

ارزیابی عملکرد پایدار در شرایط عدم قطعیت با استفاده از کارت امتیازی متوازن و آنتروپی شانون مبتنی بر تکنیک دلفی خاکستری سه پارامتری (مطالعه موردی: صنایع خورشیدی در ایران)

میثم جعفری اسکندری^{۱*}، سوگل فروتن^۲

^۱ استادیار گروه مهندسی صنایع، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

meisam_jafari@pnu.ac.ir

^۲ کارشناس ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران

m_forotan@ie.iust.ac.ir

چکیده: عدم قطعیت ها و پیچیدگی های محیطی، سازمان ها را به داشتن نظام جامع ارزیابی عملکرد به منظور آگاهی از میزان مطلوبیت و کیفیت فعالیت های خود وادار نموده است. کارت امتیازی متوازن، از جمله ابزارهایی است که سنجش های مالی و غیرمالی را با هم استخراج کرده و ارزیابی متوازن از عملکردها را در چهار حوزه مورد نظر قرار می دهد. هدف این مقاله ارائه چارچوبی به منظور طراحی یک سیستم ارزیابی عملکرد پایدار مبتنی بر کارت امتیازی متوازن برای صنایع خورشیدی ایران است. روش تحقیق، رویکرد کارت امتیازی متوازن پایدار بوده که بر این اساس هفده شاخص با محوریت چهار منظر کارت امتیازی متوازن با نظر خبرگان و روش دلفی خاکستری سه پارامتری شناسایی شده است. آنتروپی شانون به عنوان روش تحلیل، اوزان ابعاد و چشم اندازها و شاخص ها را محاسبه کرده است. در نهایت، مهم ترین حوزه های ارزیابی عملکرد سازمان با در نظر گرفتن اهمیت و نمره شاخص ها استخراج شد. نتایج به دست آمده حاکی از آن است که برای ارزیابی این صنایع، بیشترین وزن در بعد پایداری منابع مالی باید مورد نظر قرار گیرد.

واژه های کلیدی: کارت امتیازی متوازن پایدار، تئوری سیستم خاکستری، آنتروپی شانون، تکنیک دلفی، عدم قطعیت.

۱. مقدمه

انرژی برای سال‌های متمادی، توجه بسیاری از برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران را به خود معطوف کرده است؛ به‌طوری که توسعه و پیشرفت بسیاری از جوامع به‌میزان قابل توجهی متأثر از آن خواهد بود. بر اساس آمارهای موجود، میزان مصرف سوخت‌های فسیلی از ۸۱/۴ در سال ۲۰۱۳ به ۸۱ درصد تا سال ۲۰۳۵ کاهش خواهد یافت که نشان‌دهنده جایگزین شدن انرژی‌های پاک به‌جای سوخت‌های فسیلی است.

سهم عمده مصرف انرژی ایران از منابع تجدیدناپذیر بوده که سهم انرژی‌های پاک در آن بسیار ناچیز است. از این‌رو توجه به برنامه‌ریزی توسعه این انرژی‌ها و همچنین بهبود عملکرد صنایع موجود، به‌خصوص در حوزه انرژی خورشیدی، اهمیت بسزایی دارد.

از سوی دیگر با به‌وجودآمدن مسائل زیست‌محیطی و توسعه پایدار، موضوع پایداری به یکی از بزرگ‌ترین نگرانی‌های صنایع مرتبط با حوزه انرژی پاک، به‌خصوص صنایع خورشیدی تبدیل شده است. صنایع خورشیدی نیاز به ایجاد یک چارچوب ارزیابی عملکرد برای اندازه‌گیری و توسعه عملکرد پایدار دارند. چنین چارچوبی فضایی را برای مدیران یک شرکت به‌منظور اجرای استراتژی‌های پایدار فراهم می‌آورد. برخلاف دیدگاه اکثر صنایع و سازمان‌های خدماتی که پایداری را هدفی دوردست می‌پندارند، دیاس ساردین‌ها و همکاران در سال ۲۰۰۲ میلادی به این نتیجه رسیدند که مانعی که برای ارزیابی عملکرد پایدار وجود دارد، کمبود مدل‌هاست؛ مدل‌هایی که می‌توانند به‌عنوان معیاری برای عملکرد مورد استفاده قرار گیرند [۱]. در حوزه ارزیابی عملکرد پایدار، مطالعات بسیاری انجام شده است (این مدل‌ها را می‌توان در مطالعات صورت گرفته محققان مورد نظر در مراجع مورد اشاره ملاحظه کرد [۲]). با در نظر گرفتن ویژگی کنترل‌های سیستم به‌صورت پریودیک و سیستماتیک در مدیریت استراتژیک پایدار، استفاده از کارت امتیازی متوازن به‌طور گسترده‌ای در ارزیابی عملکرد محیطی و اجتماعی شرکت‌ها به کار گرفته شده است [۱، ۳ و ۴]. یکی از موارد استفاده از کارت امتیازی متوازن در شرکت‌ها را می‌توان اجرای استراتژی‌های پایدار و ایجاد ارتباط میان اهداف پایدار و فعالیت‌های مقتضی و نتایج عملکردی برشمرد.

در ابتدا، دیدگاه مطالعات اولیه به کارت امتیازی متوازن به‌صورت یک رویکرد مناسب برای چارچوب مفهومی ارزیابی عملکرد بود [۵]. آقای فیگ و همکاران در سال ۲۰۰۲ میلادی به تشریح جزئیات در نظر گرفتن رویکردهای محیطی و اجتماعی در کارت امتیازی متوازن پرداختند [۵]. علاوه بر آن، بیکر و همکاران در سال ۲۰۰۲ میلادی

مدل کارت امتیازی متوازن را برای ترکیب استراتژی‌های پایدار با هسته دستگاه‌های مدیریتی بهبود دادند [۳].

همان‌طور که مطرح شد، رویکردهای موجود برای ارزیابی عملکرد کارت امتیازی متوازن ممکن است از نظر متدولوژی دچار نقص یا کمبود باشند. وو و همکاران در سال ۲۰۰۹ میلادی با در نظر گرفتن سنجش عملکردی تعدادی از معیارها، اذعان داشتند که انتخاب یک روش مناسب برای ارزیابی معیارها می‌تواند به آنالیزورها و ارزیابی‌کنندگان در موارد ارزیابی و تعیین بهترین گزینه کمک بسزایی کند. علاوه بر این، آن‌ها ادعا کردند که استفاده از چنین معیارهایی در کارت امتیازی متوازن، هدفمندانه‌تر و قابل فهم‌تر از استفاده از یک معیار است [۶]. (در بررسی منابعی دیگر نیز ضعف‌های کارت امتیازی مورد نظر قرار گرفته است [۷]). با توجه به اینکه یکی از اصلی‌ترین ضعف‌های ارزیابی‌های سلسله‌مراتبی در نظر نگرفتن وابستگی‌ها از یک سو [۸] و عدم امکان ترکیب آن با مدل‌های پویای محیطی از سوی دیگر است [۹]، مزیت به‌کارگیری از روش آنتروپی شانون در ارزیابی وزن‌ها، برای مسئله مورد بررسی در این مطالعه مناسب تشخیص داده شد؛ زیرا داده‌های ماتریس تصمیم‌گیری به‌طور کامل مشخص‌اند؛ ضمن اینکه آنتروپی، مفهوم بسیار بااهمیت در علوم اجتماعی، علم فیزیک و نظریه اطلاعات و نیز شاخصی برای اندازه‌گیری عدم اطمینان است. هدف این مطالعه تشخیص معیارهای سازگار برای کارت امتیازی متوازن پایدار با در نظر گرفتن جنبه‌های محیطی و اجتماعی آن با استفاده از تکنیک دلفی خاکستری^۱ و نیز توسعه یک چارچوب پایدار برای ارزیابی عملکرد با استفاده از رویکرد آنتروپی شانون^۲ است. این دو هدف برای تسهیل مدیریت پایدار و برنامه‌ریزی استراتژیک طراحی شده‌اند.

۲. ادبیات نظری تحقیق

در این بخش، ابتدا مفاهیم اصلی تعریف و در ادامه متدولوژی مورد نظر تشریح می‌شود.

۱.۲. کارت امتیازی متوازن پایدار

مفهوم کارت امتیازی متوازن پایدار از کارت امتیازی متوازن سنتی و بر اساس موضوعات محیطی و اجتماعی به‌عنوان یکی از ستون‌های اساسی یک کسب‌وکار پایدار برداشت شده است. همان‌طور که فیگ و همکاران در سال ۲۰۰۲ میلادی اشاره کرده‌اند، مدیریت پایدار به‌کمک کارت امتیازی متوازن بر نقصان رویکردهای سنتی در دستگاه‌های

1. Delphi Gray

2. Shannon Entropy

مدیریتی محیطی و اجتماعی و به واسطه ترکیب سه ستون اصلی پایداری به یک ابزار اصلی مدیریت استراتژیک غلبه می‌کند؛ بنابراین کارت امتیازی متوازن پایدار^۱ نه تنها می‌تواند در شناخت استراتژی‌های مهم محیطی یا اهداف اجتماعی سازمان کمک کند، بلکه می‌تواند موجب بهبود شفافیت پتانسیل‌های بالقوه گردد و اجرای استراتژی را ممکن سازد [۴]. به‌کارگیری رویکرد کارت امتیازی متوازن^۲ مبتنی بر پارامترهای توسعه پایدار، روشی مفید و قدرتمند برای ارزیابی عملکرد پایداری سازمان یا شرکت است.

مولر و اسکالنگر معتقدند اصلاح «پایدار» یک کارت امتیازی متوازن متعارف ممکن است تلاش‌های شرکت‌ها را برای ثبت و به‌دست‌آوردن اطلاعات عملکرد پایداری بهبود بخشد. آن‌ها هدف چنین چارچوب‌هایی را عمدتاً تسهیل اندازه‌گیری پایداری شرکت‌ها، بهبود کیفیت پایداری و اجازه دادن به برنامه‌ریزی دقیق‌تر اهداف مدیریت پایدار بیان کرده‌اند [۱۰]. هابارد معتقد است که دیدگاه جداگانه پایداری در کارت امتیازی متوازن می‌تواند مناسب‌ترین روش برای تعیین دقیق عملکرد پایدار شرکت باشد [۱۱]؛ درحالی‌که هانسن و شالتنگر اعلام کردند که کارت امتیازی متوازن پایدار یک زمینه ضروری برای جمع‌آوری مسائل مربوط به محیط‌زیست و اهداف مدیریت استراتژیک شرکت است بدون در نظر گرفتن از رویکردی که برای توسعه آن دنبال می‌شود [۱۲]. پانایتو و همکاران برای مثال، مزایای ارزش‌گذاری ترکیب دستورالعمل‌های شاخص‌های گزارشگری جهانی با کارت امتیازی متوازن را شرح داده‌اند [۱۳]. در مطالعه صورت‌گرفته در تایوان توسط تی‌سای و همکاران، چهارچوب مفهومی کارت امتیازی مبتنی بر کارت امتیازی متوازن پایدار در جهت اندازه‌گیری عملکرد پایدار شرکت‌های نیمه‌هادی با به‌کارگیری تکنیک دلفی فازی و فرایند تحلیل شبکه‌ای مورد استفاده قرار گرفته و نتایج تحقیق حاکی از آن است که مدل مذکور برای افزایش رقابت سازمان‌ها در خصوص عملیات پایدار سودمند می‌باشد [۱۴]. ربانی و همکاران در سال ۲۰۱۴، با ارائه رویکرد ترکیبی کارت امتیازی متوازن پایدار و تصمیم‌گیری چندمعیاره، سعی در ارزیابی عملکرد پایدار شرکت‌های تولیدکننده نفت ایران نموده و برای اولویت‌بندی شرکت‌های نفتی از روش کوپراس^۳ استفاده کردند. مدل پیشنهادی آن‌ها به سازمان در دستیابی به مزیت رقابتی کمک می‌کند [۱۵].

مرادی و همکاران در سال ۱۳۹۴ در تحقیقی به شناسایی شاخص‌های عملکردی با محوریت رویکرد کارت امتیازی متوازن

پایدار جهت ارزیابی عملکرد شرکت سایپا دیزل پرداختند [۱۶]. زو و لی در سال ۲۰۱۵، ارزیابی شرکت‌های انرژی حرارتی را با رویکرد کارت امتیازی متوازن پایدار مبتنی بر ۲۲ معیار مورد نظر قرار دادند [۱۷]. هانسن و شالتنگر در سال ۲۰۱۶ با بررسی ۶۹ تحقیق صورت‌گرفته در حوزه کارت امتیازی متوازن پایدار، نحوه طراحی آن برای مرتبط کردن ابعاد عملکرد، اهداف استراتژیک و ارتباط منطقی میان این عناصر را بررسی و تحلیل کردند [۱۲]. آن‌ها همچنین در تحقیقی دیگر، در سال ۲۰۱۷ استدلال کردند که ادبیات موجود نشان می‌دهد ابزار مدیریت کارت امتیازی متوازن پایدار می‌تواند نقش مهمی در پایداری شرکت داشته باشد. طراحی کارت امتیازی متوازن پایدار به‌عنوان نمایندگی از اهداف و اولویت‌ها - یک بخش مؤثر و تکراری از روند استراتژی‌سازی پایدار شرکت است؛ بنابراین نمی‌توان آن را مدنظر قرار نداد [۱۸].

با در نظر گرفتن تفاوت‌های پایداری در سازمان‌های مختلف، سه رویکرد متفاوت برای ترکیب پایداری با کارت امتیازی متوازن ارائه شده است. یکی آنکه مواضع اجتماعی و محیطی به رویکردهای کارت امتیازی متوازن سستی اضافه شوند. در این رویکرد، ترتیب رویکردها اهمیتی ندارد و همین موضوع اجازه ترکیب تمامی جنبه‌های پایداری را که ارتباط مستقیمی با یک بازار دارند (که همان بازار مالی، بازار مشتری، بازار تأمین‌کننده یا بازار نیروی کار است) می‌دهد. رویکرد دوم رویکردی غیرتجاری است که می‌تواند به رویکردهای کارت امتیازی متوازن برای ذی‌نفعان سازمان اضافه شود. سومین رویکرد را می‌توان فرموله کردن یک کارت امتیازی محیطی یا اجتماعی نامید. در این رویکرد با حفظ چهار جنبه کارت امتیازی متوازن، مؤلفه‌های محیطی یا اجتماعی درون چهار جنبه با توجه به ماهیت ارزیابی، مورد نظر قرار می‌گیرد. حال با توجه به تحقیقات بررسی‌شده در ادامه، خلاصه تحقیقات فوق در جدول (۱) بررسی شده و ویژگی‌های تحقیق حاضر مدنظر قرار گرفته است.

1. Sustainability Balanced Scorecard (SBSC)
2. Balanced Scorecard (BSC)
3. COPRAS

جدول (۱): مقایسه مطالعات تطبیقی

هدف تحقیق	کلمات کلیدی					نام نویسندگان و سال تحقیق	ردیف
	دلفی خاکستری	دلفی	آنتروپی شانون	عدم قطعیت	SBSC		
ارزیابی پایدار یک شرکت نیمه‌هادی در تایوان با رویکرد دلفی فازی و FANP؛ نتایج تحقیق حاکی از آن است که مدل مذکور برای افزایش رقابت سازمان‌ها در خصوص عملیات پایدار سودمند می‌باشد.		✓		✓	✓	تی سای و همکاران، ۲۰۱۳ [۱۴]	۱
ارزیابی عملکرد پایدار شرکت‌های تولیدکننده نفت ایران بر پایه SBSC و COPRAS که نتایج مدل پیشنهادی آن‌ها سازمان را در دستیابی به مزیت رقابتی کمک می‌کند.				✓	✓	ربانی و همکاران، ۲۰۱۴ [۱۵]	۲
ارزیابی پایدار شرکت سایپا دیزل با رویکرد FANP و SBSC در این تحقیق، ۳۷ شاخص با محوریت شش منظر کارت امتیاز متوازن پایدار با نظر خبرگان و کارشناسان سازمان شناسایی شده است.				✓	✓	مرادی و همکاران، ۱۳۹۴ [۱۶]	۳
ارزیابی شرکت‌های انرژی حرارتی با رویکرد SBSC مبتنی بر ۲۲ معیار				✓	✓	زو و لی، ۲۰۱۵ [۱۷]	۴
بررسی ۶۹ تحقیق صورت گرفته در حوزه کارت امتیازی متوازن پایدار، نحوه طراحی آن برای مرتبط کردن ابعاد عملکرد، اهداف استراتژیک و ارتباط منطقی				✓	✓	هانسن و شالتیگر، ۲۰۱۶ [۱۲]	۵
جایگاه و اهمیت SBSC در سازمان‌ها به منظور پایدارسازی عملکرد آن				✓	✓	هانسن و شالتیگر، ۲۰۱۷ [۱۸]	۶
در این تحقیق یک چارچوب مفهومی جدید برای تدوین استراتژی‌های پایدار مبتنی بر کارت امتیازی متوازن پایدار به صورت دینامیکی مورد نظر قرار گرفته است.					✓	چاکر و همکاران، ۲۰۱۷ [۱۹]	۷
در این پژوهش، رویکرد کارت امتیازی متوازن پایدار با فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی (FANP) برای رتبه‌بندی شاخص‌های ارزیابی عملکرد در شرکت صنایع پلاستیک پوشینه بررسی شده است.				✓	✓	ایرج پور و حاجی‌لو، ۱۳۹۵ [۲۰]	۸
در این مقاله، ابتدا مفاهیم توسعه پایدار به کارت امتیازی متوازن اضافه می‌شود، سپس با استفاده از دیمتل اولویت مناظر نشان داده شده و شبکه ساختاری روابط به دست می‌آید.				✓	✓	شفیعی و همکاران، ۱۳۹۷ [۲۱]	۹
در این تحقیق، از رویکرد سوم پایداری در کارت امتیازی متوازن با ترکیب روش آنتروپی شانون و دلفی خاکستری به منظور ارزیابی پایدار صنایع خورشیدی در ایران استفاده شده است.	✓		✓	✓	✓	تحقیق حاضر	۱۰

۲.۲. صنایع خورشیدی

ایران کشوری با وجود ۳۰۰ روز آفتابی است که با مطالعات

انجام شده توسط سازمان هوافضای آلمان، پتانسیل ۲۰۰۰۰ تراوات ساعت در یک سال نیروگاه حرارتی خورشید و ۱۶ تراوات ساعت در یک ال نیروگاه سلول خورشیدی را دارد [۲۲].

انرژی خورشیدی یکی از منابع انرژی‌های تجدیدپذیر و از مهم‌ترین آن‌هاست. میزان تابش خورشیدی در نقاط مختلف جهان متغیر بوده و کشور ایران در نواحی پرتابش واقع شده است.

با وجود این منابع مطلوب انرژی خورشیدی، متأسفانه استفاده بهینه از این منبع انرژی صورت نگرفته است. اولین نیروگاه خورشیدی متمرکز در شیراز در سال ۲۰۰۸ و نیروگاه سیکل ترکیبی خورشیدی یزد به عنوان دومین نیروگاه در سل ۲۰۰۹ عملیاتی شد [۲۳].

۳.۲. اعداد خاکستری

هر سیستم خاکستری به وسیله اعداد خاکستری، معادلات خاکستری و ماتریس های خاکستری توصیف می شود؛ در این میان اعداد خاکستری به مثابه اتم ها و سلول های این سیستم هستند. عدد خاکستری می تواند به عنوان عددی با اطلاعات نامطمئن تعریف شود. مثلاً رتبه معیارها در یک تصمیم گیری، به صورت متغیر زبانی بیان می شوند که می توان آن ها را با بازه های عددی بیان کرد [۲]. همچنین می توان گفت که عدد خاکستری به عددی اطلاق می شود که مقدار دقیق آن نامشخص است، اما بازه ای که مقدار آن را در بر می گیرد، شناخته شده است. اعداد خاکستری می توانند فقط با کران پایین به شکل $\otimes \in [a, \infty)$ یا فقط با کران بالا به شکل $\otimes \in (-\infty, a]$ یا هم با کران بالا^۱ و هم با کران پایین به شکل $\otimes \in [a, a]$ نشان داده شوند.

هر چند به نظر می رسد اعداد خاکستری مشابه اعداد فازی هستند، تفاوت اساسی بین اعداد خاکستری با اعداد فازی در آن است که در اعداد خاکستری، مقدار دقیق عدد نامشخص است، اما بازه ای که مقدار آن ها را در بر می گیرد، معلوم است یا به تعبیر دیگر مقدار دقیق بال چپ و بال راست عدد معین و معلوم است. در حالی که در یک عدد فازی، ضمن اینکه عدد به صورت یک بازه تعریف می شود، مقدار دقیق بال چپ و راست آن معلوم نیست و از یک تابع عضویت پیروی می کند. همین تفاوت ظریف بین اعداد خاکستری و فازی موجب می شود که محاسبات با اعداد خاکستری از سادگی بیشتری نسبت به اعداد فازی برخوردار باشد؛ زیرا تعیین تابع عضویت برای بال های چپ و راست یک عدد فازی، خود همراه با پیچیدگی ها و عملیات محاسباتی است.

۴.۲. روش دلفی خاکستری

روش دلفی برای پیش بینی ها و تصمیم گیری ها از زمان ارائه آن در ۱۹۶۳ میلادی توسط دلکی و همکارش در کمپانی راند به طور گسترده ای مورد استفاده و توجه قرار گرفته است. روش دلفی به عنوان یک تکنیک گروهی به منظور دستیابی به بیشترین توافق در میان گروهی از خبرگان و به واسطه پرسش نامه شناخته می شود [۲]. این روش علاوه بر مزیت هایش، معایبی نیز دارد. این روش از آنجایی که

زمان بر و پرهزینه است و نیز توانایی پاسخ گویی به ابهامات و عدم قطعیت های مطرح شده از سوی خبرگان را ندارد، سبب شده محققان بسیاری برای رفع این موانع، روش های ترکیبی را پیشنهاد کنند [۲]. یکی از عمده ترین روش های مورد نظر نویسندگان برای رفع مشکلات دلفی، استفاده از رویکرد فازی است. در این تحقیق برای اولین بار از ترکیب روش دلفی سستی با مجموعه اعداد خاکستری سه پارامتری به منظور رفع مشکل ابهام نظریات خبرگان و راحتی و دقت بیشتر محاسبه نسبت به اعداد فازی، استفاده شده است. گام های این روش به طور کلی عبارت اند از:

گام اول: تهیه پرسش نامه؛ در این پرسش نامه باید از خبرگان خواسته شود که برای هر مورد یک بازه مطمئن بین ۱ تا ۱۰ ارائه دهند.

گام دوم: تعیین میانگین پاسخ؛ برای هر مورد کوچک ترین و بزرگ ترین مقدار پیشنهاد شده توسط خبرگان را در نظر بگیرید و میانگین آن ها را نیز محاسبه کنید.

گام سوم: نظریات خبرگان را می توان در دو گروه محافظه کارانه و خوش بینانه قرار داد که به ترتیب با (C_L, C_M, C_U) و (O_L, O_M, O_U) نشان داده می شوند. سپس برای نظریات محافظه کارانه C_L^i حداقل مقدار نظریات، C_M^i میانگین هندسی و C_U^i حداکثر مقدار نظریات خبرگان در نظر گرفته می شود. همین مقادیر برای نظریات خوش بینانه نیز به صورت O_L^i, O_M^i, O_U^i در نظر گرفته می شود. سپس مقادیر به دست آمده برای هر مورد C^i ماکزیمم مقادیر محافظه کارانه و O^i ماکزیمم مقادیر خوش بینانه در نظر گرفته می شود.

گام چهارم: در این مرحله، سازگاری نظریات خبرگان بررسی و مقدار اهمیت توافق خبرگان برای هر مورد (که با G_i نشان داده می شود) محاسبه می گردد.

۱. اگر مقادیر هم پوشانی نداشته باشند برای مثال $C_U^i \leq O_L^i$ ، آنگاه در مورد i ام اتفاق نظر وجود دارد؛ در نتیجه:

$$G_i = \frac{C_M^i + O_M^i}{2} \quad (1)$$

۲. اگر مقادیر هم پوشانی داشته باشند، برای مثال $C_U^i > O_L^i$ و ارزش ناحیه خاکستری $(Z^i = C_U^i - O_L^i)$ کمتر از $M^i = O_U^i - C_M^i$ باشد، آنگاه:

$$G_i = \frac{[(C_U^i \times O_M^i) - (O_L^i \times C_M^i)]}{[(C_U^i - C_M^i) + (O_M^i - O_L^i)]} \quad (2)$$

۳. اگر مقادیر هم پوشانی داشته باشند، برای مثال $C_U^i > O_L^i$ و ارزش ناحیه خاکستری $(Z^i = C_U^i - O_L^i)$ بیشتر از

ارزیابی عملکرد پایدار در شرایط عدم قطعیت با استفاده از کارت امتیازی متوازن و... ۳۳

خواسته شد برای هر مورد یک بازه مطمئن بین ۱ تا ۱۰ ارائه دهند. پرسشنامه طراحی شده از نظر روایی و پایایی مورد ارزیابی قرار گرفت که روایی آن تأیید و به منظور بررسی پایایی شاخص α -کرونباخ بررسی شد؛ این مقدار برای پرسشنامه عدد ۰/۸۷۶ به دست آمد که نشان داد پرسش نامه از پایایی مناسب برخوردار است. پس از دریافت پرسش نامه فوق، با نظر خبرگان، معیارهایی که میانگین هندسی آن ها کمتر از ۵/۵ است، حذف شد. در نهایت ۱۷ معیار ارزیابی به شرح زیر در چهار حوزه ارزیابی کارت امتیازی انتخاب و تعیین گردید.

$M^i = O_U^i - C_M^i$ باشد، نظریات افراد با یکدیگر همخوانی ندارد و گام های ۱ تا ۴ باید دوباره تکرار شوند. حال ابتدا باید معیارهای ارزیابی مبتنی بر چهار جنبه کارت امتیازی تعیین شود. برای تعیین معیارها، طی مطالعات صورت گرفته در منابع علمی و جست و جو در پایگاه های معتبر و همچنین مصاحبه با خبرگان در مرحله اول، ۳۳ شاخص کلان ارزیابی در چهار حوزه ارزیابی شناسایی شد. در مرحله بعد، پرسش نامه ای برای تعیین اهمیت هریک از معیارها بین ۱۵ نفر از خبرگان مجموعه توزیع و از آن ها

جدول (۲): نتیجه محاسبه معیارهای کارت امتیازی متوازن پایدار با استفاده از روش دلفی خاکستری

میزان توافق G^i	$M^i - Z^i$	میانگین هندسی		مقادیر خوش بینانه		مقادیر بدبینانه		معیارها
		O_M^i	C_M^i	O_U^i	O_L^i	C_U^i	C_L^i	
پایداری مالی (P_1)								
$6/40 < 7/32$	2/49	8/43	4/94	10	7	8	1	درآمد حاصل از محصولات سبز
$6/40 < 7/48$	1/46	8/65	6/19	10	7	8	4	تصویر سبز
$6/06 < 6/40$	0/55	7/32	3/77	10	5	8	7	سرمایه گذاری در تکنولوژی ها نوآور سبز
$6 < 6/40$	2/09	5/65	3/75	8	4	4	3	سهم بازار
$6/4 < 7/32$	2/49	8/43	4/94	10	7	8	1	سود
مشتریان جامعه (P_2)								
$6/40 < 7/10$	0/86	8/50	4/65	10	6	9	1	استخدام بچه ها برای کار
$5/44 < 6/40$	3/65	7/51	2/85	10	5	6	1	پشتیبانی محصولات
$6/40 < 8/34$	1/73	9/26	6/53	10	8	9	4	سلامت و امنیت کارکنان
$6/40 < 7/35$	3/19	8/80	4/60	10	7	8	1	سلامت و امنیت مشتری
$6/40 < 8/33$	1/35	9/09	6/74	10	8	9	5	رضایت مشتری
$6/40 < 6/58$	1/46	8/02	5/65	10	6	7	4	رضایت کارکنان
$6/40 < 7$	3/68	8/30	4/62	10	7	7	1	محصولات سبز
$6/40 < 7/30$	3/56	8/65	4/09	10	7	8	1	آلودگی زیست محیطی
فرایندهای داخلی (P_3)								
$6/40 < 6/42$	3/09	8/14	4/05	10	6	7	1	طراحی سبز
$6/40 = 6/40$	2/41	7/75	4/34	10	6	7	1	مصرف انرژی
$6/40 < 7$	2/47	8/08	5/62	10	7	7	4	حجم زباله
$6/40 < 6/43$	2/90	8/11	4/21	10	6	7	1	گازهای گلخانه ای
$5/47 < 6/40$	0/16	7/01	3/85	10	4	7	1	حجم بسته بندی ها
$5/45 < 6/40$	0/17	6/08	3/81	10	4	7	1	حوادث کارکنان
$6/40 < 8$	2/39	8/96	6/57	10	8	8	5	استفاده از مواد خطرناک
رشد و یادگیری (P_4)								
$6/40 < 6/46$	0/87	7/13	4/25	10	6	8	1	آموزش کارکنان
$6/33 < 6/40$	0/84	8/03	4/18	10	5	8	1	تحقیق و توسعه برای تکنولوژی های سبز
$6 < 6/40$	3/91	7/15	3/24	10	6	6	1	ساعات اضافه کاری کارکنان
$5/55 < 6/40$	1/15	6/74	4/59	9	5	6	3	سیستم های اطلاعاتی محیطی
$5 < 6/40$	2/96	6/09	3/13	8	5	5	1	سهم اجرایی بانوان

۵.۲. آنتروپی شانون

یکی از روش‌های استخراج وزن اهمیت معیارهای تصمیم‌گیری، آنتروپی شانون است. مزیت این روش نسبت به سایر روش‌های استخراج وزن اهمیت، این است که روشی کاملاً عینی است و سوگیری نظرهای خبرگان در آن وجود ندارد. بنابراین اگر شرایط به گونه‌ای باشد که احتمال خطا در قضاوت خبرگان وجود داشته باشد، استفاده از این روش می‌تواند جایگزین خوب و قابل قبولی باشد. در تئوری اطلاعات آنتروپی نشان‌دهنده مقدار عدم اطمینان موجود، در محتوای مورد انتظار اطلاعات یک پیام است. به عبارت دیگر، آنتروپی معیاری برای عدم اطمینان بیان شده توسط یک توزیع احتمالی گسسته (P_i) است؛ به طوری که این عدم اطمینان در صورت پخش بودن توزیع، بیشتر از موردی است که توزیع فراوانی بیشتری داشته باشد. این عدم اطمینان در یک مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره به صورت زیر تشریح می‌شود:

یک ماتریس تصمیم‌گیری مربوط به یک مدل تصمیم‌گیری چندشاخصه حاوی اطلاعاتی است که آنتروپی می‌تواند به عنوان معیاری برای ارزیابی آن به کار رود. در این ماتریس تصمیم‌گیری A_j ها گزینه‌های مختلف، X_j ها معیارهای مختلف و $i \in I = \{1, 2, \dots, m\}$ و $j \in J = \{1, 2, \dots, n\}$ و x_{ij} مقادیر ماتریس تصمیم هستند، که همان مقادیر G^i در جدول (۲) می‌باشند. ابتدا با استفاده از فرمول زیر محتوای اطلاعاتی موجود در این ماتریس به صورت نرمالیزه شده (P_{ij}) محاسبه می‌شود.

$$P_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}}, \forall i, j \quad (3)$$

و برای E_j از مجموعه P_{ij} به ازای هر مشخصه داریم:

$$E_j = -k \sum_{i=1}^m (p_{ij} \cdot \ln p_{ij}), \forall i, j \quad k = \frac{1}{\ln(m)} \quad (4)$$

به طوری که k یک ثابت مثبت است که برای تأمین شرط $0 \leq E \leq 1$ اعمال می‌شود. عدم اطمینان یا درجه اطمینان (d_j) از اطلاعات ایجاد شده و وزن (W_j) مربوط به هر شاخص J عبارت است از [۲۴]:

$$d_j = 1 - E_j, \forall j \quad (5)$$

$$W_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j}, \forall j$$

از آنجا که تابع لگاریتم طبیعی یک تابع یکنواخت صعودی است و با توجه به تعریف عملگرها روی اعداد خاکستری، برای محاسبه E_j از این خاصیت استفاده شده است. الگوریتم پیشنهادی برای

ارزیابی معیارهای مورد نظر به صورت زیر است:

- گام ۱: ماتریس تصمیم را به شکل زیر برای داده‌های موجود تشکیل داده می‌شود:

	X_1	X_2	...	X_n
A_1	X_{11}	X_{12}	...	X_{1n}
A_2	X_{21}	X_{22}	...	X_{2n}
...	...	...	...	...
A_m	X_{m1}	X_{m2}	...	X_{mn}

- گام ۲: با استفاده از آنتروپی شانون مقادیر W_j (وزن هریک از شاخص‌ها) از جدول فوق استخراج می‌شود و بردار وزنی به صورت زیر تعیین می‌شود:

$$\bar{W} = [\bar{W}_1, \bar{W}_2, \dots, \bar{W}_n] \quad (6)$$

- گام ۳: با استفاده از ماتریس تصمیم، ماتریس تصمیم خاکستری به صورت زیر تشکیل می‌شود:

$$D = \begin{bmatrix} x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1n} \\ x_{21}, x_{22}, \dots, x_{2n} \\ \vdots \\ x_{m1}, x_{m2}, \dots, x_{mn} \end{bmatrix} \quad (5)$$

- گام ۴: ماتریس D مطابق روش زیر نرمالیزه و R نامیده می‌شود.

$$R = \begin{bmatrix} r_{11}, r_{12}, \dots, r_{1n} \\ r_{21}, r_{22}, \dots, r_{2n} \\ \vdots \\ r_{m1}, r_{m2}, \dots, r_{mn} \end{bmatrix} \quad (7)$$

اگر معیار مربوط از نوع سود (بیشتر-بهرتر) باشد، در آن صورت از رابطه (۸) به دست می‌آید:

$$r_{ij} = \left[\frac{x_{ij}}{x_j^{\max}}, \frac{x_{ij}}{x_j^{\max}} \right] \quad (8)$$

$$x_j^{\max} = \max_{1 \leq i \leq m} \{x_{ij}\}$$

و چنانچه معیار مربوط از نوع زیان (کمتر-بهرتر) باشد، از رابطه زیر استفاده می‌شود.

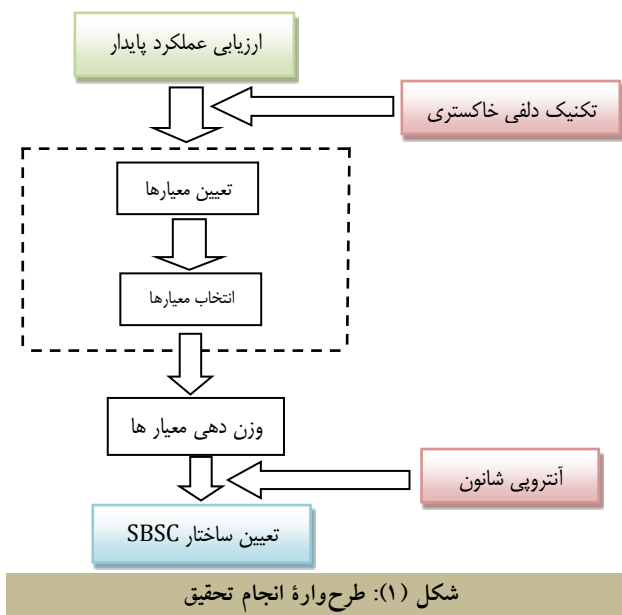
$$r_{ij} = \left[\frac{x_j^{\min}}{x_{ij}}, \frac{x_j^{\min}}{x_{ij}} \right] \quad (9)$$

$$x_j^{\min} = \min_{1 \leq i \leq m} \{x_{ij}\}$$

روش نرمالیزه کردن فوق باعث می‌شود تا عددهای خاکستری نرمالیزه شده در فاصله $[0, 1]$ قرار گیرند.

$$R = [r_{ij}]_{m \times n} \quad (10)$$

- گام ۵: وزن هریک از معیارها در ستون مربوط به آن ضرب



بر اساس طرح‌واره پیشنهادی مطابق شکل (۱)، در این بخش با استفاده از آنتروپی شانون اوزان معیارهای ارزیابی محاسبه می‌شود. استانداردهای GRI^۱ اولین استانداردهای جهانی برای گزارش‌دهی پایداری هستند. آن‌ها یک ساختار مدولار و مرتبط با یکدیگر دارند و بهترین تجربه جهانی را برای گزارش دادن به طیف وسیعی از تأثیرات اقتصادی، محیطی و اجتماعی نشان می‌دهند. این محاسبات در محیط نرم‌افزار متلب^۲ انجام شده است. پس از تعیین ۱۷ معیار و چهار رویکرد توسط تکنیک دلفی خاکستری یک ماتریس ساده وابستگی برای ۸ خبره به‌منظور تعیین ارتباط بین معیارها ارائه شد. پرسش‌نامه‌ای به منظور پرسش درباره ارتباط بین یک معیار با دیگر معیارها و ارتباط بین معیارها با رویکردها تهیه شد. بر اساس نظریات خبرگان، رویکردهای مطرح شده به‌صورت دوه‌دو با یکدیگر رابطه داشتند و در نهایت نیز روابط متقابل غیر وابسته شناسایی شدند. در روش تحلیل رابطه خاکستری برای تصمیم‌گیری، علاوه بر بررسی روابط بین رویکردها و گزینه‌های مختلف، ورودی‌ها را به صورت اعداد بازه‌ای لحاظ می‌کند. در واقع هم عدم اطمینان موجود در ساختار سیستم و هم عدم اطمینان موجود در ورودی‌های سیستم تصمیم‌گیری را به نمایش می‌گذارد؛ در ضمن یک مدل ساده و کاربردی است که همه روش‌های فوق را به‌صورت هم‌زمان پوشش می‌دهد. پس از پیروی از گام‌های الگوریتم ارائه شده و انجام محاسبات و تبدیل آن‌ها از فرم بازه به اعداد و با توجه به وزن به‌دست آمده برای هر معیار، رتبه‌بندی آن‌ها مشخص شد (جدول ۳).

می‌شود تا ماتریس نرمالیزه موزون R_{ij} حاصل شود. این عمل باعث می‌شود تا هنگام مرتب‌سازی درجه رابطه خاکستری مربوط به گزینه‌های مختلف، از مرتب‌سازی اعداد خاکستری اجتناب شود.

- گام ۶: حال سری مبنا (جواب ایدئال مثبت) A^* بدین صورت تعریف می‌شود:

$$A^* = [r_{01}, r_{02}, \dots, r_{0n}] \quad (11)$$

- گام ۷: سپس فاصله بین گزینه مطلوب (سری مبنا) و سایر گزینه‌های مقایسه‌ای محاسبه می‌شود:

$$\Delta_{ij} = (r_{0j} - r_{ij}), i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n \quad (12)$$

بدین ترتیب ماتریس فاصله گزینه‌ها (H) حاصل می‌شود:

$$H = [\Delta_{ij}]_{m \times n} \quad (13)$$

- گام ۸: برای به‌دست آوردن ضریب رابطه خاکستری از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$\gamma(r_{0j}, r_{ij}) = \frac{\min_i \min_j \Delta_{ij} + \zeta \max_i \max_j \Delta_{ij}}{\Delta_{ij} + \zeta \max_i \max_j \Delta_{ij}} \quad (14)$$

- گام ۹: در این مرحله، درجه رابطه خاکستری از رابطه زیر محاسبه خواهد شد:

$$\Gamma_{oi} = \sum_{j=1}^n \gamma(r_{0j}, r_{ij}) \quad (15)$$

که Γ_{oi} مقدار ارزیابی نهایی مربوط به گزینه i ام است.

- گام ۱۰: در نهایت اولویت‌بندی گزینه‌ها به‌صورت زیر انجام می‌شود: برای گزینه‌های $p, q \in I = \{1, 2, \dots, m\}$ خواهیم داشت: اگر $\Gamma_p > \Gamma_q$ باشد، نتیجه گرفته می‌شود که مطلوب بودن گزینه p بیشتر از مطلوبیت گزینه q است. در بخش بعدی این مقاله کلیات ادبیات موضوع بررسی می‌شود. در بخش سوم، متدولوژی تحقیق و سپس مطالعه مورد نظر تحلیل می‌گردد. در پایان جمع‌بندی و نتیجه‌گیری از مطالعات انجام‌شده صورت می‌گیرد.

۳. متدولوژی و تحلیل داده‌ها

در این بخش ابتدای به‌صورت شماتیک، متدولوژی تحقیق ترسیم و در مرحله بعد، قدم‌های مورد نظر پیاده‌سازی و تشریح می‌شود.

جدول (۳): وزن و رتبه معیارهای مبتنی بر ساختار کارت امتیازی متوازن

پایدار			
رتبه‌بندی	وزن کلی	معیارها	رویکردها
۱۴	۰/۰۱۴۳	آلودگی زیست‌محیطی	جامعه (P2)
۶	۰/۰۳۹۴	استخدام بچه‌ها برای کار	
۱۷	۰/۰۰۸۲	سلامت و امنیت کارکنان	
۱۳	۰/۰۱۴۶	سلامت و امنیت مشتری	
۴	۰/۰۷۹۹	رضایت مشتری	
۷	۰/۰۲۷۱	رضایت کارکنان	
۵	۰/۰۵۱۶	محصولات سبز	
۱۴	۰/۰۱۴۳	آلودگی زیست‌محیطی	
۹	۰/۰۲۴۴	آموزش کارکنان	رشد و یادگیری (P4)
۲	۰/۱۵۳	درآمد حاصل از محصولات سبز	پایداری (P1)
۳	۰/۱۵۴۶	تصویر سبز	
۱	۰/۲۵۲۸	سود	
۱۱	۰/۰۱۹۱	طراحی سبز	فرایندهای داخلی (P3)
۱۲	۰/۰۱۵۹	مصرف انرژی	
۱۵	۰/۰۱۰۷	حجم زیاده	
۱۰	۰/۰۱۹۸	گازهای گلخانه‌ای	
۱۶	۰/۰۰۹۷	حجم بسته‌بندی‌ها	
۱۸	۰/۰۰۳۲	حوادث کارکنان	
۸	۰/۰۲۴۸	استفاده از مواد خطرناک	

۴. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این مقاله، چارچوبی مفهومی برای کارت امتیازی متوازن پایدار و مدل عملیاتی متناظر آن ارائه شد که شامل موضوعات زیست‌محیطی و اجتماعی نیز بود. همچنین برای معیارهای مرتبط و رویکردهای کارت امتیازی متوازن پایدار با رویکرد جامعه، رشد و یادگیری، پایداری و فرآیندهای داخلی رتبه‌بندی شده و از دو تکنیک دلفی خاکستری و آنترپپی شانون استفاده گردید. بر اساس رتبه‌بندی صورت‌گرفته مؤلفه‌ها، مهم‌ترین راهبردهای مدیریتی را می‌توان به شرح زیر مدنظر قرار داد:

۱. توسعه شبکه آزمایشگاهی منسجم و ارتقا و تکمیل استانداردهای ملی حوزه انرژی خورشیدی؛
۲. تأسیس مرکز توسعه فناوری انرژی خورشیدی؛
۳. ایجاد یک بازار مطمئن از طریق خرید دولتی از محصولات با کیفیت ساخت داخل؛

۴. توانمندسازی بخش خصوصی در حوزه انرژی خورشیدی؛
۵. حرکت به سمت حمایت از شرکت‌های دانش‌بنیان در حوزه انرژی‌های خورشیدی؛
۶. تهیه نقشه جغرافیای توسعه انرژی خورشیدی در کشور؛
۷. بهره‌گیری از منابع مالی خارجی در راه‌اندازی نیروگاه‌های خورشیدی؛
۸. توسعه استانداردها و بومی‌سازی دستورالعمل‌های تکمیلی استاندارد بر اساس اوضاع اقلیمی ایران.

در یک جمع‌بندی نهایی در این مقاله می‌توان گفت:

الف. یک چارچوب عملکرد جدید پایداری شرکت بر اساس ترکیبی از منطق کارت امتیازی متوازن پایدار و تکنیک‌های ارزیابی به‌دست‌آمده ارائه شده است. با وجودی که تعدادی از نویسندگان اخیراً پیشنهاد کرده‌اند که کارت امتیازی متوازن می‌تواند یک ابزار خوب برای اندازه‌گیری عملکرد پایداری باشد، اکثر آن‌ها تنها با ارائه تعدادی از شاخص‌های پایداری بدون روش‌های مشخص برای انتخاب چنین شاخص‌ها، چارچوب مفهومی را ارائه می‌دهند.

ب. چارچوب پیشنهادی در نظر دارد بهبود تکنیک‌های سنجش زیست‌محیطی فعلی را در جهت سنجش عملکرد پایدار شرکت‌ها بهبود بخشد. تکنیک‌های کنونی تنها در ارزیابی کامل بودن و جامع بودن گزارش‌های پایداری کمک می‌کنند و نه در سنجش عملکرد پایداری سازمانی.

ج. این مقاله نتایج تجربی را به دست می‌آورد چون داده‌ها از گزارش‌های مربوط به پایداری منتشرشده استفاده شده است و نه فقط از نمونه‌های فرضیه استخراج شده از مصاحبه مدیران که در خصوص نمره شاخص‌های پایداری است. اکثر مطالعات تجربی کارت امتیازی متوازن پایدار در حال حاضر اطلاعات، از پرسش‌نامه‌ها یا مصاحبه درباره مدیریت پایداری شرکت است.

د. چارچوب پیشنهادی به ارائه یک تصویر کامل از استراتژی پایداری شرکت می‌پردازد و این اطمینان حاصل می‌شود که بسیاری از گروه‌های ذی‌نفع درباره عملکرد پایدار شرکت اطلاعات لازم را داشته باشند.

در نهایت، در این مطالعه بعضی محدودیت‌ها وجود دارد. چارچوب پیشنهادی زمانی که گزارش‌های زیست‌محیطی منتشر شده، برای بیش از یک سال وجود داشته باشد، به‌خوبی کار می‌کند. با این حال، اگر یک شرکت تمایلی به ارائه اطلاعات بیشتر درباره عملکرد قبلی خود داشته باشد، تجزیه و تحلیل بیشتر باید از طریق تحقیق در محل شرکت انجام شود.

منابع

- [1] Dias-Sardinha I. & Reijnders, L. "Evaluating Environmental and Social Performance of Large Portuguese Companies: A Balanced Scorecard Approach", Business Strategy and the Environment, Vol. 14, No. 1, pp. 73-91, 2005.
- [۲] آذر، عادل، «بسط و توسعه روش آنتروپی شانون برای پردازش داده‌ها در تحلیل محتوی»، فصلنامه علوم انسانی دانشگاه الزهراء، شماره ۳۷، جلد ۱۱، صفحه ۱۸۱-۱۳۸۰.
- [3] Bieker, T., Waxenberger, B., "Sustainability Balanced Scorecard and Business Ethics Using the BSC for Integrity Management", 10th International Conference of the Greening of Industry Network, Göteborg/Sweden, 2002.
- [4] Kaplan, R.S., Norton, D.P., "The Balanced ScoreCard: Translating Strategy into Action, Boston Mass", Harvard Business Review Press, 1996.
- [5] Figge, F. Hahn, T. Schaltegger, S. and Wagner, M. "The Sustainability Balanced Scorecard - Linking Sustainability Management to Business Strategy", Business Strategy and the Environment, Vol. 11, No. 5, pp. 269-284, 2002.
- [6] Wu, H, Y. Tzeng, G.H. & Chen, Y, H., "A Fuzzy MCDM Approach for Evaluating Banking Performance Based on Balanced Scorecard", Expert systems with Applications, Vol. 36, No. 6, pp. 10135-10147, 2009.
- [7] Chia-Wei Hsu, Allen H.Hu, Cherng-Ying Chiou and Ta-Che Chen, "Using the FDM and ANP to Construct Sustainability Balanced Scorecard for the Semiconductor Industry", Expert system with Applications, Vol. 38, No. 10, pp. 12891-12899, 2011.
- [۸] محمدی، علی، مولایی، نبی، «کاربرد تصمیم‌گیری چندمعیاره خاکستری در ارزیابی عملکرد شرکت‌ها»، نشریه مدیریت صنعتی، شماره ۴، صفحه ۱۲۵-۱۴۲، ۱۳۸۹.
- [9] Dong G. Yamaguchi D. and Nagai, "A Grey-Based Decision-Making Approach to the Supplier Selection Problem", Mathematical and computer Modeling, Vol. 46, No. 3, pp. 573-581, 2006.
- [10] Moller, A., Schaltegger, S., "The sustainability balanced scorecard as a framework for eco-efficiency analysis", J. Ind. Ecol, Vol. 9, pp. 73-82, 2005.
- [11] Hubbard, G., "Measuring Organizational Performance: Beyond the Triple Bottom Line", Bus. Strategy Environ, Vol. 18, No. 3, pp. 177-191, 2006.
- [12] Hansen, E., Schaltegger, S., "The Sustainability Balanced Scorecard: A Systematic Review of Architectures", Journal Bus Ethics, Vol. 133, No. 2, pp. 193-221, 2016.
- [13] Panayiotou, N.A., Aravossis, K.G., Moschou, P., "A New Methodology Approach for Measuring Corporate Social Responsibility Performance", Water Air Soil Pollut, Vol. 9, No. 1, pp. 129-138, 2009.
- [14] Tsai, W.H, Chou, W.C. & Hsu, W. "The Sustainability Balanced Scorecard as a Frame Work for Selecting Socially Responsible Investment: An Effective MCDM Model", Journal of the operational Research Society, Vol. 60, No. 10, pp. 1396-1410, 2009.
- [15] Rabbani, A., Zamani, M., Yazdani -Chamzini, A., "Proposing a New Integrated Model Based on Sustainability Balanced Scorecard(SBSC) and MCDM Approaches by Using Linguistic Variables for the Performance Evaluation of Oil Producing Companies", Expert systems with applications, Vol. 41, No. 16, pp. 7316-7327, 2014.
- [۱۶] مرادی، الناز، عالم تبریز، اکبر، زندیه، مصطفی، «تبیین فرایند تحلیل شبکه‌ای ارزیابی عملکرد با رویکرد کارت امتیازی متوازن پایدار»، دوفصلنامه کاوش‌های مدیریت بازرگانی، شماره ۱۳، صفحه ۲۲۹-۲۴۶، ۱۳۹۴.
- [17] Zhao, H., Li, N., "Evaluating The Performance Of Thermal Power Enterprises Using Sustainability Balanced Scorecard, Fuzzy Delphic And Hybrid Multi-Criteria Decision Making Approaches for Sustainability", Journal of Cleaner Production, Vol. 108, No. 1, pp. 569-582, 2015.
- [18] Hansen, E., Schaltegger, S., "Sustainability Balanced Scorecards and their Architectures: Irrelevant or Misunderstood?", Journal Bus Ethics, Vol. 150, No. 4, pp. 1-16, 2017.
- [19] Chaker, F., Manouar, A., Janati Idrissi, A., "The Dynamic Adaptive Sustainability Balanced Scorecard: A new framework for a Sustainability-Driven Strategy", International Journal of Applied Engineering Research Vol. 12, N. 16, pp. 6182-6191, 2017.
- [۲۰] ایرج‌پور، علیرضا، حاجی‌لو، مرتضی، «شناسایی و اولویت بندی شاخص‌های ارزیابی عملکرد سازمانی بر اساس روش‌های کارت امتیازی متوازن پایدار (SBSC) و MCDM با استفاده از متغیرهای زبانی»، فصلنامه مدیریت توسعه و تحول، شماره ۲۴، صفحه ۸۱-۹۴، ۱۳۹۵.
- [۲۱] شفیعی، مرتضی، مؤمنی، منصور، کوچک دزفولی، مریم، «کارت امتیازی متوازن پایدار در ارزیابی سیستم‌های مدیریت با تکیه بر رویکرد DEMATEL-FANP (مطالعه موردی: شرکت های گاز استان فارس)»، فصلنامه مدیریت بهره‌وری، دوره ۱۱، شماره ۴۴، صفحه ۱۲۳-۱۵۶، ۱۳۹۷.
- [۲۲] معاونت امور برق و انرژی، «ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۱».
- [23] Besarati, S. M.; Ricardo Vasquez Padilla; Yogi Goswami D. and Elias Stefanakosd, "The Potential of Harnessing Solar Radiation in Iran: Generating Solar Maps And Viability Study Of Pv Power Plants", Renewable Energy, Vol. 53, No.1, pp. 193-199, 2013.
- [24] Tsurumi, M., Tanino, T., & Inuiguchi, M., "A Shapley Function on A Class of Cooperative Fuzzy Games", European Journal of Operational Research, Vol. 129, No. 3, pp. 596- 618, 2001.