌شود و تصمیم‌گیری نهایی در مورد انتخاب پروژه‌های سازمان برای اجرا به نظر کارشناسان سازمان بستگی دارد.

در پایان، بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر، در قالب پیشنهاد اجرایی، توصیه می‌شود که در اجرای پروژه‌ها، بدین نکات توجه شود: تکمیل مطالعات اولیه به طور کامل، برآورد دقیق از حجم عملیات و هزینه و زمان اجرا قبل از شروع پروژه، عدم وجود فاصله زمانی زیاد بین مرحله مطالعه و اجرای پروژه، تهیه تجهیزات لازم پیش از آغاز پروژه، تهیه برنامه زمان‌بندی کامل به صورت گام‌به‌گام، شناسایی فعالیت‌های بحرانی و در نظر گرفتن تمهیدات لازم، نظارت کامل بر روند اجرای پروژه، به کارگیری نیروهای متخصص و کارآموده، تخصیص اعتبار لازم پیش از آغاز عملیات اجرایی به منظور جلوگیری از کمبود اعتبار هنگام اجرای پروژه، هماهنگی با ادارات و سازمان‌های مرتبط، آشنایی مدیران با اصول مدیریت پروژه و کنترل پروژه با

روش‌های علمی پیشرفته و پرهیز از مدیریت سنتی و سلیقه‌ای، همکاری و هماهنگی بین ارکان پروژه و همچنین، طراحی نرم‌افزار سفارشی به‌منظور به‌روزرسانی فرآیند انتخاب پروژه‌ها در سازمان. افزون بر این، پیشنهاد می‌شود که در پژوهش‌های آتی، با توجه به اهمیت و ضرورت پروژه‌های تحقیق و توسعه در روند پیشرفت سازمان‌ها و کشور و همچنین، وجود محدودیت منابع در سازمان‌ها، اولویت‌بندی پروژه‌ها و انتخاب سبد بهینه در سایر سازمان‌های تحقیقاتی و سازمان‌های پروژه‌محور به‌کار گرفته شود؛ و سرانجام، به‌منظور تعیین روابط میان پروژه‌ها و تشکیل سبد بهینه در پژوهش، می‌توان از مدل‌های ریاضی همچون مدل برنامه‌ریزی خطی نیز استفاده کرد.

#### منابع

1. Abbasi, M., Ashrafi, M., Kheirkhah, A.S., Bonyad, H. and Ghorbanzadeh Karimi, H.R. (2013). Selection of research and development projects portfolio using a combination of data envelopment analysis model-balanced scorecard. *Journal of Science and Technology Policy*, 5(3): 67-82. (Persian)
2. Alinejad, A.R. and Ghorbanian Farahabadi, I. (2015). Providing a combination of fuzzy TOPSIS and data envelopment analysis and integer programming for selecting a portfolio of projects. *Journal of Industrial Management Studies*, 13(73): 187-219. (Persian)
3. Aliinejad. A.R. and Simiari, K. (2013). Selecting the optimal project portfolio using the DEA/DEMATEL compilation approach. *Journal of Industrial Management Studies*, 11(28): 41-60. (Persian)
4. Anyaeche, C.O., Ighravwe, D.E. and Asokeji, T.A. (2017). Project portfolio selection of banking services using COPRAS and Fuzzy-TOPSIS. *Journal of Project Management*, 2(2): 51-62.
5. Bhattacharyya, R. (2015). A grey based multiple attribute approach for R&D project portfolio selection. *Fuzzy International and Engineering*, 7(2): 211-225.
6. Caballero, H. (2014). Project portfolio evaluation and selection using mathematical programming and optimization methods. PhD Thesis, Purdue University.

7. Chatterjee, K., Hossain, Sh.A. and Kar, S. (2018). Prioritization of project proposals in portfolio management using Fuzzy AHP. *OPSEARCH*, 55(2): 478-501.
8. Eilat, H., Golany, B. and Shtub, A. (2006). Constructing and evaluating balanced portfolio of R&D projects with interactions: a DEA based methodology. *European Journal of Operational Research*, 172(3): 1018-1039.
9. Eshtaiwi, M.I., Badi, I.A., Abdulshahed, A.M. and Erkan, T.E. (2017). Assessment of airport performance using the grey theory method: a case study in Libya. *Grey Systems: Theory and Application*, 7(3): 426-436.
10. Fallah, H. and Jahanbaz, A. (2011). Providing a method for prioritizing and budgeting research topics aimed at developing economic activities. *Journal of Science and Technology Policy*, 3(3): 72-92. (Persian)
11. Hamidi, N. and Valafar, M. A. (2015). Use of grey possibility degree method to rank strategic projects in organization (case study: Mapna Group). *Journal of Industrial Management*, 7(2): 259-284. (Persian)
12. Hashemi Majomard, S.M. and Kasaei, M. (2017). Providing a new method for evaluation and selection of a basis for new product development projects (case study: a medical devices manufacturer). *Journal of Industrial Management Studies*, 15(47): 23-43. (Persian)
13. Hashemkhani Zolfani, S., Rezaeinia, N., Aghdaei, M.H. and Zavadskas, E.K. (2012). Quality control manager selection based on AHP- COPRAS-G methods: a case in Iran. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 25(1): 72-86.
14. Hosseinalipour, M. and Mohammadi, S. (2014). Explanation of an integrated and coherent framework for selecting portfolio management with a strategic approach in project-based organizations (case study: Building Investment Complex of Iran). *Soffeh*, 24(3): 57-74. (Persian)
15. Hossein, F., Parvaneh, A. and El-Sayegh, S.M. (2016). Project selection using the combined approach of AHP and LP. *Journal of Financial Management of Property and Construction*, 21(1): 39-53.
16. Hosseinzadeh Lotfi, F. and Fallahnejad, R. (2010). Imprecise Shannon's entropy and multi attribute decision making. *Entropy*, 12(1): 53-62.
17. Kabli, M.R. (2009). A multi-attribute decision making methodology for selecting new R&D projects portfolio with a case study of Saudi oil refining industry. PhD Thesis, University of Nottingham.
18. Maity, S.R., Chatterjee, P. and Chakraborty, Sh. (2012). Cutting tool material selection using grey complex proportional assessment method. *Materials and Design*, 36: 372-378.

19. Meade, L.M. and Pressly, A. (2002). R&D project selection using the analytic network process. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 49(1): 59-66.
20. Mohammadi, A. and Molaei, N. (2010). Application of grey multi-criteria decision making to evaluate performance of companies. *Journal of Industrial Management*, 2(4): 142-125. (Persian)
21. Salati, F. and Makoui, A. (2012). Presenting value function (utility) prioritizing research projects in R&D centers using UTA method (case study of Iran Water Resources Company). *9th International Conference on Industrial Engineering*.
22. Soltan-Hosseini, M., Razavi, S.M.J. and Salimi, M. (2017). Recognizing and prioritizing the barriers to privatization of football industry in Iran with multi-criteria analysis and Copeland approach. *Sport Management Studies*, 9(41): 17-36. (Persian)
23. Tavana, M., Keramatpour, M., Santos-Arteaga, F.J. and Ghorbaniane, E. (2015). A fuzzy hybrid project portfolio selection method using data envelopment analysis, topsis and integer programming. *Expert Systems with Applications*, 42(22): 8432-8444.
24. Voskoglou, M.Gr. and Theodorou, Y.A. (2017). Application of grey numbers to assessment processes. *International Journal of Applications of Fuzzy Sets and Artificial Intelligence*, 7: 273-280.
25. Yamakawa, E.K., Sousa-Zomer, T.T., Cauchick-Miguel, P.A. and Killen, C.P. (2018). R&D portfolio management practices in Brazilian electric power utilities. *Benchmarking: An International Journal*, 25(6): 1641-1655.
26. Zavadskas, E.K., Turskis, Z. and Tamošaitiene, J. (2010). Risk assessment of construction projects. *Journal of Civil Engineering And Management*, 10(1): 33-46.