

## تکثرگرایی در روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره

احمد رضا قاسمی\*

استادیار، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت، پردیس فارابی دانشگاه تهران، قم، ایران

پذیرش: ۱۳۹۶/۱/۲۸

دریافت: ۱۳۹۵/۴/۹

### چکیده

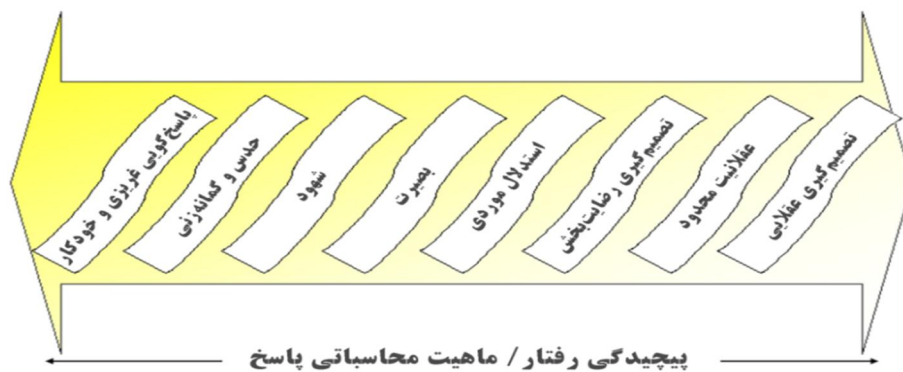
تصمیم‌گیری در زمره مهم‌ترین وظایف مدیران قلمداد می‌شود. تاکنون رویکردهای متعددی به مقوله تصمیم‌گیری وجود داشته است. فلاسفه، مدیران، جامعه‌شناسان و روانشناسان، هر یک از منظری به مقوله تصمیم‌گیری نگریسته‌اند. پژوهش حاضر سعی دارد نگاهی نو به فنون تصمیم‌گیری کمی در قالب نظریه تکثرگرایی بیان‌دازد. بدین منظور سعی بر عملیاتی نمودن و بازآفرینی مفهوم تکثرگرایی در حوزه تصمیم‌گیری کمی بوده است. در این راستا، ابعاد مثلث‌سازی، تحلیل پایداری (حساسیت)، توجه به مقوله اعتبار و پایایی و تکثر داده‌ها به عنوان ارکان چهارگانه تکثرگرایی مورد بحث قرار گرفته‌اند؛ بنابراین، مهم‌ترین نوآوری پژوهش حاضر را می‌توان در بسط مفهوم تکثر داده، در کنار بازتعریف سه رکن دیگر تکثرگرایی در تصمیم‌گیری چندمعیاره، قلمداد کرد. نتیجه تکثر داده در یک نمونه عملی گویای آن است که رابطه نزدیکی میان رتبه‌بندی سه رویکرد قطعی، فازی و خاکستری وجود دارد. از آنجایی که نظریه فوق مبتنی بر مثال‌های معدود در یک صنعت است، در تعمیم نتایج بایستی احتیاط نمود. تعمیم‌پذیری، بر قابلیت تعمیم نتایج به دیگر مطالعات مشابه اشارت دارد.

واژگان کلیدی: تصمیم‌گیری کمی، تکثرگرایی، مثلث‌سازی، تکثرگرایی داده، پایداری.

### ۱- مقدمه

قرن نوزدهم و بیستم، آبستن تحولات عدیده در عرصه علوم انسانی بوده است. در این دوران، صاحب‌نظران همواره کوشیده‌اند تا پدیده‌های انسانی را با دیدی سخت و

کمّی موردبررسی قرار دهند. از نظر آن‌ها، برای علمی‌کردن یکرشته بایستی موضوعات موردبررسی را به صورت سخت و دقیق مورد مطالعه قرار داد. بنابراین، اعتقادی به وجود روش‌شناسی مستقل برای علوم نرم وجود نداشت، زیرا بسیاری از اندیشمندان معتقد بودند که برای افزایش اعتبار یافته‌های چنین حوزه‌هایی باید راه مشابهی همانند علوم سخت طی شود. آگوست کنت<sup>۱</sup> جامعه‌شناسی را فیزیک اجتماعی می‌نامید و دورکهایم<sup>۲</sup> از روش‌های آماری و کمّی به طور گسترده در تألیفات خود بهره جست. اوج چنین تفکری در میانه قرن بیستم و در آثار اندیشمندان حلقه وین رایج بود. در مجموع، رویکرد مسلط بر پژوهش‌های علوم انسانی، نگرش تحصيل‌گرایی بوده است [۱، ص ۷]. امتداد این نگرش به شاخه‌های مختلف علم مدیریت نظیر تصمیم‌گیری تسری یافته است. تصمیم‌گیری در زمره مهم‌ترین امور مدیریتی تلقی می‌شود. تعاریف مختلفی از مدیریت به عمل آمده است. از آن جمله، الوانی تصمیم‌گیری را انتخاب یک‌راه از میان راه‌های مختلف می‌داند [۲، ص ۱۶]. همچنین الگوهای متعددی در زمینه تصمیم‌گیری ارائه شده است. روش‌های تصمیم‌گیری ذکر شده، بسته به ماهیت پاسخ و میزان پیچیدگی مسئله تصمیم، بر روی پیوستار فوق قرار می‌گیرد (نمودار ۱).



نمودار ۱ پیوستار گونه‌های مختلف تصمیم‌گیری [۲، ص ۹۱].

یکی از دلایل تنوع فنون تصمیم‌گیری، وجود عدم اطمینان<sup>۳</sup> در فرایند تصمیم‌گیری است. در واقع، عدم اطمینان، ویژگی عمومی و فزاینده جوامع پیشرفته است. عدم

اطمینان در تصمیم‌گیری، می‌تواند در شرایط ناآگاهی<sup>۴</sup> (عدم وجود دانش خاصی در زمینه مورد بررسی)، ناپایداری<sup>۵</sup> (زمانی که استواری برخی از اطلاعات در حاله‌ای از ابهام است) و غیرقابل شناخت بودن<sup>۶</sup> (برخی اطلاعات معین غیرقابل دسترسی هستند) به وقوع بپیوندد [۳، ص ۲۱۳]. یکی از راهکارهای کاستن از عدم اطمینان ذاتی در بستر تصمیمات سازمانی، کثرت‌گرایی است. پژوهش حاضر، سعی در بازنمایی مفهومی نوین تحت عنوان «تکثرگرایی»<sup>۷</sup> در فنون کمی تصمیم‌گیری» دارد. هدف غایی از کثرت‌گرایی، کاستن از ریسک تصمیمات اتخاذشده، به‌عنوان یکی از اهداف مدیران و پژوهشگران عرصه مدیریت، بوده است. تاکنون راهکارها و روش‌های متعددی برای ارتقای اعتبار تصمیم‌ها ارائه شده است؛ از جمله این اقدامات، می‌توان به کسب نظر از افراد خبره، تصمیم‌گیری گروهی، تصمیم‌گیری با رویکرد مرحله‌ای و تدریجی، توجه محدودیت‌های جسمانی (استرس، تمرکز، زیست‌آهنگ<sup>۸</sup> و ...) اشاره نمود [۲، ص ۸۰]. لازم به ذکر است، نظریه کثرت‌گرایی در الگوهای کمی تصمیم، تمرکز خود را بر پارادایم‌های تحصیل‌گرایی<sup>۹</sup> و پسا تحصیل‌گرایی<sup>۱۰</sup> گذارده است.

## ۲- ادبیات نظری و پیشینه

### - خاستگاه کثرت‌گرایی

اصطلاح «پلورالیسم» یا کثرت‌گرایی نخستین بار در حوزه‌های کلیسا به کار رفت و به اشخاصی که در کلیسا داری مناصب و مشاغل متکثری بودند، گفته می‌شد. در اصطلاح و به‌طور کلی، مراد از کثرت‌گرایی، هر نظریه‌ای است که در آن اصل و ریشه امور یا تعداد چیزها یا نوع آن‌ها بیش از یکی دانسته شود و کثرت‌گرا کسی است که کثرت یا چندگانگی را اصل قرار می‌دهد (در مقابل وحدت یا یگانگی)؛ از این‌رو، می‌توان او را «کثرت‌گرا» یا «چندگانه‌گرا» خواند. «کثرت‌گرایی» در زمینه‌ها و حوزه‌های مختلفی مطرح شده است. کثرت‌گرایی اجتماعی - سیاسی گرایش به کثرت، تعدد و افزایش کمی و کیفی احزاب، جمعیت‌ها، انجمن‌ها و تنوع آراء و عقاید، در جهت مصالح جامعه است. کثرت‌گرایی فرهنگی به معنای تعدد و تکثر فرهنگ‌ها، به‌ویژه در آداب و رسوم اجتماعی و تمایز آشکار آن با فرهنگ‌های دیگر، است. فرهنگ آکسفورد، کثرت‌گرایی را چنین معنی می‌کند: زندگی در جامعه‌ای که از گروه‌های نژادی مختلف تشکیل یافته، یا گروه‌هایی که دارای زندگی سیاسی-دینی مختلف هستند؛ و پذیرش

این اصل که گروه‌های مختلف یادشده، می‌توانند در یک جامعه به صورت صلح‌آمیز زندگی کنند. کثرت‌گرایی معرفتی می‌گوید شناختی که انسان‌ها از یک حقیقت دارند، متنوع و متکثر است و این تنوع فهم‌ها و معرفت‌ها غیرقابل‌تبدیل و کاهش به یک معرفت است؛ بلکه همه این‌ها در عرض هم واقع شده‌اند و هیچ‌یک از این معرفت‌ها نسبت به دیگری ترجیح ندارد. هر یک از این اقسام کثرت‌انگاری با دیگر اقسام آن کاملاً بیگانه نیست؛ ولی موضوع مورد بحث در کلام جدید هیچ‌یک از این اقسام کثرت‌انگاری نیست. آنچه محل بحث پژوهشگران جدید است، بحث کثرت‌انگاری دینی است. در میان انواع کثرت‌گرایی، کثرت‌گرایی دینی بیش از همه مورد توجه و تحقیق و بررسی است.

هدف از کثرت‌گرایی در تصمیم‌گیری افزایش اعتبار نتایج کسب‌شده است. تاکنون روش‌های متعددی برای ارزیابی اعتبار پیشنهاد ارائه شده است. جدول ۱ معرف برخی از شاخص‌های ارزیابی اعتبارسنجی نتایج است.

جدول ۱. استراتژی‌های ارتقاء اعتبار [۴، ص ۸۱].

توصیف	استراتژی
جمع‌آوری اطلاعات از زمینه توسط محققان (تا حد امکان در یک بازه زمانی گسترده)؛	مطالعه میدانی گسترده
بهره‌گیری از عبارات توصیفی مانند نقل‌قول مستقیم (گزارش پدیده طبق روایت اطلاع‌رسان)؛	حداقل مداخله در توصیف
بهره‌گیری از منابع مختلف برای درک بهتر یک پدیده؛	تکثرت‌گرایی داده
بهره‌گیری از چندین روش برای مطالعه بر روی تحقیق؛	تکثرت‌گرایی روش
بهره‌گیری از چندین محقق در گردآوری اطلاعات؛	تکثر مشاهده‌گر
بهره‌گیری از چندین تئوری و نگرش برای تفسیر و تبیین داده‌ها؛	تکثرت‌گرایی تئوری
ارائه تفسیرها به مشارکت‌کنندگان، توسط محقق و تعیین و اصلاح موارد بد درک شده؛	بازخور مشارکت‌کننده
بررسی تبیین‌ها و نتایج محقق، توسط دیگر پژوهشگران و همکاران؛	دریافت نظرات همکاران
جستجو و بررسی موارد ناسازگار با تبیین‌های محقق؛	موارد خلاف انتظار
خودآگاهی و خود انتقادی محقق نسبت به سوگیری‌های بالقوه‌اش و چگونگی تأثیر آن‌ها بر فرایند تحقیق و نتایج آن.	بازتاب پذیری
پیش‌بینی یک سری از نتایج بر مبنای الگوی تبیین شده و سپس تعیین درجه انطباق نتایج واقعی با الگوهای پیش‌بینی شده	سازگاری با الگوی نظری

لازم به ذکر است روش‌های عنوان‌شده برای ارزیابی روایی، اغلب مختص روش‌های پژوهش کیفی هستند. در پژوهش‌های کمی، روایی ابزار اندازه‌گیری که مبین میزان صحت سنجش ابزار اندازه‌گیری می‌باشد، اغلب از سه بعد روایی محتوا<sup>۱۱</sup>، روایی سازه<sup>۱۲</sup> و روایی وابسته به معیار<sup>۱۳</sup> بررسی می‌گردد [۲، ص ۹۱].

اما از آنجایی که فنون تصمیم‌گیری چندمعیاره و به تبع آن پژوهش‌های عملیاتی نرم نیز به نوعی با مفروضات تصمیم‌گیری چند شاخصه هم‌گرایی دارند، روش‌های ارزیابی اعتبار در تصمیم‌گیری چند شاخصه را نیز دارا هستند. روایی در تصمیم‌گیری چندمعیاره، بیشتر از حیث محتوا مورد بررسی قرار می‌گیرد. روایی محتوا ایجاد اطمینان می‌کند که همه ابعاد و مؤلفه‌هایی که می‌تواند مفهوم مورد نظر را انعکاس دهد در آن سنجها وجود دارد [۵، ص ۸۸]. در تصمیم‌گیری چند شاخصه، روایی محتوا را از دو طریق می‌توان بررسی کرد: نخست به وسیله مرور گسترده بر ادبیات پژوهش و ارائه مدل تصمیم‌گیری با استناد به اسناد علمی معتبر و جدید در حوزه مورد بررسی و دوم با گزینش و نظرسنجی از افراد خبره و صاحب‌نظر دانشگاهی [۲، ص ۹۱]. در سالیان اخیر در حوزه فنون تصمیم‌گیری کمی نیز تفکر تکثرگرایانه رسوخ یافته است. درحالی‌که تحقیق در عملیات سنتی قائل به بهره‌گیری از فنون ریاضی-آماري اثبات‌پذیر است، مکاتب نوین تحقیق در عملیات نرم، انتقادی و رهایی‌بخش درصدد زیر سؤال بردن مفروضات اثبات‌گرایانه این رشته بوده‌اند [۶، ص ۷۱].

مکتب کثرت‌گرا در علم تصمیم، ضمن در نظر گرفتن قوت مکاتب مختلف در<sup>۱۴</sup> OR، راه‌هایی را پیشنهاد می‌کند که در روش‌شناسی‌های مختلف و در مناسب‌ترین موقعیت‌های مسئله‌زا، با توجه به هم‌خوانی‌های نظری آن‌ها به کار می‌روند. رویکرد کثرت‌گرا در پاسخ به انتقاد افرادی که به «مانعه‌الجمع بودن پارادایم‌ها» اعتقاد دارند و بهره‌گیری از روش‌شناسی‌های مختلف را ممکن نمی‌دانند، از «نظریه تعلقات شناختی هابرماس»<sup>۱۵</sup> استفاده می‌کند. به باور وی، هر فردی هم دارای تعلقات فنی، هم تعلقات علمی و هم تعلقات رهایی‌بخش است. این دسته از پژوهشگران با توجه به اینکه هریک از رویکردهای سیستمی سخت، نرم و رهایی‌بخش نقاط قوت و ضعف متفاوتی دارند، بدین نتیجه رسیدند که هریک از رویکردهای موجود در کل، مجموعه رویکردهای سیستمی را برای حل یا بهبود موقعیت‌های مسئله‌زا مناسب با خود به‌کارگیرند.

با این حال، متفکران تفسیرگرا برخلاف متفکران کثرت‌گرا، به هم‌خوانی مبانی نظری و روش‌شناختی روش‌هایی که هم‌زمان باهم مورد استفاده قرار می‌گیرند، توجه بسیار دارند [۷، ص ۹۱]. این نگاه در جای‌جای پارادایم‌های نوین تحقیق در عملیات (انتقادی و رهایی‌بخش) به چشم می‌خورد. این پارادایم تسلط و سیطره دیگر پارادایم‌ها را زیر سؤال می‌برد. این پارادایم‌ها بر مبنای کار جکسون و فلود، در اوایل دهه ۱۹۸۰ در انگلستان، شکل گرفت. ویژگی اصلی این رویکردها، این است که سعی در قدرت دادن به تمام بازیگران دخیل در مسئله می‌کند [۸، ص ۲۱]. اهم فنون رایج در این عرصه عبارت‌اند از: مداخله سیستمی فراگیر<sup>۶</sup>؛ مکاشفه سیستمی انتقادی<sup>۷</sup>؛ پاندا<sup>۸</sup>. بنابراین تکثرگرایی منجر به افزایش اعتبار، باورپذیری، وثوق‌پذیری و قابلیت اتکا به روش‌های تصمیم‌گیری می‌شود. پژوهشگر بر این باور است که نیل به اهداف پیش‌گفته به روش‌های مختلف تحقق‌پذیر است. این روش‌ها عبارت‌اند از:

۱. مثلث‌سازی (با رویکرد آمیخته<sup>۹</sup> یا چند روشی<sup>۱۰</sup>)؛
  ۲. ارتقای اعتبار و پایایی ابزارهای تحلیل تصمیم‌گیری؛
  ۳. ارزیابی حساسیت<sup>۱۱</sup> یا پایداری<sup>۱۲</sup> نتایج حاصل از تحلیل تصمیم؛
  ۴. و تکثر داده<sup>۱۳</sup> در ارزیابی تصمیم‌ها.
- در ادامه به بررسی هر یک از این ارکان پرداخته شده است:

### ۳- مثلث‌سازی<sup>۱۴</sup>

واژه «Triangulation» یا مثلث‌سازی در اصل، عاریت گرفته‌شده از ادبیات دریانوردی است. دریانوردان برای افزایش اعتماد از مسیریابی از فنون متعددی بهره می‌جستند؛ برای نمونه می‌توان به جهت وزش باد، دما و شوری آب، رصد صور فلکی و ... اشاره نمود [۱۱، ص ۲۱]. بهره‌گیری صرف از یکی از این روش‌ها به سبب عدم دقتشان، احتمال دور شدن کشتی‌ها را از مسیر اصلی افزایش می‌داد. از این‌رو، غالباً ایشان به‌منظور افزایش قابلیت اطمینان، از چند ابزار و فنون هم‌زمان بهره می‌جستند. از دهه هفتاد میلادی، این مفهوم در ادبیات روش تحقیق توسعه یافت. نگاهی به متون علمی در این عرصه، گویای آن است که امروزه مثلث‌سازی در جنبه نظری وجوه مختلفی را شامل می‌شود؛ این وجوه عبارت‌اند از: تعدد ارزیابی‌کنندگان، کثرت منابع داده و روش تحلیل. تعدد ارزیابی‌کنندگان به معنی تعدد افراد مشاهده‌کننده مسئله

پژوهش است. علت اتخاذ این امر را می‌توان بمانند مثل معروف در مورد افراد نابینایی که در صدد توصیف فیلی هستند که هرگز ندیده‌اند، دانست. علت به‌کارگیری کثرت روش تحلیل<sup>۲۵</sup> که چندروشی<sup>۲۶</sup> نیز نامیده می‌شود، کاستن از محدودیت‌های موجود در هریک از روش‌های تحلیل است. آن‌چنان‌که می‌دانیم، هر روش تحلیل مبتنی بر یک پارادایم پژوهشی متفاوت است؛ از این رو، با انتخاب هریک از روش‌های تحلیل (کیفی یا کمی) مفروضات انسان‌شناسی، هستی‌شناسی، ارزش‌شناسی و معرفت‌شناسی، آن پارادایم به فضای پژوهش تحمیل می‌گردد. از این رو، اتخاذ روش‌های متعدد می‌تواند در افزایش اعتبار نتایج پژوهش مفید باشد. شایان‌ذکر است، چنانچه از روش‌های مختلف کیفی و کمی به شکل توأمان استفاده شود، آن روش آمیخته<sup>۲۷</sup> نام می‌گیرد. حال آنکه چنانچه چند روش کمی یا چند روش کیفی هم‌زمان به‌کارگیری شود، چندروشی به‌کار گرفته شده است [۹، ص ۷۶۱]. در ادبیات علم مدیریت، از این رویکرد به روش‌شناسی سیستمی چندگانه تعبیر می‌شود که همان ایده ترکیب روش‌شناسی‌ها و فن‌ها از پارادایم‌های متفاوت است و به تدریج در علوم مدیریتی، تحقیق در عملیات و رویکردهای سیستمی در حال رواج یافتن است [۱۲، ص ۱۸].

مثلث‌سازی داده<sup>۲۸</sup> هم اشاره به گردآوری اقسام داده با ابزارهای مختلف همچون پرسشنامه‌های ساخت‌یافته و نیمه‌ساخت‌یافته، مشاهده، مصاحبه، فیلم، نوار، عکس و ... اشاره دارد [۸، ص ۲۳]. در این بخش، مراد از مثلث‌سازی همان تکثر ابزار تحلیل کمی است؛ از این رو، در ادامه نگاهی اجمالی به روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره انداخته شده است. نکته مهم دیگر در راستای ارتقای نتایج آن است که هریک از فنون تصمیم‌گیری چندشاخصه بر پایه مفروضات و ارزش‌هایی توسعه یافته‌اند. به‌همین جهت، با بررسی این مفروضات و ارزش‌ها می‌توان با ماهیت و جایگاه استفاده از هریک آشنا شد یا دست‌کم از پشتوانه نظری فن ارائه‌شده، اطمینان حاصل نمود. برای نمونه، فنون تصمیم‌گیری غیر جبرانی به رغم قابلیت ارزیابی با شاخص‌های توأم کیفی و کمی، فیلترینگ و ارزیابی اولیه، از قابلیت بده بستان بی‌بهره‌اند. روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره<sup>۲۹</sup> دیگری هم در طول این پژوهش شناسایی شدند، اما به‌اندازه MAUT<sup>۳۰</sup>، AHP<sup>۳۱</sup>، ANP<sup>۳۲</sup>، CBR<sup>۳۳</sup> و DEA<sup>۳۴</sup> رایج نبودند. به سبب تعدد و تنوع فنون مطرح‌شده، پرداختن به تمامی آن‌ها امکان‌پذیر نیست؛ از این رو در جدول ۲ به معرفی اجمالی برخی از این فنون پرداخته شده است.

جدول ۲ خلاصه روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره [۱۳، ص ۶۱].

روش	مزیت‌ها	نقص‌ها	حیطه‌های کاربرد
نظریه مطلوبیت‌های چندگانه (MAUT)	ابهام را در نظر می‌گیرد؛ می‌تواند ترجیح‌ها را در خود بکار گیرد؛	نیاز به ورودی زیادی دارد؛ ترجیح‌ها باید دقیق باشند؛	اقتصاد؛ امور مالی؛ آمار؛ مدیریت آب؛ مدیریت انرژی؛ کشاورزی.
فرایند سلسله‌مراتب تحلیلی (AHP)	استفاده آسان؛ مقیاس‌پذیری؛ ساختار سلسله‌مراتبی به‌سادگی می‌تواند تنظیم شود تا اندازه‌های مسئله به‌طور مناسب تطبیق پیدا کند؛ داده زیادی نیاز ندارد؛	ممکن است به دلیل وابستگی متقابل بین معیار و جایگزین‌ها، مسئله‌ها به ناسازگاری بین معیار قضاوت و رتبه‌بندی و رتبه‌بندی معکوس منجر شوند؛	مسئله‌های نوع عملکرد؛ مدیریت منابع؛ سیاست شرکت؛ خط‌مشی عمومی؛ راهبرد سیاسی؛ برنامه‌ریزی.
استدلال مبتنی بر مورد (CBR)	به داده زیادی نیاز ندارد؛ به نگهداری کمی نیاز دارد؛ می‌تواند به‌مرور زمان بهبود پیدا کند؛ می‌تواند تغییرات در محیط را در نظر بگیرد؛	به داده ناسازگار حساس است؛ نیاز به موردهای زیادی دارد؛	تجارت؛ بیمه و وسیله نقلیه؛ پزشکی؛ طراحی مهندسی.
تحلیل پوشش داده (DEA)	قادر به مدیریت چندین ورودی و خروجی است؛ بازده را می‌توان تحلیل و کمی کرد؛	به داده غیردقیق رسیدگی نمی‌کند؛ فرض می‌کند که همه ورودی‌ها و خروجی‌ها دقیق شناخته شده‌اند؛	اقتصاد؛ پزشکی؛ صنایع همگانی؛ ایمنی جاده؛ کشاورزی؛ خریده‌فروشی؛ مسئله‌های تجاری.
فَن رتبه‌بندی چندشاخصه ساده (SMART)	ساده است؛ اجازه می‌دهد که هر نوع فَن تخصیص وزنی به کار گرفته شود؛ تلاش کمتری توسط تصمیم‌گیرندگان نیاز دارد؛	ممکن است روند با در نظر گرفتن چارچوب ساده نباشد؛	مدیریت محیطی؛ ساختمان؛ حمل‌ونقل و آما؛ تولید؛ مسئله‌های موتناز.
برنامه‌ریزی هدف (GP)	قادر به مدیریت مسئله‌های بزرگ‌مقیاس است؛ می‌تواند جایگزین‌های نامتناهی تولید کند؛	فقدان روشی برای وزن‌دهی به ضرایب، باعث شده نیازمند ترکیب با روش‌های دیگر تصمیم‌گیری چندمعیاره باشد.	برنامه‌ریزی تولید؛ زمان‌بندی؛ مراقبت از سلامت؛ انتخاب پرتفوی؛ سیستم‌های توزیع؛ برنامه‌ریزی انرژی؛ مدیریت ذخیره آب؛ مدیریت حیات‌وحش.
انتخاب حذفی در ترجمه به واقعیت EIECTRE	در نظر گرفتن ابهام و عدم دقت؛	فرایند و برآیند آن به‌سختی برحسب عبارتهای لیمن قابل تشریح است؛ رتبه‌بندی باعث می‌شود که قدرت‌ها و ضعف‌های جایگزین مستقیماً شناسایی نشود؛	انرژی؛ اقتصاد؛ مدیریت آب؛ مدیریت محیطی؛ مسئله‌های حمل‌ونقل.
روش سازماندهی به رتبه‌بندی ترجیحی جهت ارزیابی بهتر PROMETHEE <sup>۳۵</sup>	استفاده آسان؛ نیاز به این فرض ندارد که معیار مناسب است؛	عدم تأمین یک روش روشن برای تخصیص وزن‌ها؛	مدیریت محیطی؛ هیدرولوژی؛ مدیریت آب؛ تجارت و امور مالی؛ شیمی؛ تدارکات و حمل‌ونقل؛ تولید و موتناز؛ انرژی؛ کشاورزی.
وزن دهی افزایشی ساده (SAW)	توانائی جبران بین معیارها؛ الهام‌بخش برای تصمیم‌گیرندگان؛ سادگی محاسبه و عدم نیاز به برنامه‌های پیچیده رایانه‌ای؛	تخمین‌ها همیشه منعکس‌کننده موقعیت واقعی نیستند؛ ممکن است نتیجه منطقی نباشد؛	مدیریت آب؛ تجارت؛ مدیریت مالی.
فَن رتبه‌بندی ترجیح برحسب شباهت به راه‌حل‌های ایده‌آل (TOPSIS)	یک فرایند ساده دارد؛ به‌سادگی استفاده و برنامه‌ریزی می‌شود؛ تعداد مراحل بدون در نظر گرفتن تعداد خصوصیات یکسان باقی می‌ماند؛	استفاده آن از فاصله اقلیدسی، همبستگی خصوصیات را در نظر نمی‌گیرد؛ وزن‌دهی و حفظ ثبات قضاوت دشوار است؛	مدیریت زنجیره تأمین و تدارکات؛ مهندسی؛ سیستم‌های تولید؛ تجارت و بازاریابی؛ محیطی؛ منابع انسانی؛ مدیریت منابع آب.



روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره متعددی هستند که در طول چند دهه گذشته ایجاد و به‌کاربرده شده‌اند. بر مبنای متون بررسی‌شده، مزیت‌ها، نقص‌ها و همین‌طور حیطه‌های کاربرد هر روش در جدول ۲ خلاصه‌شده است. یک الگوی مشترک از پیشرفت و تکامل مثلاً در گذار از MAVT به MAUT و تا حدی از AHP به ANP دیده می‌شود. ترکیب چند روش باعث می‌شود نقص‌های قابل مشاهده در روش‌های معین مجزا، برطرف شوند.

در سال‌های اخیر، گسترش روش‌های ترکیبی از اهمیت به‌سزایی برخوردار شده است. این روش‌ها بر اساس روش‌های شناخته‌شده سابق از قبیل SAW، TOPSIS، ELECTRE و DEAPROMETHEE، DEMATEL، VIKOR، ANP، AHP، DEA و اصلاح آن‌ها با استفاده از نظریه فازی و عدد خاکستری هستند. اخیراً روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره گسترش‌یافته مانند MOORA، ARAS، COPRAS، MULTIMOORA و SWARA به‌سرعت پیشرفت کرده‌اند و در حل مسائل زندگی واقعی استفاده می‌شوند [۱۴، ص ۳۱۱].

آن‌چنان‌که پیش‌تر اشاره شد، هر روش تصمیم‌گیری چندمعیاره واجد ویژگی‌ها، محدودیت‌ها و مفروضاتی است که خروجی‌های آن را با دیگر روش‌ها متفاوت می‌کند. از این‌رو به‌کارگیری رویکرد تکثر روش، از جمله راه‌کارها برای ایجاد همگرایی میان روش‌هاست و بدین منظور روش‌هایی نظیر میانگین رتبه‌ها، بردا<sup>۳۶</sup> و کپلند<sup>۳۷</sup>... پیشنهاد شده‌اند. شایان‌ذکر است آنچه در ادبیات تصمیم‌گیری تحت عنوان تکثرگرایی طرح می‌شود، عمدتاً به بهره‌گیری توأمان از فنون نرم و سخت تصمیم‌گیری اشاره دارد. از این‌رو رویکرد تصمیم‌گیری اخیر به انجام پژوهش آمیخته<sup>۳۸</sup> اشاره دارد، حال آنکه فنونی نظیر میانگین رتبه‌ها، بردا و کپلند در زمره فنون چندروشی<sup>۳۹</sup> به حساب می‌آیند.

#### - پایایی حاصل از ابزار ارزیابی

قابلیت پایایی که واژه‌هایی مانند اعتماد، ثبات و اعتبار نیز برای آن به‌کاربرده می‌شود، یکی از ویژگی‌های ابزار اندازه‌گیری (پرسشنامه یا مصاحبه یا سایر آزمون‌های علوم اجتماعی) است. پایایی معرف آنست که ابزار اندازه‌گیری در شرایط یکسان تا چه اندازه نتایج یکسانی به دست می‌دهد. از جمله روش‌های بررسی پایایی

می‌توان به اجرای دوباره آزمون یا روش باز آزمایی، روش موازی یا استفاده از آزمون‌های همتا، روش دونیمه کردن پرسشنامه، روش کودر-ریچاردسون و روش آلفای کرونباخ اشاره نمود [۱۰، ص ۱۲۵].

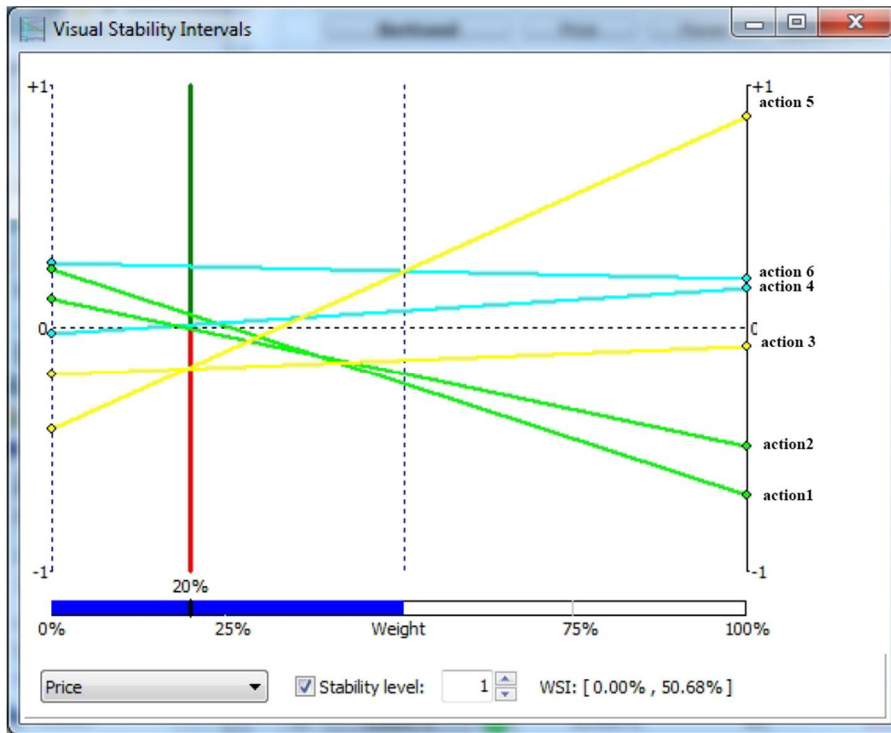
در تحقیق در عملیات نرم و تصمیم‌گیری چندشاخصه، توجه چندانی به پایایی ابزار اندازه‌گیری نشده است. از معدود شاخص‌های ارزیابی که می‌توان به‌عنوان رقیب پایایی طرح نمود، نرخ ناسازگاری<sup>۴۰</sup> در فرایند تحلیل سلسله مراتبی است. این پارامتر معرف درجه همگرایی پاسخ‌های ارائه‌شده از سوی فرد در فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی است [۱۵، ص ۴۱].

صورت دیگر پایایی را می‌توان در درجه تشابه رتبه‌بندی‌ها دانست. برای ارزیابی این قسم پایایی که به بیان بهتر می‌توان از آن تحت عنوان پایداری<sup>۴۱</sup> نتایج یاد نمود، از آزمون‌های همبستگی آماری بهره‌گیری می‌شود. از آنجایی که پارامترهای رتبه‌بندی در تصمیم‌گیری چند شاخصه متنوع بوده و از سوی دیگر، بعضاً گزینه‌های مورد ارزیابی کم‌تر از ۲۰ عدد هستند، بهره‌گیری از ضریب همبستگی اسپیرمن توصیه می‌شود. هنگامی که مفروضات پارامتریک در مورد ضریب همبستگی دو متغیر وجود ندارد، می‌توان از ضریب همبستگی اسپیرمن<sub>s</sub> بهره برد. هدف از محاسبه این ضریب، بررسی رابطه متقابل میان  $x, y$  است. این ضریب مقداری بین صفر تا ۱ را اختیار می‌کند.

### تحلیل حساسیت تصمیم‌گیری

همان‌طور که پیش‌تر اشاره شد، روش‌های وزن‌دهی و رتبه‌بندی در تصمیم‌گیری چندمعیاره در ذیل فنون تحقیق در عملیات نرم قرار می‌گیرند [۱۶، ص ۳۳۱]. علت این مقوله‌بندی آن است که اوزان و رتبه‌بندی‌های ارائه‌شده، فاقد اثبات ریاضی هستند؛ از این رو نمی‌توان با اطمینان کامل به این رتبه‌بندی‌ها اتکا نمود.

از این رو بسته‌های مختلف نرم‌افزاری تصمیم‌گیری چندمعیاره به رتبه‌بندی این فنون مبادرت نموده‌اند. نمونه‌هایی از این تحلیل حساسیت‌ها در نرم‌افزارهای Expert choice، PROMETHEE GAYA و Topsis 2005 وجود دارد. نمودار ۲ به نمونه‌ای تحلیل حساسیت اوزان در نرم افزار پرامتی گایا اختصاص دارد. شایان‌ذکر است.



نمودار ۲ نمونه‌ای از تحلیل حساسیت ترجیح رتبه‌ها بر اساس معیارها در نرم‌افزار PROMETHEE GAYA

#### - تکثر داده

یکی از ویژگی‌های تصمیم‌گیری و پژوهش در حوزه علوم انسانی، اتکای آن به دیدگاه‌ها و نگرش‌های انسانی است. نگرش‌ها و دیدگاه‌های انسانی همواره دارای بار ابهام‌برانگیز بوده و به همین دلیل، کمیّت بخشی به این دیدگاه‌ها و ترجیحات، در قالب مقیاس سنجش با اعداد قطعی، همواره با انتقادهایی همراه بوده است. از این رو از دهه هفتاد میلادی به بعد، پارادایم پژوهش کیفی توسعه‌ای چشم‌گیر در عرصه علوم انسانی داشته است. رویکرد رایج دیگر برای مواجهه با این مسائل، نظریه فازی و خاکستری بوده است. نظریه سیستم‌های فازی [۱۸، ص ۱۱۶] و خاکستری [۱۹، ص ۷۱] را می‌توان به عنوان نظریه‌های ریاضی جدید دانست که روش‌هایی مؤثر برای حل مسائل با عدم قطعیت، داده‌های گسسته و اطلاعات ناقص هستند.

نزدیک به دو هزار سال، منطق رایج در عرصه ریاضیات بر منطق ارسطویی استوار بود. در این منطق، اعداد و متغیرها جنبه قطعی داشته و امکان مواجهه و لحاظ متغیرهای کیفی و زبانی از تصمیم‌سازان سلب شده بود.

مطالعات بسیار کمی در خصوص به‌کارگیری تکثرگرایی داده در تحلیل تصمیمات، به‌ویژه با رویکرد کمی، وجود دارد. فراست و همکاران چهار روش از مشهورترین روش‌های تحلیل کیفی (شامل نظریه برخاسته از داده‌ها، تحلیل گفتمان فوکویی، تحلیل پدیدارشناسانه و تحلیل روایتی) را برای بررسی با پرسشنامه‌های نیمه‌ساخت‌یافته، به‌وسیله پژوهشگران مختلف، به کار بستند. نتایج پژوهش ایشان نشان‌دهنده دیدگاه‌های متفاوت تحلیل‌گران و خروجی‌های متفاوت فنون تحلیل مورد استفاده آنان است [۲۰، ص ۵]. هدف از این تحلیل آن بود که چه معانی و برداشت‌هایی از داده‌های یکسان بررسی‌شده توسط تحلیلگران مختلف با استفاده از روش‌های غیرمجانس، قابل‌برداشت است.

قاسمی و همکاران به بررسی مقایسات زوجی معیارهای گزینش پیمانکاران پرداختند. نتایج این پژوهش گویای آن بود که فن فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی با داده‌های قطعی، ارزیابی بهتری نسبت به فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی دارد [۱۶، ص ۱۴۳].

#### تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی -

از آن زمان که انسان اندیشیدن را آغاز نمود، همواره کلمات و عباراتی را بر زبان جاری ساخته که مرزهای روشنی نداشته‌اند؛ کلماتی نظیر «خوب»، «بد»، «جوان»، «پیر»، «بلند»، «کوتاه»، «قوی»، «ضعیف»، «گرم»، «سرد»، «خوشحال»، «باهوش»، «زیبا» و قیدهایی مانند «معمولاً»، «اغلب»، «تقریباً» و «بندرت». روشن است که نمی‌توان برای این کلمات مرز مشخصی یافت. در منطق ارسطویی هر گزاره‌ای یا درست است یا نادرست و پدیده‌های واقعی یا «سیاه» هستند یا «سفید». منطق ارسطویی دقت را فدای سهولت می‌کند. نتایج منطق ارسطویی شامل گزینه‌های «دو ارزشی»، «درست یا نادرست»، «سیاه یا سفید»، «صفر یا یک»، می‌تواند مطالب ریاضی و پردازش رایانه‌ای را ساده کند. منطق فازی به‌عنوان ابزار و رویکردی جهت استفاده از عبارات زبانی در محاسبات تلقی

می‌شود (نمودار ۳). از دیگر مزایای منطق فازی به موارد زیر می‌توان اشاره نمود:

- قابلیت درک آسان (به واسطه همگرایی با تفکر انسان)؛
- انعطاف‌پذیری سیستم‌های فازی؛
- آسان‌گرفتن در مورد داده‌های غیردقیق؛
- قابلیت مدل‌سازی توابع غیرخطی؛
- قابلیت ساخت بر مبنای نظرات متخصصان؛
- قابلیت ترکیب و امتزاج با فنون سنتی (از باب مثال فن FTOPSIS)؛
- اتکا بر طبیعی بودن زبان [۲۱، ص ۱۵].

امروزه، اغلب پدیده‌های واقعی همواره «فازی»، «مبهم» و «غیردقیق» هستند. نظریه مجموعه‌های فازی، نخستین بار، توسط پروفیسور لطفی‌زاده در سال ۱۹۶۵ مطرح شد. درگذر زمان جای پای نظریه فازی در تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره گشوده شد. در سال ۱۹۸۳، دو محقق هلندی به نام‌های لارهورن و پدریک، روشی را برای فرآیند تحلیل سلسله مراتبی پیشنهاد کردند که بر اساس روش حداقل مجذورات لگاریتمی بنا شده بود. پیچیدگی مراحل این روش، باعث شده این روش چندان مورد استفاده قرار نگیرد. در سال ۱۹۹۶، روش دیگری تحت عنوان روش تحلیل توسعه‌ای توسط یک محقق چینی به نام چانگ<sup>۴۲</sup> ارائه شد. اعداد مورد استفاده در این روش، اعداد مثلثی فازی بودند. مفاهیم و تعاریف فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی بر اساس روش تحلیل توسعه‌ای تشریح شده است. اعداد فازی مثلثی به وسیله سه عدد حقیقی به صورت  $(l, m, u)$ ، تعریف می‌شوند. نکته بسیار مهم آن است که اعداد فازی مثلثی، بر اساس اطلاعات اندک ساخته می‌شوند. انجام عملیات چهارگانه نیز بر روی این اعداد آسان است و اغلب در مواردی مانند واپایشگرهای فازی، تصمیم‌گیری‌های مدیریتی، بازرگانی و مالی، مقایسات و ارزیابی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. با وجود توسعه ریاضیات فازی در مهندسی، اقتصاد، مدیریت محیطی، علوم اجتماعی و پزشکی، توسعه آن دشوار بوده و نیاز به شبیه‌سازی‌های متعددی برای استفاده دارد [۲۲، ص ۵۹]. یکی از دشواری‌های به‌کارگیری منطق فازی، تبدیل مقیاس‌های کیفی به

توابع و روابط ریاضی با بهره‌گیری از توابع عضویت است. بدین ترتیب، اغلب محقق مقیاس کیفی مدنظر خود را با توابع عضویت (مثلثی، دوزنقه‌ای و ...) به فضای تصمیم تحمیل می‌کند. یکی از روش‌های کاستن از ابهام در تعریف توابع عضویت بهره‌گیری از نظریه‌های فازی بدیهی<sup>۴۳</sup> است [۴، ص ۶۰]. نگاه متکثر دیگر که در این زمینه عرضه شده، لحاظ درجه عدم عضویت به‌عنوان مکمل درجه عضویت است. در واقع ممکن است درجه تردیدی<sup>۴۴</sup> وجود داشته باشد.

مجموعه‌های فازی شهودی<sup>۴۵</sup>، ابزاری برای توصیف اطلاعات مبهم و نادقیق تصمیم و مواجه با عدم قطعیت و ابهام موجود در فرآیند تصمیم‌گیری هستند [۵، ص ۲]. بدین ترتیب، ملاحظه می‌شود که نظریه فازی گام‌به‌گام به‌سوی تشکیک و تشتت در خصوص درجه عضویت گام برمی‌دارد.

#### ۴- داده‌های خاکستری

تئوری خاکستری که در سال ۱۹۸۲ توسط دنگ<sup>۴۶</sup> مطرح شد، یکی از مفاهیم ریاضی با که کاربرد گسترده‌ای در تصمیم‌گیری چندمعیاره پیدا کرده است. این نظریه روشی بسیار مؤثر در مواجهه با عدم اطمینان همراه با اطلاعات ناشناخته و ناکامل است. عموماً، اطلاعات مربوط به ترجیحات تصمیم‌گیرندگان در مورد معیارها، به دلایل مختلف، بر اساس قضاوت کیفی آن‌ها بیان می‌شود و در عمل نیز اغلب، قضاوت تصمیم‌گیرندگان بدون اطمینان بوده و به‌وسیله مقادیر عددی دقیق قابل‌بیان نیستند. نظریه خاکستری، یکی از روش‌هایی است که برای مطالعه عدم اطمینان و ناکامل بودن اطلاعات به کار می‌رود و استفاده از آن در تحلیل ریاضی سیستم‌های با اطلاعات ناقص، روند رو به رشدی را دارد. اجزا اصلی تحلیل خاکستری عبارت‌اند از: پیش‌بینی خاکستری، تحلیل رابطه خاکستری، تصمیم خاکستری، برنامه‌ریزی خاکستری و کنترل خاکستری. چنانچه بخواهیم مقایسه‌ای میان اطلاعات سفید، خاکستری و سیاه داشته باشیم، می‌توانیم به‌طور خلاصه به جدول زیر اشاره کنیم؛ به دیگر سخن، اطلاعات خاکستری واجد ویژگی‌های نوشته‌شده در جدول ۳ است.

جدول ۳ برخی از کاربردهای سیستم‌های خاکستری در امر تصمیم‌گیری [۲۶، ص ۱۶۱]

سیاه	خاکستری	سفید	
ناشناخته	غیر کامل	شناخته شده	اطلاعات
تیره	خاکستری	روشن	وضوح
جدید	جایگزینی کهنه با نو	قدیمی	فرایند
آشوب	پیچیدگی	نظم	مالکیت
منفی نگری	انتقال	مثبت نگری <sup>۳۷</sup>	روش
افراط	تحمل	مثبت	نگرش
بدون جواب	راه حل چندگانه	راه حل یکتا	نتیجه‌گیری

پژوهش‌گران بسیاری به بررسی نقش سیستم‌های خاکستری در تصمیم‌گیری پرداخته‌اند. جدول ۴ اشاره‌ای اجمالی به کاربردهای مختلف اعداد و سیستم‌های خاکستری در امر تصمیم‌گیری دارد.

جدول ۴ برخی از کاربردهای سیستم‌های خاکستری در امر تصمیم‌گیری

پژوهشگران	مهم‌ترین موارد بررسی شده
[۲۸، ص ۳۵۶]	تحلیل بی‌نظمی اطلاعاتی اعداد خاکستری گسسته؛
[۲۷، ص ۱۶۴۳]	بررسی محتوای اطلاعاتی اعداد خاکستری؛
[۲۹، ص ۱۶۱]	تصمیم‌گیری چندشاخصه با روابط خاکستری؛
[۳۱، ص ۶۱۱]	توسعه سیستم ارزیابی عملکرد تأمین‌کنندگان؛
[۳۲، ص ۱۷۵]	ارائه مدلی برای پیش‌بینی؛
[۳۳، ص ۴۲۹]	استفاده از اعداد خاکستری برای ارزیابی و گزینش پیمانکاران.

شایان‌ذکر است، سیستم خاکستری در حوزه‌های مختلف علمی به کار گرفته شده است که پرداختن به آن‌ها خارج از اهداف این مقاله است. در مجموع، دنگ از موارد زیر به‌عنوان ویژگی‌های اصلی سیستم‌های خاکستری یاد می‌کند:

- سهولت در محاسبات و نیاز به نمونه‌های کوچک‌تر؛
- نتایج کمی شده از امتیاز روابط خاکستری به نموداری مغایر با رویکرد تحلیل کیفی است؛

• مدل امتیاز روابط خاکستری، تابع انتقالی است که در ارتباط با داده‌های گسسته مؤثر است [۲۷، ص ۲۹۴].

هر سیستم خاکستری به وسیله اعداد خاکستری، معادلات خاکستری و ماتریس‌های خاکستری توصیف می‌شود که در این میان اعداد خاکستری به مثابه اتم‌ها و سلول‌های این سیستم به شمار می‌آیند. عدد خاکستری می‌تواند به عنوان عددی با اطلاعات نامطمئن تعریف شود. مثلاً رتبه معیارها در یک تصمیم‌گیری، به صورت متغیرهای زبانی بیان می‌شوند که آن‌ها را با بازه‌های عددی می‌توان بیان نمود. این بازه‌های عددی شامل اطلاعات نامطمئن خواهد بود. به عبارت دیگر، عدد خاکستری به عددی اطلاق می‌شود که مقدار دقیق آن نامشخص است، اما بازه دربرگیرنده مقدار آن، شناخته شده است. اعداد خاکستری می‌توانند به اشکال مختلفی قرار گیرند. از آن جمله:

✓ اعداد خاکستری تنها با حد پایین:  $\otimes \in [x, \infty)$  یا  $x$  که در آن  $x$  عدد حقیقی معرف حد پایین عدد خاکستری است؛

✓ اعداد خاکستری تنها با حد بالا:  $\otimes \in (-\infty, \bar{x}]$  یا  $\bar{x}$  که در آن  $\bar{x}$  عدد حقیقی معرف حد بالای عدد خاکستری است؛

✓ اعداد خاکستری فاصله‌ای که هم دارای حد پایین و هم حد بالا هستند:  $\otimes \in [x, \bar{x}]$ ؛

✓ اعداد خاکستری پیوسته و گسسته: این قبیل اعداد خاکستری مقادیر گسسته و متناهی را می‌پذیرند؛

✓ اعداد سیاه و سفید: زمانی که اعداد خاکستری، حد بالا و حد پایین نداشته باشند و در بازه  $\otimes \in (-\infty, \infty)$  قرار گیرند، سیاه و هنگامی که در بازه متناهی  $(\otimes \in [x, \bar{x}])$  قرار گیرند، سفید نام نهاده می‌شوند.

در صورت وجود روابط خاکستری، عناصر خاکستری و اعداد خاکستری (که با  $\otimes$  مشخص می‌شوند) می‌توان گفت سیستم خاکستری است. هدف سیستم‌های خاکستری و کاربردشان، پر کردن خلأ موجود بین علوم اجتماعی و علوم طبیعی است؛ از این رو می‌توان گفت که سیستم‌های خاکستری از نوع بین‌رشته‌ای و محل تقاطع شاخه‌های مختلف علمی است. در نظریه سیستم‌های خاکستری، سیستم برحسب میزان معلوم بودن اطلاعات نام‌گذاری می‌شود؛ اگر اطلاعات کاملاً معلوم باشد، سیستم سفید و اگر اطلاعات نامعلوم باشد، سیستم سیاه نام می‌گیرد و



در صورتی که بخشی از اطلاعات معلوم و بخشی از اطلاعات نامعلوم باشد، به سیستم خاکستری اطلاق می‌شود [۲۶، ص ۱۶۳۹]. اعداد خاکستری مشابه اعداد فازی هستند، اما تفاوت اساسی بین اعداد خاکستری با اعداد فازی در نامشخص بودن مقدار دقیق عدد در اعداد خاکستری است؛ البته بازه دربرگیرنده مقدار عدد، معلوم است یا به تعبیر دیگر، مقدار دقیق کران چپ و راست عدد، معین و معلوم است. در حالی که در یک عدد فازی ضمن این که عدد به صورت یک بازه تعریف می‌شود، اما مقدار دقیق بال چپ و راست عدد، معلوم نیست و از یک تابع عضویت تبعیت می‌کند. همین تفاوت بین عدد خاکستری و عدد فازی موجب می‌شود که محاسبات با اعداد خاکستری از سادگی بیشتری نسبت به اعداد فازی برخوردار باشد، زیرا تعیین تابع عضویت برای کران چپ و راست یک عدد فازی، خود با پیچیدگی و عملیات محاسباتی همراه است.

جدول ۵ عبارات‌های کلامی و اعداد فاصله‌ای خاکستری متناظر [۲۷، ص ۲۳۵].

اهمیت	عبارات کلامی	مقدار	عبارات کلامی
[0.1-0.0]	خیلی پایین	[1-0]	خیلی بد
[0.3-0.1]	پایین	[3-1]	بد
[0.4-0.3]	نسبتاً پایین	[4-3]	نسبتاً بد
[0.5-0.4]	متوسط	[5-4]	متوسط
[0.6-0.5]	نسبتاً بالا	[6-5]	نسبتاً خوب
[0.9-0.6]	بالا	[9-6]	خوب
[1.0-0.9]	خیلی بالا	[10-9]	خیلی خوب

– رتبه‌بندی با تاپسیس خاکستری: ملاک رتبه‌بندی در این روش، فاصله یک گزینه از نقطه ایده‌آل مثبت و همچنین فاصله آن نقطه از نقطه ایده‌آل منفی مورداستفاده است؛ بدان معنی که گزینه انتخابی باید دارای کمترین فاصله از راه حل ایده‌آل بوده و درعین حال دارای دورترین فاصله از راه حل ایده‌آل منفی باشد. مراحل تاپسیس خاکستری عبارت است:

جدول ۶ مراحل و روابط روش تاپسیس فازی و خاکستری

خاکستری	فازی	
		گام اول: ساخت ماتریس
$\otimes r'_{ij} = -\frac{\otimes x'_{ij}}{\min(x'_{ij})} + 2$ $= \left( \frac{-\bar{x}'_{ij}}{\min(\bar{x}'_{ij})} + 2, \frac{-\underline{x}'_{ij}}{\min(\underline{x}'_{ij})} + 2 \right).$	$\tilde{r}_{ij} \begin{cases} A \rightarrow \tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} \cdot \tilde{w}_j = \left( \frac{a_{ij}}{c_{j+}}, \frac{b_{ij}}{b_{j+}}, \frac{c_{ij}}{a_{j+}} \right) \\ B \rightarrow \tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} \cdot \tilde{w}_j = \left( \frac{a_{ij}}{c_{j-}}, \frac{b_{ij}}{b_{j-}}, \frac{c_{ij}}{a_{j-}} \right) \end{cases}$	گام دوم: محاسبه ماتریس بی‌قیاس وزین
$A^{t+} = \left\{ \left( \max_{j \in J} \tilde{r}'_{ij} / j \in J \right), \left( \min_{j \in J} \tilde{r}'_{ij}, j \in J \right), i \in n \right\}$ $A^{t-} = \left\{ \left( \min_{j \in J} \tilde{r}'_{ij} / j \in J \right), \left( \max_{j \in J} \tilde{r}'_{ij}, j \in J \right), i \in n \right\}$	$M(v_{ij}) = \frac{-a_{ij}^2 + c_{ij}^2 - a_{ij}b_{ij} + c_{ij}b_{ij}}{3(-a_{ij} + c_{ij})}$	گام سوم: راه‌حل ایده‌آل مثبت و منفی
$d_i^{t+} = \sqrt{\frac{1}{2} \sum_{j=1}^n w_j \left[  r_j^{t+} - r_{ij}^{t+} ^2 +  r_j^{t+} - \bar{r}_{ij}^{t+} ^2 \right]}$ $d_i^{t-} = \sqrt{\frac{1}{2} \sum_{j=1}^n w_j \left[  r_j^{t-} - r_{ij}^{t-} ^2 +  r_j^{t-} - \bar{r}_{ij}^{t-} ^2 \right]}$	$D_{ij}^{\pm} = \begin{cases} A \rightarrow 1 - \frac{c^- - a_{ij}}{b_{ij} + c^- - a_{ij} - b^-} \\ B \rightarrow 1 - \frac{c_{ij} - a^-}{b^- + c_{ij} - a^- - b_{ij}} \end{cases}$ <p>A = برای (<math>b_{ij} &gt; b^-</math>) B = برای (<math>b_{ij} &lt; b^-</math>)</p> $S_i^+ = \sum_{j=1}^n D_{ij}^+$ $S_i^- = \sum_{j=1}^n D_{ij}^-$	گام چهارم: محاسبه فاصله از ایده‌آل مثبت و منفی
$u_i = \frac{(d_i^{t-})^2}{(d_i^{t+})^2 + (d_i^{t-})^2}$	$C_i^+ = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-}$	گام پنجم: نزدیکی نسبی گزینه $A_i$

نتایج رتبه‌بندی گویای وجود شباهت زیاد میان دو سناریو رتبه‌بندی است. انجام آزمون همبستگی ناپارامتری اسپیرمن، گویای آن است که میان رتبه‌بندی روش تاپسیس معمولی و خاکستری همبستگی مثبت و معناداری وجود دارد (Rs=0.971, Sig=0.000). همچنین تکرار آزمون همبستگی برای روش تاپسیس معمولی و فازی نشان‌دهنده همبستگی مثبت و معناداری میان این رتبه‌بندی‌هاست (Rs=0.847, Sig=0.011).

جدول ۷ ارزیابی پایداری صنایع پتروشیمی کشور با روش تاپسیس و تاپسیس خاکستری

ردیف	نام شرکت	رتبه‌بندی روش تاپسیس	رتبه‌بندی روش تاپسیس خاکستری	رتبه‌بندی روش تاپسیس فازی
۱	اتیلن غرب	۱	۱	۱
۲	زاگرس	۲	۲	۲
۳	اصفهان	۳	۳	۳
۴	ویژه اقتصادی	۴	۴	۵
۵	نویذر	۵	۵	۴
۶	آبادان	۸	۶	۶
۷	فجر	۶	۷	۷
۸	جم	۷	۸	۸
۹	کرمانشاه	۱۱	۹	۹
۱۰	پارس	۹	۱۰	۱۲
۱۱	اروند	۱۰	۱۱	۱۱
۱۲	کاوین	۱۲	۱۲	۱۰
۱۳	تبریز	۱۳	۱۳	۱۳

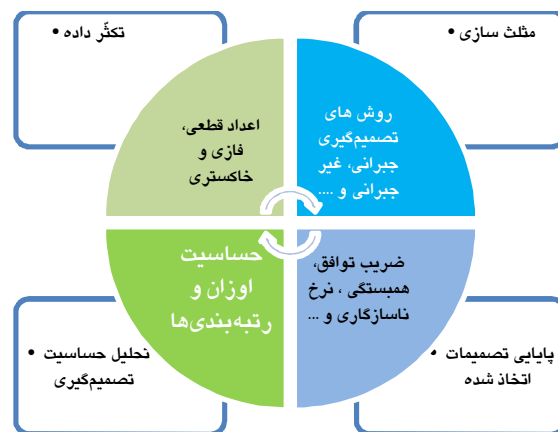
نتایج آزمون همبستگی ناپارامتری اسپیرمن میان اوزان شاخص‌ها با استفاده از روش‌های آنتروپی فازی و معمولی نیز گویای آن است که میان وزندهی با روش آنتروپی معمولی و خاکستری همبستگی مثبت و معناداری وجود ندارد (  $R_s=0.571$ ,  $Sig=0.071$ ). گفتنی است که برای انجام آزمون همبستگی اسپیرمن، نخست، اوزان خاکستری سفیدسازی شده‌اند (جدول ۶). برای قطعی سازی داده‌های خاکستری از رابطه زیر استفاده شده که در آن،  $(L_j, U_j)$  حد پایین و بالای اعداد خاکستری و ضریب آلفا  $0.5 \leq \alpha \leq 1$  در نظر گرفته می‌شود. لازم است گفته شود، به این منظور آلفا ۰,۵ در نظر گرفته می‌شود.

$$C_j = \alpha L_j + (1 - \alpha) U_j$$

## ۵- خلاصه بحث و پیشنهادها

علوم انسانی طی سالیان اخیر دستخوش دگرگونی‌ها و توسعه پارادایم‌های مختلفی بوده است. در این میان علم مدیریت (تحقیق در عملیات) نیز از این قاعده مستثنی نیست. توسعه پارادایم‌های تفسیری، انتقادی و رهایی‌بخش (پسانوین‌گرایی) در کنار پارادایم بهینه‌سازی (رویکرد سنتی) در علم مدیریت (تحقیق در عملیات)، نشان از تحولات درخور تأمل این عرصه دارد. در این میان پارادایم‌های انتقادی و پسانوین‌گرایی بر نقد عقلانیت حاکم بر مدرنیسم و بر تکثرگرایی، عمل‌گرایی و تنوع تأکید دارد [۷، ص ۲۲].

در این میان، پارادایم تحصیل‌گرایی جایگاه ویژه‌ای در عرصه تصمیم‌گیری مدیران داشته که این امر در توسعه الگوهای تصمیم‌گیری کمی نیز مصداق دارد. از این رو یکی از چالش‌های پیش روی تصمیم‌سازان، گزینش فنون مناسب در این عرصه است. از آنجایی که اصولاً این فنون، یا قابلیت اثبات‌پذیری ریاضی ندارند، یا منجر به ارائه جواب‌های رضایت‌بخش و موضعی می‌شوند، تجویز راهکاری یکتا در این قبیل امور غیرممکن می‌نماید. تشنّت، گستردگی و عدم قاعده‌مندی در تحلیل، طبقه‌بندی و اعتبارسنجی فنون تصمیم‌گیری کمی منجر به معرفی نظریه تکثرگرایی در الگوهای کمی تصمیم‌گیری شده است (نمودار ۳).



نمودار ۳ ارکان تکثرگرایی در فنون کمی تصمیم‌گیری

مثلاً سازی ناظر به بهره‌گیری از فنون متعدد در راستای افزایش اعتبار نتایج حاصل از تصمیم‌گیری است [۳۶، ص ۳۳۴] و ارزیابی پایایی ناظر به یافتن روش‌هایی برای ارزیابی سازگاری قضاوت‌های تصمیم‌گیرندگان در فرایند تصمیم‌گیری است. تحلیل حساسیت، زمانی که گزینه‌های غیر چیره وجود داشته باشد، به تحلیل تصمیم‌ها کمک می‌کند.

تکثر داده نیز منجر به آن می‌شود که پژوهشگر مفروضات خود را به تصمیم‌گیران تحمیل نکرده و بر اعتبار نتایج حاصل از ارزیابی تصمیم‌ها کمک می‌کند؛ بنابراین مقایسه نتایج حاصل از ارزیابی قطعی، فازی و خاکستری در ارزیابی تصمیم‌ها اهمیت به سزایی دارد. در هریک از بخش‌ها سعی شده که با ذکر مصادیق و مثال‌هایی، نتایج حاصل از هریک از ارکان کثرت‌گرایی در تصمیم‌گیری به‌بوته نقد گذارده شود. در خاتمه گفتنی است که ادله ذکرشده، بر اساس مثال‌هایی مبتنی بر استدلال استقرایی بوده و در تعمیم‌پذیری آن‌ها بایستی احتیاط نمود؛ بنابراین مناسب است به ارزیابی و نقد نظریه تکثر داده با دیگر فنون تصمیم‌گیری پرداخته شود.

دیگر آنکه بهره‌گیری از رویکرد تکثر داده، مستلزم تبدیل داده‌های مقیاس رتبه‌ای به اعداد قطعی، فازی و خاکستری است و به‌همین خاطر، انجام این حجم عملیات تبدیل و محاسبات زمان زیادی را طلب می‌کند. از این رو توسعه نرم‌افزارهایی که این مهم را انجام دهند، کمک شایانی به توسعه این رویکرد خواهد کرد.

بررسی‌ها در پایگاه‌های معتبر علمی، گویای آن است که نشریات منتشرشده در مغرب‌زمین، بیشتر، مقالات با ادبیات فازی را چاپ می‌کنند؛ این در حالی است که در شرق دور ادبیات خاکستری از محبوبیت بیشتری برخوردار است. دلیل این امر را در خاستگاه پدیدآورندگان این فنون می‌توان جستجو نمود.

انتخاب روش تحلیل یافته‌ها انعکاس‌دهنده ضمنی نگاه هستی‌شناسی، ارزش‌شناسی و روش‌شناسی پژوهشگر به مسئله پژوهش است [۳۷، ص ۲۸۸]. در پژوهش حاضر، محقق نگاه قطعی<sup>۴۸</sup> به داده‌های مورد تحلیل داشته است. درحالی‌که برخی بر این باورند که ترجمان متغیرهای زبانی و کیفی (نظیر مقیاس پنج یا هفت گزینه‌ای لیکرت) رویکردی نادرست است، برخی دیگر بر این باورند که به‌کارگیری داده‌های فازی<sup>۴۹</sup> و خاکستری<sup>۵۰</sup> در علوم اجتماعی و انسانی نادرست است. به نظر می‌رسد نگاه قطعی، فازی و خاکستری در این عرصه، معطوف به جهان‌بینی و

ارزش‌های فردی پژوهش‌گر است. از این رو می‌توان اظهار نمود که در پارادایم اثبات‌گرایی و مجموعه روش‌های پژوهش کمی نیز فرض نگاه بی‌طرفانه پژوهش‌گر نسبت به پدیده مورد مشاهده، نقض می‌شود. پژوهش حاضر، نگاه تکثرگرایانه به مسئله را به عنوان راهکار، پیشنهاد داده است. به بیان دیگر در مسائل مهم می‌توان مسئله پژوهش را با راهبردهای تکثر داده (بسته به درجه تعین داده‌ها)، مثلث‌سازی، تحلیل پایداری، ارزیابی اعتبار و پایایی به بوته نقد گذارد.

## ۶- پی‌نوشت‌ها

1. Auguste Comte
  2. Emile Durkheim
  3. Uncertainty
  4. Ignorance
  5. Unreliability
  6. Unknowability
  7. Pluralism
  8. Biorhythm
  9. Positivism
  10. Post Positivism
  11. Content validity
  12. Construct validity
  13. Criterion related validity
۱۴. شایان ذکر است که فنون تصمیم‌گیری چندمعیاره نیز بر طبق [۱۷، ص ۳۱]. در زمره تکنیک‌های تحقیق در عملیات نرم محسوب می‌شوند.
15. Habermas' theory of cognitive interests
  16. Total System Interventions(TSI)
  17. Critical system heuristic
  18. Participatory Appraisal of Needs and Development Actions(PANDA)
  19. Mixed Method
  20. Multi method
  21. Sensitivity
  22. Stability
  23. Data Pluralism
  24. Triangulation
  25. Methodological Triangulation
  26. Multimethod
  27. Mixed Methods
  28. Data Triangulation
  29. Multiple Criteria Decision Making
  30. Multiple Attribute Utility Theory

31. Analytical Hyarichy Process
  32. Analytical Network Process
  33. Case Based Reasoning
  34. Data Envelopement Analysis
  35. Preference Ranking Organization METHod for Enrichment of Evaluations
  36. Borda
  37. Copeland
  38. Mixed method
۳۹. چند روشی به بهره‌گیری از تکنیک‌های همزمان کیفی یا کمی اطلاق می‌شود.
40. Inconsistency rate
  41. Stability
  42. Chang
  43. Axiomatic Fuzzy Set
  44. Hesitation degree
  45. Intuitionistic Fuzzy Set
  46. Deng
  47. positive
  48. Crisp
  49. Fuzzy Data
  50. Grey Data

#### ۷- منابع

- [1] Maleki, M. Ghasemi, A. (2015). *Paradimic Analysis of Operation Research Techniques*, Darolfonon Pub, Tehran. (In Persian)
- [2] Ghasemi, A.(2015). *Decision making in Business*, Jahad Daneshgahi, Tehran. (In Persian)
- [3] Rosenhead, J., & Mingers, J. (2001). *Rational analysis for a problematic world revisited* (translated by Azar and Anvari). John Wiley and Sons. (In Persian)
- [4] Haleh, H. and Hamidi, A. (2011). A fuzzy MCDM model for allocating orders to suppliers in a supply chain under uncertainty over a multi-period time horizon. *Expert Systems with Applications*, 38(8): 9076-9083.
- [5] Danaeifard, H. Azar, A. Alvani, M.(2010). *Quantative Method of Research*, Sffar pub, Tehran. (In Persian).

- [6] Hoseinzadeh, M. Mehregan, M. Amiri, M.(2015). Designing a Framwork by Usisng Operation Research Multi Methodology by General Morphological Analysis, *Induserial Management Perspective*, 11(1), 69-81. (In Persian)
- [7] Azar, A., Khosravani, F., & Jalali, R. (2013). Soft Operational Research. *Industrial Management Publication, Tehran,(In Persian)*.
- [8] Thurmond, V. (2001), the point of triangulation. *Journal of nursing scholarship* 33(3), 253-258.
- [9] Ic, Y. (2012). An experimental design approach using TOPSIS method for the selection of computer-integrated manufacturing technologies. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 28(2): 245-256.
- [10] Sarmad, Z., Bazargan, A., & Hejazi, E. (2004). *Research methods in behavioral sciences*. Tehran: Agah Publication, 132-7.(In Persian)
- [11] Saremi, M. Hoseini, M. Mohaghar, A. Heidari, A. (2010). *Proposing a Qualitative Model for Competitive Advantage in High Tech Industries*. *Industrial Management*, 1(3), 67-81.(In Persian)
- [12] Mosleh shirazi, A. Ranaei, H. Iman, M. Tajic, M.(2016). Systematic Multimethodology, New Approach in Management Researches. *Methodology of Social Science and Humanities Journal*. 22(87)7-32. (In Persian)
- [13] Velasquez, M., & Hester, P. T. (2013). An Analysis of Multi-Criteria Decision Making Methods. *International Journal of Operations Research*, 10, 56-66.
- [14] Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Kildienė, S. (2014). State of art surveys of overviews on MCDM/MADM methods. *Technological and economic development of economy*, 20(1), 165-179.
- [15] Shahin, A. Salehzadeh R. Ghandehari, M. (2012). Proposing an Integrated Model of Clustring, AHP and Kano Approaches for Service Recommendation with a Case study in Saman bank of Qom, *Management Researches in Iran* 16(1), 73-91. (In Persian)
- [16] Ghasemi, A. et. Al. (2012). AHP or FAHP that is the question (The Case of Department of, *wulfenia*, 19(9), 143-161.



- [17] Ghasemi, A. Ebrahimi, S.A. (2014). *Paradimic Analysis of Operation Research Techniques*, International Confrence on Management, Tehran. (In Persian)
- [18] Esogbue, A., Theologidu, M., and Guo, K. (1992). On the application of fuzzy sets theory to the optimal flood control problem arising in water resources systems. *Fuzzy Sets and Systems*, 48(2): 155-172.
- [19] Malek, A. Dabbaghi, A.(2013). *Basis of Grey Systems Tehory*, Termeh Pub, Tehran. (In Persian).
- [20] Frost, N., Nolas, S. M., Brooks-Gordon, B., Esin, C., Holt, A., Mehdizadeh, L., & Shinebourne, P. (2010). Pluralism in qualitative research: The impact of different researchers and qualitative approaches on the analysis of qualitative data. *Qualitative research*, 10(4), 441-460.
- [21] Amiri, M. (2010). Project selection for oil-fields development by using the AHP and fuzzy TOPSIS methods. *Expert Systems with Applications*, 37(9): 6218-6224.
- [22] Wang, T. (2012). The interactive trade decision-making research: An application of novel hybrid MCDM model. *Economic Modelling*, 29(3): 926-935.
- [23] Khadivar, A. Azar, A. Mohebbian, F.(2017). Product pricing in two-echelon supply chain using game theory in intuitionistic fuzzy environment, *Industrial Management Studies*, 4(43), 1-45.
- [24] Liu, X., Chai, T., Wang, W., & Liu, W. (2007). Approaches to the representations and logic operations of fuzzy concepts in the framework of axiomatic fuzzy set theory I. *Information Sciences*, 177(4), 1007-1026.
- [25] Kim, Y., Chung, E., Jun, S., and Kim, S. (2013). Prioritizing the best sites for treated wastewater instream use in an urban watershed using fuzzy TOPSIS. *Resources, Conservation and Recycling*, 73(2013): 23-32.
- [26] Lin, Y. H., Lee, P. C., & Ting, H. I. (2008). Dynamic multi-attribute decision-making model with grey number evaluations. *Expert Systems with Applications*, 35(4), 1638-1644.

- [27] Ju-Long, Deng. (1982) Control problems of grey systems. *Systems & Control Letters* 1(5): 288-294.
- [28] Liu, S., & Lin, Y. (2006). Grey information: theory and practical applications. Springer Science & Business Media.
- [29] Podvezko, V. (2011). The comparative analysis of MCDA methods SAW and COPRAS. *Inzinerine-Ekonomika-Engineering Economics*, 22(2): 134-146.
- [30] Okeola, O., and Sule, B. (2012). Evaluation of management alternatives for urban water supply system using Multi-criteria Decision Analysis. *Journal of King Saud University – Engineering Sciences*, 24(1): 19-24.
- [31] Leung, P., Muraoka, J., Nakamoto, S., and Pooley, S. (1998). Evaluating fisheries management options in Hawaii using analytic hierarchy process (AHP). *Fisheries Research*, 36(2-3): 171-183.
- [32] Li, H. and Sun, J. (2008). Ranking-order case-based reasoning for financial distress prediction. *Knowledge-Based Systems*, 21(8): 868-878.
- [33] Noorul Haq, A., & Kannan, G. (2007). A hybrid normalised multi criteria decision making for the vendor selection in a supply chain model. *International Journal of Management and Decision Making*, 8(5-6), 601-622.
- [34] Ambrasaitė, I., Barfod, M., and Salling, K (2011). MCDA and risk analysis in transport infrastructure appraisals: The Rail Baltica case. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 20, 944-953.
- [35] Hemmati, M. Abbasi, S. (2015). Representing a Multi-Step Technique of the Common weights and TOPSIS in order to Ranking of Units, *Modern Researches in Decision Making*, 1(2), 193-215.
- [36] Jick, T. D. (1979). Mixing qualitative and quantitative methods: Triangulation in action. *Administrative science quarterly*, 602-611.
- [37] Johnson, R. B. (1997). Examining the validity structure of qualitative research. *Education*, 118(2), 282-292.