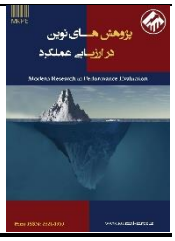
Modern Research in Performance Evaluation

www.journal-mrpe.ir

Mod. Res. Perf. Eval. Vol. 1, No. 4 (2022) 283–294.



Paper Type: Original Article

Identifying and Modeling Factors Affecting the Sustainable and Green Supply Chain of New Energies

Seyede Fatemeh Faghidian[1,*], Masood Khodaverdi Samani[2]

[1] *Department of Industrial Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran; f.faghidian@yahoo.com.*

[2] *Department of Industrial Engineering, Foulad Institute of Higher Industrial Education, Isfahan, Iran; khodaverdisamani.masoud@yahoo.com.*

Citation:

Faghidian, S. F., & Khodaverdi Samani, M. (2023). Identifying and modeling factors affecting the sustainable and green supply chain of new energies. *Modern research in performance evaluation, 1*(4), 283-294.

Received: 06/01/2022 Reviewed: 22/01/2022 Revised: 19/02/2022 Accepted: 16/03/2022

Abstract

Purpose: The industrialization of societies and growing demand for goods have brought many social and environmental disasters. That the approach to new energies and sustainable and green supply chains has faced the luck of researchers and industrial managers. The purpose of this research is to extract, model, and rank the factors affecting the sustainable supply chain and other new energies in Chahar Mahal and Bakhtiari province.

Methodology: Using the Delphi technique, we screen the criteria extracted from the literature. So, by using structural equations, we examine the relationships between variables and the assessment and validation of the model, and finally, using the Analysis Hierarchy Technique (AHP), the research factors are ranked.

Findings: The factors affecting the green supply chain were under two criteria and eight sub-criteria, and environmental education was given the first priority. The factors affecting the sustainable supply chain were identified and designed with five key criteria and eleven sub-criteria, among these, internal organizational factors have been given the most importance.

Originality/Value: Finally, the use of environmental technologies, and the correct management of the green and sustainable supply chains in order to use new energies, together with the training of employees, leads to a reduction of crimes and the use of resources, and consequently, a reduction of energy consumption and environmental pollution.

Keywords: Sustainable supply chain, Green supply chain, New energy, Structural equations model, Analytical hierarchy process.

Corresponding Author: f.faghidian@yahoo.com

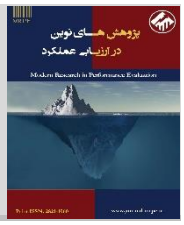
Licensee. **Modern Research in Performance Evaluation**. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0).

Modern Reearch in Performance Evaluation

پژوهش‌های نوین در ارزیابی عملکرد

دوره ۱، شماره (۴)، (۱۴۰۱)، ۲۹۴-۲۸۳

www.journal-mrpe.ir



نوع مقاله: پژوهشی

شناسایی و مدل‌سازی عوامل موثر بر زنجیره‌تامین پایدار و سبز انرژی‌های نوین

سیده فاطمه فقیدیان[1,*]، مسعود خداوردی سامانی[2]

[1]گروه مهندسی صنایع، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

[2]گروه مهندسی صنایع، موسسه آموزش عالی صنعتی فولاد، اصفهان، ایران.

چکیده

هدف: صنعتی شدن جوامع و تقاضای روبه‌رشد کالاها، فاجعه‌های اجتماعی زیست‌محیطی فراوانی به همراه داشته که رویکرد به انرژی‌های نوین و زنجیره‌تامین پایدار و سبز را با اقبال محققین و مدیران صنعتی مواجه نموده است. هدف این پژوهش استخراج، مدل‌سازی و رتبه‌بندی عوامل موثر بر زنجیره‌تامین پایدار و سایر انرژی‌های نوین در استان چهارمحال و بختیاری می‌باشد.

روش‌شناسی پژوهش: معیارهای استخراج‌شده از ادبیات را با استفاده از تکنیک دلفی غربالگری نموده، سپس با استفاده از معادلات ساختاری[1] به بررسی روابط میان متغیرها، ارزیابی و اعتبارسنجی مدل پرداخته و درنهایت با به‌کارگیری تکنیک تحلیل سلسله‌مراتبی[2] عوامل پژوهش رتبه‌بندی می‌شوند.

یافته‌ها: عوامل موثر بر زنجیره‌تامین سبز با دو معیار و هشت زیرمعیار شناسایی شد که آموزش زیست‌محیطی در اولویت نخست قرار گرفت. عوامل موثر بر زنجیره‌تامین پایدار با پنج معیار اصلی و یازده زیرمعیار شناسایی و طراحی گردید که در این میان عوامل درون‌سازمانی بیش‌ترین اهمیت را به خود اختصاص داده است.

اصالت/ارزش‌افزوده علمی: استفاده از فناوری‌های زیست‌محیطی و مدیریت صحیح زنجیره‌تامین سبز و پایدار در راستای بهره‌گیری از انرژی‌های نوین، همراه با آموزش کارکنان درنهایت منجر به کاهش جنایات و کاهش استفاده از منابع و به تبع آن کاهش مصرف انرژی و آلودگی زیست محیط‌زیستی می‌گردد.

کلیدواژه‌ها: زنجیره‌تامین پایدار، زنجیره‌تامین سبز، انرژی نوین، معادلات ساختاری، تحلیل سلسله‌مراتبی.

۱- مقدمه

بدون تردید سوخت‌های فسیلی یکی از عوامل صنعتی شدن کشورها طی سده اخیر می‌باشد. از سوی دیگر این روند تهدیدهای گسترده زیست‌محیطی همانند پدیده گرمایش زمین، آلودگی هوا، تغییرات اقلیمی را برای کشورها و نوع انسان پدید آورده است [1]. کاهش منابع تجدیدناپذیر انرژی، باعث شده تا انرژی‌های پاک و تجدیدناپذیر در برنامه‌های توسعه کشورها با دقت بیش‌تری بررسی شوند. از سوی

[1] Structural Equation Model (SEM)

[2] Analytical Hierarchy Process (AHP)

* نویسنده مسئول

f.faghidian@yahoo.com

دیگر با ظهور این نوع انرژی‌های نوین زنجیره‌تامین در دو سطح پایدار و سبز مطرح شده است [2] و سازمان‌ها با هدف بقای سودمند و حفظ جایگاه رقابتی خود، ناگزیر به استفاده از تئوری مدیریت زنجیره‌تامین می‌باشند تا از طریق هدف‌گذاری استراتژیک، شناسایی معیارها، ارزیابی و بهبود مستمر عملکرد زنجیره به کسب مزیت رقابتی برای سازمان منجر شود. عملیاتی شدن رویکردها و سیاست‌های متفاوت منجر به کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی نشده است و تنها استفاده از سوخت‌های پاک و انرژی‌های نوین می‌تواند به بهبود این رویه کمک نماید [3]. دیدگاه جامع مدیریت، محیطی که تمامی انواع جریان‌ها را در کلیه سطوح زنجیره‌تامین سبز و پایدار در برمی‌گیرد، موردتوجه محققان و مدیران قرار گرفته است. یکی از چالش‌های انرژی‌های نوین الزام به مسایل زیست‌محیطی است. عدم تعهد و پاسخگویی به رویکرد سبز و پایدار در پروسه تولید و به‌کار نگرفتن آن‌ها می‌تواند آسیب فراوانی به محیط‌زیست وارد نماید. ازاین‌رو پژوهش حاضر به دنبال استخراج و رتبه‌بندی عوامل موثر بر زنجیره‌تامین پایدار و سبز انرژی‌های نوین می‌باشد.

در تولید انرژی‌های نو یا پاک از منابع بدون کربن استفاده می‌شود [4]، [5]. بنابراین استفاده از آن‌ها معایب سوخت‌های فسیلی همانند افزایش غلظت دی‌اکسید کربن و افزایش دمای کره زمین را به همراه ندارد [6]. علاوه بر این منابع تولید آن‌ها نیز نامحدود می‌باشد. هرچند به علت تنوع منابع تولید آن‌ها و اهداف متفاوتی که حامیان هریک از انواع انرژی دنبال می‌کنند، تعریف جامع آن‌ها با چالش مواجه شده است. کمبود سیاست‌های حمایتی، هزینه اولیه و قیمت بالای تمام‌شده آن‌ها و وابستگی به فناوری‌های جدید، توسعه آن‌ها را با چالش مواجه نموده است. انرژی خورشیدی، انرژی باد، انرژی آب و امواج، انرژی زمین‌گرمایی، انرژی جریان اقیانوسی، سوخت زیستی اتانول و هیدروژن از شناخته‌ترین انواع انرژی می‌باشد [7].

استفاده از انرژی‌های نو در کشورهای درحال‌توسعه روند روبه‌رشدی داشته است و از آن‌جاکه اقتصاد و صنعت ایران با سوخت‌های تجدیدناپذیر در هم تنیده شده است [8]، [9]. توجه بیش‌تر محققان به سوخت‌های فسیلی و موارد پیرامون آن و بازارهای مالی آن‌ها معطوف شده است. درحالی‌که موقعیت ایران از لحاظ جغرافیایی به گونه‌ای است که می‌تواند برخی انرژی‌های تجدیدناپذیر را به‌خوبی تولید و استفاده نماید [10]، بااین‌وجود در ایران پژوهش‌های کم‌تری به زنجیره‌تامین انرژی‌های پاک پرداخته‌اند [11]، [12]. سعی این پژوهش بررسی عوامل موثر بر زنجیره‌تامین پایدار و سبز انرژی‌های نوین درون کشور به‌صورت هم‌زمان و مدل‌سازی عوامل موثر بر آن می‌باشد که نتیجه آن اغنای ادبیات داخلی موجود و تمایز پژوهش حاضر با سایرین می‌گردد. با توجه به آن‌چه بیان شد و با کمک مبانی نظری ابتدا عوامل موثر بر هر دو زنجیره شناسایی می‌شود، سپس به کمک تکنیک دلفی، آن‌ها را غربالگری کرده و با به‌کارگیری معادلات ساختاری این عوامل مدل‌سازی می‌گردد. درنهایت با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی معیارهای شناسایی‌شده رتبه‌بندی می‌شوند.

۲- پیشینه تحقیق

در این قسمت با هدف شناسایی و استخراج عوامل موثر بر زنجیره‌تامین پایدار و زنجیره‌تامین سبز به‌مرور ادبیات و بیان مفاهیم پرداخته می‌شود. با مرور ادبیات زنجیره‌تامین، می‌توان پی برد که دو مفهوم زنجیره‌تامین پایدار و سبز در بعضی از پژوهش‌ها به‌جای یکدیگر به کار می‌روند. حال آن‌که این دو مفهوم با وجود شباهت‌های بسیار، اندکی با یکدیگر متفاوت هستند. مدیریت زنجیره‌تامین پایدار دربرگیرنده ابعاد اقتصادی، پایداری اجتماعی و زیست‌محیطی است [13]. ازاین‌رو زنجیره‌تامین سبز بخشی از مدیریت زنجیره‌تامین می‌باشد.

رشد جمعیت و صنعتی شدن کشورها، نیاز آن‌ها به تامین غذا و انرژی را با چالش‌های متعددی ازجمله تخریب محیط‌زیست، فقر، گرسنگی و گرمایش زمین روبه‌رو نموده است. در تلاش برای تعدیل چنین اثرات مخربی دولت‌ها قوانین و استانداردهای زیست‌محیطی را وضع کرده‌اند [14] و رهبران جهانی در نگرش خود نسبت به این خطرات گسترده تجدیدنظر نموده‌اند. پایداری در زنجیره‌تامین به معنای برآوردن نیازهای حال بدون به خطر انداختن توانایی نسل‌های آینده در برآوردن نیازهای خود می‌باشد [15]. امروزه توجه به این موضوع روند روبه‌رشدی داشته است و مدیران کشورهای توسعه‌یافته، مجبور به ترکیب شیوه‌های پایداری در زنجیره‌های تامین می‌باشند [16]. در ادامه به تشریح سه بعد پایداری به‌اختصار پرداخته می‌شود.

بعد اقتصادی، توسعه پایدار و اقتصاد جهانی و هم‌چنین فعالیت‌های تجاری مرتبط را که اثرات منفی زیست‌محیطی و اجتماعی را ناشی می‌شود، دربرمی‌گیرد [1]. شاخص‌های پایداری اجتماعی، اولویت‌های اجتماعی-فرهنگی مختلف را نشان می‌دهند. باید توجه کرد که انتخاب آن‌ها تابعی از قدرت تا انسجام سیاست‌ها می‌باشد [17]. برای هر سازمان یا نهاد چهار دسته مسئولیت اجتماعی درنظر گرفته

می‌شود که عبارت‌اند از نیازهای اقتصادی، رعایت قوانین و مقررات عمومی، رعایت اخلاق کسب‌وکار و مسئولیت‌های بشردوستانه. درنهایت بعد محیطی، این بعد ستون زیست‌محیطی توسعه پایدار است و اغلب توسط دولت‌ها و مشاغل و مصرف‌کنندگان تضعیف می‌شود. مقابله با تغییرات آب و هوایی از طریق کاهش گازهای گلخانه‌ای از مهم‌ترین اهداف این بعد می‌باشد.

درنظر گرفتن مسایل زیست‌محیطی در زنجیره‌تامین شامل طراحی محصول، انتخاب مواد اولیه، فرآیند ساخت، تحویل محصول نهایی به مشتریان و مدیریت محصول پس از طی عمر مفید آن را مدیریت زنجیره‌تامین سبز می‌نامند [18]. با اقبال مشتریان به کالاهای سبز، این نوع زنجیره به‌عنوان ابزاری با هدف دستیابی به سود و سهم بیش‌تر بازار از طریق افزایش کارایی زیست‌محیطی مطرح شده است [19]. با وجود اهمیت مدیریت زنجیره‌تامین سبز جهت دستیابی به آن موانعی نیز وجود دارد که مهم‌ترین آن عبارت‌اند از عدم وجود اهرم‌های قانونی کافی جهت اجرای قوانین زیست‌محیطی موجود، کمبود دانش و آموزش در خصوص مسایل زیست‌محیطی، عدم توانمندی تامین کنندگان در دسترسی به دانش و تکنولوژی فنی جهت اخذ استانداردهای لازم، دشواری سازمان‌دهی و هماهنگی واحدها در پیاده‌سازی زنجیره‌تامین سبز، عدم ایجاد مزیت رقابتی محسوس ناشی از اجرای زنجیره‌تامین سبز [19]–[15]، تعیین سنجه‌های ارزیابی عملکرد [20]، عدم وجود محرک‌ها و مشوق‌های کافی از سوی دولت‌ها با هدف دستیابی به مدیریت زنجیره‌تامین سبز [21].

سازمان‌های تولیدی برحسب نوع عملکرد و محصول خود معیارهای ارزیابی عملکرد زیست‌محیطی متنوعی را به‌کار گرفته‌اند که شامل: ۱- تعداد هشدارها و جرایم دریافتی از آژانس حفاظت محیط‌زیست، ۲- میزان مواد آلی فرار مورداستفاده، ۳- ارزیابی زیست‌محیطی تامین کنندگان سطح دوم، ٤- بسته‌بندی با قوانین زیست‌محیطی، ٥- اطلاع‌رسانی عمومی اطلاعات زیست‌محیطی و ٦- استفاده از سیستم لجستیک معکوس برای بازیافت محصولات و بسته‌بندی‌ها می‌باشد [22]، [23].

پیرامون مورد آخر باید بیان شود که از دیدگاه مدیریت زنجیره‌تامین سبز، لجستیک معکوس عبارت است از مدیریت کلیه عملیات مرتبط با مصرف مجدد کالاهای بازگشتی و یا کالاهایی که عمر مفید مصرفی آن‌ها به اتمام رسیده است. قوانین و مقررات زیست‌محیطی سازمان‌ها را وادار می‌کنند تا کالاها و محصولات زاید خود را جمع‌آوری نموده و در رفتار تولیدی آینده خود مراقبت بیش‌تری نمانند. سود اقتصادی استفاده از کالای بازگشتی در فرآیند تولید تنها مزیت آن نمی‌باشد، بلکه مصرف مجدد و طولانی‌مدت محصولات به هر طریق ممکن جزو دیدگاه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی سودمند به حساب می‌آید [24].

در شناسایی دانش فعلی زنجیره‌تامین پایدار، طبقه‌بندی مقالات نشان‌دهنده توجه بیش‌تر به جنبه محیط‌زیستی و کم‌ترین توجه به جنبه اجتماعی بوده است [25]. پژوهش‌ها پیرامون انرژی‌های تجدیدناپذیر و پایداری نشان‌دهنده درجه تمرکز پایین در کشورهای کم درآمد و در مقابل تمرکز بالای پژوهش‌ها بر منابع متنوع این نوع انرژی در کشورها با درآمد بالاتر است. هم‌چنین انرژی خورشیدی و بادی بیش‌ترین گزارش‌ها را در مقالات مرتبط با پایداری محیط‌زیست داشته است [2]. در تجزیه‌وتحلیل عوامل موثر بر توسعه زنجیره‌تامین پایدار در بخش‌های صنعتی نتایج مدل‌سازی آن‌ها نشان داد که مدیریت عملکرد محیط‌زیست به‌طور مستقیم تحت تاثیر مدیریت زنجیره‌تامین سبز قرار دارد. هرچند فشار بر پایداری زنجیره‌های تامین به دلیل تقاضای روبه‌رشد کالا و انرژی افزایش یافته است [26].

با وجود تحقیقات فراوان پیرامون زنجیره‌تامین پایدار و سبز، ابعاد جدیدی از این حوزه در پژوهش‌های جدید موردبررسی قرار گرفته است. هم‌چنین پژوهش‌های زیادی در این حوزه با روش معادلات ساختاری و روش سلسله‌مراتبی انجام گردید [16]، [27]، [28]. در آخر با بررسی پیشینه پژوهش و توجه ویژه به دو مقاله مروری زنجیره‌تامین انرژی [29]، [30]، معیارهای قوانین و مقررات، عوامل داخلی، گواهی‌نامه *ISO*، اقتصاد، طراحی محیط‌زیست [31] برای زنجیره‌تامین پایدار و معیارهای مصرف منابع و آموزش زیست‌محیطی کارکنان [34]–[32] برای زنجیره‌تامین سبز در نظر گرفته شده است.

۳- روش پژوهش

قلمرو مکانی پژوهش حاضر استان چهارمحال و بختیاری است و قلمرو زمانی آن مربوط به فصل بهار سال ۱٤۰۰ می‌باشد. جامعه آماری پژوهش حاضر شامل دو گروه می‌باشد. گروه اول شامل پانزده نفر از خبرگان و متخصصان آشنا با انرژی‌های نوین می‌باشد و از نظرات آن‌ها در بخش تکنیک دلفی و *AHP* استفاده شده است. گروه دوم جامعه آماری شامل ۱۵۰ نفر از کارشناسان اداره برق استان می‌باشند که از میان آن‌ها با استفاده از جدول مورگان ۱۰۸ نفر به‌عنوان حجم نمونه انتخاب شده است.

ابزار گردآوری اطلاعات در این پژوهش، پرسشنامه محقق‌ساخته می‌باشد که در دو بعد زنجیره‌تامین پایدار و زنجیره‌تامین سبز تدوین شده است. زنجیره‌تامین پایدار دارای پنج معیار و یازده زیر معیار می‌باشد که معیار قوانین و مقررات آن دارای دو زیر معیار شامل: ۱- الزامات نظارتی دولتی و ۲- استانداردهای زیست‌محیطی در میان صنایع و معیار عوامل داخلی آن دارای سه زیر معیار شامل: ۱- چشم‌انداز مدیریت عالی، ۲- ابتکارات پایدار تامین کننده و ۳- معیار تعهد کارمندان می‌باشد. بعد گواهینامه *ISO* دارای دو زیر معیار شامل سیستم مدیریت محیط‌زیست، استانداردهای بین‌المللی و معیار اقتصاد، دارای سه زیر معیار شامل کیفیت تدارکات و خدمات به مشتری، کارایی در مدیریت تولید، پاسخگویی سریع می‌باشد. معیار طراحی محیط‌زیست دارای سه زیر معیار شامل ابتکارات و رویه‌های سبز، توسعه فن‌آوری‌های زیست‌محیطی و استفاده از مواد زیست‌تخریب‌پذیر می‌باشد.

بعد زنجیره‌تامین سبز از ۲ معیار شامل: ۱- مصرف منابع و ۲- آموزش زیست‌محیطی کارکنان و ۹ زیر معیار تشکیل شده است که جزییات آن به شرح زیر می‌باشد و زیر معیارهای مصرف منابع عبارت‌اند از مصرف منابع ازنظر مواد اولیه، انرژی و آب، به‌کارگیری تکنولوژی‌های پیشرفته و پاک و رعایت استانداردهای لازم در تجهیزات از نقطه‌نظر فنی و زیست‌محیطی. معیار آموزش زیست‌محیطی کارکنان دارای زیر معیارهای زیر می‌باشد: ۱- آموزش کارکنان برای اهداف زیست‌محیطی، ۲- آموزش و ارایه الگوهای مصرف صحیح انرژی، ۳- ایجاد محیطی برای پژوهش و نوآوری‌های سبز در زمینه مسایل زیست‌محیطی، ٤- برگزاری سمینارهای آموزشی در خصوص اهمیت و رعایت مسایل زیست‌محیطی برای کارکنان و مشتریان و تامین کنندگان، ٥- فعالیت در انجمن‌های داخلی و بین‌المللی محیط‌زیست و ٦- انجام پژوهش‌های زیست‌محیطی با دانشگاه‌ها و مراکز علمی.

پرسشنامه اولیه در اختیار خبرگان قرار داده شد، در ادامه روایی آن توسط اساتید مورد تایید قرار گرفت و پایایی آن با مقدار آلفای کرونباخ برابر ۰/۷۷۸ محاسبه گردید.

۴- روش تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

۴-۱- تکنیک دلفی

تکنیک دلفی یا هدف به دست آوردن اجماع نظرات خبرگان به‌واسطه تکمیل پرسشنامه متمرکز همراه با بازخورد کنترل‌شده می‌باشد. با کسب نظرات گروهی خبرگان، پژوهشگران می‌توانند چارچوب مناسبی برای مسایل ایجاد نمایند. این تکنیک به‌منظور شناسایی و غربالگری شاخص‌های تصمیم‌گیری در بسیاری از پژوهش‌ها مورداستفاده قرار می‌گیرد. درجه صحت نتایج خروجی روش دلفی به تخصص شرکت‌کنندگان مرتبط است و رابطه‌ای با تعداد آن‌ها ندارد.

۴-۲- معادلات ساختاری

معادلات ساختاری یک تکنیک تحلیل چندمتغیره قوی از مجموعه رگرسیون چندمتغیره می‌باشد که معادلات رگرسیونی را به‌صورت هم‌زمان درنظر می‌گیرد و از آن برای آزمودن فرضیه‌هایی در ارتباط با کلیه متغیرهای پژوهش استفاده می‌شود. باید توجه نمود که این روش برای ارزیابی و اعتبارسنجی مدل پیشنهادشده توسط محقق به‌کار می‌رود. درواقع در این روش با هدف بررسی روابط میان متغیرهای پنهان پژوهش، به‌صورت هم‌زمان متغیرهای مشاهده‌پذیر را نیز در نظر می‌گیرند. متغیرهای پنهان، همان عوامل اصلی پژوهش می‌باشند که در مدل مفهومی پژوهش نشان داده شده‌اند و متغیرهای مشاهده‌پذیر، همان گویه‌ها و یا سوالات مرتبط با سنجش عوامل اصلی پژوهش می‌باشند.

۴-۳- فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی

فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی یک روش تصمیم‌گیری چندمعیاره است که توسط توماس ال ساعتی [35] معرفی گردید. هدف اصلی این روش انتخاب بهترین گزینه بر اساس معیارهای بیان‌شده در پژوهش با استفاده از مقیاسات زوجی است. از آن‌جاکه کلیه محاسبات این روش بر پایه مقایسات زوجی خبرگان بنا شده است. ازاین‌رو هرگونه خطا و ناسازگاری در آن‌ها نتیجه نهایی را مخدوش می‌نماید. نرخ ناسازگاری

محاسبه‌شده در این روش باید کم‌تر از ۰/۱ باشد. پس از تعیین هدف و گزینه‌ها و معیارها، معیارها بر اساس هدف با یکدیگر مقایسه زوجی شده و گزینه‌ها نیز بر اساس هر معیار مقایسه زوجی می‌شوند و درنهایت پس از انجام محاسبات مربوطه اولویت‌بندی نهایی گزینه‌ها تعیین می‌شود.

۵- یافته‌های پژوهش

۵-۱- نتایج تکنیک دلفی

در این پژوهش از طیف ۹ درجه‌ای لیکرت برای پاسخگویی اهل فن و متخصصان به پرسشنامه دلفی استفاده شده است. برای غربالگری اولیه پاسخ‌ها، ۱۵ متخصص به پرسشنامه پاسخ داده و معیارها با امتیاز کم‌تر از ۷ حذف شده‌اند. این تکنیک برای هر دو زنجیره‌تامین پایدار و سبز به‌صورت مجزا انجام شده است و در هر دو زنجیره در دو مرحله روند پاسخگویی متخصصان ادامه داشته و در مرحله آخر با دستیابی به اجماع و توافق نهایی متوقف شده است. دو زیر معیار الزامات نظارتی دولت و کیفیت تدارکات و خدمات به مشتری که اهمیت کم‌تری از دیدگاه خبرگان در مولفه‌های زنجیره‌تامین پایدار داشتند، از پژوهش حذف شدند. این زیر معیارها از مولفه‌های زنجیره‌تامین سبز با نظر خبرگان حذف شده و طی روند تکنیک فوق، ایجاد کننده محیطی برای پژوهش و نوآوری‌های سبز در زمینه زیست‌محیطی می‌باشد. ادامه پژوهش با استفاده از نتایج غربالگری متخصصان انجام می‌شود.

۵-۲- نتایج اجرای معادلات ساختاری

با توجه به حجم نمونه ۱۰۸ نفری، در ابتدا به توصیف ویژگی‌های عمومی پاسخ‌دهندگان پرداخته می‌شود. تقریبا ۸۷% از پاسخ‌دهندگان مرد و مابقی زن بوده‌اند. در میان پاسخ‌دهندگان ازنظر تحصیلات بیش‌ترین فراوانی متعلق به درجه لیسانس و سپس فوق‌لیسانس و درنهایت درجه دکتری بوده که این نتایج چندان دور از انتظار نبوده است.

۵-۲-۱- نتایج آزمون نرمال بودن داده‌ها

یکی از پیش‌فرض‌های اصلی مدل معادلات ساختاری بررسی نرمال بودن توزیع متغیرهای موردبررسی است. در این مطالعه از نرم‌افزار لیزرل استفاده شده است. در این پژوهش از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف در سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده شده است. همان‌گونه که در **جدول ۱** گزارش شده است. در تمامی موارد مقدار معناداری بزرگ‌تر از ۰/۰۵ به دست آمده است. ازاین‌رو دلیلی برای رد فرض صفر مبنی بر نرمال بودن داده‌ها وجود ندارد.

جدول ۱- نتایج آزمون نرمال بودن داده‌ها.

Table 1- Results of data normality test.

	زنجیره‌تامین پایدار (S)	قوانین و مقررات (S1)	عوامل داخل سازمان (S2)	گواهینامه ISO (S3)	فاکتورهای اقتصادی (S4)	طراحی محیط‌زیست (S5)	زنجیره‌تامین سبز (G)	مصرف منابع (G1)	آموزش زیست‌محیطی کارکنان (G2)
سطح معناداری	0.074	3.558	3.628	0.131	0.131	0.124	0.078	0.088	0.109

۲-۲-۵- آمار توصیفی متغیرهای پژوهش

قبل از بیان آمار توصیفی متغیرهای پژوهش، پایایی پرسشنامه مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. مقدار آلفای کرونباخ برای پرسشنامه اول که متعلق به زنجیره‌تامین پایدار است برابر با ۰/۸۷۹ محاسبه شده و برای پرسشنامه دوم که متعلق به زنجیره‌تامین سبز است برابر با ۰/۸٤٤ محاسبه شده است که در هر دو پرسشنامه بالاتر از مقدار ۰/۷ است. ازاین‌رو این قابلیت فنی پرسشنامه قابل‌قبول می‌باشد. در ادامه برای ایجاد شفافیت مقادیر میانگین و واریانس متغیرها را در **جدول ۲** گزارش داده می‌شود.

جدول ۲- ویژگی‌های توصیفی متغیرها.
Table 2- Descriptive characteristics of the variables.

نام متغیر	قوانین و مقررات (S1)	عوامل داخل سازمان (S2)	گواهینامه ISO (S3)	فاکتورهای اقتصادی (S4)	طراحی محیط‌زیست (S5)	مصرف منابع (G1)	آموزش زیست‌محیطی کارکنان (G2)
میانگین	3.558	3.628	3.527	3.557	3.788	3.589	3.931
واریانس	0.348	0.395	0.387	0.632	0.477	0.428	0.285

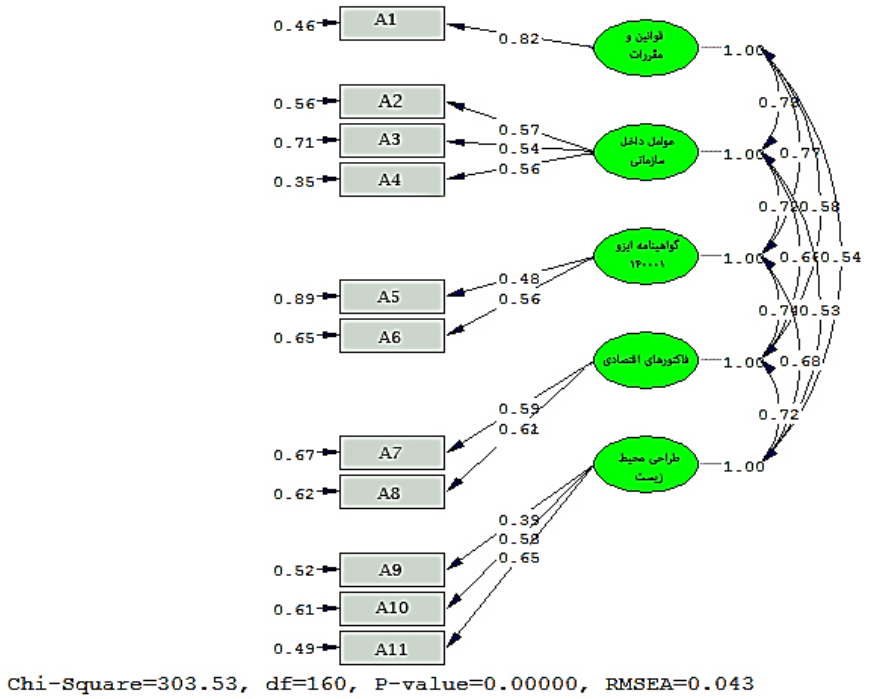
۳-۲-۵- تحلیل عاملی تاییدی و مدل‌یابی معادلات ساختاری

تحلیل عاملی تاییدی یکی از روش‌های مفیدی است که به برآورد پارامترها و آزمون فرضیه‌ها با توجه به عامل‌های (متغیرهای پنهان) زیر بنایی مدل و متغیرهای قابل‌مشاهده می‌پردازد. هدف در این روش بررسی و تعیین رابطه متغیر پنهان و قابل‌مشاهده (آشکارا) می‌باشد. ازآن‌جاکه ابزار گردآوری داده‌ها در این مطالعه پرسشنامه است، با استفاده ازاین روش ساختار کلی پرسشنامه، مورد روایی سنجی محتوایی قرار می‌گیرد و مشخص می‌شود آیا سوالات مطرح‌شده در پرسشنامه برای هر متغیر پنهان به‌درستی انتخاب شده است یا خیر. برای تحلیل عاملی تاییدی و مدل‌یابی معادلات ساختاری از بار عاملی استاندارد و آماره t با در نظر گرفتن قواعد زیر استفاده می‌شود. تحلیل عاملی و مدل‌یابی معادلات ساختاری در نرم‌افزار لیزرل انجام شده است. قدرت رابطه میان متغیر پنهان (عامل) و متغیر قابل‌مشاهده (آشکارا)، به‌وسیله بار عاملی که مقداری بین صفر و یک دارد، نشان داده می‌شود. اگر این مقدار کم‌تر از ۰/۳ باشد رابطه ضعیف و از آن صرف‌نظر می‌شود. مقادیر بزرگ‌تر از ۰/٦ بسیار مطلوب می‌باشد. بار عاملی بین دو مقدار ذکرشده نیز قابل‌قبول می‌باشد.

زمانی که همبستگی متغیرها شناسایی گردید، آزمون معناداری انجام می‌شود. با هدف بررسی معناداری رابطه بین متغیرها از آزمون t و یا *t-value* استفاده می‌شود و ازآنجاکه سطح معناداری ۰/۰۵ درنظر گرفته شده است. اگر میزان بارهای عاملی مشاهده‌شده با این آزمون کوچک‌تر از عدد ۱/۹٦ باشد، رابطه معنادار نمی‌باشد.

٤-۲-۵- تحلیل عاملی تاییدی پرسشنامه زنجیره‌تامین پایدار

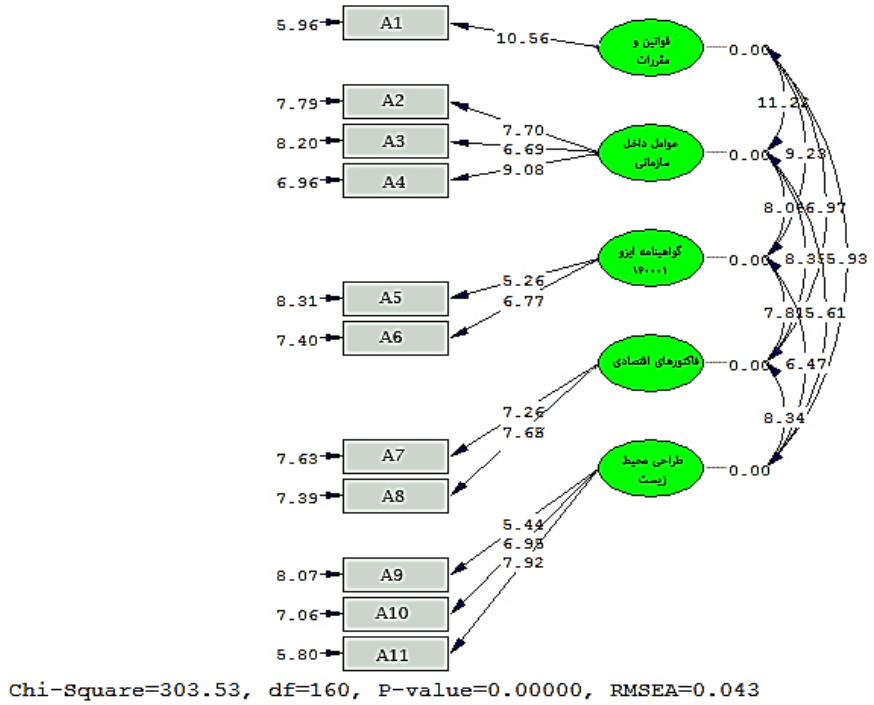
همان‌گونه که در **شکل ۱** مشاهده می‌شود بار عاملی استاندارد تحلیل عاملی تاییدی که با هدف سنجش قدرت رابطه میان هر متغیر پنهان (عامل) با متغیرهای قابل‌مشاهده آن یعنی گویه‌های پرسشنامه به دست آمده است، مقداری بزرگ‌تر از ۰/۳ می‌باشد که نشان‌دهنده تایید روایی محتوی پرسشنامه می‌باشد.



شکل ۱- نمودار بار عاملی استاندارد تحلیل پرسشنامه زنجیره‌تامین پایدار.

Figure 1- Standard factor loading diagram of sustainable supply chain questionnaire analysis.

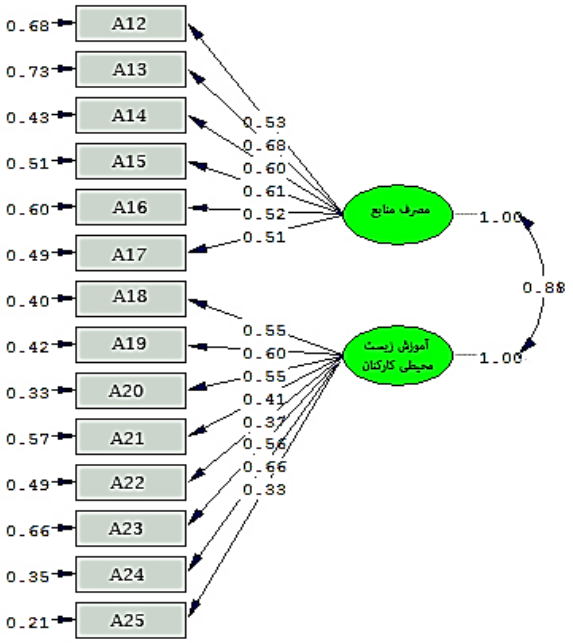
پس از محاسبه بار عاملی استاندارد، آزمون معناداری صورت می‌گیرد. همان‌گونه که در **شکل ۲** مشاهده می‌شود. بار عاملی آماره *t*، شاخص‌های سنجش هر یک از ابعاد موردمطالعه در سطح اطمینان ۵% مقداری بزرگ‌تر از ۱/۹۶ است که مورد تایید می‌باشد.



شکل ۲- نمودار آماره معناداری (t-value) تحلیل عاملی تاییدی پرسشنامه زنجیره‌تامین پایدار.

Figure 2- Statistical significance diagram (t-value) of the confirmatory factor analysis of the sustainable supply chain questionnaire.

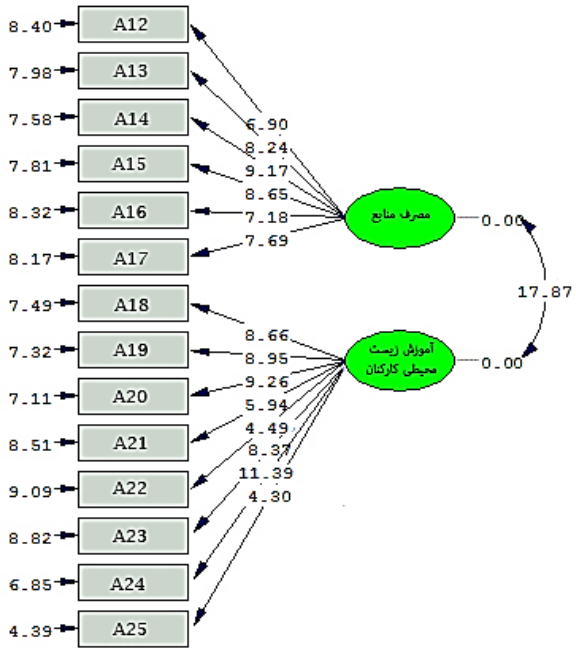
همان‌گونه که در **شکل ۳** و **شکل ٤** مشاهده می‌شود، ابتدا بار عاملی استاندارد تحلیل عاملی محاسبه شده که در تمامی موارد بزرگ‌تر از ۰/۳ به دست آمده است. ازاین‌رو ساختار عاملی پرسشنامه مورد تایید است.



شکل ۳- نمودار بار عاملی استاندارد تحلیل سوالات پرسشنامه زنجیره‌تامین سبز.

Figure 3- Standard factor loading diagram of green supply chain questionnaire questions analysis.

بر اساس نتایج حاصله و قابل‌مشاهده در **شکل ٤**، بار عاملی آماره *t* شاخص‌های سنجش هر یک از ابعاد موردمطالعه در سطح اطمینان ۵% مقداری بزرگ‌تر از ۱/۹٦ است که مورد تایید می‌باشد.



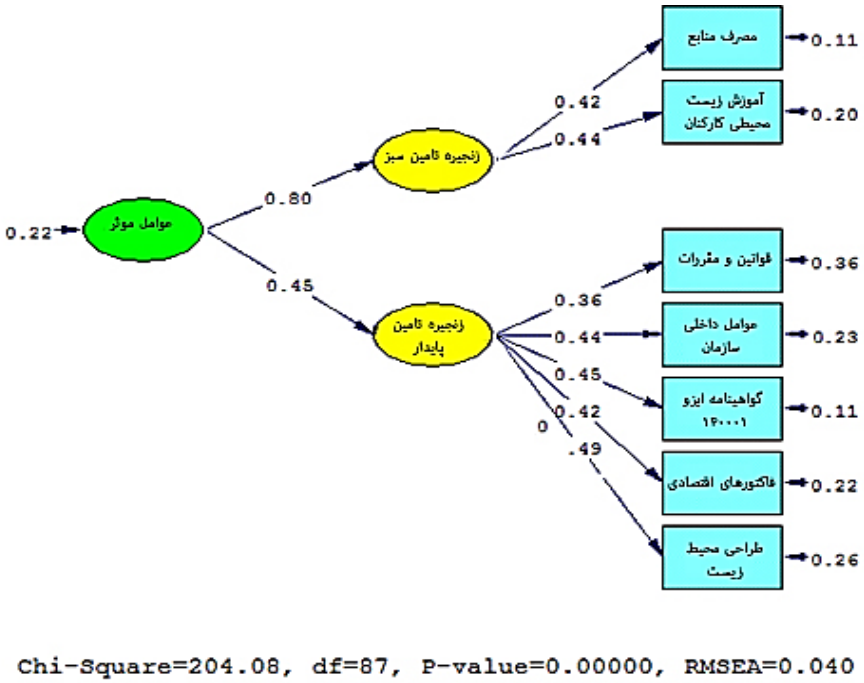
شکل ۴- نمودار آماره معناداری (t-value) تحلیل عاملی تاییدی پرسشنامه زنجیره‌تامین سبز.

Figure 4- t-value chart of confirmatory factor analysis of green supply chain questionnaire.

فقیهیان و خداوردی سامانی / پژوهش‌های نوین در ارزیابی عملکرد، دوره ۱، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۱، صفحه: ۲۹۴-۲۸۳

٦-٢-٥- بررسی مدل نهایی

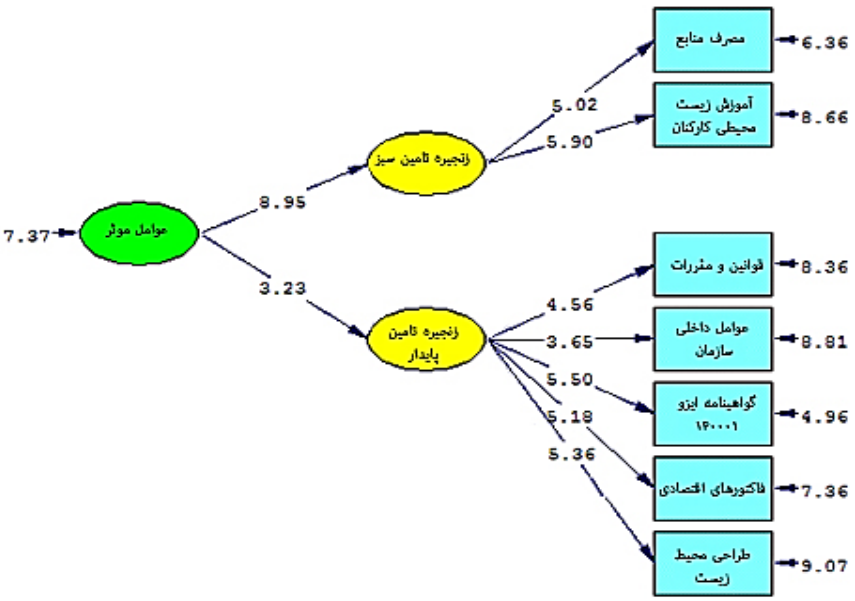
جهت ارزیابی و اعتبارسنجی مدل مطالعه از معادلات ساختاری برای سنجش رابطه میان متغیرها استفاده شده است. نتایج حاصل در **شکل ٥** و **شکل ٦** که با اقتباس از برونداد نرم‌افزار لیزرل ترسیم شده است. **شکل ٥** نشان‌دهنده تایید مدل نهایی ارتباط میان متغیرهای تحقیق است، زیرا بار عاملی در تمامی موارد بزرگ‌تر از ۰/۳ می‌باشد.



شکل ۵- نتایج تایید مدل نهایی ارتباط بین متغیرهای تحقیق.

Figure 5- The results of the confirmation of the final model of the relationship between research variables.

هم‌چنین در **شکل ٦** نیز تمامی مقدار آمار *t*، بزرگ‌تر از ۱/۹٦ می‌باشد که تایید کننده مدل نهایی پژوهش می‌باشد.



شکل ۶- آماره t-value نتایج تایید مدل نهایی ارتباط بین متغیرهای تحقیق.

Figure 6- t-value statistics of the final model validation results of the relationship between the research variables.

با هدف برازش ساختاری مدل اصلی تحقیق از تعدادی شاخص برازش طبق گزارش مدل معادلات ساختاری که در **جدول ۳** اعلام شده است، استفاده می‌شود. همان‌گونه که در **جدول ۳** قابل‌مشاهده است، شاخص‌های نیکویی برازش مدل در محدوده قابل‌قبول قرار گرفته‌اند و ازاین‌رو ساختار مدل پیشنهادی پژوهش مورد تایید قرار گرفته است.

جدول ۳- شاخص‌های نیکویی برازش مدل تحقیق.
Table 3- goodness of fit indices of the research model.

شاخص برازندگی	RMR	RMSEA	GFI	AGFI	NFI	NNFI
مقادیر قابل‌قبول	<0.1	<0.1	>0.9	>0.9	>0.9	>0.9
مقادیر محاسبه شده	0.061	0.040	0.93	0.96	0.94	0.97

۷-۲-۵- نتایج تکنیک AHP

پس از تایید مدل ساختاری پژوهش، به رتبه‌بندی معیارهای هر زنجیره‌تامین به‌صورت مجزا با استفاده از تکنیک *AHP* پرداخته می‌شود. در ادامه جزییات نتایج بیان می‌گردد.

نتایج تکنیک AHP برای متغیر زنجیره‌تامین پایدار

پس از انجام مقایسات زوجی در سطوح درخت سلسله‌مراتبی، توسط خبرگان و با استفاده از میانگین هندسی و نرمال‌سازی، مقادیر بردار ویژه *WI* که نشان‌دهنده ضریب اهمیت هر یک از معیارهای اصلی زنجیره‌تامین پایدار می‌باشد، در **جدول ٤** گزارش شده است.

جدول ۴- تعیین اولویت معیارهای زنجیره‌تامین پایدار.
Table 4- Determining the priority of sustainable supply chain criteria.

	قوانین و مقررات	عوامل داخل سازمانی	گواهینامه ISO 14001	فاکتورهای اقتصادی	طراحی محیط‌زیست	میانگین هندسی
قوانین و مقررات	1	1.259	0.858	1.729	1.643	1.251
عوامل داخل سازمانی	0.794	1	1.783	2.762	2.931	1.629
گواهینامه ISO 14001	1.166	0.561	1	1.798	2.404	1.230
فاکتورهای اقتصادی	0.578	0.362	0.559	1	2.293	0.769
طراحی محیط‌زیست	0.609	0.341	0.416	0.436	1	0.519

بر اساس مقدار بردار ویژه، اولویت معیارهای اصلی به ترتیب به شرح زیر می‌باشد. معیار عوامل داخلی سازمان با *WI=0.302*، رتبه اول، معیار قوانین و مقررات *WI=0.232* در رتبه دوم، معیار گواهینامه *ISO* با *WI=0.228* در رتبه سوم، معیار فاکتورهای اقتصادی با *WI=0.142* در رتبه چهارم و معیار طراحی محیط‌زیست با *WI=0.096* در اولویت آخر قرار گرفت.

۸-۲-۵- نتایج تکنیک AHP برای متغیر زنجیره‌تامین سبز

با دریافت مقایسات زوجی حاصل از نظرات خبرگان در سطوح مختلف درخت سلسله‌مراتبی روش *AHP* و به‌کارگیری روش میانگین هندسی و نرمال‌سازی مقادیر به دست آمده، مقدار بردار ویژه (*WI*) محاسبه گردید و در **جدول ٥** جزییات آن گزارش شده است.

جدول ۵- تعیین اولویت معیارهای زنجیره‌تامین سبز.
Table 5- Determining the priority of green supply chain criteria.

	آموزش زیست‌محیطی	مصرف منابع	میانگین هندسی
آموزش زیست‌محیطی	1	1.925	1.387
مصرف منابع	0.520	1	0.721

بر اساس محاسبات رتبه اول به معیار آموزش زیست‌محیطی *WI=0.658* و رتبه دوم به معیار مصرف منابع با *WI=0.342* تعلق گرفت.

فقیهیان و خداوردی سامانی / پژوهش‌های نوین در ارزیابی عملکرد، دوره ۱، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۱، صفحه: ۲۹۴-۲۸۳

در انتها برای ارزیابی مقایسات زوجی در هر دو زنجیره مقدار نرخ ناسازگاری محاسبه شده است. نرخ ناسازگاری تکنیک *AHP* برای زنجیره‌تامین پایدار برابر ۰/۰۰۵ و برای زنجیره‌تامین سبز برابر ۰/۰۰۶ محاسبه شده است که نشان‌دهنده مطلوبیت مقایسات زوجی انجام شده می‌باشد.

۶- نتیجه‌گیری

توسعه پایدار و حفاظت از محیط‌زیست به‌صورت هم‌زمان به مباحث پیچیده‌ای تبدیل شده است که عدم توجه به هر یک مشکلاتی را به همراه خواهد داشت. ازاین‌رو در اکثر کشورها، توسعه زمانی پایدار و مداوم تلقی می‌شود که از منابع محدود و تجدیدناپذیر کم‌تری استفاده نمایند و نیز سعی دولت‌ها وضع قوانین زیست‌محیطی و اجرای آن‌ها با اهرم نظارتی می‌باشد. در سطوح پایین‌تر زنجیره این تغییرات را در ادارات محلی می‌توان اجرا نمود. ازاین‌رو پیشنهاد می‌شود زنجیره‌تامین به همراه جریان اطلاعاتی که در کل زنجیره وجود دارد تحت عنوان زنجیره‌تامین پایدار و سبز باهدف بهره‌گیری از انرژی‌های نوین به‌درستی مدیریت شده تا مصرف بهینه منابع در سازمان های محلی و آموزش صحیح کارکنان آن‌ها منجر به کاهش ضایعات، کاهش استفاده از منابع و به تبع آن کاهش مصرف انرژی و آلودگی‌های زیست‌محیطی شود. هم‌چنین پیشنهاد می‌گردد برای پژوهش‌های آینده مفهوم بهره‌وری انرژی‌های نوین را در زنجیره‌های تامین به‌درستی بررسی نمایند. به‌منظور عملیاتی شدن زنجیره‌تامین انرژی‌های نوین پشتیبانی مالی دولت‌ها و آگاهی مدیران در کلیه سطوح زنجیره به‌صورت مناسب باید درنظر گرفته شود. به مدیران ادارات محلی پیشنهاد می‌شود که فن‌آوری‌های زیست‌محیطی را درون سازمان توسعه دهند و برای بهینه‌سازی این فن‌آوری‌ها سرمایه‌گذاری نمایند. درنهایت در راستای عملیاتی شدن زنجیره‌تامین انرژی‌های نوین پشتیبانی مالی دولت‌ها و آگاهی مدیران در کلیه سطوح به‌صورت مناسب باید درنظر گرفته شود.

منابع

[1] Greenland, S., Saleem, M., Misra, R., & Mason, J. (2022). Sustainable management education and an empirical five-pillar model of sustainability. *International journal of management education*, *20*(3), 100658. DOI:10.1016/j.ijme.2022.100658

[2] Garrido, S., Sequeira, T., & Santos, M. (2020). Renewable energy and sustainability from the supply side: A critical review and analysis. *Applied sciences (Switzerland)*, *10*(17), 5755. DOI:10.3390/APP10175755

[3] Lin, B., & Zhang, A. (2023). Government subsidies, market competition and the TFP of new energy enterprises. *Renewable energy*, *216*, 119090. DOI:10.1016/j.renene.2023.119090

[4] Yang, Z., Zhang, M., Liu, L., & Zhou, D. (2022). Can renewable energy investment reduce carbon dioxide emissions? Evidence from scale and structure. *Energy economics*, *112*, 106181. DOI:10.1016/j.eneco.2022.106181

[5] Tu, Q., Mo, J., Liu, Z., Gong, C., & Fan, Y. (2021). Using green finance to counteract the adverse effects of COVID-19 pandemic on renewable energy investment-The case of offshore wind power in China. *Energy policy*, *158*, 112542. DOI:10.1016/j.enpol.2021.112542

[6] Becerra-Fernandez, M., Sarmiento, A. T., & Cardenas, L. M. (2023). Sustainability assessment of the solar energy supply chain in Colombia. *Energy*, *282*, 128735. DOI:10.1016/j.energy.2023.128735

[7] Wang, K., Xie, Y., Zhang, W., Cai, H., Liang, F., & Li, Y. (2023). Research on optimal dispatch of distributed energy considering new energy consumption. *Energy reports*, *10*, 1888–1898. DOI:10.1016/j.egyr.2023.08.040

[8] Ghouchani, M., Taji, M., Cheheltani, A. S., & Chehr, M. S. (2021). Developing a perspective on the use of renewable energy in Iran. *Technological forecasting and social change*, *172*, 121049. DOI:10.1016/j.techfore.2021.121049

[9] Mukhtarov, S., Mikayilov, J. I., Maharramov, S., Aliyev, J., & Suleymanov, E. (2022). Higher oil prices, are they good or bad for renewable energy consumption: The case of Iran? *Renewable energy*, *186*, 411–419. DOI:10.1016/j.renene.2021.12.135

[10] Maleki Tehrani, M., Akhtari, M., Kasaeian, A., Vaziri Rad, M. A., Toopshekan, A., & Sadeghi Motlagh, M. (2023). Techno-economic investigation of a hybrid biomass renewable energy system to achieve the goals of SDG-17 in deprived areas of Iran. *Energy conversion and management*, *291*, 117319. DOI:10.1016/j.enconman.2023.117319

[11] Rasouli, M., Ayough, A., Khorshidvand, B., & Alemtabriz, A. (2023). Evaluating risk factors in solar energy investments: A strategic approach for Iran's market. *Solar energy*, *262*, 111884. DOI:10.1016/j.solener.2023.111884

[12] Salehi, S., Mirzakhani, S., & Schelly, C. (2023). The role of developers in accepting solar energy in Iran: A case study in Golestan province. *Solar energy*, *264*, 111967. https://doi.org/10.1016/j.solener.2023.111967

[13] Nilashi, M., Rupani, P. F., Rupani, M. M., Kamyab, H., Shao, W., Ahmadi, H., … Aljojo, N. (2019). Measuring sustainability through ecological sustainability and human sustainability: A machine learning approach. *Journal of cleaner production*, *240*, 118162. DOI:10.1016/j.jclepro.2019.118162

[14] Zhao, R., Neighbour, G., Han, J., McGuire, M., & Deutz, P. (2012). Using game theory to describe strategy selection for environmental risk and carbon emissions reduction in the green supply chain. *Journal of loss prevention in the process industries*, *25*(6), 927–936. DOI:10.1016/j.jlp.2012.05.004

[15] 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. DOI:10.1016/j.jclepro.2018.06.015
[16] Mohammed, A., Govindan, K., Zubairu, N., Pratabaraj, J., & Abideen, A. Z. (2023). Multi-tier supply chain network design: A key towards sustainability and resilience. *Computers and industrial engineering*, *182*, 109396. DOI:10.1016/j.cie.2023.109396
[17] Mies, A., & Gold, S. (2021). Mapping the social dimension of the circular economy. *Journal of cleaner production*, *321*, 128960. DOI:10.1016/j.jclepro.2021.128960
[18] Gölgeci, I., & Kuivalainen, O. (2020). Does social capital matter for supply chain resilience? The role of absorptive capacity and marketing-supply chain management alignment. *Industrial marketing management*, *84*, 63–74. DOI:10.1016/j.indmarman.2019.05.006
[19] Hussain, M., & Malik, M. (2020). Organizational enablers for circular economy in the context of sustainable supply chain management. *Journal of cleaner production*, *256*, 120375. DOI:10.1016/j.jclepro.2020.120375
[20] Kainuma, Y., & Tawara, N. (2006). A multiple attribute utility theory approach to lean and green supply chain management. *International journal of production economics*, *101*(1), 99–108. DOI:10.1016/j.ijpe.2005.05.010
[21] Rao, P. (2002). Greening the supply chain: A new initiative in South East Asia. *International journal of operations and production management*, *22*(5–6), 632–655. DOI:10.1108/01443570210427668
[22] Lumineau, F., & Oliveira, N. (2020). Reinvigorating the study of opportunism in supply chain management. *Journal of supply chain management*, *56*(1), 73–87. DOI:10.1111/jscm.12215
[23] Handfield, R., Sroufe, R., & Walton, S. (2005). Integrating environmental management and supply chain strategies. *Business strategy and the environment*, *14*(1), 1–19. DOI:10.1002/bse.422
[24] Hosseini, S., Ivanov, D., & Dolgui, A. (2019). Review of quantitative methods for supply chain resilience analysis. *Transportation research part E: logistics and transportation review*, *125*, 285–307.
[25] Cañas, H., Mula, J., & Campuzano-Bolarín, F. (2020). A general outline of a sustainable supply chain 4.0. *Sustainability (Switzerland)*, *12*(19), 1–17. DOI:10.3390/su12197978
[26] Andalib Ardakani, D., & Soltanmohammadi, A. (2019). Investigating and analysing the factors affecting the development of sustainable supply chain model in the industrial sectors. *Corporate social responsibility and environmental management*, *26*(1), 199–212. DOI:10.1002/csr.1671
[27] Hamidu, Z., Boachie-Mensah, F. O., & Issau, K. (2023). Supply chain resilience and performance of manufacturing firms: role of supply chain disruption. *Journal of manufacturing technology management*, *34*(3), 361–382. DOI:10.1108/JMTM-08-2022-0307
[28] Aityassine, F. L. Y., Soumadi, M. M., Aldiabat, B. F., Al-Shorman, H. M., Akour, I., Alshurideh, M. T., & Al-Hawary, S. I. S. (2022). The effect of supply chain resilience on supply chain performance of chemical industrial companies. *Uncertain supply chain management*, *10*(4), 1271–1278. DOI:10.5267/j.uscm.2022.8.001
[29] Emenike, S. N., & Falcone, G. (2020). A review on energy supply chain resilience through optimization. *Renewable and sustainable energy reviews*, *134*, 110088. DOI:10.1016/j.rser.2020.110088
[30] Marchi, B., & Zanoni, S. (2017). Supply chain management for improved energy efficiency: Review and opportunities. *Energies*, *10*(10), 1618. DOI:10.3390/en10101618
[31] Wu, J. Z., Roan, J., & Santoso, C. H. (2017). Key factors for truly sustainable supply chain management: An investigation of the coal industry in Indonesia. *International journal of logistics management*, *28*(4), 1196–1217. DOI:10.1108/IJLM-07-2014-0103
[32] Shen, L., Olfat, L., Govindan, K., Khodaverdi, R., & Diabat, A. (2013). A fuzzy multi criteria approach for evaluating green supplier's performance in green supply chain with linguistic preferences. *Resources, conservation and recycling*, *74*, 170–179. DOI:10.1016/j.resconrec.2012.09.006
[33] Bai, C., & Sarkis, J. (2010). Integrating sustainability into supplier selection with grey system and rough set methodologies. *International journal of production economics*, *124*(1), 252–264. DOI:10.1016/j.ijpe.2009.11.023
[34] Awasthi, A., Chauhan, S. S., & Goyal, S. K. (2010). A fuzzy multicriteria approach for evaluating environmental performance of suppliers. *International journal of production economics*, *126*(2), 370–378.
[35] Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International journal of services sciences*, *1*(1), 83–98.

فقیهیان و خداوردی سامانی / پژوهش های نوین در ارزیابی عملکرد، دوره ۱، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۱، صفحه: ۲۹۴-۲۸۳