فصلنامه مهندسی حمل و نقل، دوره ۱۲، ش. ۲، زمستان ۱۳۹۹ ، ص. ۱۸۹-۲۱۱
مقاله پژوهشی

تخمین تابع مطلوبیت انتخاب پروژه پایدار با استفاده از یک رویکرد ترکیبی SBSC، ANP و UTASTAR (مطالعه موردی: شرکت سایپا)

سید فرید قنادپور (نویسنده مسئول)، عضو هیات علمی دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران

رامین مرادی منش، کارشناس ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران

E-mail: ghannadpour@iust.ac.ir

دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۲۵ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۶/۰۷

چکیده:

هدف از این پژوهش طراحی یک رویکرد موثر سه مرحله‌ای برای تخمین تابع مطلوبیت انتخاب پروژه براساس اصول توسعه پایدار است. در مرحله اول با استفاده از کارت امتیازی متوازن پایدار (SBSC) که نوع توسعه یافته رویکرد کلاسیک و پاسخگوی جنبه‌های زیست محیطی و اجتماعی نیز است، شاخص‌های کلیدی انتخاب پروژه شناسایی شده و سپس با رویکرد فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) به شناسایی روابط شاخصها، تعیین اوزان اهمیت آنها و رتبه‌بندی گزینه‌ها اقدام می‌گردد. در پایان نیز تخمین تابع مطلوبیت انتخاب پروژه‌های مرجع با توجه به نتایج ایجاد شده و با استفاده از روش یوتا استار (UTASTAR)، صورت می‌پذیرد. مورد مطالعاتی این پژوهش شرکت سایپا بوده و ابزار گردآوری اطلاعات مصاحبه، پرسشنامه و اسناد و مدارک سازمان مربوطه است. نتایج این پژوهش علاوه بر شناسایی معیارهای کلیدی توسعه پایدار و طبقه‌بندی آنها در قالب وجوه کارت امتیازی متوازن پایدار، دستیابی به یک الگوی اولویت‌بندی و انتخاب پروژه بهینه برای پروژه‌های فعلی و آتی است.

واژه‌های کلیدی: پورتفولیوی پروژه، توسعه پایدار، کارت امتیازی متوازن پایدار، فرآیند تحلیل شبکه‌ای، یوتا استار

۱. مقدمه

از اساسی ترین مباحث پیش رو در سازمانها و شرکتهای پروژه محور، مسئله انتخاب سبد پروژه‌هاست. شاید در نگاه اول فرآیند انتخاب پروژه ساده به نظر برسد ولی با در نظر گرفتن تعدد پروژه‌ها، پیچیدگی معیارها و شاخص‌های ارزیابی و تصمیم گیری ، یافتن یک روش کارآمد انتخاب پروژه و سبد پروژه که در ادبیات مدیریت پروژه از آن به عنوان مدیریت پورتفولیو پروژه یاد می‌شود، ضروری به نظر می‌رسد. انتخاب پروژه مناسب و داشتن یک روش بهینه جهت انتخاب پروژه را باید بمثابه یک هنر نگریست که براساس شرایط و وضعیت‌های پیش رو صورت می‌گیرد [Salati and Makouei, 2013].

از این رو برای دستیابی به نتایج جامع و دقیق‌تری از فرآیند انتخاب پروژه بهینه، لازم است تا اولا فضای تحلیل و پارادایم موضوع به درستی انتخاب گردد، ثانیا ابزار مورد استفاده که بتواند علاوه بر دارا بودن یک چهارچوب منسجم جهت ارزیابی معیارها، متناسب با اهداف استراتژیک سازمان و برقراری توازن بین سرمایه‌های مشهود و نا مشهود، بتواند روابط بین معیارها و شاخصها را نیز تشخیص داده و ارزیابی صحیحی را ارائه نماید، به درستی انتخاب شود [Ravanshadnia and Abbasian Jahromi, 2012] .

لذا در این راستا از یک سو با توجه به وسعت حوزه توسعه پایدار و جامع الاطراف بودن این دیدگاه هم از لحاظ فاکتورهای زیست محیطی و هم شاخصهای اقتصادی و اجتماعی و ترکیب آن با روش کارت امتیازی متوازن با در نظر گرفتن وجوه مالی، مشتری، فرآیندهای داخلی و رشد و یادگیری مرتبط با اهداف استراتژیک سازمان به همراه تکنیک فرآیند تحلیل شبکه‌ای و تابع مطلوبیت ابزاری مناسب جهت شناسایی معیارها و شاخصهای موثر ارزیابی و دستیابی به مدل پیش بینی مطلوبیت پروژه‌های آتی است.

این مقاله در ۸ بخش اصلی و به شرح زیر ساختاردهی شده است: بخش اول شامل مقدمه و بیان اهمیت مسئله است و در بخش دوم پیشینه پژوهش مرور شده است. نتایج تحلیل ادبیات موضوع در قالب تحلیل شکاف تحقیقاتی در بخش سوم آورده شده و بخش چهارم شامل روش تحقیق می‌گردد. یافته‌های پژوهش شامل شناسایی و غربال شاخص‌ها و نتایج رتبه‌بندی گزینه‌ها در بخش پنجم و تخمین تابع مطلوبیت به روش یوتا استار همراه با مدل ریاضی آن در بخش ششم اورده شده است. در پایان نیز به نتیجه‌گیری و پیشنهادات آتی اشاره می گردد.

۲. پیشینهٔ پژوهش

۲-۱ مدیریت پورتفولیوی پروژه و اهمیت آن

تعریف ساده‌ای که بتوان از پورتفولیو بیان کرد همان تعریف اولیه‌ای است که هری مارکویتز در مقاله خود با عنوان «انتخاب پورتفولیو» در سال ۱۹۵۲ ارائه کرده است. از نظر مارکویتز پورتفولیو عبارت است از : «ارائه یک سبد بهینه در یک سطح معین ریسک به گونه‌ای که سبد مذکور دارای بیشترین عایدی باشد» [Ravanshadnia and Abbasian Jahromi, 2012].

از دو منظر می‌بایست به مدیریت پروژه نگریست، یکی تمرکز روی مدیریت مستقل پروژه‌ها و اهداف خاص آن و دیگری بعنوان یک نهاد واحد که بایستی با اهداف مشترک سازمان مدیریت شود. به بیان دیگر در سازمان‌های پروژه محور با این پیش‌فرض که تعداد پروژه‌های روی میز بیش از استعداد و توان سازمان مورد نظر می‌باشند و پیش از آن که برای تک تک آنها وارد فاض مدیریت برنامه ریزی و اجرا گردیم، می‌بایست مدیریت پورتفولیوی پروژه را انجام داد یعنی از بین آنها، پروژه‌هایی که بیشتر با اهداف استراتژیک سازمان همسو هستند را ارزیابی و انتخاب نمود و سبدی را متشکل از پروژه‌های بیشینه کننده اهداف مشترک سازمانی برگزید و نهایتا با بهینه سازی سبد انتخابی، وارد مرحله مدیریت پروژه شویم [Goldoust, Yazdanpanah and Mohammadi, 2009].
اگر مدیریت پروژه را انجام دادن درست پروژه‌ها و مدیریت سبد پروژه را انجام پروژه درست بدانیم ، اهمیت مدیریت

پورتفولیوی پروژه آشـــکار می‌گردد [Ghoreishi and et al. 2010].

۲-۲روشهای انتخاب سبد پروژه

روشـهای مختلف و متنوعی برای انتخاب سـبد پروژه پیشـنهاد شـده‌اند . در بررســی که کوپر در ســال ۱۹۹۳ بر روی انواع روشـــهای انتخاب پروژه در کتب و مقالات مختلف انجام داده اسـت، شـاید بتوان گفت به بیش از یکصد روش مختلف برای ارزیابی و انتخاب پروژه‌ها بحث شده است و می‌توان آنها را به روشـــهـای مـختـلف دســتـه‌بنـدی نمود [Archer and Ghasemzadeh, 1996]. در یک دسـته‌بندی صـورت گرفته و نسـبتا جامع روش‌های انتخاب سـبد پروژه را می‌توان در شش طبقه کلی شامل:

۱. روش‌هـای انـدازه‌گیری منفعـت ۲. روش‌هـای برنامه‌ریزی ریاضـی ۳. روش‌های تقلید آگاهانه ٤. روش‌های شبیه سازی و ابتکـاری ٥. روش‌هـای اختیـار واقعی ٦. روش‌هـای خـاص، طـبـقـه بـنـدی نـمـود [Iamratanakul, Patanakul and Milosevic, 2008].

هر سـازمان می‌بایسـت براسـاس رویکرد اصـلی و اهداف کلان خود با در نظر گرفتن شـــرایط درونی و محیطی و الزمات و محدودیت‌ها و توجه به معیارهای موثر و جامع، مدل مناسب را برای انتخـاب پروژه برگزینـد. بـه عبـارت دیگر اســـتراتژی مناســـب برای انتخاب پروژه‌ها، همســـو و در راســـتای تحقق اسـتراتژی تجاری و اسـاسـی سازمان تعریف می‌شود و تصمیم گیران فراوانی در فرآیند پیچیده تصـــمیم‌گیری با در نظر گرفتن معیارهای بعضـــا متضـــاد و متنوع به اتخاذ تصـــمیم می‌پردازند [Ravanshadnia and Abbasian Jahromi, 2012]، که این معیارها از ویژگی‌هایی همچون واقعیت گرایی، قابلیت، انعطاف پذیری، ســهولت اســتفاده، هزینه مناســب و ســهولت در رایانه کردن می‌بایسـت برخوردار باشند [Goldoust, Yazdanpanah and Mohammadi, 2009].

۲-۳ مدل‌های ترکیبی انتخاب سبد پروژه

روش‌های متعددی جهت تخمین و ارزیابی سبد پروژه‌ها وجود دارد، ولی نـاتوانی جهـت در نظر گرفتن تمامی جوانب انتخاب سبد پروژه و سختی استفاده از برخی از این روش‌ها سبب شده اســـت تا دانشـــمندان این حوزه به اجماع نظری درخصـــوص برترین و بهینه‌ترین مدل انتخاب سبد پروژه دست نیابند و حتی کســـانی مانند «هس، ۱۹۹۳» معتقدند که علم مدیریت در مورد ارائه مدل‌های کاربردی برای انتخاب سبد پروژه شکست خورده اســـت، ولی علیرغم این موضـــوع اگر نـاکـامی‌های مدل‌های مختلف ارزیابی و انتخاب سبد پروژه را مسائلی از قبیل:

- مـد نظر قرار نگرفتن قضـــاوت، تجربه و درک تصمیم گیران
- تمرکز بر روش‌های مالی و عدم توجه به ترکیب روش‌ها
- عدم انتخاب معیارهای متناســـب با اســـتراتژی شرکت
- ضعف در برخورد با جنبه‌های غیر مالی

بدانیم، بهره‌گیری از مدل‌های ترکیبی که بتوان با اسـتفاده از آنها مشـکلات بیان شـده را مرتفع ساخت، منجر به دستیابی به روشی بهینه و کارآمد جهت مدیریت پورتفولیوی پروژه خواهد شـــد ([Nouri, Mahmoudi and Shahriari, 2003] و [Ravanshadnia and Abbasian Jahromi, 2012]).

جدول ۱. مطالعات پیشین

انتخاب پروژه پایدار				
سال	**موضوع**	**نویسنده/نویسندگان**	**مبنای شناسایی معیارها**	**مدل و روش حل**
۱۳۹۳	ارائه مدلی برای انتخاب سبد پروژه بر اساس اصول توسعه پایدار	[Haghshenas and Soleimanpour, (2015)]	مرور ادبیات	ترکیبی MCDM
۱۳۹۵	شناسایی معیارهای توسعه پایدار موثر بر انتخاب پروژه‌ها، با توجه به ارتباطات میان آنها	[Jalili Ball and et al. (2016)]	مرور ادبیات و نظریات خبرگان	ترکیبی نظریه داده بنیاد و MCDM
۲۰۰۸	انتخاب پروژه‌های پایدار برای بازسازی مسیل رودخانه و مدیریت فاضلاب شهری در رودخانه چوبوت آرژانتین	[Ares and Serra, (2008)]	نظریات خبرگان	MCDM
۲۰۰۹	یک رویکرد بر پایه ANP به مدیریت سید پروژه برای پایداری سازمانی	[Turan and et al. (2009)]	مرور ادبیات	MCDM
۲۰۱۳	رویکرد تصمیم گیری چند معیاره گروهی فازی ترکیبی برای انتخاب پروژه پایدار	[Khalili-Damghani and Sadi-Nezha, (2013)]	مرور ادبیات و نظریات خبرگان	ترکیبی MCDM
۲۰۱۳	سیستم پشتیبانی تصمیم چند هدفه فازی برای انتخاب پروژه پایدار چند دوره‌ای	[Khalili-Damghani and Sadi-Nezha, (2013)]	مرور ادبیات و نظریات خبرگان	ترکیبی DSS MOPS MPPH
۲۰۱۳	یک چهارچوب ترکیبی فازی مبتنی بر قانون چند معیار برای انتخاب سبد پروژه پایدار	[Khalili-Damghani and et al. (2013)]	مرور ادبیات و نظریات خبرگان	ترکیبی Fuzzy rule DEA NSGA-II
۲۰۱۷	عوامل کلیدی پایداری پروژه : یک نظر سنجی براساس دیدگان مدییران پروژه	[Martens and Carvalho, (2017)]	مرور ادبیات و نظریات خبرگان	نظر سنجی از مدیران پروژه

انتخاب پروژه به روش ANP

سال	**موضوع**	**نویسنده**	**حوزه مطالعاتی**	**هدف / نتایج**
۱۳۹۰	انتخاب سبد پروژه با ریسک بهینه مبتنی بر فرآیند تحلیل شبکه‌ای	[Najafi, (2011)]	مدیریت سبد پروژه	هدف : انتخاب پروژه‌هایی با ریسک بهینه نتایج : اولویت‌بندی پروژه‌های سبد براساس سه گروه معیارهای ریسک
۱۳۹۰	طراحی مدل ترکیبی چند معیاره به منظور انتخاب پروژه‌های شش سیگما	[Raeisi, Hamzeh and Makouei, (2011)]	مدیریت سبد پروژه	هدف : تعریف بهترین پروژه‌های شش سیگما با بیشینه‌سازی استفاده از منابع در دسترس نتایج: انتخاب مناسب‌ترین گزینه اجرای پروژه‌های شش سیگما براساس معیارهای اصلی سود، فرصت‌ها، ریسک و هزینه
۲۰۰۲	انتخاب پروژه‌های تحقیق و توسعه با استفاده از ANP	[Meade and Presley, (2002)]	تحقیق و توسعه	هدف : ارائه یک مدل تحقیق و توسعه نتایج: اولویت‌بندی پروژه‌ها با سه معیار تکنیک، بازاریابی و سازمانی
۲۰۰۵	کاربرد ANP در انتخاب پروژه	[Cheng and Li, (2005)]	ساخت و ساز صنعتی	هدف : دستیابی‌به‌یک‌مدل‌اولویت‌بندی‌پروژه‌های‌ساخت‌وساز نتایج: اولویت‌بندی‌پروژه‌هاودستیابی به یک مدل پیشنهادی

۲۰۰۷	ارزیابی و انتخاب پروژه با استفاده از ANP	[Dikmen and Ozorhon, (2007)]	پروژه‌های ساخت‌وساز	هدف: اولویت بندی پروژه‌های ساخت و ساز نتایج : رتبه‌بندی چهار پروژه مورد مطالعه براساس معیارهای منفعت،فرصت‌ها، هزینه و ریسک
۲۰۱۳	انتخاب پروژه های سرمایه گذاری نیروگاه خورشیدی با استفاده از AHP و ANP مبتنی بر تصمیم گیری چند معیاره	[Aragonés-Beltrán and et al. (2013)]	انتخاب پروژه سرمایه گذاری	هدف: تصمیم گیری در مورد چهار پروژه سرمایه‌گذاری در یک نیروگاه خورشیدی نتایج: اولویت‌بندی پروژه‌ها با استفاده از معیارهای ریسک، هزینه و فرصتها و براساس روش‌های AHP و ANP و مقایسه آنها

تئوری مطلوبیت

سال	موضوع	نویسنده	مدل ارزیابی	هدف / نتایج
۱۳۸۵	ارائه مدلی براساس تابع مطلوبیت چند شاخصه برای تعیین تامین کنندگان	[Javadian, Sanaiei and Mousavi, (2006)]	مطلوبیت چندشاخصه	هدف: دستیابی به مدلی براساس تئوری مطلوبیت گروهی برای انتخاب تامین کنندگان نتایج: دستیابی به تابع مطلوبیت نهایی تامین کنندگان
۱۳۹۱	انتخاب پیمانکار پروژههای ساختمانی با استفاده از تلفیق تئوری مطلوبیت چند شاخصه و روش الکتره یک در شرکت مپنا	[Mohaghar, Kashi, and Salami, (2012)]	MAUT ELECTRE I	هدف : دستیابی به مدلی مناسب جهت انتخاب پیمانکار پروژه‌های ساختمانی نتایج: انتخاب شایسته‌ترین پیمانکار پروژه‌های ساختمانی براساس شاخص‌های جامع و ارائه یک مدل تلفیقی
۱۳۹۱	بکارگیری تئوری مطلوبیت چند شاخصه برای ارزیابی عملکرد کسب و کارهای الکترونیک	[Shafiei and Jafarian, (2012)]	مطلوبیت چندشاخصه	هدف : ارائه مجموعه شاخص‌های کامل ارزیابی عملکرد کسب کارهای الکترونیک و رتبه‌بندی شرکت‌های فعال در زمینه کسب و کارهای الکترونیک نتایج: تدوین‌شاخص‌های‌جامع‌ورتبه‌بندی ۸ شرکت مورد نظر
۱۳۹۲	ارائه تابع ارزش (مطلوبیت) اولویت‌بندی پروژه‌های تحقیقاتی در مراکز تحقیق و توسعه با استفاده از روش UTA	[Salati and Makouei, (2013)]	UTASTAR	هدف: ارائه‌تابع‌ارزش‌اولویت‌بندی برای پروژه های تحقیقاتی نتایج: اولویت بندی پروژه‌های تحقیقاتی و محاسبه تابع مطلوبیت ارزیابی پروژه‌های آتی
۱۳۹۳	ارائه ی یک رویکرد تلفیقی از کارت امتیازی متوازن و آنالیز تصمیم گیری چند معیاره (Fuzzy UTASTAR) در ارزیابی عملکرد بیمارستان‌ها	[Mohammadian and Ghasemi, (2015)]	SBSC Fuzzy UTASTAR	هدف : ارزیابی عملکرد براساس معیارهای SBSC شامل ٤وجه‌اصلی‌ووجوه‌زیست‌محیطی و مدیریت منابع کارکنان نتایج: ارزیابی عملکرد بیمارستان امام خمینی (ره) در بازه زمانی سه ماهه دوم ۹۳ و اخذ نتایج مفید جهت اصلاح و بهبود روند عملکردی و هدف‌گذاری برای بازه زمانی آتی مدیریت استراتژیک

۲۰۰۱	تحلیل تطبیقی روش‌های چند شاخصه UTA	[Beuthe and Scannella, (2001)]	روش‌های خانواده UTA	هدف : بررسی و تحلیل سیستماتیک روش‌های UTA نتایج: اول، آنکه در مواردی خطایی در ابزارهای ارزیابی عملکرد وجود نداشته باشد UTA یک روش مناسب و قابل اطمینان است. دوم، آنکه روش UTA بهینه شده توسط «Beuthe and Scannella ,1996» نیز روش مناسبی به نظر می‌رسد. سوم، UTASTAR در صورت وجود خطاهای احتمالی در ارزیابی عملکرد شامل ابزارها و تصمیم گیران بیشتر قابل اعتماد است. چهارم، پروژه‌های مرجع باید با دقت انتخاب شوند تا اطلاعات بیشتری به تصمیم گیرنده ارائه شود. پنجم، پارامترهای ثابت برنامه خطی نیز کیفیت پیش بینی مدل را تحت تأثیر قرار می دهند.
۲۰۱۳	کاربرد تئوری مطلوبیت چند شاخصه در نسخه‌های مختلف نرم افزار	[Kapur, Singh and Singh, (2015)]	MAUT	هدف: ارائه یک مدل جدید برای تعیین زمان توقف آزمایش نرم افزار نتایج : دستیابی به به مدل تصمیم براساس معیارهای هزینه و تابع شدت شکست جهت با استفاده از مدل رشد قابلیت اطمینان نرم‌افزارهای چند نسخه‌ای MUSRGM
۲۰۱۶	بهینه سازی تعمیر و نگهداری با استفاده از تئوری مطلوبیت چند شاخصه	[Garmabaki, Ahmadi and Ahmad, (2016)]	MAUT	هدف : توسعه یک روش با ابزارهای پشتیبانی برای تعیین بازرسی مطلوب در برنامه ریزی تعمیر و نگهداری برای اطمینان و حفظ یک سطح مطلوب از سنجش عملکرد مانند قابلیت اطمینان، در دسترس بودن و هزینه نتایج : دستیابی به مطلوبیت مورد نظر و شناخت اهمیت MAUT برای سیستم‌های نگهداری و قابلیت اطمینان
۲۰۱۵	ارزیابی پایداری گزینه‌های مدیریت کیفیت آب سطحی در توسعه کشورها : با استفاده از روش تحلیل چند معیاره Fuzzy UTASTAR	[Haider and et al. (2015)	Fuzzy UTASTAR	هدف : دستیابی به مدلی بر پایه تئوری مطلوبیت برای ارزیابی پایداری مدیریت کیفیت آب با استفاده از پنج معیار هزینه (سرمایه، زمین و عملیاتی)، نیازهای زمین، مسائل مربوط به عملیات و نگهداری، اثرات زیست محیطی و تأثیرات اجتماعی و اقتصادی نتایج: مدل پیشنهادی قابلیت قابل قبولی برای مدیریت کیفیت آب ارائه می‌دهد

با مد نظر قرار دادن یک مدل ترکیبی انتخاب پروژه، انتخاب پروژه پایدار به عنوان مسئله‌ای برای تصمیم گیری گروهی می‌تواند وضعیتی باشد که در آن ابعاد زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی به عنوان اهدافی برای ارزیابی گزینه‌ها توسط تصمیم گیران تعیین می‌شود. در این رویکرد هر تصمیم‌گیرنده ترجیحات و نگرش خود را دارد که ممکن است با دیگران در تضاد باشد [Heravi and Faeghi, 2014] و [Heravi, Fathi and Faeghi, 2017].

الگوی پایداری می‌تواند ریسک سرمایه‌گذاری، آمادگی سازمانی برای سرمایه گذاری و اتحاد استراتژیک سرمایه‌گذاری را در یک چهارچوب منحصر به فرد در کنار هم مورد بررسی قرار دهد [Khalili-Damghani and Sadi-Nezhad, 2013] و پیامد پرداختن به مفهوم توسعه پایدار تبیین مفهوم سیستمهای پایداری در فضای کسب و کار است [Shi, Wu and Tseng, 2016]. پیشینه پژوهش در حوزه انتخاب سبد پروژه پایدار به نسبت وسعت پارادایم توسعه پایدار و ابعاد گوناگون آن بسیار محدود است. جدول ۱ حاوی خلاصه اطلاعات تحقیقات پیشین مرتبط با انتخاب پروژه پایدار، استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای در انتخاب پروژه و تئوری مطلوبیت است.

۳. تحلیل شکاف تحقیقاتی

پیرو مطالعات صورت گرفته موارد زیر بعنوان شکاف‌های تحقیقاتی موضوع مورد بررسی می‌باشند:

- عدم وجود تحقیقات کافی با رویکرد توسعه پایدار در حوزه صنعت خودرویی خصوصا در ایران
- در مطالعات بررسی شده موضوع تخمین تابع مطلوبیت انتخاب پروژه مورد استفاده قرار گرفته است ولی برای جلوگیری از محاسبات پیچیده، معیارها غالبا مستقل از هم فرض می شوند که در واقعیت به این صورت نمی باشد. در این تحقیق تصمیم بر آن شد تا موضوع وابستگی معیارها در مرحله فرآیند تحلیل شبکه‌ای بررسی و در مرحله یوتا استار مستقل در نظر گرفته شوند.
- مدل کارت امتیازی متوازن و کارت امتیازی متوازن پایدار علیرغم توجه مناسب به جنبه‌های غیر مالی به صورت چند بعدی و مزایای بالقوه، در صورت مواجهه با حجم بالای اطلاعات و پردازش‌آنها وپیش داوری‌ها موجب پیچیده شدن فرآیند ارزیابی علمکرد خواهد شد [Chan, 2006] ، لذا لازم است تا برای غلبه بر این پیچیدگی کارت امتیازی متوازن را با روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره تلفیق نمود [Bentes et al. 2012].در مطالعات بررسی شده استفاده از یک روش ترکیبی از کارت امتیازی متوازن پایدار و فرآیند تحلیل شبکه‌ای، خصوصا تبدیل ارزیابی به یک مدل پیش‌بینی رفتار با استفاده از تئوری مطلوبیت در هیچ پژوهش داخلی و خارجی مشاهده نشده است. لذا از کارت امتیازی متوازن پایدار جهت شناسایی و فیلترینگ اولیه معیارها همسو با اهداف استراتژیک توسعه پایدار استفاده شده و از فرآیند تحلیل شبکه‌ای برای بررسی روابط شاخص‌ها ، میزان اثرگذاری آنها و تعیین و اوزان و رتبه‌بندی و استخراج یک جواب اولیه بسیار مناسب برای تخمین تابع مطلوبیت بهره گرفته شده است
- مدل پیشنهادی این تحقیق در مسائل مربوط به انتخاب پروژه با رویکرد توسعه پایدار کمتر مورد توجه قرار گرفته و در صنعت خودروسازی کشور و بالاخص گروه تولیدی سایپا مورد استفاده قرار نگرفته است و به نظر می‌رسد با بهره‌گیری از روش معرفی شده بتوان به نتایج مفید و جامعی دست یافت.

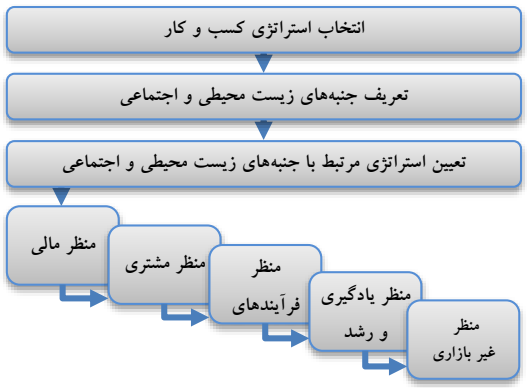
٤. روش تحقیق

براساس مطالعات صورت گرفته و ساختار مدل و روش‌های انجام پژوهش حاضر ساختار روش اجرایی این تحقیق همانگونه که در شکل ۱ بدان اشاره شده است در پنج گام کلی طراحی و پیاده‌سازی می‌گردد.

شکل ۱. ساختار روش اجرایی تحقیق

٤-١ کارت امتیازی متوازن پایدار

کارت امتیازی متوازن پایدار که توسط فیگه، هان، چالتگر و واگنر، طی سال ۲۰۰۲ دربرگیرنده جنبه‌های غیر بازاری شامل زیست محیطی و اجتماعی افزون بر وجوه چهار گانه کارت امتیازی متوازن ارائه شده است(شکل ۲)، بهبود یافته روش کارت امتیازی متوازن است که توسط نورتون و کاپلان درسال ۱۹۹۲ میلادی و در خلال تحقیقات آنها در فرآیند برنامه‌ریزی وکنترل عملکرد مناسب برخی شرکت‌ها ارایه شده است. روش کارت امتیازی متوازن بعنوان یک مدل چند بعدی ارزیابی عملکرد و بر پایه نگرش مدیریت استراتژیک ، نمی‌تواند تمامی ابعاد و جوانب کسب و کار را تحت پوشش قرار دهد، لذا لازم است تا سازمان‌هایی که قصد استفاده از کارت امتیازی متوازن را دارند، آنرا با شرایط و محیط خاص سازمان خود و فرآیندهای درونی هماهنگ کنند و شاخص‌های ارزیابی را به گونه‌ای انتخاب کنند تا علاوه بر وجوه مالی، مشتری، فرآیندهای داخلی و یادگیری و رشد، پاسخگوی جنبه‌های زیست محیطی و اجتماعی نیز باشند، از این رو محققان جهت برطرف نمودن نواقص کارت امتیازی متوازن و جامعیت بخشیدن به آن کارت امتیازی متوازن پایدار را پیشنهاد نمودند ([Fallah, Raji and Khajepour, 2013] و [Figge et al. 2002] و [Danesh Asgari et al. 2018])



شکل ۲. فرآیند فرموله سازی SBSC ۵ وجهی
[Figge et al. 2002]

با توجه به توانایی کارت امتیازی متوازن در همسویی میان راهبردها و معیارها و فراهم نمودن یکپارچگی در هماهنگی برنامه های مختلف غیر مرتبط همچون کیفیت، مهندسی مجدد، طراحی فرآیند و ارائه خدمات به مشتریان بصورت یکجا دارای مزیت‌های ویژه‌ای استو بهره‌گیری از آن جهت موارد صنعتی موثر واقع خواهدشد [Malek Akhlagh, Noepasand Asil and Jamali Abbasali, 2013] در این پژوهش به منظور بهره‌گیری از مزایای دسته‌بندی شاخص‌های تاثیر گذار توسعه پایدار توسط کارت امتیازی متوازن پایدار با توجه به جامعیت نگاه در تحت پوشش قرار دادن تمامی جوانب یک مسئله انتخاب پروژه، از آن استفاده می‌شود.

٤-٢ فرآیند تحلیل شبکه‌ای

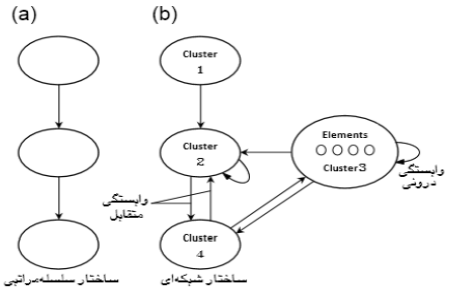
توماس ال ساعتی در سال ۱۹۹٦ روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای را که بعنوان روش تصمیم‌گیری چند معیاره جهت حل مسائل پیچیده و دارای معیارهای وابسطه معرفی نمود، تا بواسطه آن ضمن کشف روابط عناصر در سطوح مختلف با یکدیگر، نتایجی قابل قبول و منطبق با دنیای واقعی ارائه شود. این روش به تعبیری مدل بهینه شده و ارتقاء یافته‌ای از روش تحلیل سلسله مراتبی است که علاوه بر اولویت‌بندی شاخصها و رتبه‌بندی گزینه‌ها، قدرت شناسایی روابط بین گزینه‌ها و معیارها را نیز دارد و خلاء روش تحلیل سلسله مراتبی را پر می‌کند و می‌توان از نظرات خبرگان بصورت گروهی نیز در آن استفاده کرد [Afandizadeh, Rahim-of and Niktash, 2012].

تعدد پارامترها و عناصر اندازه گیری و پیچیدگی‌های آنها ، روابط فی‌مابین و دشواری تحلیل درست، پژوهشگر را نیازمند قضاوتهای ذهنی و کیفی خواهد کرد و اینجاست که جایگاه روشهای تصمیم‌گیری چند معیاره آشکار می‌شود

[Büyüközkan and Güleryüz, 2016] و [Gumusa , Kucukvarc and Tataria, 2016].

لذا لازم است تا علاوه بر استفاده از کارت امتیازی متوازن پایدار از روشهای تصمیم‌گیری چند معیاره خصوصا جهت کشف روابط عناصر بهره برد.

در این پژوهش فرآیند تحلیل شبکه‌ای جهت شناخت روابط عناصر تصمیم و کشف ارجحیت‌های تصمیم گیرندگان و رتبه‌بندی گزینه‌ها، مورد استفاده قرار می‌گیرد. روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای یکی از پیشرفته ترین، جامع‌ترین و دقیق ترین روش‌های تصمیم‌گیری می‌باشد [Mirkatouli, Mahdavi and Ahmadi, 2013]. در شکل ۳ تفاوت این دو روش ساختار شبکه‌ای و سلسله مراتبی در ساختار و روابط نشان داده شده است.



شکل ۳. مقایسه (a) ساختار سلسله مراتبی و (b) ساختار شبکه‌ای [Wey and Wu, 2008]

٤-۳ مطلوبیت افزایشی یوتا استار

مبنای روش یوتا استار که توسط «سیسکوس و یاناکوپولوس در سال ۱۹۸۵» ارائه شده است ، روش مطلوبیت افزوده معروف به یوتا که توسط «جاکوئت-لاگرز و سیسکوس» بر پایه تئوری مطلوبیت پیشنهاد شده است، می‌باشد. آنها این مدل‌ها را در بستر پارادایم تجمعی-تفکیکی تصمیم گیری توسعه داده‌اند. در پارادایم تجمعی، اولویت‌بندی‌ها از پیش معلوم است بدون اینکه ترجیحات عمومی تصمیم گیرنده مشخص باشد در صورتیکه در فلسفه پارادایم تفکیکی ترجیحات نهایی از ترجیحات عمومی تصمیم گیرنده استنتاج می گردد [Siskos, Grigoroudis and Matsatsinis, 2005].

یوتا استار از بین دیگر روش‌های برگرفته شده از یوتا در بسیاری از موارد نتایج بهتری را به دست می‌دهد و تفاوت اصلی آن با یوتا در خطای محاسبه شده است، چرا که در یوتا این خطا برای هر گزینه بصورت یک مقدار $\sigma(a)$ محاسبه می‌شود ولی بعلت آنکه نمی‌تواند به طور کامل پراکندگی نقاط اطراف منحنی را پوشش دهد، «سیسکوس و یاناکوپولوس» را به سمت اصلاح روش سوق داد و با یوتا استار این نقیصه بهبود داده شد، بصورتی که بهبود حاصل شده سبب می‌شود تا در یوتا استار بصورت دو خطای مثبت $\sigma+(a)$ و $\sigma-(a)$ محاسبه شود که منجر به افزایش دقت محاسباتی خواهد شد [Mohammadian and Ghasemi, 2016].

دستیابی به مدل پیش‌بینی مطلوبیت پروژه‌های آتی علت اصلی انتخاب روش یوتا استار در این پژوهش می‌باشد تا بواسطه آن بتوان:

- دو یا چند پروژه مورد نظر را با توجه به شاخص‌های کلیدی انتخاب پروژه مورد ارزیابی قرار داده و پس از تخمین مطلوبیت آنها، با وارد کردن قضاوت‌های کسب شده از خبرگان به مدل، بهینه‌ترین پروژه شناسایی شود.
- میزان مطلوبیت یک پروژه براساس شاخص‌های کلیدی را محاسبه کرد.

در این مرحله به منظور تخمین تابع مطلوبیت گزینه‌ها و دستیابی به یک مدل حال-آینده جهت ارزیابی دیگر گزینه‌های همسان و متجانس در آینده علاوه بر اتخاذ تصمیم درخصوص گزینه‌های مورد مطالعه، از روش یوتا استار استفاده می‌شود.

٤-۳-۱ محاسبه تابع مطلوبیت انتخاب پروژه با استفاده از روش یوتا استار

پیش از ارائه روابط ریاضی محاسبه تابع مطلوبیت انتخاب پروژه با استفاده از روش یوتا استار لازم است تا نمادهای استفاده شده مطابق جدول ۲ به اختصار معرفی گردند.

جددول ۲. تعریف نمادهای ریاضی

نماد	تعریف
A_R	مجموعه مرجع اقدامات/گزینه‌ها
$u'[g(a)]$	تابع ارزش گزینه a
$u_i[g_i(a)]$	تابع ارزش حاشیه‌ای گزینه a
$\sigma^+(a)$	خطای زیر منحنی تخمین
$\sigma^-(a)$	خطای بالای منحنی تخمین
g_i^j	نقطه پایانی بازه معیار i ام
g_i^*	بدترین سطح معیار i ام
g_{i^*}	بهترین سطح معیار i ام
$\alpha_i - 1$	فاصله برش‌های روی بازه معیار i ام
a_k	گزینه k ام
w_{ij}	متغیر محدودیت‌های یکنوا
δ	یک عدد مثبت بسیار کوچک
Z*	ارزش بهینه برنامه ریزی خطی از «قدم سوم»
ϵ	یک عدد مثبت بسیار کوچک

ارزش هر گزینه $a \in A_R$ با احتساب دو خطای مثبت از رابطه ۱ بدست می‌آید [Siskos, Grigoroudis and Matsatsinis, 2005]:

$$u'[g(a)] = \sum_{i=1}^{n} u_i[g_i(a)] - \sigma^+(a) + \sigma^-(a) \quad ,\forall a \in A_R \qquad (۱)$$

u_i تابع ارزش حاشیه‌ای است که به منظور برآورد آن از یک قالب خطی تکه‌ای منقطع از میانه یابی خطی استفاده می‌شود، بدین‌صورت که هر بازه $[g_{i^*}, g_i^*]$ به $(\alpha\text{-}1)$ فاصله مساوی تقسیم می‌شود به صورتی‌که نقاط پایانی هر بازه از رابطه ۲ محاسبه می‌شود:

$$g_i^j = g_{i^*} + \frac{j-1}{\alpha_i - 1}(g_i^* - g_{i^*}) \quad ,\forall j = 1,2,\dots,\alpha_i \qquad (۲)$$

ارزش حاشیه‌ای هر گزینه توسط یک میانه‌یابی خطی تقریب زده می‌شود، در نتیجه برای هر $g_i(a) \in [g_i^j, g_i^{j+1}]$ داریم:

$$u_i[g_i(a)] = u_i(g_i^j) + \frac{g_i(a) - g_i^j}{g_i^{j+1} - g_i^j}[u_i(g_i^{j+1}) - u_i(g_i^j)] \qquad (۳)$$

علاوه بر این یکی از اصلاحات مهم مربوط به محدودیت‌های یکنوا از معیارهاست که با استفاده از رابطه ٤ از طریق تبدیل معیارها قابل قبول خواهند بود.

$$W_{ij} = U_i(g_i^{j+1}) - U_i(g_i^j) \le 0 \quad , \qquad (٤)$$

$$\forall i = 1,2,\dots,n \quad ,\forall j = 1,2,\dots,\alpha_1 - 1$$

ذیلا الگوریتم روش یوتا استار ارائه می‌شود [Siskos, Grigoroudis and Matsatsinis, 2005]:

- «قدم اول»: بیان ارزش کلی گزینه‌های مجموعه مرجع $u[g(a_k)], k = 1,2,\dots,n$ ابتدا برحسب ارزش‌های حاشیه‌ای $u_i(g_i)$ و پس از آن بر حسب متغیرهای W_{ij} (محاسبه از طریق رابطه ٤ صورت می‌گیرد)، بطوریکه $u_1(g_i^1) = 0$. رابطه ٥ این موضوع را نشان می‌دهد:

$$\begin{cases} u_i(g_i^1) = 0 & ,\forall i = 1,2,\dots,n \\ u_i(g_i^j) = \sum_{t=1}^{j-1} W_{it} & ,\forall i = 1,2,\dots,n \\ & \forall j = 2,3,\dots,\alpha_i - 1 \end{cases} \qquad (٥)$$

- «قدم دوم»: محاسبه $\Delta(a_k, a_{k+1})$ با درنظر گرفتن‌خطاهای $+\sigma$ و $-\sigma$ روی A_R مطابق رابطه ٦:

$$\Delta(a_k, a_{k+1}) = U[g(a_k)] - \sigma^+_{(a_k)} + \sigma^-_{(a_k)} - U[g(a_{k+1})] - \sigma^+_{(a_{k+1})} + \sigma^-_{(a_{k+1})} \qquad (٦)$$

- «قدم سوم»: حل مدل نهایی برنامه ریزی خطی مطابق رابطه ۷:

$$\text{Min Z} = \sum_{\text{k}-1}^{\text{m}} \left(\sigma^{+}_{(a_{\text{k}})} + \sigma^{-}_{(a_{\text{k}})}\right)$$

s.t

$$\begin{cases} \Delta(a_k, a_{k+1}) \geq \delta & iff\ a_k > a_{k+1} \\ \Delta(a_k, a_{k+1}) \geq 0 & iff\ a_k \approx a_{k+1} \end{cases} \quad ,\forall \qquad (۷)$$

$$\sum_{\text{i}-1}^{\text{n}} \sum_{\text{j}-1}^{\alpha-1} \text{w}_{\text{ij}} = 1 \qquad \text{w}_{\text{ij}} \geq 0 \qquad ,\forall\, \text{i,j}$$

$$\text{w}_{\text{ij}} \geq 0 \ \ ,\sigma^{+}_{(a_{\text{k}})} \geq 0 \ \ ,\sigma^{-}_{(a_{\text{k}})} \geq 0 \ \ ,\forall\, \text{i,j,k}$$

٤-٣-٢ انجام تحلیل پایداری/حساسیت

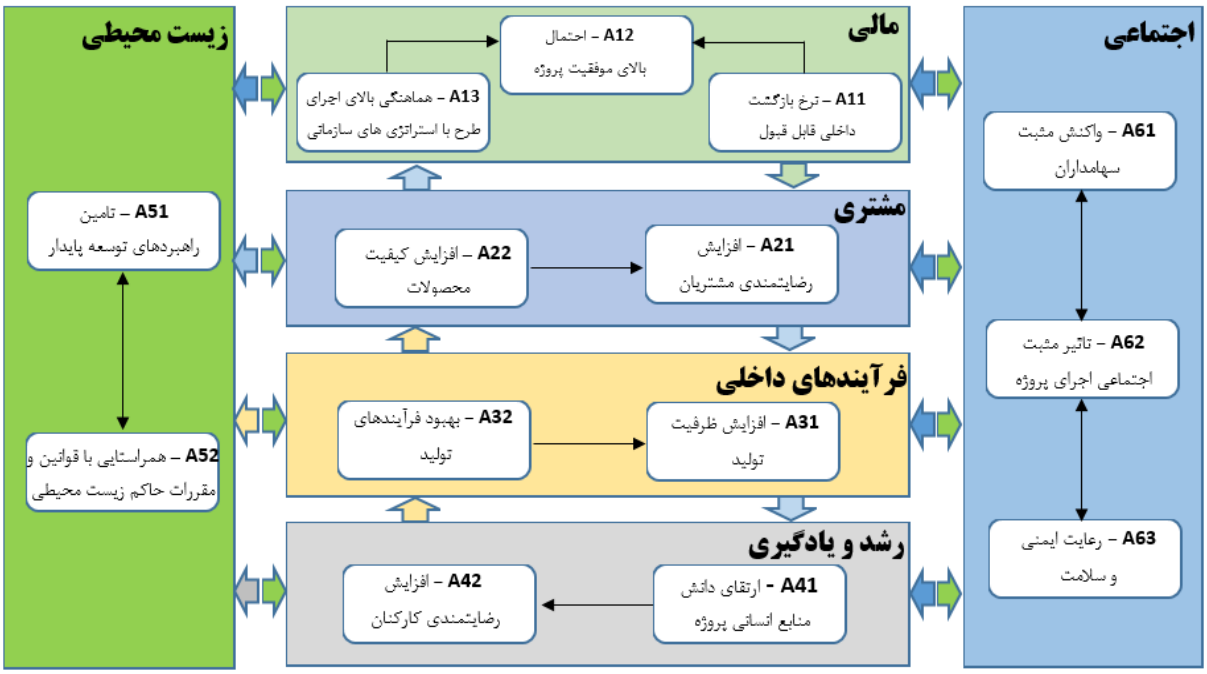
پس از حل مدل نهایی برنامه‌ریزی خطی به دلیل آنکه ممکن است جواب منحصر به فرد نباشد لازم است تا تحلیل پایداری برای یافتن راه‌حل‌های چندگانه یا راه‌حل‌های نزدیک به مقدار بهینه برنامه‌ریزی خطی انجام پذیرد، بدین‌صورت که بایستی تابع ارزش افزایشی که میانگینی از راه‌حل‌های بهینه جهت به حداکثر رساندن هدف می‌باشند، با استفاده از رابطه ۸ تعیین گردد و سپس تابع هدف محاسبه شده از رابطه ۷ به عنوان یک محدودیت که برابر $0+\varepsilon$ است را وارد مسئله کرده و تابع هدف جدید را با مطابق رابطه ۹ محاسبه شود [Siskos, Grigoroudis and Matsatsinis, 2005].

$$u_i(g_i^*) = \sum_{j=1}^{\alpha-1} W_{ij} \qquad ,\forall\, i = 1,2,\dots,n \qquad (۸)$$

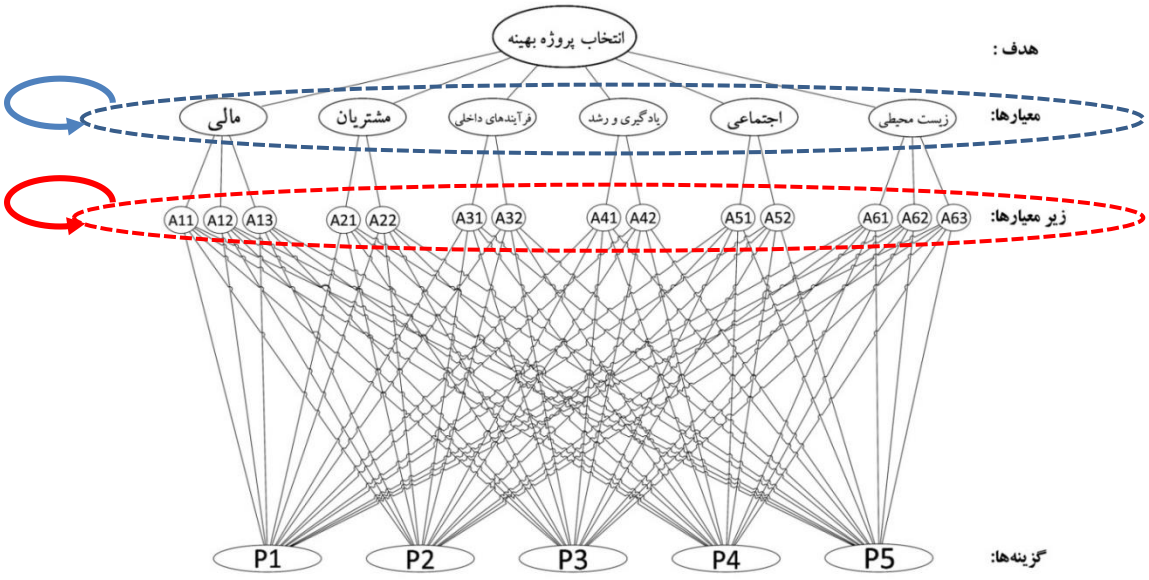
$$Z^* = \sum_{k-1}^{m} \left(\sigma^{+}_{(ak)} - \sigma^{-}_{(ak)}\right) = 0 + \epsilon \qquad (۹)$$

۵. یافته‌های پژوهش

گروه خودروسازی سایپا به عنوان مورد مطالعاتی این پژوهش تعیین گردید که مطابق ساختار روش اجرایی این تحقیق (شکل ۱) مصاحبه‌های لازم جهت شناسایی و جایابی شاخص‌های توسعه پایدار در وجوه کارت امتیازی متوازن پایدار صورت گرفت و سه پرسشنامه به ترتیب جهت شناسایی شاخص‌های کلیدی، انجام مقایسات زوجی جهت ارزیابی عناصر تصمیم (شامل هدف، معیارهای اصلی، زیرمعیارها و گزینه‌ها) و تعیین میزان اثرگذاری معیارهای اصلی و فرعی توزیع، جمع‌آوری و به عنوان داده‌های پژوهش مورد استفاده قرار گرفت. نتیجه ارزیابی پس از محاسبه روایی پرسشنامه از طریق آزمون آلفای کرونباخ با بدست آمدن عدد ۰/۹۳ منجر به تعیین ١٤ زیر معیار و شاخص کلیدی و موثر توسعه پایدار جهت ارزیابی و رتبه‌بندی پروژه‌های مورد بررسی به شرح شکل ٤ و اوزان اهمیت مطابق جدول ۳، گردید. این معیارها و زیرمعیارها برای رتبه بندی و ارزیابی ۵ پروژه شناسایی شده در شرکت سایپا با استفاده از روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای استفاده می‌شوند که ساختار شبکه‌ای و نحوه تعاملات آنها در شکل ۵ نشان داده شده و رتبه‌بندی نهایی حاصل از آن نیز در جدول ٤ ارائه شده است. لازم به ذکر است که نحوه تعامل زیرمعیارها به طور کامل و براساس ماتریس‌های اثرگذاری شناسایی و در روش تحلیل شبکه‌ای مورد استفاده قرار گرفته است.



شکل ٤. زیر معیارهای کلیدی و موثر توسعه پایدار به تفکیک معیارهای کارت امتیازی متوازن پایدار



شکل ٥. زیر معیارهای کلیدی و موثر توسعه پایدار به تفکیک معیارهای کارت امتیازی متوازن پایدار

جدول ۳. اوزان اهمیت نهایی زیرمعیارها با توجه به هدف

رتبه اهمیت	هدف	زیر معیار	نشان	
۱	۰/۱٤٥۹	هم‌راستایی با قوانین و مقررات حاکم زیست محیطی	A52	
۲	۰/۱۱٥۰	هماهنگی اجرای طرح با استراتژیهای سازمانی	A13	
۳	۰/۰۸۸۲	رضایتمندی مشتریان	A21	
٤	۰/۰۸٦٤	احتمال موفقیت	A12	
٥	۰/۰۷۸٦	ایمنی و سلامت	A63	
٦	۰/۰۷٥۹	میزان دانش منابع انسانی درگیر در پروژه	A41	
۷	۰/۰٦٤٥	ظرفیت تولید	A31	$W_{ANP}=$
۸	۰/۰٥۷٦	واکنش سهامداران	A61	
۹	۰/۰٥۷۳	تامین راهبردهای توسعه پایدار	A51	
۱۰	۰/۰٥٦۹	کیفیت محصولات	A22	
۱۱	۰/۰٤۹٥	بهبود فرآیندهای تولید	A32	
۱۲	۰/۰٤٦۰	رضایتمندی کارکنان	A42	
۱۳	۰/۰٤٤٤	تاثیر مثبت اجتماعی اجرای پروژه	A62	
۱٤	۰/۰۳۳۹	نرخ بازگشت داخلی	A11	

جدول ٤. رتبه‌بندی گزینه‌ها (پروژه‌های شناسایی شده)

رتبه	امتیاز کسب شده	پروژه‌ها
۱	۰/۲۲۹۷	P3
۲	۰/۲۲۱٦	P1
۳	۰/۱۸٦۲	P5
٤	۰/۱۸۳۱	P2
٥	۰/۱۷۹۳	P4

٦. تخمین تابع مطلوبیت به روش یوتا استار

براساس نتایج بدست آمده از ارزیابی انجام شده توسط فرآیند تحلیل شبکه‌ای گزینه‌های مورد بررسی با توجه به معیارها و زیرمعیارها و از منظر هدف (انتخاب پروژه بهینه)، ارزیابی و رتبه‌بندی شدند که جدول ٥ خلاصه رتبه‌بندی گزینه‌ها را با توجه به معیارهای اصلی نشان می‌دهد.

یوتا استار بعنوان روشی برای تعیین تابع مطلوبیت، یک روش تصمیم‌گیری پسین می‌باشد، به این معنی که اوزان اهمیت معیارها و رتبه‌بندی گزینه‌ها از مرحله قبل (رتبه‌بندی گزینه‌ها به روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای) وارد مدل می‌گردد.

باتوجه به مقادیر بدست آمده در جدول ٥، بازه‌های مربوط به کمترین و بیشترین مقادیر برای هر معیار و فاصله‌های گروه‌ها در بازه مربوطه مطابق جدول ٦ محاسبه می‌گردد. پس از طی گام‌های سه گانه الگوریتم روش یوتا استار تابع هدف مدل بصورت رابطه شماره (۱۰) بدست می‌آید.

جدول ۵. خلاصه رتبه‌بندی گزینه‌ها با توجه به معیارهای اصلی

نشان		C1	C2	C3	C4	C5	C6
	معیار	مالی	مشتری	فرآیندهای داخلی	رشد و یادگیری	زیست محیطی	اجتماعی
	وزن / رتبه	۰/۱۳۵۳	۰/۱۱۲٤	۰/۱۱۵۳	۰/۱٤۳۵	۰/۲۹۸٤	۰/۱۹۵۱
P3	۱	۰/۲۳۰	۰/۲۲۹	۰/۲۳۲	۰/۲۳۳	۰/۲۲۲	۰/۲۳۰
P1	۲	۰/۲۲۱	۰/۲۲۱	۰/۲۲٤	۰/۲۲٤	۰/۲۱٤	۰/۲۲۳
P5	۳	۰/۱۸٦	۰/۱۸۸	۰/۱۸۳	۰/۱۸۵	۰/۱۹٤	۰/۱۸۳
P2	٤	۰/۱۸٤	۰/۱۸۰	۰/۱۸۵	۰/۱۸۰	۰/۱۸۵	۰/۱۸٤
P4	۵	۰/۱۷۹	۰/۱۸۱	۰/۱۷٦	۰/۱۷۸	۰/۱۸۵	۰/۱۸۰

جدول ٦. مقادیر $[g_{i^*}, g_i^*]$ و فاصله‌های تعیین شده

				$[g_{i^*}, g_i^*]$					MAX	MIN	Δ(MAX,MIN)	α-1
$[g_{1^*}, g_1^*]$	۰,۱۷۹	۰,۱۹۲	۰,۱۹۲	۰,۲۰۵	۰,۲۰۵	۰,۲۱۷	۰,۲۱۷	۰,۲۳	۰,۲۳	۰,۱۷۹	۰,۰۵۱	٤
فاصله	۰,۰۱۳		۰,۰۱۳		۰,۰۱۲		۰,۰۱۳		–	–	–	–
$[g_{2^*}, g_2^*]$	۰,۱۸	۰,۱۹۲	۰,۱۹۲	۰,۲۰۵	۰,۲۰۵	۰,۲۱۷	۰,۲۱۷	۰,۲۲۹	۰,۲۲۹	۰,۱۸	۰,۰٤۹	٤
فاصله	۰,۰۱۲		۰,۰۱۳		۰,۰۱۲		۰,۰۱۲		–	–	–	–
$[g_{3^*}, g_3^*]$	۰,۱۷٦	۰,۱۹	۰,۱۹	۰,۲۰٤	۰,۲۰٤	۰,۲۱۸	۰,۲۱۸	۰,۲۳۲	۰,۲۳۲	۰,۱۷٦	۰,۰۵٦	٤
فاصله	۰,۰۱٤		۰,۰۱٤		۰,۰۱٤		۰,۰۱٤		–	–	–	–
$[g_{4^*}, g_4^*]$	۰,۱۷۸	۰,۱۹۲	۰,۱۹۲	۰,۲۰٦	۰,۲۰٦	۰,۲۱۹	۰,۲۱۹	۰,۲۳۳	۰,۲۳۳	۰,۱۷۸	۰,۰۵۵	٤
فاصله	۰,۰۱٤		۰,۰۱٤		۰,۰۱۳		۰,۰۱٤		–	–	–	–
$[g_{5^*}, g_5^*]$	۰,۱۸۵	۰,۱۹۷	۰,۱۹۷	۰,۲۱	۰,۲۱	۰,۲۲۲	–	–	۰,۲۳۳	۰,۱۸۵	۰,۰٤۸	۳
فاصله	۰,۰۱۲		۰,۰۱۳		۰,۰۱۲		–		–	–	–	–
$[g_{6^*}, g_6^*]$	۰,۱۸	۰,۱۹۳	۰,۱۹۳	۰,۲۰۵	۰,۲۰۵	۰,۲۱۸	۰,۲۱۸	۰,۲۳	۰,۲۳	۰,۱۸	۰,۰۵	٤
فاصله	۰,۱۳		۰,۱۲		۰,۱۳		۰,۱۲		–	–	–	–

$$\text{Min } Z = \sum_{k-1}^{m} \left(\sigma^{+}_{(a_k)} + \sigma^{-}_{(a_k)}\right) \qquad (۱۰)$$

s.t

$$0.692w_{14} + 0.666w_{24} + 0.571w_{34} + 0.642w_{44} + 0.666w_{53} + 0.583w_{64} - \sigma^{+}(P3) + \sigma^{-}(P3) + \sigma^{+}(P1) - \sigma^{-}(P1) \geq \delta$$

$$0.539w_{11} + w_{12} + w_{13} + 0.308w_{14} + 0.334w_{21} + w_{22} + w_{23} + 0.334w_{24} + 0.5w_{31} + w_{32} + w_{33} + 0.429w_{34} + 0.5w_{41} + w_{42} + w_{43} + 0.358w_{44} + 0.25w_{51} + w_{52} + 0.334w_{53} + 0.75w_{61} + w_{62} + w_{63} + 0.417w_{64} - \sigma^{+}(P1) + \sigma^{-}(P1) + \sigma^{+}(P5) - \sigma^{-}(P5) \geq \delta$$

$$0.103w_{11} + 0.667w_{21} - 0.143w_{31} + 0.357w_{41} + 0.75w_{51} - 0.084w_{61} - \sigma^{+}(P5) + \sigma^{-}(P5) + \sigma^{+}(P2) + \sigma^{-}(P2) \geq \delta$$

$$0.358w_{11} - 0.083w_{21} + 0.643w_{31} + 0.143w_{41} + 0.334w_{61} - \sigma^{+}(P2) + \sigma^{-}(P2) + \sigma^{+}(P4) - \sigma^{-}(P4) \geq \delta$$

$$\sum_{i-1}^{n}\sum_{j-1}^{\alpha-1} w_{ij} = 1 \qquad w_{ij} \geq 0 \quad ,\forall i,j$$

$$w_{ij} \geq 0 \quad ,\sigma^{+}_{(a_k)} \geq 0 \quad ,\sigma^{-}_{(a_k)} \geq 0 \quad ,\forall i,j,k$$

در این مرحله مدل بدست آمده را با استفاده از نرم افزار «گمز» حل می‌کنیم که با در نظر گرفتن δ=۰/۰۵ نتایج زیر بدست می‌آید:

Z^*=۰ W_{14}=۰/۰۷۰۸ W_{31}=۰/۷۲ W_{51}=۰/۲۰۹

همانطور که اشاره شد برای پیدا کردن دیگر جواب‌های بهینه احتمالی درصورت غیر منحصر به فرد بودن جواب بدست آمده، محاسبات را ادامه می دهیم (تحلیل پایداری/حساسیت)، که جواب‌های بهینه (نزدیک) به‌دست آمده براساس رابطه‌های حاصل از هرمرحله تحلیل مطابق جدول ۷ است:

جدول ۷. جواب‌های بهینه بدست آمده از هر مرحله تحلیل پایداری/حساسیت

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	میانگین سطری	جمع کل
w11	۰/۲۵۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۴۲۵	۰/۱۶۶۷
w12	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	
w13	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	C1
w14	۰/۷۴۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۱۲۴۲	
w21	۰	۰/۰۹۲۸	۰	۰	۰	۰	۰/۰۱۵۵	۰/۱۵۴۳
w22	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	
w23	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	C2
w24	۰	۰/۸۳۳	۰	۰	۰	۰	۰/۱۳۸۸	
w31	۰	۰/۰۷۴	۰/۰۷۷۸	۰	۰/۰۶۲۲	۰	۰/۰۳۵۷	۰/۱۷۷۷
w32	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	
w33	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	C3
w34	۰	۰	۰/۸۵۲	۰	۰	۰	۰/۱۴۲	
w41	۰	۰	۰	۰/۹۳۹	۰	۰	۰/۱۵۶۵	۰/۱۶۶۷
w42	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	
w43	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	C4
w44	۰	۰	۰	۰/۰۶۱۱	۰	۰	۰/۰۱۰۲	
w51	۰	۰	۰/۰۷	۰	۰/۸۶۱	۰/۰۷۱۹	۰/۱۶۷۲	۰/۱۸
w52	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	C5
w53	۰	۰	۰	۰	۰/۰۷۷۱	۰	۰/۰۱۲۹	
w61	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۱۵۶	۰/۰۲۶	۰/۱۵۴۷
w62	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	
w63	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	C6
w64	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۷۷۲	۰/۱۲۸۷	

جدول ۸. مطلوبیت پروژه‌ها و تابع مطلوبیت نهایی

مطلوبیت پروژه‌ها	رتبه	مطلوبیت	گزینه
	۱	R=1.0	P3
	۲	R=0.653	P1
	۳	R=0.259	P5
	٤	R=0.071	P2
	٥	R=0.001	P4

تابع مطلوبیت نهایی

$$u(g)= 0/1667u_1(g_1) + 0/1543u_2(g_2) +0/1777u_3(g_3) + 0/1667u_4(g_4) + 0/18u_5(g_5) + 0/1547u_6(g_6) \quad (۱۱)$$

نهـایتا مطلوبیت پروژه ها و تابع مطلوبیت نهایی به شـــرح جدول ۸ به صـــورت فوق بدســـت می‌آید. رابطه ۱۱ علاوه بر تعیین میزان مطلوبیـت پروژه‌هـای مورد بررســـی این تحقیق، می‌تواند مطلوبیت تک پروژه و یا ســـبدی از پروژه‌ها را تعیین کند، بدین‌صـورت که با تعیین اوزان اهمیت شـاخص‌ها توسط قضاوت‌های خبرگان و با توجه به تابع ارزش حاشیه‌ای اهمیت هر شـاخص تعیین شـده و سـرانجام با استفاده از رابطه بدست آمده میزان مطلوبیت پروژه بدســـت می‌آید که نتیجه آن در یک سبد پروژه، اولویت‌بندی آنها خواهد بود.

۷. نتیجه‌گیری

اجرای مـدل ارائـه شـــده این تحقیق بـا وجود پیش‌فرض‌ها و محـدودیـت‌هـا و شـــرایط حـاکم بر اجرای مـدل پژوهش، سبب کسب نتایج ذیل در هر مرحله گردیده است:

- شـناسـایی ۱۰۷ شاخص توسعه پایدار موثر و مرتبط با انتخـاب پروژه در صـــنعت خودروســـازی و جایابی متناســـب با وجوه کارت امتیازی متوازن پایدار (بعنوان معیارهای اصـــلی شـــامل مالی، مشـــتری، فرآیندهای داخلی، رشـد و یادگیری، زیست محیطی و اجتماعی) که بواسـطه آنها توان ارزیابی پروژه‌های شناسایی شده مورد مطالعاتی فراهم گردد.
- غربالگری شـــاخص‌های موثر و انتخاب ١٤ زیر معیار کلیدی توســعه پایدار به تفکیک معیارها اصـــلی که در شکل ٤ نشان داده شده است.
- اجرای روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای که با نتایج حاصل به شرح ذیل:
  - شـناسـایی معیار «زیسـت محیطی» با کسب امتیاز نرمال شـــده ۰/۲۹۸٤ به عنوان اثرگذارترین وجه از کارت امتیازی متوازن پایدار
  - شـــناســـایی زیرمعیار «هم‌راســـتایی با قوانین و مقررات حاکم زیســـت محیطی» با کســـب امتیاز نرمال شده ۰/۱٤٥۹ به عنوان اثرگذارترین شاخص توسعه پایدار
  - انتخـاب گزینـه برتر کـه نتیجـه آن رتبـه‌بنـدی گزینـه‌هـای مورد ارزیـابی و تعیین رتبه اول برای پروژه ســـوم با محاســـبه بردار ویژه (وزن) آن به میزان ۰/۲۲۹۷ و رتبـه آخر برای پروژه چهـارم با محاســـبه بردار ویژه (وزن) آن به میزان ۰/۱۷۹۳ است.
- تخمین تابع مطلوبیت انتخاب پروژه پایدار که نتیجه آن تخمین تابع مطلوبیت نهایی و تعیین مطلوبیت گزینه‌ها (جدول ۸) بصورت:

پروژه ۳ > پروژه ۱ > پروژه ٥ > پروژه ۲ > پروژه ٤

اســـت و تطابق کامل بین رتبه‌بندی صـــورت گرفته در این روش با فرآیند تحلیل شبکه‌ای نیز روشن شد.

ذکر این نکتـه ضـــروری اســـت که در این پژوهش اوزان اهمیت بدســـت آمده برای معیارها از مرحله یوتا اســـتار وزن

بیشتری نسبت به فرآیند تحلیل شبکه‌ای داشته و ملاک تصمیم‌گیری نهایی برای مطالعه موردی است.

درخصوص نوآوری‌های صورت گرفته در این پژوهش درمقایسه با دیگر مطالعات این حوزه به موارد ذیل می‌توان اشاره کرد:

- انجام یک مطالعه کاربردی (مطالعه موردی) در حوزه توسعه پایدار و با تمرکز بر موضوع انتخاب پروژه برای اولین بار در صنعت خودروی کشور
- بهره‌گیری از یک روش ترکیبی شامل کارت امتیازی متوازن پایدار، فرآیند تحلیل شبکه‌ای و مطلوبیت افزایشی یوتا استار جهت فراهم آوردن امکان تخمین منطقی تابع مطلوبیت انتخاب پروژه‌ها و مطلوبیت هر پروژه. در مطالعات گذشته اغلب برای جلوگیری از محاسبات پیچیده تر، استقلال معیارها در تخمین تابع مطلوبیت فرض گرفته می شود و این درحالی است که در این تحقیق تصمیم بر آن شد تا موضوع وابستگی معیارها در مرحله فرآیند تحلیل شبکه‌ای بررسی شود. این امر علیرغم برتری‌های نسبی آن خصوصا در تشخیص روابط داخلی و عدم استقلال شاخصها در ادبیات موضوع کمتردیده شده است
- شناسایی حجم وسیعی از شاخص‌های ناب توسعه پایدار با رویکرد SBSC و مراجعه به شاخص‌های معرفی شده کنفرانس توسعه و محیط زیست سازمان ملل (دستور کار ۲۱)، علاوه بر شاخص‌های شناسایی شده از طریق مطالعات پیشین.
- انجام دو مرحله غربال جهت دستیابی به شاخص‌های موثر در مبحث انتخاب پروژه پایدار و انتخاب کلیدی‌ترین آنها در راستای دستیابی به اهداف پژوهش

۸. پیشنهادها

هدف اساسی این پژوهش ارائه مدلی ترکیبی برای بخش پروژه محور گروه خودروسازی سایپا جهت پیاده سازی مفاهیم توسعه پایدار و ارزیابی متوازن تمامی وجوه توسعه در کنار هم است که با عنایت به گستردگی و جدید بودن حوزه توسعه پایدار، مطالعات و پژوهش‌های بسیاری جهت بررسی دقیق ابعاد آن مورد نیاز است، لذا در راستای گسترش این مفاهیم پیشنهادات زیر براساس نتایج حاصل از این پژوهش و نگاه مولف ارائه می‌گردد:

- جهت اجرای رویکرد پیشنهادی این پژوهش در مراحل مختلف خصوصا در گام مربوط به فرآیند تحلیل شبکه‌ای و تخمین تابع مطلوبیت از نرم افزارهای متعددی مانند سوپردسیژن، گمز و نرم افزارهای مشابه جهت افزایش سرعت و دقت محاسبات استفاده شده است. عدم ارتباط ورودی و خروجی داده‌ها و نتایج هر نرم افزار با نرم افزار دیگر فرآیند اجرای روش تحقیق را با پیچیدگی مواجه ساخته است. از اینرو طراحی و پیاده‌سازی یک بسته نرم‌افزاری جهت اجرای رویکرد پیشنهادی و کسب نتایج مورد نظر می‌تواند در تسهیل اجرای رویکرد این پژوهش بسیار موثر واقع شده و خود بعنوان یک پروژه قابل قبول مورد توجه واقع شود.
- استفاده قضاوت‌های همراه عدم قطعیت و تحلیل نتایج و بررسی کارایی آن در مقایسه با رویکرد پیشنهادی.
- استفاده از رویکرد تئوری مطلوبیت چند شاخصه برای دربرگیری فرضیات عدم استقلال معیارها و تخمین مطلوبیت نهایی ضمن تاثیرات متقابل معیارها و روابط بین آنها.
- استفاده از مدل پیشنهادی این تحقیق جهت دستیابی به اهداف توسعه پایدار در دیگر صنایع و حوزه‌ها با توجه به لزوم شناسایی شاخص‌های کلیدی موثر و مرتبط به حوزه مورد نظر.

- جهت بسط و گسترش مفاهیم توسعه پایدار و ایجاد نسخه‌های ملی و بومی از آن انجام مطالعات بنیادی، توسعه‌ای و کاربردی و موردی در کلیه حوزه‌ها با رویکرد توسعه پایدار پیشنهاد می‌گردد.

۹. مراجع

– افندی زاده، ش.، رحیم اف، ک. و نیکتاش، ح. (۱۳۹۱) "ارائه الگوی تصمیم گیری جهت افزایش پایداری شبکه حمل و نقل شهری با استفاده از تکنیک فرایند تحلیل شبکه ای (ANP)"، دوازدهمین کنفرانس مهندسی حمل و نقل و ترافیک ایران، تهران.

– جلیلی بال، ز.، حاجی یخچالی، س.، بزرگی امیری، ع. و ایمانی، س. (۱۳۹۵) "شناسایی معیارهای توسعه پایدار موثر بر انتخاب پروژه‌ها، با توجه به ارتباطات میان آنها" فصلنامه علمی-ترویجی سیاست‌نامه علم و فناوری، سال ششم، شماره سوم، ص ۱۵–۲۸.

– جوادیان، ن.، صنایعی، ا. و موسوی، س.ف. (۱۳۸۵) "ارائه مدلی براساس تابع مطلوبیت چند شاخصه برای تعیین تامین کنندگان"، دومین کنفرانس لجستیک و زنجیره تامین، تهران.

– حق‌شناس، م. و سلیمانپور، م. (۱۳۹۳) "ارائه مدلی برای انتخاب سبد پروژه بر اساس اصول توسعه پایدار"، دهمین کنفرانس بین المللی مدیریت پروژه، تهران ص ۱.

– روانشادنیا، م. و عباسیان جهرمی، ح. (۱۳۹۱) "از مدیریت پروژه تا مدیریت سبد پروژه‌ها"، تهران، ناشر فدک ایساتیس.

– رئیسی، ص.، حمزه، ا. و ماکوئی، ا. (۱۳۹۰) "طراحی مدل ترکیبی چند معیاره به منظور انتخاب پروژه‌های شش سیگما"، مجله تحقیق در عملیات و کاربردهای آن، سال هشتم، شماره چهارم، ص ۷۱–۹۲.

– سلاطی، ف. و ماکویی، ا. (۱۳۹۲) "ارائه تابع ارزش(مطلوبیت) اولویت‌بندی پروژه‌های تحقیقاتی در مراکز تحقیق و توسعه با استفاده از روش UTA"، فصلنامه علی-پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی، سال یازدهم ،شماره سی‌و یکم، ص ۱۹–۳۳.

– شفیعی نیک آبادی، م. و جعفریان، ا. (۱۳۹۱) "بکارگیری تئوری مطلوبیت چندشاخصه برای ارزیابی عملکرد کسب و کارهای الکترونیک"، نشریه پژوهشگر (مدیریت)، سال نهم، شماره بیست و ششم، ص ۵۷–۶۸.

– فلاح شمس لیالستانی، م.، راجی، م. و خواجه‌پور، م. (۱۳۹۲) "ارزیابی عملکرد سازمان با رویکرد ترکیبی AHP، BSC و TOPSIS"، نشریه مدیریت صنعتی، سال پنجم، شماره یکم، ص ۸۱–۱۰۰.

– قریشی، س.م.، ایرانمنش، س.ح.، شامخی امیری، ع. و دمندانی، س. (۱۳۸۹) "مدیریت پورتفولیوی پروژه ها (راهنمای جامع پیاده سازی)"، تهران، موسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی.

– محقر، ع.، کاشی، ک. و سلامی، ه. (۱۳۹۱) "انتخاب پیمانکار پروژه های ساختمانی با استفاده از تلفیق تئوری مطلوبیت چند شاخصه و روش الکتریک در شرکت مپنا"، نشریه مدیریت صنعتی، سال چهارم، شماره هشتم، ص ۸۵–۱۰۸.

– محمدیان خباز کاظمی، س.ا. و قاسمی، پ. (۱۳۹۵) "پشتیبان تصمیم گیری چند معیاره (یوتا، یوتا استار و یوتا استار فازی)"، تهران، نشر آرنا.

– محمدیان خباز کاظمی، س.ا.، جمالی فیروزآبادی، ک. (۱۳۹۳) "ارائه ی یک رویکرد تلفیقی از کارت امتیازی متوازن و آنالیز تصمیم گیری چند معیاره (Fuzzy UTASTAR) در ارزیابی عملکرد بیمارستان‌ها"، کنفرانس بین المللی مدیریت و مهندسی صنایع، تهران.

– ملک اخلاق، ا.، نوع پسند اصیل، س.م.، جمالی عباسعلی، خ. (۱۳۹۲) "تبیین و تحلیل ارزیابی استراتژی‌های صنعت خودروسازی ایران در ورود به بازارهای خارجی"، دو فصلنامه

علمی-پژوهشـــی کـاوش‌های مدیریت بازرگانی، ســـال پنجم، شماره نهم، ص ۸۵-۱۰٤.

- میر کتولی، ج.، مهدوی، ش.، احمدی، م. (۱۳۹۲) "تحلیل و بررســی توســعه پایدار نواحی شــهری با اســتفاده از روش‌های تصـــمیم گیری چند معیاره (MADM) مطالعه موردی شـــهر کاشـــان" مطالعات و پژوهش های شـــهری و منطقه ای، ســـال پنجم، شماره نوزدهم، ص ۸۳-۱۰٦.

- نجفی، ا. (۱۳۸۸) "انتخاب سـبد پروژه با ریسـک بهینه مبتنی بر فرآیند تحلیل شبکه‌ای" پنجمین کنفرانس بین المللی مدیریت پروژه، تهران.

- نوری، س.، محمودی، ا. و شـهریاری، ف. (۱۳۸۲) "اصول و مفاهیم برنامه ریزی و مدیریت پروژه"، تهران، مرکز انتشـــارات دانشگاه علم و صنعت ایران.

- یزدانپناه، ا.، گلدوســـت جویباری، ی. و محمدی بلبان آباد، ص. (۱۳۹۳) "مـدیریـت پورتفولیوی پروژه :(راهنمـای عملی برای ارزیابی، انتخاب و اولویت بندی پروژه ها)" تهران، ناشـــر یادعارف.

- Aragonés-Beltrán, P., Chaparro-González, F., Pastor-Ferrando, J.-P. and Pla-Rubio, A. (2013) "An AHP (Analytic Hierarchy Process)-ANP (Analytic Network Process)based multi-criteria decision aroach for the selection of solar-thermal power plant investment projects," Energy, Vol. 66, No. 1, pp. 222-238.
- Archer, N. and Ghasemzadeh, F. (1996) "Project Portfolio Selection Techniques: A Review and a Suggested Integrated Approach .Hamilton", Ontario, Canada: Michael G. DeGroote School of Business, McMaster University.
- Ares, J. and Serra, J. (2008). "Selection of sustainable projects for floodplain restoration and urban wastewater management at the lower Chubut River valley (Argentina)", Landscape and Urban Planning, Vol. 85, N0, 3-4, pp. 215-227.
- Bentes, A.V., Carneiro, J., Ferreira da Silva, J. and Kimura, H. (2012) "Multidimensional assessment of organizational performance Integrating BSC and AHP" .Journal of Business Researc, Vol. 65, No 12, pp 1790-1799.
- Beuthe, M. and Scannella, G. (2001) "Comparative analysis of UTA multicriteria methods," European Journal of Operational Research, Vol. 130, No. 2, pp. 246-262.
- Büyüközkan, G. and Güleryüz, S (2016) "Fuzzy Multi Criteria Decision Making Aroach for Evaluating Sustainable Energy Technology Alternatives" , International Journal of Renewable Energy Sources, Vol. 1, pp. 1-6.
- Chan Lilian, Y.-C. (2006) "An Analytic Hierarchy Framework for Evaluating Balanced Scorecards of Healthcare Organizations", Canadian Journal of Administrative Sciences Revue canadienne des sciences de I'administration, Vol. 23, No. 2, pp. 85-104.
- Cheng, E.W.L. and Li, H. (2005) "Analytic Network Process Alied to Project Selection", Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 131, No. 4, pp. 459-466.
- Danesh Asghari, S., Haeri, A. and Jafari, M. (2018) "Right Indicator of Urban Railway System: Combination of BSC and DEA Model", International Journal of Transportation Engineering, Vol. 5, No. 3, pp. 275-299.
- Dikmen, I., Birgonul, M.T. and Ozorhon, B. (2007) "Project appraisal and selection using the analytic network process", Canadian Journal of Civil Engineering, Vol. 34, No. 7, pp. 786-792.

Innovation and Technology, Bangkok, Thailand, 21-24 Sept. 2008.

- Kapur, P.K., Singh J.N.P. and Singh, O. (2015) "Alication of multi attribute utility theory in multiple releases of software," International Journal of System Assurance Engineering and Management, Vol. 6, No. 1, pp. 61-70.
- Khalili-Damghani, K.and Sadi-Nezhad, S. (2013) "A hybrid fuzzy multiple criteria group decision making approach for sustainable project selection", .Applied Soft Computing, Vol. 13 ,pp. 339-352.
- Khalili-Damghani, K. and Sadi-Nezhad, S. (2013) "A decision suort system for fuzzy multi-objective multi-period sustainable project selection," Computers & Industrial Engineering, Vol. 64, No. 4 ,pp. 1045-1060.
- Khalili-Damghani, K. and Sadi-Nezhad, S., Hosseinzadeh Lotfi, F. and Tavana, M. (2013) "A hybrid fuzzy rule-based multi-criteria framework for sustainable project portfolio selection," Information Sciences, Vol. 220, No. 20, pp. 442-462.
- Lilian Chan, Y.-C. (2006) "An Analytic Hierarchy Framework for Evaluating Balanced Scorecards of Healthcare Organizations", Canadian Journal of Administrative Sciences ,Vol, 23. No, 2. pp, 85-104.
- Martens, M.L. and Carvalho, M.M. (2017) "Key factors of sustainability in project management context: A survey exploring the project managers' perspective", International Journal of Project Management, Vol. 35, No. 6, pp. 1084-1102.
- Meade, L.M. and Presley, A. (2002) "R&D Project Selection Using the Analytic Network Process", IEEE Transactions on
- Figge, F., Hahn, T. Schaltegger, S. and Wagner, M. (2002) "The sustainably balanced scorecard theory and application of a tool for value-based sustainability management", The Greening of Industry Network Conference, Gothenburg, 23-26 June 2002.
- Garmabaki, A., Ahmadi, A. and Ahmad, M. (2016) "Maintenance Optimization Using Multi-attribute Utility Theory," Current Trends in Reliability, Availability, Maintainability and Safety, pp. 13-25.
- Gumusa, S., Kucukvarc, M. and Tataria, O. (2016) "Intuitionistic fuzzy multi-criteria decision making framework based on life cycle environmental, economic and social impacts: The case of U.S. wind energy", Sustainable Production and Consumption, Vol. 8, pp. 78-92.
- Haider, H., Singh, P., Ali, W., Tesfamariam, S. and Sadiq, R. (2015) "Sustainability Evaluation of Surface Water Quality Management Options in Developing Countries: Multicriteria Analysis Using Fuzzy UTASTAR Method," Water Resour Manage, Vol. 29, No. 8, pp. 2987–3013.
- Heravi, G. and Faeghi, S. (2014) "Group Decision Making for Stochastic Optimization of Time, Cost, and Quality in Construction Projects" .Computing in Civil Engineering, Vol. 28, No. 2, pp. 275-283.
- Heravi, G., Fathi, M. and Faeghi, S. (2017) "Multi-criteria group decision-making method for optimal selection of sustainable industrial building options focused on petrochemical project", Cleaner Production, Vol. 142, Part, 4, pp. 2999-3013.
- Iamratanakul, S., Patanakul, P. and Milosevic, D. (2008) "Project Portfolio Selection: From Past to Present" . 4th IEEE International Conference on Management of

Engineering Management, Vol. 49, No. 1, pp. 59-66.

- Shi, L., Wu, K.-J. and Tseng, M.-L. (2016) “Improving corporate sustainable development by using an interdependent closed-loop hierarchical structure”, Resources, Conservation and Recycling, Vol. 119, pp. 24-35.
- Siskos, Y., Grigoroudis, E. and Matsatsinis, N. (2005) “UTA METHODS .Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys” ,Springer Science & Business Media, pp. 297-334.
- Turan, F.K., Scala, N.M., Besterfield-Sacre, M. and Needy, K.L. (2009) "An Analytic Network Process (ANP) Aroach to the Project Portfolio Management for Organizational Sustainability," in Industrial Engineering Research Conference, Miami, 2009.
- Wey, W.-M., Wu, K.-Y. (2008) “Interdependent urban renewal project selection under the consideration of resource constraints”, Environment and Planning B: Planning and Design, Vol. 35, pp. 122-147.

سید فرید قنادپور، درجه کارشناسی و کارشناسی ارشد در رشته مهندسی حمل و نقل ریلی را در سال ۱۳۸۵ و ۱۳۸۷ از دانشگاه علم و صنعت ایران اخذ نمود. در سال ۱۳۹۲ موفق به کسب درجه دکتری در رشته مهندسی صنایع از دانشگاه علم و صنعت ایران گردید. زمینه های پژوهشی مورد علاقه ایشان مسیریابی وسایل نقلیه، شبکه های حمل و نقل، الگوریتم های بهینه سازی دقیق و ابتکاری، مدیریت پروژه و کاربرد بهینه سازی در ارزیابی عملکرد سازمانها و پروژه ها بوده و در حال حاضر عضو هیات علمی با مرتبه استادیاری در دانشگاه علم و صنعت ایران است.

رامین مرادی منش، درجه کارشناسی مهندسی کامپیوتر را در سال ۱۳۹۰ از دانشگاه آزاد اسلامی و در سال ۱۳۹۶ درجه کارشناسی ارشد را در رشته مهندسی صنایع گرایش مدیریت سیستم و بهره‌وری از دانشگاه علم و صنعت ایران اخذ نمود.

زمینه های پژوهشی مورد علاقه ایشان توسعه پایدار، انتخاب پروژه و سبد پروژه و تئوری تصمیم‌گیری بوده است.