فصلنامه‌ی اقتصاد مقداری

صفحه ی اصلی وب سایت مجله:
www.jqe.scu.ac.ir
شاپا الکترونیکی: ۴۲۷۱-۲۷۱۷
شاپا چاپی: ۵۸۵۰-۲۰۰۸

ارائه الگویی مبتنی بر ابعاد اقتصاد مدور، تولید پاک و انقلاب صنعتی نسل چهارم برای بهبود بهره‌وری پایدار صنایع تولیدی

عبدالکریم حسین‌پور*، احمد قربان‌پور**

** استادیار اقتصاد، گروه اقتصاد، دانشکده کسب و کار و اقتصاد، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران (نویسنده‌ی مسئول).*

*** استادیار مدیریت صنعتی، گروه مدیریت، دانشکده کسب و کار و اقتصاد، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران.*

اطلاعات مقاله	طبقه‌بندی JEL: Q01, L52, K23 ,C83,Q56
تاریخ دریافت: ۱۲ آبان ۱۴۰۰ تاریخ بازنگری: ۲۲ بهمن ۱۴۰۰ تاریخ پذیرش: ۲۳ بهمن ۱۱۴۰۰	واژگان کلیدی: اقتصاد دایره‌ای، صنایع تولیدی، انقلاب صنعتی نسل۴٫۰، عملکرد پایدار.
ارتباط با نویسنده (گان) مسئول: ایمیل: k.hosseinpoor@pgu.ac.ir 0000-0002-8810-2129	آدرس پستی: بوشهر، دانشگاه خلیج فارس، دانشکده کسب و کار و اقتصاد، گروه اقتصاد.

قدردانی: از تمامی افراد و مؤسساتی که در انجام این تحقیق مؤلف را مساعدت نمودند، قدردانی می‌شود.

تضاد منافع: نویسنده مقاله اعلام می‌کند که در انتشار مقاله ارائه شده تضاد منافعی وجود ندارد.

منابع مالی: نویسنده‌ها هیچگونه حمایت مالی برای تحقیق، تألیف و انتشار این مقاله دریافت نکرده‌اند.

چکیده

در هزاره سوم، صنایع تولیدی با فشار فزآینده‌ای جهت گذار از مدل‌های تولیدی سنتی به پایدار مواجه هستند. ارزیابی عملکرد پایدار و بهبود آن می‌تواند امری ضروری و بسیار مهم باشد. هدف اصلی این پژوهش، ارائه الگویی مبتنی بر ابعاد اقتصاد مدور، تولید پاک و انقلاب صنعتی چهارم جهت بهبود بهره‌وری پایدار صنایع تولیدی است. این تحقیق، به لحاظ هدف، کاربردی و به لحاظ روش و ماهیت، توصیفی-پیمایشی است. جامعه‌آماری پژوهش را خبرگان و متخصصان صنایع تولیدی فعال در بخش مواد غذایی برخوردار از دانش تجربی و تئوریک مناسب در موضوع تشکیل می‌دهند. اعضای نمونه با روش نمونه‌گیری هدفمند از نوع قضاوتی انتخاب شدند. ابزار جمع‌آوری داده‌ها، پرسشنامه محقق‌ساخته است. روایی آن با روش تحلیل محتوای صوری و پایایی آن نیز با روش آلفای کرونباخ با مقدار ۰٫۷۰۵ تأیید گردید. ابزار تجزیه و تحلیل داده‌ها، روش سوارای فازی می‌باشد. نتایج پژوهش نشان داد در بین ابعاد؛ تولید پاک و اقتصاد مدور و در بین شاخص‌ها؛ حمایت مدیریت عالی، بازیافت ضایعات، مدیریت مصرف انرژی و پرینت سه بعدی به ترتیب بالاترین ارزش را بهبود عمکرد پایدار صنایع تولیدی دارند. لذا به این عوامل باید بیشتر توجه گردد. اما به این نکته باید توجه داشت که پیاده‌سازي هر يك از شاخص‌ها، به احتمال زیاد موانع و تضادهاي بسیاري دارد؛ بنابراین، پژوهشگران می‌توانند در مطالعات بعدي خود این مشکلات را نیز واکاوی نمایند.

ارجاع به مقاله:

حسین‌پور، عبدالکریم و قربان‌پور، احمد. (۱۴۰۲). *ارائه الگویی مبتنی بر ابعاد اقتصاد مدور، تولید پاک و انقلاب صنعتی نسل چهارم برای بهبود بهره‌وری پایدار صنایع تولیدی. فصلنامه اقتصاد مقداری (بررسی های اقتصادی سابق)، ۲۰(۲)*، ۱۶۵-۱۸۵.

https://doi.org/10.22055/jqe.2019.26401.1899

© 2023 Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

۱- مقدمه

در عصر جهانی شدن، آگاهی در مورد مسائل پایداری در بین سازمان‌ها به سرعت در حال افزایش است که نیاز بیشتری را جهت اجرای اقدام‌های پایدار در زنجیره‌های تامین برای کاهش مشکلات اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی ایجاد می‌کند (Moktadir, Rahman, Rahman, Ali, & Paul, 2018). افزایش آلاینده‌های زیست‌محیطی ممکن است در بلندمدت بر سلامت افراد تأثیر منفی بگذارد و در نتیجه مخارج درمانی دولت را افزایش دهد (zaroki, yousefi barfurushi, & Fathollahzadeh, 2023). پایداری توسط کمیسیون جهانی محیط‌زیست به عنوان توسعه‌ای که نیازهای نسل حاضر را با آگاهی از کمبود منابع طبیعی برآورده سازد، تعریف می‌گردد. در طول زمان، میزان اهمیت‌نسبی ابعاد اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی برای پایداری متفاوت بوده است (Andrews, 2015). مدیریت همه جنبه‌های پایداری در یک سازمان بدلیل نیاز به تجدید ساختار کلی آن با تمرکز بر اتخاذ فن‌آوری‌های صنایع نسل چهارم، تولید پاک و اقدام‌ای اقتصاد دایره‌ای امری چالش برانگیز شده است (Gupta & Barua, 2017). برای مقابله با چالش‌های ناشی از تغییر پارادایم به سمت پایدار، مفهوم اقتصاد مدور در سراسر جهان بسیار مورد توجه قرار گرفته است و به طور فزاینده‌ای به عنوان یک رویکرد نوین برای ایجاد کسب وکار پایدار مطرح شده است (Hosseinpoor, ghorbanpour, & Shabandarzadeh, 2023). اقتصاد مدور مدلی است که تولید زباله و انتشار آن را کاهش می‌دهد (Geissdoerfer, Savaget, Bocken, & Hultink, 2017). دستیابی به منافع اقتصادی، حداقل رساندن تأثیرات زیست‌محیطی و افزایش کارایی مصرف منابع از اهداف اصلی اقتصاد دایره‌ای می‌باشد (Kazancoglu, Kazancoglu, & Sagnak, 2018). این مفهوم به عنوان الگوی صنعتی جدید و به عنوان راه حلی برای کاهش اثرات منفی ناشی از اقتصاد خطی شده است (Murray, Skene, & Haynes, 2017). این نوع سیستم اقتصادی فرصت خوبی برای کاهش استفاده از مواد اولیه، محافظت از منابع مواد و نیز کاهش اثر کربن می‌باشد. هدف اصلی آن، تمیز دادن رشد اقتصادی از محدودیت‌های منابع طبیعی و تأثیرات اجتماعی است (Merli, Preziosi, & Acampora, 2018). تولید پاک یکی از مفاهیم نوینی است که چندین استراتژی طراحی زیست‌محیطی را ادغام می‌کند و می‌تواند به عنوان یک عامل بالقوه در اقتصاد مدور در نظر گرفته شود. تولید پاک بر یکپارچه‌سازی روابط بین محیط و مدیریت

تاکید دارد. در عصر دیجیتالی شدن صنعتی، ارتباط بین صنایع نسل چهارم و اقتصاد مدور، امکان کشف راه‌های مختلف را فراهم کرده است که از طریق آن‌ها می‌توان به اهداف پایداری زیست‌محیطی دست یافت (Tseng, Tan, Chiu, Chien, & Kuo, 2018). در این تعامل دیجیتالی شدن صنایع به طور فزاینده‌ای نقش تسهیل‌گر را در تولید پاک بازی می‌کند. این انقلاب که شامل فناوری‌هایی از قبیل اینترنت اشیا[1]، داده‌هاي بزرگ[2]، هوش مصنوعي[3]، بلاك‌چين[4]، رايانش‌ابري[5] و تولید افزوده[6] است، نقش مهمی را در پایداری کسب و کارها بازی می‌کند (Bocken, De Pauw, Bakker, & Van Der Grinten, 2016). این فناوری‌ها می‌توانند با جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز در زمان واقعی از سیستم تولید هوشمند، برنامه‌های کارآمد در تخصیص منابع و هماهنگی با تامین‌کننده در تولید پایدار را امکان‌پذیر نمایند. عطف به مطالب فوق، صنایع باید تلاش‌های خود را برای دستیابی به اهداف پایداری و اتخاذ رویکردهای بدیع در طول اقدام افزایش دهند. لذا، سوال اصلی پژوهش این است: عوامل اقتصاد مدور، تولید پاک و انقلاب صنعتی نسل چهارم[7] مؤثر در ارزیابی عملکرد پایدار در صنایع غذایی و بهبود بهره‌وری آن کدامند؟ و اهمیت‌نسبی هر یک از آن‌ها چقدر می‌باشد؟ پژوهش حاضر از جهت تلفیق و توجه همزمان به مولفه‌های اقتصاد مدور، تولید پاک و انقلاب صنعتی نسل چهارم در عصر دیجیتالی شدن صنایع جهت ارزیابی عملکرد آن‌ها دارای نوآوری است.

این نوشتار در چهار بخش بدین شرح سازمان یافته است: در ابتدا، به مرور مبانی نظری پرداخته است. سپس، بر پایه مطالعه مبانی نظری و پیشنه تجربی، عوامل مؤثر بر اقتصاد مدور، تولید پاک و انقلاب صنعتی چهارم شناسايي می‌شوند. در بخش دوم، روش-شناسي پژوهش معرفي می‌شود. در بخش سوم، مراحل رویکرد سوارا فازی بیان می‌شود.

[1] Internet of Things
[2] Big Data
[3] Artificial Intelligence
[4] Block Chain
[5] Cloud Computing
[6] Additive Manufacturing
[7] Fourth Industrial Revolution

در نهایت، بخش‌های چهارم و پنجم به ترتیب یافته‌ها و نتایج پژوهش را مورد بحث قرار خواهند داد.

۲- مبانی نظری و پیشینه تجربی

۲-۱- اقتصاد مدور

نخستین بار مفهوم اقتصاد مدور را بولدینگ در سال ۱۹۶۶ در مقاله‌ی «اقتصاد سفینه فضایی زمین در آینده» معرفی نمود (Boulding, 1966). سپس، این مفهوم تحت عناوین اقتصاد محیطی، بوم‌شناسی صنعتی[8]، تولید پاک[9] و ایده زگهواره تا گهواره[10] که همه در حلقه بسته‌بودن توافق دارند، باز تعریف گردید. این مفهوم جهت ارتقاء مزیت رقابتی، رشد اقتصادی پایدار و ایجاد شغل جدید توسعه یافته است (Toxopeus, De Koeijer, & Meij, 2015). این اقتصاد به عنوان یک سیستم بازیابی و بازاستفاده منابع محسوب می‌شود تا با ارتقاء عملکرد پایدار منابع، کاهش آلودگی محیطی و هزینه‌ها و بهبود در بازیافت پسماند بتواند عملکرد اقتصادی سیستم را بهبود ببخشد (Grafström & Aasma, 2021). اقتصاد مدور یک سیستم بسته است. در یک سیستم بسته، محیط بخشی از سیستم است و استخراج منابع براساس عملکرد صورت خواهد گرفت. پسماند از طریق بازیافت، ورودی ایجاد منابع جدید می‌شود (McDonough & Braungart, 2013). اقتصاد مدور بر استفاده کارآمد از مواد، کاهش ضایعات و بازیافت مواد تمرکز دارد و اکوسیستم زمین را از طریق مدل‌های تجاری سودآور بهبود می‌بخشد و فرصت‌های شغلی نهفته را پدیدار سازد (Kirchherr, Reike, & Hekkert, 2017). ماسی و همکاران(۲۰۱۸) بیان می‌دارند اقتصاد مدور نوعی سیستم اقتصادی است که تغییر الگویی را در نحوه ارتباط جامعه انسانی با طبیعت نشان می‌دهد و هدف آن جلوگیری از تخلیه منابع، تجدید در مصرف انرژی و مواد و تسهیل توسعه پایدار است. دستیابی به آن مستلزم نوآوری‌های زیست‌محیطی دوره‌ای و بازنگری در قانون‌گذاری، تولید و مصرف جامعه است (Masi, Balossi Restelli, Sabato,

[8] Fresner
[9] Erkman
[10] Cradle-to-Cradle(C2C)

Vignola, & Sadori, 2018). کومار و همکاران(۲۰۲۱)، در یک مطالعه موانع اقتصاد دایره-ای و صنایع نسل چهارم در زنجیره تامین شرکت‌های چندملیتی در کشور هند پرداختند. نتایج نشان داد فقدان حمایت و مشوق دولت برای پایداری و نداشتن سیاست و پروتکل‌های مشخص برای اقتصاد دایره‌ای از مهمترین موانع می‌باشند (Gupta, Kumar, & Wasan, 2021). مورنو و همکاران(۲۰۲۱)، در پژوهشی به شناسایی شاخص‌های عملکردی اقتصاد دایره‌ای در شرکت‌های اسپانیایی پرداختند. نتایج نشان داد شاخص‌های مدیریت خرید سبز و مدیریت پسماند، بازیافت و بازپروی و استفاده از انرژی سبز از مهمترین‌شاخص‌های عملکردی می‌باشند (Rincón-Moreno, Ormazábal, Álvarez, & Jaca, 2021). باروز و همکارن(۲۰۲۰)، پژوهشی با عنوان اقتصاد دایره‌ای به عنوان یک محرک برای کسب و کار پایدار انجام دادند. نتایج مطالعه نشان داد سازمان‌های برای دستیابی به مدیریت کسب و کار پایدار در هر یک از حوزه‌های اصلی کسب و کار از قبیل برنامه‌ریزی استراتژیک، مدیریت هزینه، مدیریت زنجیره تامین، مدیریت کیفیت، مدیریت محیطی، مدیریت فرآیند، لجستیک مستقیم و معکوس، مدیریت خدمات، تحقیق و توسعه بایسته است بر مؤلفه‌های اقتصاد دایره‌ای همان حوزه تمرکز نمایند (Barros, Salvador, do Prado, de Francisco, & Piekarski, 2021). ریورا و همکاران(۲۰۲۰) در مطالعه‌ی خ. ود به شناسایی شاخص‌های اجتماعی اقبصاد دایره‌ای پرداختند. نتایج نشان داد مؤلفه‌های سلامت و امنیت مشتریان، افزایش اشتغال و امنیت غذا از با اهمیت‌ترین شاخص‌ها هستند (Garcés-Ayerbe, Rivera-Torres, Suárez-Perales, & Leyva-de la Hiz, 2019). سالمنترا و همکاران(۲۰۲۰)، مطالعه‌ای با عنوان بررسی و شناسایی موانع اصلی اقتصاد دایره-ای در سیستم مدیریت پسماند انجام دادند. نتایج نشان داد عدم سرمایه‌گذاری کافی در حوزه‌ی تجهیزات بازیافت مانع اصلی اجرای اقتصاد دایره‌ای می‌باشد (Salmenperä, Pitkänen, Kautto, & Saikku, 2021).

۲-۲- تولید پاک

اولین اقدامات در زمینه کاهش نشر آلودگی، ضایعات و مصرف انرژی مطابق تحقیقات هانت و اوستر[11] در سال۱۹۹۰ بوده است. به گفته ولفورد و گولدسن (۱۹۹۳) تکنولوژی‌های

[11] Hunt & Auster

پاک جهت کاهش اثرات زیست‌محیطی در اواخر دهه۱۹۸۰ معرفی شده‌اند (Welford & Gouldson, 1993). در اوایل دهه ۹۰، سازمان‌ها شروع به تغییر روش‌های تولید خود نموده و چارچوبی برای ارزیابی زیست‌محیطی و اصلاح محصولات و خدمات خود ایجاد کردند. در سال ۲۰۰۳، قوانینی در خصوص ضایعات لوازم الکتریکی و الکترونیکی و کنترل مواد خطرناک توسط اتحادیه اروپا تصویب و به اجرا گذاشته شده است (Yeh & Chuang, 2011). مرکز لاول[12] تولید پایدار را ایجاد کالا و خدمات بوسیله سیستم‌ها بدون ایجاد آلودگی، هدر رفت انرژی و منابع طبیعی به همراه تامین منافع اقتصادی و ایمنی و سلامت برای ذی‌نفعان تعریف می‌نماید (Coelho & Lange, 2018).

علاوه بر این، دانشمندان در سمپوزیوم اسلو[13](۱۹۹٤) مصرف و تولید پایدار را استفاده از خدمات و محصولات مرتبط با آن که به نیازهای اساسی پاسخ می‌دهند و کیفیت زندگی بهتری را ارائه می‌دهند، در حالی که استفاده از منابع طبیعی و مواد سمی و همچنین انتشار گازهای گلخانه ای را به حداقل می رسانند، تعریف کردند. اکثر نهادهای نظارتی و دولت‌ها در سرتاسر جهان متعهد به توسعه پایدار کره زمین از طریق رویکردی منسجم از ادغام رفاه اجتماعی و سلامت انسان‌ها همراه با حفاظت از محیط زیست و رشد اقتصادی شده‌اند. در یک مطالعه، جویتا و همکاران(۲۰۱۹)، پژوهشی با عنوان بررسی تأثیر اقدام‌های مدیریت سبز بر اثربخشی سازمانی انجام دادند. نتایج نشان داد که بازیافت تأثیر مثبت و معناداری در کاهش هزینه‌ها و آلودگی دارد (Jovita, Chibuzor, & Onyemachi, 2019). سمان و گویندان (۲۰۱۹)، در پژوهشی به بررسی اثر مدیریت سبز بر عملکرد محیطی سازمان‌ها از طریق نوآوری سبز پرداختند. یافته‌ها نشان داد اقدامات مدیریت سبز از طریق تقویت نوآوری سبز سازمان‌ها بر عملکرد محیطی‌شان اثر قابل توجهی دارد (Seman et al., 2019).

چینگ و همکاران(۲۰۲۲) به بررسی کاربردهای صنایع نسل ٤٫۰ در تولید پایدار پرداختند. نتایج نشان می‌دهد که چگونه و به چه ترتیب، عملکردهای مختلف پایداری صنعت٤٫۰ به توسعه ابعاد اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی پایداری کمک می‌کند. این رویکرد می‌تواند به تولیدکنندگان، صنعت‌گران و دانشگاه‌یان به‌عنوان یک راهنمای

[12] Lowell
[13] Oslo Symposium

استراتژیک برای استفاده از تحول دیجیتالی صنعت ٤٫٠ برای حمایت از توسعه پایدار خدمت کند (Ching, Ghobakhloo, Iranmanesh, Maroufkhani, & Asadi, 2022).

۳-۲- انقلاب صنعتی نسل چهارم

در قرون اخیر، تاریخ بشری سه مرحله از انقلاب‌های صنعتی را تجربه کرده است. اولین انقلاب صنعتی، که از آن با عنوان "صنعت۱" یاد می‌شود، در اواخر قرن ۱۸میلادی با معرفی ماشین‌آلات تولیدی مکانیکی و شکل‌گیری کارخانجات آغاز شد. دومین انقلاب صنعتی با نام "صنعت۲" در اواخر قرن ۱۹ با تقسیم نیروی کار، تولید قطعات و مجموعه‌ها بصورت مجازی از مونتاژ محصول و استفاده از نیروی الکتریسته شکل گرفت. این دوره آغاز تولید انبوه محصولات در مقیاسی وسیع بود. این روش جدید از تولید به عنوان عصر برقی شدن صنعت نیز نامیده می‌شود. سومین انقلاب صنعتی با نام "صنعت۳" از اوایل دهه ۱۹۷۰ میلادی آغاز شد و انتقال به عصر اطلاعات و اینترنت را به دنبال داشت. انقلاب چهارم صنعتی که از آن با نام "صنعت٤"بر پایه‌های انقلاب صنعتی سوم بنا نهاده شده است و شامل همجوشی فن‌آوری‌های مختلف زیستی، دیجیتال و فیزیکی است. انقلاب صنعتی چهارم به اتوماسیون جاری تولید سنتی و کردارهای صنعتی با استفاده از فناوری هوشمند گفته می‌شود (M. Xu, David, & Kim, 2018). واژه صنایع نسل٤٫٠، اولین بار در نمایشگاه تجاری هانوفر در سال ۲۰۱۱ معرفی شد. در این سال دولت آلمان که اقتصاد و صادرات ان با بخش‌های تولیدی قوی و صنعتی آن شناخته می‌شود، صنایع نسل٤٫٠ را با ایده صنعت یکپارچه و به عنوان بخش مهمی از استراتژی فناوری سطح بالا معرفی کرد. پس از آن با انتشار مستندات علمی و تحقیقات توسط دانشگاه‌های آلمانی و شرکت‌های مشاوره مدیریت و سازمان‌های بزرگ صنعتی اتحادیه اروپا صنعت نسل ٤٫٠ بتدریج مورد توجه جدی سایر کشورها نیز قرار گرفته و مفاهیم مرتبط با آن در سایر کشورهای صنعتی پیشرو نیز مورد بحث و بررسی و پذیرش متخصصین قرار گرفت. پتریلو و همکاران(۲۰۱۸) پژوهش با عنوان چهارمین انقلاب صنعتی؛ شیوه‌های کاری فعلی، چالش‌ها و فرصت‌ها انجام دادند (Petrillo, De Felice, Cioffi, & Zomparelli, 2018). نتایج پژوهش نشان داد جهانی شدن و رقابتی شدن شرکت‌ها را مجبور به تجدید نظر و نوآوری در فرآیندهای تولید خود به دنبال اصطلاح پارادایم صنعتی۴/۰ کرده است. اجرای این الگوی جدید نشان‌دهنده یک

تغییر بزرگ برای شرکت‌ها است، که با سرمایه‌گذاری‌های بزرگ مواجه هستند. برای سود بردن از فرصت‌های پیشنهاد شده با انقلاب هوشمند، شرکت‌ها بایدپیش‌شرط‌های لازم برای مقابله با تغییرات ایجاد شده توسط سیستم هوشمند را داشته باشند. فهاد و همکاران(۲۰۲۰) در پژوهشی به بررسی اینکه آیا آموزش و پرورش به عنوان کالای بین المللی می‌تواند ستون فقرات در دوره چهارمین انقلاب صنعتی باشد؟ پرداختند. یافته‌ها نشان داد شاخص‌های کمی و کیفی آموزش و پرورش در کشورهای در حال توسعه به طور مجازی به اقتصادهای پیشرفته نزدیک می‌شوند. برخی صنایع به افراد بسیار ماهر نیاز دارند تا مقدار درآمد خارجی یک کشور را افزایش دهند (Alam, Forhad, & Ismail, 2020).

۳- روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر به لحاظ هدف، کاربردی و به لحاظ روش و ماهیت، توصیفی- پیمایشی است. قلمرو مکانی پژوهش، صنایع تولیدی فعال در بخش مواد غذایی استان بوشهر است. در ابتدا با روش کتابخانه‌ای و براساس مطالعه‌ی و تحلیل محتوای مبانی نظری و تجربی پژوهش، ابعاد و شاخص‌ها شناسایی گردیدند (**جدول۱**).

جدول۱. ابعاد و شاخص‌های سنجش عملکرد پایدار صنایع تولیدی

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Tabel 1. Dimensions and indicators of measuring the sustainable performance of manufacturing industries

Source: Research findings

ابعاد	مؤلفه‌ها	منابع
صنایع نسل ٤/٠	اینترنت اشیاء	(Rajput & Singh, 2018)
	تکنولوژی داده‌های بزرگ	Bag, Wood, Xu, Dhamija, & Kayikci,) (2020
	کارخانه هوشمند و تولید ابری	(L. D. Xu, Xu, & Li, 2018)
	تکنولوژی پرینت۳ بعدی	Kamble, Gunasekaran, & Gawankar,) (2018
	سیستم روباتیک	
تولید پاک	حمایت مدیریت عالی	(Bag et al., 2020; Gupta et al., 2021)
	مدیریت مصرف انرژی و منابع	(Gupta et al., 2021)
	طراحی و بسته‌بندی سبز	(Gupta et al., 2021)
	خرید سبز	
اقتصاد مدور	سرمایه‌گذاری	Hart, Adams, Giesekam, Tingley, &) (Pomponi, 2019

	بازیافت ضایعات	(Toxopeus et al., 2015)
	استفاده مجدد از مواد دست دوم	
	فروش مواد قابل بازیافت	

جامعه‌آماری این تحقیق را خبرگان و متخصصان صنعتی و دانشگاهی که به لحاظ تجربی و تئوریک با موضوع آشنا بودند، تشکیل دادند. با روش غیرتصادفی هدفمند از نوع قضاوتی تعداد ۸ نفر از آن‌ها به عنوان اعضای نمونه انتخاب شدند. در این بخش، ملاک انتخاب خبرگان، آشنایی تئوریک و تخصص‌شان در حوزه‌های محیط‌گرایی، مدیریت پایدار، انقلاب صنعتی نسل ٤٫۰ و اقتصاد مدور بوده است. ابزار جمع‌آوری داده‌ها، پرسشنامه محقق-ساخته است. روایی این پرسشنامه با رویکرد تحلیل محتوای صوری و پایایی آن نیز بار روش آلفای کرونباخ با مقدار ۰٫۷۰۵ تایید گردید. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از رویکرد تحلیل نسبت ارزیابي وزن‌دهي تدريجي یا سوارا[14] در محیط فازی استفاده گردید. این رویکرد یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه جهت وزن‌دهی به شاخص‌ها است. مشخصه اصلی این روش نسبت به سایر روش‌های مشابه، توان آن در ارزیابی دقت نظر خبرگان درباره شاخص‌های وزن داده شده در طی فرآیند روش، سهولت پیاده‌سازی و عدم نیاز به حجم مقایسات بالا می‌باشد. علاوه بر آن، در این روش خبرگان می‌توانند با یکدیگر مشورت نمایند که این امر نتایج را نسب به سایر روش‌ها دقیق‌تر می‌نماید (Keršuliene, Zavadskas, & Turskis, 2010). گام‌های این روش عبارتنداز:

[14] Step Wise Weight Assessment Ratio Analysis (SWARA)

شکل۱. مراحل روش سوارا فازی
مأخذ: Mavi et al, 2018

Figure 1. The step of SWARA
Source: Mavi et al, 2018

در ادامه، جهت اهمیت‌سنجی شاخص‌ها، نظرات پاسخ‌دهندگان براساس طیف کلامی[15] **جدول۲** در پرسشنامه گردآوری شد.

جدول۲. طیف پنج نقطه‌ای
مأخذ: Kersuliene et al, 2010

Tabel 2. Five Point Spectrum
Source: Kersuliene et al, 2010

متغیرهاي زباني	عددهای فازي مثلثی
اهمیت یکسان	(۱،۱،۱)
نسبتاً کم اهمیت	(۳/۲و ۱ و ۲/۳)
کم اهمیت	(۲/۳و ۱/۲و ۲/۵)
خیلی کم اهمیت	(۲/۵و۱/۳و ۲/۷)
خیلی زیاد کم اهمیت	(۲/۷و۱/٤و ۲/۹)

[15] Linguistic terms

پس از جمع‌آوری پرسشنامه‌ها، ماتریس پاسخ با تبدیل متغیرهای زبانی به اعداد فازی تشکیل می‌گردد. تعداد سطرهای این ماتریس برابر با تعداد شاخص‌ها و تعداد ستون‌های فازی آن نیز برابر با تعداد خبرگان است. هر عدد در ستون فازی این ماتریس از سه حد پایین، وسط و بالا تشکیل می‌گردد. **جدول۳**، فرم کلی ماتریس پاسخ را نشان می‌دهد.

جدول۳. ماتریس پاسخ
مأخذ: یافته تحقیق

Tabel 3. Response matrix
Source: Research findings

	خبره۱				خبره k		
شاخص ۱	l_{111}	m_{111}	u_{111}		l_{k11}	m_{k11}	u_{k11}
شاخص ۲	l_{211}	m_{211}	u_{211}	⋮	l_{21k}	m_{21k}	u_{21k}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
شاخص nام	$l_{n,n-1,1}$	$m_{n,n-1,1}$	$u_{n,n-1,1}$		$l_{n,n-1,1}$	$m_{n,n-1,1}$	$u_{n,n-1,1}$

در ماتریس فوق، $l_{j\,و\,j-1\,و\,k}$، $m_{j\,و\,j-1\,و\,k}$ و $u_{j\,و\,j-1\,و\,k}$ به ترتیب نمایانگر حدود پایین، متوسط و بالای عدد فازی $\tilde{M}_{j\,و\,j-1\,و\,k}$ هستندکه میزان اهمیت شاخصjام را از نظر خبره kام بیان می‌کند. مرحله بعد، نظرات خبرگان با استفاده از رابطه(۱) تلفیق خواهند شد.

$$\tilde{G}_{j\,و\,j-1} = \frac{\sum_{i=1}^{k} \tilde{M}_{j\,و\,j-1\,و\,k}}{k} \qquad (۱)$$

اگر $\tilde{M}1$ و $\tilde{M}2$ ، دو عدد فازی مثلثی باشند؛ آنگاه جمع فازی آن‌ها براساس رابطه(۲) انجام خواهد شد:

$$\tilde{M}_1 \oplus \tilde{M}_2 = (l1 + l2, m1 + m2, u1 + u2) \qquad (۲)$$

در ادامه، ماتریس دیفازی با روش بهترین عملکرد غیر فازی[16] در رابطه(۳)م حاسبه گردید

[16] Best Non-Fuzzy Performance: BNP

$$BNP_{ij} = \frac{u_{ij} - l_{ij} + m_{ij} - l_{ij}}{3} + l_{ij} \quad (۳)$$

در مرحله بعد، شاخص‌های براساس مقادیر دیفازی‌شان به صورت نزولی مرتب می‌شوند و اختلاف هر شاخص با شاخص قبل محاسبه می‌شود که این مقدار با Sj نشان داده شده است. سپس، ضریب رشد شاخصjام براساس رابطه(٤) بدست آورده می‌شود. برای شاخص اول مقدار این ضریب به صورت پیش فرض معادل یک در نظر گرفته می‌شود:

$$k_j = \begin{cases} 1 & j = 1 \\ s_j \oplus 1 & j > 1 \end{cases} \quad (۴)$$

در مرحله بعد، میزان اهمیت بازیابی شاخصjام(q_j) براساس رابطه (۵) محاسبه می‌گردد. به صورت پیش فرض مقدار این ضریب برای شاخص اول برابر یک در نظر گرفته می‌شود:

$$q_j = \begin{cases} 1 & j = 1 \\ \frac{q_{j-1}}{k_j} & j > 1 \end{cases} \quad (۵)$$

در مرحله بعد، وزن نسبی فازی شاخصjام(w_j) براساس رابطه(٦) محاسبه می‌گردد:

$$w_j = \frac{q_j}{\sum_{j=1}^{n} q_j} \quad (۶)$$

۴- یافته‌های تحقیق

همانگونه که در قبل بیان گردید، پس از شناسایی شاخص‌ها، پرسشنامه طراحی و به صورت غیرحضوری در اختیار خبرگان جهت دریافت نظرها قرار داده شد. براساس **جدول٤** در این مطالعه تعداد هشت خبره در ادامه، ماتریس پاسخ تشکیل گردید.

جدول٤. ماتریس پاسخ

مأخذ: یافته تحقیق

Tabel 4. Response matrix

Source: Research findings

	خبره اول			خبره دوم			خبره سوم		
	پایین	متوسط	بالا	پایین	متوسط	بالا	پایین	متوسط	بالا
تولید پاک	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
اقتصاد مدور	۰٫۶۷	۱	۱٫۵	۰٫۴	۰٫۵	۰٫۶۷	۰٫۴	۰٫۵	۰٫۶۷
صنایع ۴٫۰	۰٫۴	۰٫۵	۰٫۶۷	۰٫۴	۰٫۵	۰٫۶۷	۰٫۲۹	۰٫۳۳	۰٫۴
	خبره چهارم			خبره پنجم			خبره ششم		
تولید پاک	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱

دانشگاه شهید چمران اهواز
فصلنامه علمی پژوهش اقتصاد مقداری (بررسی های اقتصادی سابق)

اقتصاد مدور	۰٫۶۷	۱	۱٫۵	۰٫۲۹	۰٫۳۳	۰٫۴	۱	۱	۱
صنایع ۴٫۰	۰٫۴	۰٫۵	۰٫۶۷	۱	۱	۱	۰٫۲۹	۰٫۳۳	۰٫۴
	خبره هفتم			خبره هشتم					
تولید پاک	۱	۱	۱	۱	۱	۱			
اقتصاد مدور	۰٫۶۷	۱	۱٫۵	۰٫۲۹	۰٫۳۳	۰٫۴			
صنایع ۴٫۰	۰٫۴	۰٫۵	۰٫۶۷	۰٫۴	۰٫۵	۰٫۶۷			

همجنین، براساس **جدول۵** سایر مراحل روش سوارای فازی محاسبه گردید.

جدول۵. مراحل روش سوارا
مأخذ: یافته تحقیق

Tabel 5. The step of SWARA
Source: Research findings

	ضریب sj			ضریب k		
	حد پایین	حد متوسط	حد بالا	حد پایین	حد متوسط	حد بالا
تولید پاک	-	-	-	۱	۱	۱
اقتصاد مدور	۰٫۳۶	۰٫۴۶	۰٫۶	۱٫۳۶	۱٫۴۶	۱٫۶
صنایع ۴٫۰	۰٫۳۱	۰٫۳۵	۰٫۴۳	۱٫۳۱	۱٫۳۵	۱٫۴۳
	محاسبه Q			محاسبه W		
تولید پاک	۱	۱	۱	۰٫۷۷	۰٫۸۳	۰٫۹۴
اقتصاد مدور	۰٫۶۲	۰٫۶۷	۰٫۷۳	۰٫۴۸	۰٫۵۷	۰٫۶۸
صنایع ۴٫۰	۰٫۴۴	۰٫۵۱	۰٫۵۶	۰٫۳۳	۰٫۴۲	۰٫۵۳
	وزن دیفازی			وزن بهنجار		
تولید پاک	۰٫۹۶			۰٫۳۹		
اقتصاد مدور	۰٫۷۲			۰٫۳		
صنایع ۴٫۰	۰٫۵۵			۰٫۲۳		

به منظور محاسبه وزن هر یک از شاخص‌ها، براساس
جدول٦ مراحل رویکرد سوارا استفاده گردید.

جدول٦. مراحل محاسبه وزن شاخص‌ها
مأخذ: یافته تحقیق

Tabel 6. The average of research variables in subperiods
Source: Research findings

	وزن بهنجار	وزن دیفازی	وزن فازی			Q محاسبه			kضریب			sjضریب		
			بالا	متوسط	پایین	بالا	متوسط	پایین	بالا	متوسط	پایین	بالا	متوسط	پایین
پرینت۳ بعدی	۰٫۴۳	۱	۰٫۹۸	۰٫۸۵	۰٫۷۸	۱	۱	۱	۱	۱	۱	-	-	-
داده‌های بزرگ	۰٫۲۵	۰٫۵۹	۰٫۵۶	۰٫۴۷	۰٫۴۰	۰٫۵۷	۰٫۵۵	۰٫۵۱	۱٫۹۷	۱٫۸۳	۱٫۷۴	۰٫۹۷	۰٫۸۳	۰٫۷۴
سیستم روباتیک	۰٫۱۵	۰٫۳۶	۰٫۳۴	۰٫۲۷	۰٫۲۱	۰٫۳۴	۰٫۳۲	۰٫۲۷	۱٫۸۹	۱٫۷۳	۱٫۶۸	۰٫۸۹	۰٫۷۳	۰٫۶۸
کارخانه هوشمند و تولید ابری	۰٫۱۰	۰٫۲۳	۰٫۲۱	۰٫۱۶	۰٫۱۲	۰٫۲۲	۰٫۱۹	۰٫۱۵	۱٫۷۸	۱٫۶۵	۱٫۵۷	۰٫۷۸	۰٫۶۵	۰٫۵۷
اینترنت اشیاء	۰٫۰۶	۰٫۱۵	۰٫۱۴	۰٫۱۰	۰٫۰۷	۰٫۱۴	۰٫۱۲	۰٫۰۹	۱٫۶۳	۱٫۵۹	۱٫۵۳	۰٫۶۳	۰٫۵۹	۰٫۵۳
حمایت مدیریت عالی	۰٫۴۳	۱٫۰۶	۱٫۰۳	۰٫۸۸	۰٫۷۸	۱	۱	۱	۱	۱	۱	-	-	-
مدیریت مصرف انرژی و منابع	۰٫۳۰	۰٫۶۹	۰٫۶۶	۰٫۵۲	۰٫۴۱	۰٫۶۴	۰٫۵۹	۰٫۵۲	۱٫۹۱	۱٫۷۰	۱٫۵۷	۰٫۹۱	۰٫۷۰	۰٫۵۷
خرید سبز	۰٫۱۹	۰٫۴۳	۰٫۴۱	۰٫۳۰	۰٫۲۲	۰٫۳۹	۰٫۳۴	۰٫۲۹	۱٫۸۳	۱٫۷۱	۱٫۶۲	۰٫۸۳	۰٫۷۱	۰٫۶۲
طراحی و بسته‌بندی سبز	۰٫۱۲	۰٫۲۹	۰٫۲۷	۰٫۱۸	۰٫۱۲	۰٫۲۶	۰٫۲۱	۰٫۱۶	۱٫۷۸	۱٫۶۵	۱٫۵۱	۰٫۷۸	۰٫۶۵	۰٫۵۱
بازیافت ضایعات	۰٫۴۶	۱٫۰۸	۱٫۰۵	۰٫۹۵	۰٫۸۶	۱	۱	۱	۱	۱	۱	-	-	-
بازاستفاده از مواد دست دوم	۰٫۲۷	۰٫۶۳	۰٫۶۱	۰٫۵۲	۰٫۴۵	۰٫۵۸	۰٫۵۴	۰٫۵۲	۱٫۹۳	۱٫۸۴	۱٫۷۲	۰٫۹۳	۰٫۸۴	۰٫۷۲
فروش مواد قابل بازیافت	۰٫۱۷	۰٫۳۹	۰٫۳۷	۰٫۳۰	۰٫۲۴	۰٫۳۵	۰٫۳۱	۰٫۲۸	۱٫۸۸	۱٫۷۳	۱٫۶۵	۰٫۸۸	۰٫۷۳	۰٫۶۵
سرمایه‌گذاری	۰٫۱۱	۰٫۲۵	۰٫۲۴	۰٫۱۸	۰٫۱۴	۰٫۲۳	۰٫۱۹	۰٫۱۶	۱٫۷۵	۱٫۶۴	۱٫۵۶	۰٫۷۵	۰٫۶۴	۰٫۵۶

در ادامه، براساس جدول۷ وزن نهایی ابعاد و شاخص‌های عمکلرد پایدار صنایع محاسبه گردید.

جدول۷. مراحل محاسبه وزن شاخص‌ها
مأخذ: نتایج تحقیق

Tabel 7. The average of research variables in subperiods
Source: Research findings

وزن نهایی	شاخص	وزن نهایی	ابعاد
۰٫۰۱۴	اینترنت اشیاء	۰٫۲۳	صنایع ۴٫۰
۰٫۰۵۸	تکنولوژی داده‌های بزرگ		
۰٫۰۲۳	کارخانه هوشمند و تولید ابری		
۰٫۰۹۹	تکنولوژی پرینت۳ بعدی		
۰٫۰۳۵	سیستم روباتیک		
۰٫۱۶۸	حمایت مدیریت عالی	۰٫۳۹	تولید پاک
۰٫۱۱۷	مدیریت مصرف انرژی و منابع		
۰٫۰۴۷	طراحی و بسته‌بندی سبز		

دانشگاه شهید چمران اهواز
فصلنامه علمی پژوهش اقتصاد مقداری (بررسی های اقتصادی سابق)

۰٫۰۷۴	خرید سبز		
۰٫۰۳۳	سرمایه‌گذاری	۰٫۳	اقتصاد مدور
۰٫۱۳۸	بازیافت ضایعات		
۰٫۰۸۱	استفاده مجدد از مواد دست دوم		
۰٫۰۵۱	فروش مواد قابل بازیافت		

نتایج جدول فوق نشان داد در بین ابعاد؛ تولید پاک و اقتصاد مدور و در بین شاخص‌ها؛ حمایت مدیریت عالی،بازیافت ضایعات، مدیریت مصرف انرژی و پرینت ۳بعدی به ترتیب بالاترین ارزش را بهبود عمکرد پایدار صنایع تولیدی دارند.

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

با همزمانی عصرهای دیجیتال و محیط‌گرایی، سازمان‌ها همواره با فشار فزاینده‌ای بدنبال بهبود عملکرد پایدار هستند. بدین منظور، در پژوهش حاضر به طراحی الگویی مناسب مبتنی بر ابعاد اقتصاد مدور، تولیدپاک و انقلاب صنعتی چهارم جهت بهبود بهره‌وری پایدار صنایع تولیدی پرداخته شده است. این تحقیق، به لحاظ هدف، کاربردی و به لحاظ روش و ماهیت، توصیفی-پیمایشی است. جامعه‌آماری پژوهش را خبرگان و متخصصان صنایع تولیدی فعال در بخش مواد غذایی برخوردار از دانش تجربی و تئوریک مناسب در موضوع تشکیل می‌دهند. اعضای نمونه با روش نمونه‌گیری هدفمند از نوع قضاوتی انتخاب شدند. ابزار جمع‌آوری داده‌ها، پرسشنامه محقق‌ساخته است. روایی آن با روش تحلیل محتوای صوری و پایایی آن نیز با روش آلفای کرونباخ با مقدار ۰٫۷۰۵ تأیید گردید. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش سوارای فازی استفاده خواهد شد. نتایج پژوهش نشان داد تولید پاک و اقتصاد مدور به ترتیب بالاترین اهمیت‌نسبی را بهبود عمکرد پایدار صنایع تولیدی دارند. گوپتا و همکاران(۲۰۲۱)، در مطالعه‌ی خود بیان داشتند اقتصاد مدور و تولید پاک برجسته‌ترین نقش را در عملکرد پایدار سازمان‌ها دارند که با نتایج این تحقیق همراستا می‌باشد. همچنین، در بین شاخص‌ها؛ حمایت مدیریت عالی، بازیافت ضایعات، مدیریت مصرف انرژی و منابع و پرینت۳ بعدی بالاترین وزن را دارند. لذا به این عوامل باید بیشتر توجه گردد. اما به این نکته باید توجه داشت که پیاده‌سازي هر يك از شاخص‌ها، به احتمال زياد موانع و تضادهاي بسياري دارد؛ بنابراين، پژوهشگران مي‌توانند در مطالعات بعدي خود اين مشكلات را نيز واكاوی نمايند. یافته‌ها نشان داد صنایع نسل ٤٫۰ از کمترین اهمیت در بهبود عملکرد پایدار برخوردار است. این می‌تواند در نتیجه عدم دسترسی به کانال‌های

انتقال و یادگیری فناوری (شامل تقلید به واسطه مشاهده صنایع نسل چهارم، واردات تجهیزات و دانش فنی، ارتباطات علمی و فناورانه با کشورهای پیشرو) باشد از این رو پیشنهاد می‌شود تا ضمن بررسی مهم‌ترین تحولات، زیرساخت‌ها و پیش‌نیازهای مورد نیاز برای صنایع کشور جهت پیاده‌سازی تحولات انقلاب صنعتی چهارم تقویت شود. یکی از محدودیت‌هاي این پژوهش می‌تواند در جمع‌آوری داده‌ها با پرسشنامه محقق‌ساخته در قالب ابعاد و مفاهیم نوین براساس نظرات خبرگان عنوان گردد. مفروضه اساسی این روش، برابري خبرگان از لحاظ دانش است. از آنجائیکه به طور ناخودآگاه بین خبرگان از حیث آشنایی با مفاهیم این ابعاد یک شکاف دانشی وجود دارد که این می‌تواند تورش نتیجه را به همراه داشته باشد. لذا، امید است که این محدودیت در تحقیقات دیگر با اتخاذ تدابیر لازم مرتفع گردد.

Acknowledgments: Acknowledgments may be made to individuals or institutions that have made an important contribution.

Conflict of Interest: The authors declare no conflict of interest.

Funding: The authors received no financial support for the research, authorship, and publication of this article.

Reference

Alam, G. M., Forhad, A. R., & Ismail, I. A. (2020). Can education as an ‘International Commodity’be the backbone or cane of a nation in the era of fourth industrial revolution?-A Comparative study. *Technological Forecasting and Social Change*, *159*, 120184.

Andrews, D. (2015). The circular economy, design thinking and education for sustainability. *Local economy*, *30*(3), 305-315.

Bag, S., Wood, L. C., Xu, L., Dhamija, P., & Kayikci, Y. (2020). Big data analytics as an operational excellence approach to enhance sustainable supply chain performance. *Resources, conservation and recycling*, *153*, 104559.

Barros, M. V., Salvador, R., do Prado, G. F., de Francisco, A. C., & Piekarski, C. M. (2021). Circular economy as a driver to sustainable businesses. *Cleaner Environmental Systems*, *2*, 100006.

Bocken, N. M., De Pauw, I., Bakker, C., & Van Der Grinten, B. (2016). Product design and business model strategies for a circular economy. *Journal of industrial and production engineering*, *33*(5), 308-320.

Boulding, K. E. (1966). The economics of knowledge and the knowledge of economics. *The American Economic Review*, *56*(1/2), 1-13.

Ching, N. T., Ghobakhloo, M., Iranmanesh, M., Maroufkhani, P., & Asadi, S. (2022). Industry 4.0 applications for sustainable manufacturing: A systematic literature review and a roadmap to sustainable development. *Journal of cleaner production*, *334*, 130133.

Coelho, L. M. G., & Lange, L. C. (2018). Applying life cycle assessment to support environmentally sustainable waste management strategies in Brazil. *Resources, conservation and recycling*, *128*, 438-450.

Garcés-Ayerbe, C., Rivera-Torres, P., Suárez-Perales, I., & Leyva-de la Hiz, D. I. (2019). Is it possible to change from a linear to a circular economy? An overview of opportunities and barriers for European small and medium-sized enterprise companies. *International journal of environmental research and public health*, *16*(5), 851.

Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M., & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy–A new sustainability paradigm? *Journal of cleaner production*, *143*, 757-768.

Grafström, J., & Aasma, S. (2021). Breaking circular economy barriers. *Journal of cleaner production*, *292*, 126002.

Gupta, H., & Barua, M. K. (2017). Supplier selection among SMEs on the basis of their green innovation ability using BWM and fuzzy TOPSIS. *Journal of cleaner production*, *152*, 242-258.

Gupta, H., Kumar, A., & Wasan, P. (2021). Industry 4.0, cleaner production and circular economy: An integrative framework for evaluating ethical and sustainable business performance of manufacturing organizations. *Journal of cleaner production*, *295*, 126253.

Hart, J., Adams, K., Giesekam, J., Tingley, D. D., & Pomponi, F. (2019). Barriers and drivers in a circular economy: The case of the built environment. *Procedia Cirp*, *80*, 619-624.

Hosseinpoor, A., ghorbanpour, a., & Shabandarzadeh, H. (2023). Evaluating the Efficiency of Circular Economies in Persian Gulf Countries in Terms of Municipal Solid Waste Management. *Quarterly Journal of Quantitative Economics*, -. doi:10.22055/jqe.2023.42312.2523

Jovita, O., Chibuzor, A., & Onyemachi, U. (2019). Green management and organizational effectiveness. *Strategic Journal of Business and Social Science*, *2*(2), 1-22.

Kamble, S. S., Gunasekaran, A., & Gawankar, S. A. (2018). Sustainable Industry 4.0 framework: A systematic literature review identifying the current trends and future perspectives. *Process safety and environmental protection, 117*, 408-425.

Kazancoglu, Y., Kazancoglu, I., & Sagnak, M. (2018). A new holistic conceptual framework for green supply chain management performance assessment based on circular economy. *Journal of cleaner production, 195*, 1282-1299.

Keršuliene, V., Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2010). Selection of rational dispute resolution method by applying new step-wise weight assessment ratio analysis (SWARA). *Journal of business economics and management, 11*(2), 243-258.

Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, conservation and recycling, 127*, 221-232.

Masi, A., Balossi Restelli, F., Sabato, D., Vignola, C., & Sadori, L. (2018). Timber exploitation during the 5th–3rd millennia BCE at Arslantepe (Malatya, Turkey): environmental constraints and cultural choices. *Archaeological and Anthropological Sciences, 10*, 465-483.

McDonough, W., & Braungart, M. (2013). *The upcycle: Beyond sustainability--designing for abundance*: Macmillan.

Merli, R., Preziosi, M., & Acampora, A. (2018). How do scholars approach the circular economy? A systematic literature review. *Journal of cleaner production, 178*, 703-722.

Moktadir, M. A., Rahman, T., Rahman, M. H., Ali, S. M., & Paul, S. K. (2018). Drivers to sustainable manufacturing practices and circular economy: A perspective of leather industries in Bangladesh. *Journal of cleaner production, 174*, 1366-1380.

Murray, A., Skene, K., & Haynes, K. (2017). The circular economy: an interdisciplinary exploration of the concept and application in a global context. *Journal of business ethics, 140*, 369-380.

Petrillo, A., De Felice, F., Cioffi, R., & Zomparelli, F. (2018). Fourth industrial revolution: Current practices, challenges, and opportunities. *Digital transformation in smart manufacturing, 1*, 1-20.

Rajput, S., & Singh, S. P. (2018). Identifying Industry 4.0 IoT enablers by integrated PCA-ISM-DEMATEL approach. *Management Decision, 57*(8), 1784-1817.

Rincón-Moreno, J., Ormazábal, M., Álvarez, M., & Jaca, C. (2021). Advancing circular economy performance indicators and their application in Spanish companies. *Journal of cleaner production, 279*, 123605.

Salmenperä, H., Pitkänen, K., Kautto, P., & Saikku, L. (2021). Critical factors for enhancing the circular economy in waste management. *Journal of cleaner production, 280*, 124339.

Seman, N. A. A., Govindan, K., Mardani, A., Zakuan, N., Saman, M. Z. M., Hooker, R. E., & Ozkul, S. (2019). The mediating effect of green innovation on the relationship between green supply chain management and environmental performance. *Journal of cleaner production, 229*, 115-127.

Toxopeus, M. E., De Koeijer, B., & Meij, A. (2015). Cradle to cradle: effective vision vs. efficient practice? *Procedia Cirp, 29*, 384-389.

Tseng, M.-L., Tan, R. R., Chiu, A. S., Chien, C.-F., & Kuo, T. C. (2018). Circular economy meets industry 4.0: can big data drive industrial symbiosis? *Resources, conservation and recycling, 131*, 146-147.

Welford, R., & Gouldson, A. (1993). *Environmental management & business strategy*: Pitman Publishing Limited.

Xu, L. D., Xu, E. L., & Li, L. (2018). Industry 4.0: state of the art and future trends. *International journal of production research, 56*(8), 2941-2962.

Xu, M., David, J. M., & Kim, S. H. (2018). The fourth industrial revolution: Opportunities and challenges. *International journal of financial research, 9*(2), 90-95.

Yeh, W.-C., & Chuang, M.-C. (2011). Using multi-objective genetic algorithm for partner selection in green supply chain problems. *Expert Systems with applications, 38*(4), 4244-4253.

zaroki, s., yousefi barfurushi, a., & Fathollahzadeh, A. (2023). The Comprehensive Analysis of the Impact of Globalization on Environmental Pollution in Iran with Emphasizing on Triple Dimensions and Dual Components. *Quarterly Journal of Quantitative Economics, 19*(4), 1-41. doi:10.22055/jqe.2021.33177.2239.