

اهمیت‌سنجی اقدامات مدیریت زنجیره تأمین سبز در حوزه صنایع نفتی ایران (رویکرد ترکیبی FISM_FANP)

احمد قربان‌پور^۱، علیرضا پویا^{۲*}، شمس‌الدین ناظمی^۳، زهرا ناجی عظیمی^۴

- ۱- دانشجوی دکتری، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
- ۲- دانشیار، گروه مدیریت، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
- ۳- استاد، گروه مدیریت، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
- ۴- دانشیار، گروه مدیریت، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۱۹

دریافت: ۱۳۹۵/۸/۵

چکیده

مدیریت زنجیره تأمین سبز به عنوان یک فلسفه مهم سازمانی در کاهش خطرات محیطی و یک رویکرد پیشگیرانه جهت بهبود عملکرد زیست محیطی و دستیابی به مزایای رقابتی در سازمان‌ها تلقی می‌شود. هدف اصلی پژوهش، شناسایی و اهمیت‌سنجی اقدامات مدیریت زنجیره تأمین سبز در حوزه صنایع نفتی ایران است. با مطالعه ادبیات موضوعی و بهره‌گیری از رویکرد تحلیل محتوای متنی تعداد پانزده اقدام سبز احصاء شد. جامعه‌آزمایی تحقیق را مدیران و کارشناسان آشنا به موضوع و شاغل در حوزه صنایع نفتی تشکیل دادند. اعضای نمونه از طریق روش نمونه‌گیری غیر تصادفی هدفمند از نوع قضاوتی انتخاب شدند. برای جمع‌آوری داده‌ها از پرسشنامه محقق ساخته استفاده شد که روایی و پایایی آن نیز تأیید گردید. به منظور دستیابی به هدف تحقیق، از رویکرد ترکیبی فازی استفاده شد. نتایج بیان می‌دارد که اقدامات «الزامات قانونی و مقررات»، «مدیریت محیط داخلی»، «طراحی سبز»، «خرید و تأمین سبز»، و «فناوری سبز» دارای اهمیت نهایی بیشتر نسبت به سایر اقدامات در حوزه مدیریت زنجیره تأمین سبز صنایع نفتی ایران می‌باشند. این تحقیق، از جهت بسط مفاهیم نظری و توسعه رویکرد مدل‌سازی ساختاری تفسیری فازی دارای نوآوری می‌باشد.

واژگان کلیدی: مدیریت زنجیره تأمین سبز، فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی، مدل‌سازی ساختاری تفسیری فازی.

۱- مقدمه

آب، زمین، جنگل و تنوع زیستی همه جزو دارایی‌های با ارزش و حیاتی بشر به حساب می‌آیند که عدم انجام اقدامات محافظتی کافی در سطوح بین‌المللی در مورد آن‌ها، خسارات فاجعه‌باری را در پی خواهد داشت. تغییرات آب و هوایی و تخریب محیط زیست در کنار خسارات وارده به تولید محصولات کشاورزی به دنبال‌گرمایش جهانی و نهایتاً گسترش بیماری‌های خاص، از پیامدهای این بی‌توجهی خواهند بود [۱، ص ۵]. افزایش نگرانی‌ها در مورد هشدارهای محیطی و تلاش برای کاهش هرچه بیشتر آلاینده‌های زیست‌محیطی موجب ظهور مفاهیم جدید نظیر مدیریت زنجیره تأمین سبز، بهره‌وری سبز، و تولید پاک‌تر شده است [۲]. مدیریت زنجیره تأمین سبز تلفیقی از اندیشه‌های مدیریت زنجیره تأمین با پیاده‌سازی اقدامات سبز متعدد مانند طراحی سبز، خرید سبز، بازیافت، استفاده مجدد و بازتولید، فناوری‌های زیست‌محیطی، لجستیک سبز و انجام اقدامات مشارکتی با تأمین‌کنندگان، توزیع‌کنندگان و مشتریان است [۳]. مدیریت زنجیره تأمین سبز می‌تواند اثرات منفی بر محیط (آلودگی‌های هوا، آب و زمین) و اتلاف منابع (انرژی، مواد، محصولات) ناشی از فعالیت‌های صنایع را کاهش دهد، قوانین زیست‌محیطی را برآورده کند و کارایی مالی را بدون نادیده گرفتن کیفیت و هزینه بهبود بخشد [۴]. لذا، اگر به پیامدهای زیست‌محیطی این‌گونه فعالیت‌ها توجه نشود، باید هزینه‌های کلانی برای رفع خسارت و ضایعات ناشی از عدم توجه به این موضوع صرف شود [۵، ص ۱۵].

موضوع آلودگی‌های ناشی از صنایع نفتی، طی چند دهه اخیر جایگاه ویژه‌ای در مباحث مربوط به محیط زیست در جهان به خود اختصاص داده که بار منفی آن، منتقدان را به بحث‌های متنوعی کشانده است. ورود میلیون‌ها لیتر نفت خام به دریاها بر اثر حوادث مختلف دریایی، تخلیه صدها هزار لیتر زائادات نفتی ناشی از تردد وسایل نقلیه زمینی، دریایی و هوایی به محیط زیست، آلودگی‌های ناشی از فعالیت صدها پالایشگاه و مراکز صنعتی وابسته، حجم عظیم پساب‌های صنایع و آلودگی‌های زیست‌محیطی دیگر که به‌گونه‌ای به مواد نفتی بازمی‌گردند، همه و همه علامت هشدار است به وسعت دهکده جهانی، که ضرورت پرداختن به محیط زیست را بیش از پیش روشن می‌نماید و گریز از آن را ناممکن می‌نمایاند. بدین منظور، در طول دهه گذشته، فشار زیادی بر

صنایع نفتی وجود داشته تا اقداماتی برای افزایش عملکرد زیست محیطی در زنجیره تأمین شان انجام دهند و بتوانند تأثیرات خطرناکشان بر محیط زیست را کاهش دهند [۶، ص ۴]. بنابراین، شناسایی اقدامات اجرایی مدیریت زنجیره تأمین سبز در حوزه صنایع نفتی می تواند به عنوان یک ضرورت باشد؛ چراکه به سازمان ها اجازه می دهد تا مزایای رقابتی پایداری به دست آورند و از عملکرد بلندمدت بهره مند گردد. بنابراین، مسئله اصلی پژوهش، شناسایی اقدامات اجرایی مدیریت زنجیره تأمین سبز در حوزه صنایع نفتی و تعیین میزان اهمیت هر یک از آن ها بر پایه قضاوت ذهنی خبرگان در محیط فازی است.

۲- پیشینه پژوهش

سابقه مدیریت زنجیره تأمین سبز، به اوایل سال ۱۹۹۰ برمی گردد که برای نخستین بار در دانشگاه ایالتی میشیگان مطرح شد [۷]. طی یک دهه گذشته، مطالعات حوزه مدیریت زنجیره تأمین سبز رشد فراوانی داشته که از توسعه های مفهومی تا مطالعات نظری متغیر بوده است. برخی از آن ها عبارت اند از:

قازیلا و همکاران [۸]، تحقیقی را با عنوان «شناسایی موانع و توانمندسازهای مدیریت زنجیره تأمین سبز در شرکت های کوچک در کشور مالزی» انجام دادند. نتایج تحقیق نشان می دهد که تعهد و حمایت بالای سهامداران، قوانین و مقررات، آموزش، رقابت پذیری، ایجاد فرهنگ مناسب، در نظر گرفتن نیاز مشتریان، فشار ذی نفعان داخلی و خارجی مانند دولت و مشتریان، فشار رقبا، مسئولیت پذیری اجتماعی، بهبود تصویر شرکت و منفعت مالی در اجرای مدیریت زنجیره تأمین سبز بسیار مؤثر و پراهمیت هستند.

کوای و همکاران [۹]، تحقیقی را با عنوان «شناسایی و تعیین توانمندسازهای عملکرد مدیریت زنجیره تأمین سبز در کشور چین» پرداختند. نتایج تحقیق نشان می دهد که شاخص هایی مانند سازگاری با محیط، حمایت سازمانی، منابع انسانی با کیفیت و شایسته، فشار از جانب مشتریان، فشارهای قانونی، حمایت دولت جهت ارتقاء عملکرد محیطی و اقتصادی سازمان ها بسیار مؤثر و با اهمیت هستند.

وو و همکاران [۱۰]، تحقیقی را با عنوان «شناسایی عوامل حیاتی در مدیریت زنجیره تأمین سبز با رویکرد دیمتل» انجام دادند. نتایج نشان می دهد که در مقایسه با ابعاد دیگر، عامل های مدیریت تأمین کننده و دخالت سازمانی مهم ترند. و شاخص های حمایت مدیریت عالی سازمان، اتخاذ سیاست زیست محیطی، طراحی سبز، ارزیابی و انتخاب تأمین کنندگان سبز، خرید سبز، برآوردن احتیاجات محیطی از طریق استفاده مواد

سازگار با محیط‌زیست نسبت به سایر شاخص‌های فرعی شناسایی شده در این تحقیق جهت مدیریت زنجیره تأمین سبز مؤثرتر و حیاتی‌تر هستند.

گوین‌دان و همکاران [۱۱]، پژوهشی را با هدف بررسی و توسعه اقدامات سبز در زنجیره تأمین انجام دادند. ایشان معتقدند سازمان‌ها جهت دستیابی به مزیت رقابتی پایدار و ارتقاء عملکرد محیطی خود، نیازمند اجرای مدیریت زنجیره تأمین سبز می‌باشند. نتایج این تحقیق نشان داد که شاخص‌های حمایت مدیران عالی سازمان، خرید سبز، دریافت گواهینامه ایزو ۱۴۰۰۱، و لجستیک معکوس نسبت به سایر شاخص‌ها پراهمیت‌ترند.

لاری و همکاران [۱۲]، تحقیقی را با عنوان «بررسی رابطه عملکرد بین فعالیت‌های مدیریت زنجیره تأمین سبز و عملکرد مالی و محیطی در تولید» انجام دادند. نتایج تحقیق نشان داد که توجه به فعالیت‌های مدیریت زنجیره تأمین سبز باعث ارتقاء عملکرد سازمان در ابعاد مالی و محیطی خواهد شد.

چین و همکاران [۱۳]، تحقیقی را با عنوان «بررسی رابطه بین مدیریت زنجیره تأمین سبز و عملکرد پایدار در شرکت‌های تولیدی در مالزی» انجام دادند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که رعایت و در نظر گرفتن فعالیت‌های سبز از قبیل خرید سبز، تولید سبز، لجستیک سبز باعث افزایش و ارتقاء عملکرد پایدار در ابعاد اقتصادی، اجتماعی و محیطی می‌شود.

دابی و همکاران [۱۴]، پژوهشی را با عنوان «شناسایی توانمندسازهای مدیریت زنجیره تأمین سبز» انجام دادند. نتایج نشان داد که شاخص‌های مدیریت کیفیت جامع، مدیریت ارتباط با تأمین‌کنندگان، اتخاذ فناوری مناسب، فشارهای قانونی، تعهد و حمایت مدیران عالی سازمان، کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای، افزایش سهم بازار، و منفعت اقتصادی در اجرای مدیریت زنجیره تأمین سبز بسیار مهم و پراهمیت هستند.

ونگ و همکاران [۱۵]، تحقیقی را با عنوان «بررسی رابطه اقدامات مدیریت زنجیره تأمین سبز بر عملگرهای مالی شرکت‌های شای» انجام دادند. در این پژوهش، ابتدا با مطالعه ادبیات موضوعی پنج اقدام مدیریت زنجیره تأمین سبز شامل تدارکات سبز، تولید سبز، حمل‌ونقل سبز، لجستیک سبز، سازگاری با محیط‌زیست شناسایی شدند. نتایج تحلیل داده‌ها با رویکرد تحلیل رگرسیون چند متغیره نشان داد که اقدامات تولید سبز، لجستیک معکوس، و سازگاری با محیط‌زیست به ترتیب بیشترین اثر را بر عملکرد مالی شرکت‌ها دارند.

استقان و کومار[۱۶]، تحقیقی با عنوان «بررسی اقدامات مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت اتومبیل‌سازی در هند» را انجام دادند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان می‌دهد که تولید سبز و لجستیک سبز نسبت به سایر عوامل مؤثرتر و مهم‌تر می‌باشند.

۳- روش تحقیق

این مطالعه به لحاظ هدف، در قالب تحقیقات کاربردی و به لحاظ روش تحقیق، در زمره تحقیقات کمی است. جامعه آماری این تحقیق را مدیران و کارشناسان شاغل در حوزه صنایع نفتی و نیز برخی اساتید دانشگاهی آشنا به موضوع تحقیق تشکیل داده‌اند. اعضای نمونه شامل مدیران میانی و ارشد، کارشناسان بخش HSE و نیز اساتید دانشگاه آشنا به موضوع تحقیق بودند که با روش نمونه‌گیری هدفمند از نوع قضاوتی انتخاب گردیدند. جهت جمع‌آوری داده‌ها از پرسشنامه مقایسات زوجی محقق ساخته استفاده شد که روایی آن با رویکرد تحلیل محتوای صوری و پایایی آن نیز از طریق محاسبه نرخ ناسازگاری^۲ به روش ساسیوتورا و باکلی^۳ [۱۷] بررسی و تأیید شد. از آنجائیکه مقدار نرخ ناسازگاری کمتر از ۰/۱ محاسبه گردید، لذا پایایی آن‌ها نیز تأیید شد. در این تحقیق از طیف فازی جدول (۱) استفاده گردید که نمایانگر رابطه متناظر بین متغیرهای زبانی و اعداد فازی مثلثی^۴ است.

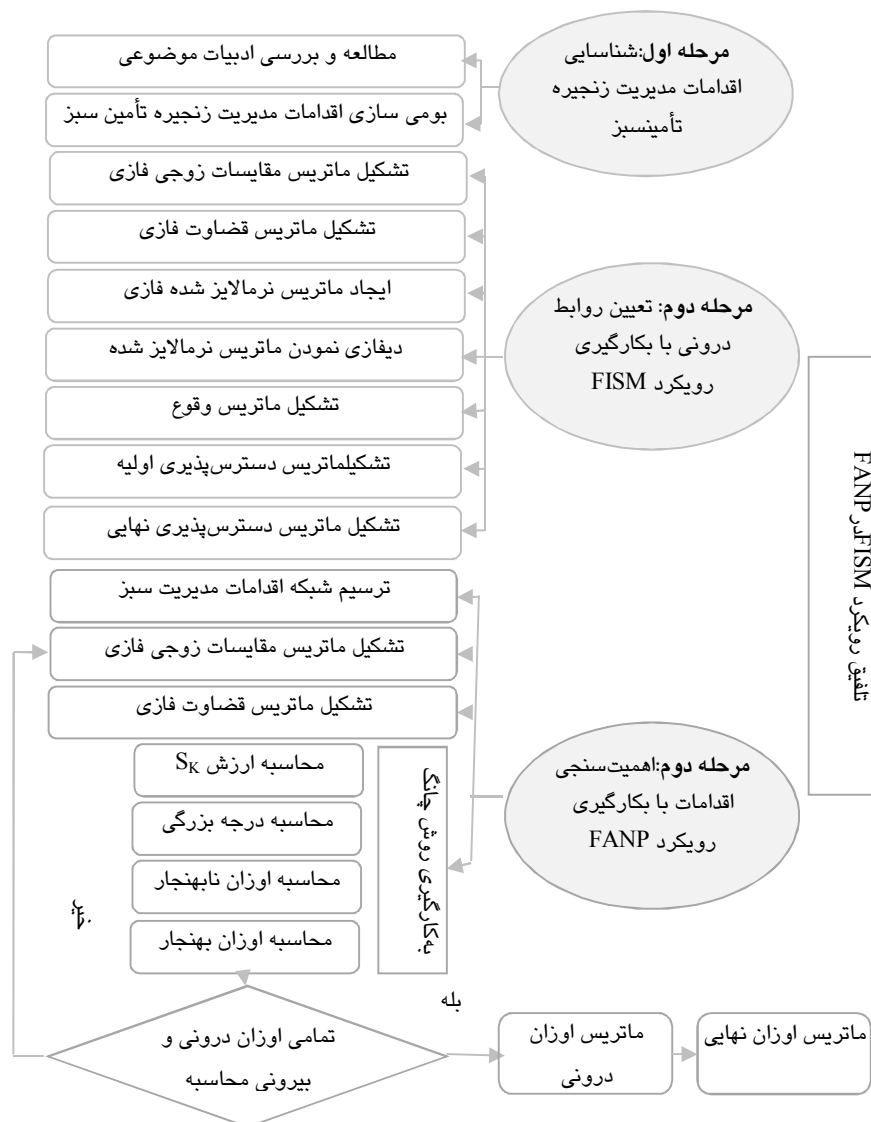
جدول ۱ متغیرهای زبانی و اعداد فازی

طیف مربوط به تعیین روابط درونی [۱۸]		طیف مربوط به اهمیت سنجی [۱۹]	
اعداد فازی	متغیرهای زبانی	اعداد فازی	متغیرهای زبانی
(۰,۰,۰,۲۵)	بدون تأثیر	(۱,۱,۱)	دقیقاً برابر
(۰,۰,۲۵,۰,۵)	تأثیر کم	(۰/۵, ۱, ۱/۵)	نسبتاً برابر
(۰,۲۵,۰,۵,۰,۷۵)	تأثیر متوسط	(۱, ۱/۵, ۲)	ضعیف
(۰,۵,۰,۷۵,۱)	تأثیر زیاد	(۱/۵, ۲, ۲/۵)	نسبتاً مهم
(۰,۷۵,۱,۱)	تأثیر خیلی زیاد	(۲, ۲/۵, ۳)	خیلی مهم
		(۲/۵, ۳, ۳/۵)	کاملاً مهم

از آنجایی که فرآیند تحلیل شبکه‌ای در حالت کلاسیک به‌طور کامل بیانگر اندیشه واقعی افراد نیست [۱۹]، بدین منظور، در این پژوهش، تلفیق روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری فازی در فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی پیشنهاد شده است.

۳-۱- مراحل تحقیق

جهت اهمیت‌سنجی اقدامات سبز در حوزه صنایع نفتی مراحل زیر به ترتیب انجام پذیرفت.



شکل ۱ خلاصه مراحل تحقیق (محقق ساخته)

۳-۱-۱- شناسایی اقدامات مؤثر مدیریت زنجیره تأمین سبز صنایع نفتی

در پژوهش حاضر، ابتدا با مطالعه و بررسی ادبیات موجود، اقدامات مدیریت زنجیره تأمین سبز استخراج شدند. سپس جهت بومی‌سازی اقدامات شناسایی‌شده در حوزه صنایع نفتی از رویکرد دلفی استفاده شد که محاسبه مقدار ۰/۸۳ برای ضریب کندال در دور سوم نشان داد که اعضای پانل اتفاق نظر بسیار قوی روی اقدامات مورد مطالعه دارند.

۳-۱-۲- مراحل رویکرد تلفیقی جهت اهمیت‌سنجی اقدامات

اهمیت‌سنجی اقدامات مدیریت زنجیره تأمین سبز براساس گارم‌های زیر انجام گرفت:

۳-۱-۲-۱- تعیین روابط درونی اقدامات مدیریت زنجیره تأمین سبز

در این تحقیق، جهت تعیین روابط درونی اقدامات از رویکرد مدل‌سازی ساختاری تفسیری فازی به ترتیب زیر استفاده شد:

۳-۱-۲-۱-۱- تشکیل ماتریس مقایسات زوجی فازی

شکل (۲)، نمایانگر فرم کلی ماتریس مقایسات زوجی است [۲۰].

$$D = \begin{bmatrix} P_1 & P_2 & \dots & P_n \\ P_1 & - & \tilde{d}_{12} & \dots & \tilde{d}_{1n} \\ P_2 & \tilde{d}_{21} & - & \dots & \tilde{d}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & - & \vdots \\ P_n & \tilde{d}_{n1} & \tilde{d}_{n2} & \dots & - \end{bmatrix}$$

شکل ۲ فرم کلی ماتریس مقایسات زوجی

در شکل فوق، P_i بیانگر عنصر i ام، $\tilde{d}_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$ بیانگر میزان تأثیر عنصر i ام بر عنصر j ام، l_{ij} حد پایین، m_{ij} حد وسط، u_{ij} حد بالای عدد فازی مثلثی \tilde{d}_{ij} و D نیز ماتریس مقایسات زوجی است [۲۱].

۳-۱-۲-۱-۲-۱-۳- تشکیل ماتریس قضاوت فازی

پس از تشکیل ماتریس‌های مقایسات زوجی با ادغام نظرات، ماتریس قضاوت یا ادغامی تشکیل می‌شود. شکل (۳)، نمایانگر فرم کلی ماتریس قضاوت است [۳].

$$G = \begin{bmatrix} - & \tilde{g}_{12} & \dots & \tilde{g}_{1n} \\ \tilde{g}_{21} & - & \dots & \dots \\ \vdots & \vdots & - & \dots \\ \tilde{g}_{n1} & \dots & \dots & - \end{bmatrix}$$

شکل ۳ فرم کلی ماتریس قضاوت

در این ماتریس از میانگین هندسی نظرات بر اساس رابطه (۲) استفاده می‌شود [۲۲].

$$\bar{g}_{ij} = (\bar{d}_{ij}^1, \bar{d}_{ij}^2, \dots, \bar{d}_{ij}^k)^{1/k} \quad (2)$$

در رابطه فوق، k نمایانگر تعداد خبرگان است.

۳-۱-۲-۱-۳-۱-۳- ایجاد ماتریس نرمالایز شده فازی

ماتریس نرمالایز شده (N) از روی ماتریس قضاوت به‌دست آورده می‌شود. بدین منظور، ابتدا مقدار γ از طریق رابطه (۳) محاسبه می‌شود [۲۲].

$$\gamma = \max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n u_{ij} \quad (3)$$

در رابطه فوق، u_{ij} نمایانگر حد بالای اعداد فازی ماتریس قضاوت است. پس از محاسبه γ ، تمامی عناصر ماتریس قضاوت بر عدد γ به‌مانند رابطه (۴) تقسیم می‌شود.

$$N = \frac{G}{\gamma} \quad (4)$$

۳-۱-۲-۱-۳-۱-۳-۱-۳- دیفازی نمودن ماتریس نرمالایز شده

جهت دیفازی نمودن اعداد فازی روش‌های مختلفی از قبیل برش وجود دارد. اما محققان معتقدند که بهترین عملکرد غیرفازی^۵ از طریق رابطه (۵) به‌دست می‌آید [۲۳].

$$BNP_{ij} = \frac{u_{ij}-l_{ij} + m_{ij}-l_{ij}}{3} + l_{ij} \quad (5)$$

۳-۱-۲-۵- محاسبه حد آستانه^۶

در تحقیق حاضر، حد آستانه از طریق روش میانگین حسابی اعداد ماتریس دیفازی شده، به دلیل تعدد تکرار در تحقیقات مشابه، بر اساس رابطه (۶) محاسبه می شود [۲۳].

$$C = \frac{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n a_{ij}}{n^2} \quad (6)$$

a_{ij} و n به ترتیب نشان دهنده مقادیر دیفازی شده به ازای $1 \leq i \leq n$ و $1 \leq j \leq n$ ، تعداد عنصر و مقدار حد آستانه است.

۳-۱-۲-۶- تشکیل ماتریس وقوع^۷

عناصر ماتریس دیفازی شده یک به یک با مقدار حد آستانه مقایسه می شوند. اگر عنصری دارای مقداری بیشتر از حد آستانه و یا مساوی با آن بود، آنگاه در درایه متناظر با آن، عدد یک قرار داده می شود و در غیر اینصورت، عدد صفر جایگزین می شود [۲۴].

۳-۱-۲-۷- تشکیل ماتریس دسترس پذیری اولیه^۸

این ماتریس، از جمع ماتریس وقوع با ماتریس همانی هم بُعد خود بر اساس رابطه (۷) ایجاد می شود [۲۵].

$$M = R + I \quad (7)$$

در رابطه فوق، I ، R ، M نمایانگر ماتریس های دسترس پذیری اولیه، وقوع، و همانی هستند.

۳-۱-۲-۱-۸- تشکیل ماتریس دسترس‌پذیری نهایی

در ادامه ماتریس دسترس‌پذیری نهایی براساس رابطه (۸) به دست می‌آید [۲۵].

$$M^* = M^k = M^{k+1}, \quad k > 1 \quad (۸)$$

M^* و k به ترتیب نمایانگر ماتریس دسترس‌پذیری نهایی و یک عدد طبیعی هستند.

۳-۱-۲-۲- تشکیل ماتریس‌های مقایسات زوجی و قضاوت فازی

اهمیت نسبی شاخص‌ها با انجام مقایسات زوجی حاصل می‌شوند. در این مرحله بر اساس نظرات افراد خبره و با بهره‌گیری از اعداد فازی جدول (۱)، اهمیت نسبی شاخص‌ها نسبت به یکدیگر محاسبه و ماتریس مقایسات زوجی تشکیل شده [۲۲] و سپس، ماتریس گروهی از طریق میانگین هندسی اعداد فازی تشکیل می‌شود.

۳-۱-۲-۳- محاسبه اوزان اولیه

برای محاسبه اوزان اولیه از روش تحلیل توسعه‌ای^۹ چانگ^{۱۰} استفاده می‌شود [۲۲] که گام‌های آن عبارت‌اند از:

۳-۱-۳-۱- محاسبه ارزش S_k

ارزش S_k برای هر یک از سطرها بر اساس رابطه (۹) محاسبه می‌شود:

$$S_K = \sum_{j=1}^n M_{ij} \otimes \left[\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n M_{ij} \right]^{-1} \quad (۹)$$

در آن k بیانگر شماره شاخص و M عدد فازی در ماتریس گروهی است.

۳-۱-۳-۲- محاسبه درجه بزرگی

اگر M_1 و M_r اعداد فازی مثلثی باشند، درجه بزرگی‌شان از رابطه (۱۰) به دست می‌آید.

$$\begin{cases} V[M_1 \geq M_2] = 1 & \text{if } [m_1 \geq m_2] \\ V[M_1 < M_2] = \text{hgt}[M_1 \cap M_2] & \text{otherwise} \end{cases} \quad (10)$$

و داریم

$$\text{hgt}(M_1 \cap M_2) = \frac{U_1 - L_2}{(U_1 - L_2) + (m_2 - m_1)}$$

میزان بزرگی یک عدد فازی مثلثی نسبت به k عدد فازی دیگر از رابطه (۱۱) به دست می‌آید.

$$V(M_1 \geq M_2, \dots, M_k) = V(M_1 \geq M_2) \text{ and } \dots \text{ and } V(M_1 \geq M_k) \quad (11)$$

۳-۱-۲-۳- محاسبه وزن‌های نابهنجار

محاسبه وزن شاخص‌ها در ماتریس مقایسات زوجی بر اساس رابطه (۱۲) عمل می‌شود.

$$w'(x_i) = \min \{V(S_i \geq S_k)\} \quad k = 1, 2, 3, \dots, n, k \neq i \quad (12)$$

بنابراین بردار وزن شاخص‌ها به صورت زیر خواهد شد:

$$w' = [w'(x_1), w'(x_2), \dots, w'(x_n)]^t$$

که w' همان بردار ضرایب غیر بهنجار است.

۳-۱-۳-۴- محاسبه وزن‌های بهنجار

بردار بهنجار به بر اساس رابطه (۱۳) به دست آورده می‌شود.

$$w(x_k) = \frac{w'(x_k)}{\sum_{k=1}^n w'(x_k)} \quad (13)$$

که w همان بردار ضرایب بهنجار است.

۳-۱-۲-۳-۵- تشکیل سوپر ماتریس

پس از محاسبه بردار وزن محلی اقدامات نسبت به هدف (W_{21}) و ماتریس‌اوزان درونی اقدامات (W_{22})، سوپر ماتریس مسئله به‌مانند شکل (۴) تشکیل می‌شود.

$$\begin{bmatrix} & G & C_1 & \dots & C_n \\ G & 1 & 0 & 0 & 0 \\ C_1 & & (W_{21}) & & \\ \vdots & & & (W_{22}) & \\ C_n & & & & \end{bmatrix}$$

شکل ۴ سوپر ماتریس

در ادامه، بردار وزن نهایی اقدامات (W_{ANP}) بر اساس رابطه (۱۴) محاسبه شد [۲۲].

$$W_{ANP} = W_{22} \times W_{21} \quad (14)$$

۴- یافته‌های تحقیق

در ابتدا با مطالعه و بررسی ادبیات موجود، اقدامات مدیریت زنجیره تأمین سبز استخراج شدند. سپس، با بکارگیری رویکردهای تحلیل محتوای متنی و دلفی اقدامات نهایی مدیریت زنجیره تأمین سبز در حوزه صنایع نفتی به‌مانند جدول (۲)، احصاء شد.

جدول ۲ اقدامات نهایی مدیریت زنجیره تأمین سبز

ردیف	اقدام	نماد	منبع و مآخذ
۱	الزامات قانونی و مقررات	C_1	[۱۰:۹:۴]
۲	ارتباط و تعامل با ذی‌نفعان	C_2	[۱۳:۱۰]
۳	مالی و بهبود سرمایه‌گذاری	C_3	[۱۲:۱۱]
۴	تولید و عملیات سبز	C_4	[۱۴:۹]
۵	خرید و تأمین سبز	C_5	[۱۶:۱۰]
۶	طراحی سبز	C_6	[۱۳:۱۰]
۷	مدیریت مصرف انرژی و منابع	C_7	[۱۴:۱۰]

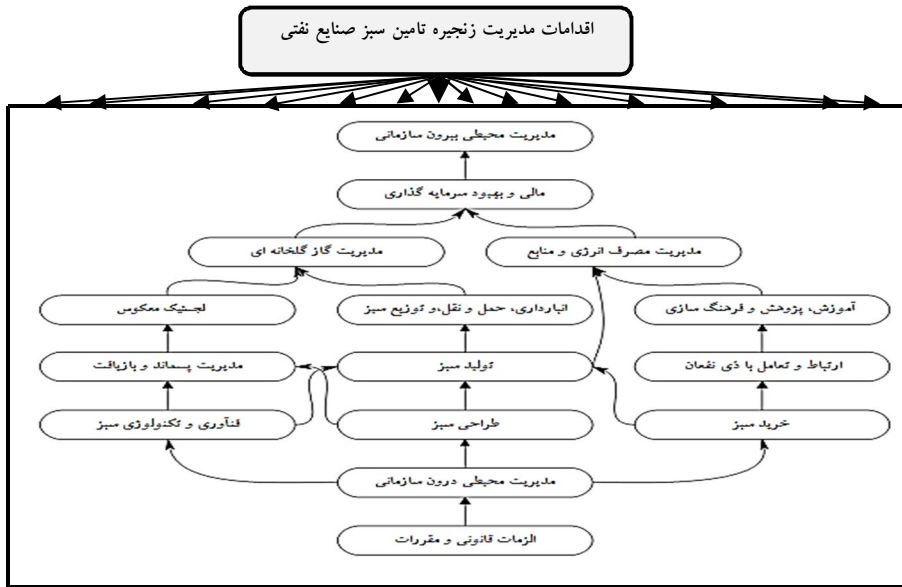
ردیف	اقدام	نماد	منبع و مآخذ
۸	مدیریت پسماند و بازیافت	C _۸	[۱۰:۴]
۹	مدیریت محیط داخلی	C _۹	[۱۱:۱۰:۴]
۱۰	مدیریت محیط بیرونی	C _{۱۰}	[۱۶:۱۳:۱۱]
۱۱	مدیریت گاز گلخانه‌ای	C _{۱۱}	[۱۳:۱۰]
۱۲	آموزش، پژوهش و فرهنگ سبز	C _{۱۲}	[۱۳:۱۱:۹]
۱۳	لجستیک معکوس	C _{۱۳}	[۱۶:۱۴:۱۳]
۱۴	انبارداری، حمل‌ونقل، و توزیع سبز	C _{۱۴}	[۱۷:۱۲]
۱۵	فناوری سبز	C _{۱۵}	[۱۰:۴]

پس از شناسایی اقدامات، روابط درونی بین اقدامات با بهره‌گیری رویکرد مدل‌سازی ساختاری تفسیری فازی به‌مانند جدول (۳) احصاء گردیدند.

جدول ۳ ماتریس دسترس‌پذیری نهایی

	C _۱	C _۲	C _۳	C _۴	C _۵	C _۶	C _۷	C _۸	C _۹	C _{۱۰}	C _{۱۱}	C _{۱۲}	C _{۱۳}	C _{۱۴}	C _{۱۵}
C _۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
C _۲	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰
C _۳	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰
C _۴	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۰
C _۵	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۰
C _۶	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۰
C _۷	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰
C _۸	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۰	۰
C _۹	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
C _{۱۰}	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰
C _{۱۱}	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰
C _{۱۲}	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰
C _{۱۳}	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۰	۰
C _{۱۴}	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۰
C _{۱۵}	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۱

در ادامه، ساختار شبکه‌ای تحقیق به‌مانند شکل (۵) است.



شکل ۵ ساختار شبکه‌ای

پس از ترسیم شبکه مسئله، ماتریس‌های مقایسات زوجی تشکیل شد. به خاطر حجیم بودن محاسبات، تنها ماتریس ادغامی نظرات خبرگان مانند جدول (۴) اشاره شد.

جدول ۴ ماتریس قضاوت اقدامات سبز

	C ₁			C ₂			C ₁₄			C ₁₅		
C ₁	۱	۱	۱	۱	۱/۳۸	۱/۸۶	۱/۵۲	۱/۸۶	۷/۷۷	۱/۲۳	۱/۲۷	۱/۴۹
C ₂	۰,۵۳۶	۰,۷۲۵	۱	۱	۱	۱	۰/۸۵	۱/۱۴	۱/۳۹	۰/۹۳	۱/۰۸	۱/۱۹
C ₁₄	۰/۴۴	۰/۵۴	۰/۶۶	۰/۷۲	۰/۸۷	۱/۱۸	۱	۱	۱	۰/۹۶	۱/۲۷	۱/۵۸
C ₁₅	۰/۶۷	۰/۷۳	۰/۸۱	۰/۸۴	۰/۹۲	۱/۰۷	۰/۶۴	۰/۷۹	۱/۰۴	۱	۱	۱

سپس، جهت محاسبه اوزان محلی، ابتدا جمع سطریاعداد فازی ماتریس قضاوت، جمع کل آن‌ها و ارزش k_i ها با بهره‌گیری از رابطه (۹) به مانند جدول (۵) محاسبه شد.

جدول ۵ جمع سطری اعداد فازی ماتریس قضاوت، جمع کل آن‌ها، و ارزش S_i ها

جمع سطری ماتریس قضاوت	L	M	U	ارزش S_i ها			
				S_i	L	M	U
R_1	۱۶/۷۱	۲۰/۸۵	۲۴/۷۱	S_1	-/۰.۶۱	-/۰.۱۰۴	-/۰.۱۵۱
R_2	۱۰/۶۷	۱۲/۱۴	۱۷/۹۸	S_2	-/۰.۳۹	-/۰.۶۱	-/۰.۱۱
R_3	۱۰/۸۷	۱۰/۷۷	۱۷/۶۱	S_3	-/۰.۴	-/۰.۵۴	-/۰.۱۰۸
R_4	۱۱/۴۹	۱۴/۲۸	۱۸/۲۳	S_4	-/۰.۴۳	-/۰.۷۱	-/۰.۱۱۲
R_5	۱۰/۲۲	۱۳/۳۸	۱۷/۳۵	S_5	-/۰.۴۳	-/۰.۶۳	-/۰.۱۳
R_6	۸/۸۸	۱۲/۴۳	۱۶/۹۵	S_6	-/۰.۳۸	-/۰.۶۷	-/۰.۱۰۶
R_7	۱۰/۷۷	۱۳/۱۳	۱۷/۷۳	S_7	-/۰.۳۳	-/۰.۶۲	-/۰.۱۰۴
R_8	۱۱/۸۶	۱۵/۷۵	۱۹/۶۳	S_8	-/۰.۴	-/۰.۶۶	-/۰.۱۰۹
R_9	۹/۷۲	۱۲/۹۱	۱۷/۸۵	S_9	-/۰.۴۴	-/۰.۷۹	-/۰.۱۱۲
R_{10}	۱۰/۷۹	۱۲/۵۶	۱۷/۱۷	S_{10}	-/۰.۳۶	-/۰.۶۵	-/۰.۱۰۹
R_{11}	۹/۴۲	۱۲/۱۳	۱۸/۲۳	S_{11}	-/۰.۴	-/۰.۶۳	-/۰.۱۰۵
R_{12}	۹/۷۲	۱۲/۴۴	۱۶/۶۴	S_{12}	-/۰.۳۵	-/۰.۶۶	-/۰.۱۱۲
R_{13}	۱۰/۲۳	۱۲/۷۱	۱۷/۱۶	S_{13}	-/۰.۳۶	-/۰.۶۲	-/۰.۱۰۲
R_{14}	۱۰/۲۱	۱۱,۲۲۵	۱۴/۰.۴	S_{14}	-/۰.۳۸	-/۰.۶۴	-/۰.۱۰۵
جمع کل	۱۶۳/۳۴	۲۰۰/۰.۴۶	۲۷۲/۴۵	S_{15}	-/۰.۳۷	-/۰.۵۶	-/۰.۰۸۶

جدول (۶)، درجه بزرگی S_j ها نسبت به S_i ها را نشان می‌دهد.

جدول ۶ درجه بزرگی S_j ها را نسبت به S_i ها

$V(S_j / S_i)$	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9	S_{10}	S_{11}	S_{12}	S_{13}	S_{14}	S_{15}
S_1	۱	-/۰.۵۳	-/۰.۴۸	-/۰.۶۱	-/۰.۶۲	-/۰.۵۵	-/۰.۵	-/۰.۵۵	-/۰.۷۰	-/۰.۵۵	-/۰.۵۱	-/۰.۵۷	-/۰.۴۹	-/۰.۵۲	-/۰.۳۴
S_2	۱	۱	-/۰.۹۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	-/۰.۹۱
S_3	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
S_4	۱	-/۰.۸۶	-/۰.۷۹	۱	-/۰.۹	-/۰.۹۳	-/۰.۸۷	-/۰.۹۲	۱	-/۰.۹۱	-/۰.۸۸	-/۰.۹۲	-/۰.۸۷	-/۰.۸۹	-/۰.۷۴
S_5	۱	-/۰.۸۹	-/۰.۸۹	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	-/۰.۸۹
S_6	۱	-/۰.۹۲	-/۰.۸۴	۱	-/۰.۹۵	۱	-/۰.۹۳	-/۰.۹۸	۱	-/۰.۹۷	-/۰.۹۴	-/۰.۹۸	-/۰.۹۳	-/۰.۹۵	-/۰.۸۳
S_7	۱	-/۰.۹۸	-/۰.۹	۱	-/۰.۹۹	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	-/۰.۹
S_8	۱	-/۰.۹۳	-/۰.۸۵	۱	-/۰.۹۶	۱	-/۰.۹۵	۱	۱	-/۰.۹۸	-/۰.۹۶	۱	-/۰.۹۵	-/۰.۹۷	-/۰.۸۳
S_9	۱	-/۰.۷۹	-/۰.۷۲	-/۰.۹	-/۰.۸۳	-/۰.۸۴	-/۰.۷۸	-/۰.۸۳	۱	-/۰.۸۲	-/۰.۷۹	-/۰.۸۴	-/۰.۷۸	-/۰.۸	-/۰.۶۵
S_{10}	۱	-/۰.۹۵	-/۰.۸۷	۱	-/۰.۹۷	۱	-/۰.۹۷	۱	۱	۱	-/۰.۹۸	۱	-/۰.۹۷	-/۰.۹۹	-/۰.۸۶
S_{11}	۱	-/۰.۹۷	-/۰.۸۸	۱	-/۰.۹۹	۱	-/۰.۹۹	۱	۱	۱	۱	۱	-/۰.۹۹	۱	-/۰.۸۷
S_{12}	۱	-/۰.۹۴	-/۰.۸۶	۱	-/۰.۹۶	۱	-/۰.۹۵	۱	۱	-/۰.۹۸	-/۰.۹۶	۱	-/۰.۹۵	-/۰.۹۷	-/۰.۸۴
S_{13}	۱	-/۰.۹۸	-/۰.۹	۱	-/۰.۹۹	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	-/۰.۸۹
S_{14}	۱	-/۰.۹۶	-/۰.۸۸	۱	-/۰.۹۸	۱	-/۰.۹۸	۱	۱	۱	-/۰.۹۹	۱	-/۰.۹۸	۱	-/۰.۸۷
S_{15}	۱	۱	-/۰.۹۷	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱

سپس اوزان نابهنجار و بهنجار اقدامات زنجیره تأمین سبز به ترتیب از طریق رابطه‌های (۱۲) و (۱۳) محاسبه شدند. جدول (۷)، بردار اوزان بهنجار (بردار W_{21}) را نشان می‌دهد.

جدول ۷ بردار W_{21}

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{14}	C_{15}
W_{21}	۰/۱۱۸	۰/۰۶۳	۰/۰۵۷	۰/۰۷۱	۰/۰۷۳	۰/۰۶۴	۰/۰۵۹	۰/۰۶۵	۰/۰۸۲	۰/۰۶۴	۰/۰۰۶	۰/۰۶۷	۰/۰۵۸	۰/۰۶۱	۰/۰۰۴

در ادامه، ماتریس اوزان بهنجار اقدامات زنجیره تأمین سبز (ماتریس W_{22})، با فرض وابستگی درونی مابین شان، محاسبه شدند. در ماتریس W_{22} ، مقادیر غیر صفر درایه زام، نمایانگر اهمیت نسبی اقدام در سطر نام نسبت به سایر اقدامات با توجه به اقدام در ستون زام است. گفتنی است که اگر مابین اقدام سطر نام با اقدام ستون زام رابطه درونی وجود نداشته باشد، درایه متناظر با آن در ماتریس W_{22} ، مقدار صفر می‌گیرد.

جدول ۸ ماتریس W_{22}

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{14}	C_{15}
C_1	۱	۰/۳۰۵	۰/۱۱۳	۰/۲۰۵	۰/۳۷۳	۰/۴۰۶	۰/۱۷۶	۰/۲۸۶	۰/۵۳۱	۰/۱۲۸	۰/۱۳۳	۰/۲۵	۰/۱۹۲	۰/۲۳۱	۰/۳۶
C_2	۰	۰/۲۱۸	۰/۰۷۳	۰	۰	۰	۰/۰۸۴	۰	۰	۰/۰۷	۰	۰/۱۶۸	۰	۰	۰
C_3	۰	۰	۰/۰۵۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۵۹	۰	۰	۰	۰	۰
C_4	۰	۰	۰/۰۶۹	۰/۰۱۵	۰	۰	۰/۰۹۶	۰	۰	۰/۰۶۴	۰/۰۸۵	۰	۰	۰/۱۱۹	۰
C_5	۰	۰/۰۰۰۰۲۳۷	۰/۰۷۷	۰/۱۵۵	۰/۳۰۷	۰	۰/۱۲۲	۰	۰	۰/۰۶۲	۰/۱۱۳	۰/۱۷۵	۰	۰/۱۱۳	۰
C_6	۰	۰	۰/۰۷۶	۰/۱۶۸	۰	۰/۲۴۵	۰/۱۲۵	۰/۱۸۹	۰	۰/۰۷۱	۰/۰۸۳	۰	۰/۱۷۰	۰/۱۷۱	۰
C_7	۰	۰	۰/۰۶۴	۰	۰	۰	۰/۱۱۸	۰	۰	۰/۰۶۴	۰	۰	۰	۰	۰
C_8	۰	۰	۰/۰۶۹	۰	۰	۰	۰	۰/۱۶۶	۰	۰/۰۷۱	۰/۰۸۶	۰	۰/۱۶۹	۰	۰
C_9	۰	۰/۲۴	۰/۰۷۱	۰/۱۷۶	۰/۳۲	۰/۳۵	۰/۰۹۸	۰/۱۶۴	۰/۴۶۹	۰/۰۶۳	۰/۱۰۴	۰/۲۱۱	۰/۱۷۲	۰/۱۷۶	۰/۳۲۲
C_{10}	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۶۷	۰	۰	۰	۰	۰
C_{11}	۰	۰	۰/۰۶۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۵۸	۰/۱۰۱	۰	۰	۰	۰
C_{12}	۰	۰	۰/۰۵۹	۰	۰	۰	۰/۰۸۸	۰	۰	۰/۰۶۶	۰	۰/۱۹۶	۰	۰	۰
C_{13}	۰	۰	۰/۰۷۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۵۳	۰/۱۳	۰	۰/۱۵	۰	۰
C_{14}	۰	۰	۰/۰۷۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۵۸	۰/۰۷۷	۰	۰	۰/۰۹۹	۰
C_{15}	۰	۰	۰/۰۵۸	۰/۱۴۷	۰	۰	۰/۰۹۴	۰/۱۹۶	۰	۰/۰۴۶	۰/۰۸۷	۰	۰/۱۴۸	۰/۱۰۹	۰/۳۱۸

در ادامه، سوپر ماتریس مسئله به مانند جدول (۹) تشکیل شد.

جدول ۹ سوپر ماتریس

G	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₁₄	C ₁₅	
G	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	
C ₁	۰/۱۱۸	۱	۰/۳۰۵	۰/۱۱۳	۰/۲۰۵	۰/۳۷۳	۰/۴۰۶	۰/۱۷۶	۰/۲۸۶	۰/۵۳۱	۰/۱۲۸	۰/۱۳۳	۰/۲۵	۰/۱۹۲	۰/۲۳۱	۰/۳۶
C ₂	۰/۰۶۳	۰	۰/۳۱۸	۰/۰۷۳	۰	۰	۰	۰/۰۸۴	۰	۰	۰/۰۷	۰	۰/۱۶۸	۰	۰	۰
C ₃	۰/۰۵۷	۰	۰	۰/۰۵۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۵۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰
C ₄	۰/۰۷۱	۰	۰	۰/۰۶۹	۰/۰۱۵	۰	۰	۰/۰۹۶	۰	۰	۰/۰۶۴	۰/۰۸۵	۰	۰	۰/۱۱۹	۰
C ₅	۰/۰۷۳	۰	۰/۰۳۳۷	۰/۰۷۷	۰/۱۵۵	۰/۳۰۷	۰	۰/۱۲۲	۰	۰	۰/۰۶۲	۰/۱۱۳	۰/۱۷۵	۰	۰/۱۱۳	۰
C ₆	۰/۰۶۴	۰	۰	۰/۰۷۶	۰/۱۶۸	۰	۰/۳۴۵	۰/۱۲۵	۰/۱۸۹	۰	۰/۰۷۱	۰/۰۸۳	۰	۰/۱۷۰	۰/۱۷۱	۰
C ₇	۰/۰۵۹	۰	۰	۰/۰۶۴	۰	۰	۰	۰/۱۱۸	۰	۰	۰/۰۶۴	۰	۰	۰	۰	۰
C ₈	۰/۰۶۵	۰	۰	۰/۰۶۹	۰	۰	۰	۰/۱۶۶	۰	۰/۰۷۱	۰/۰۸۶	۰	۰/۱۶۹	۰	۰	۰
C ₉	۰/۰۸۲	۰	۰/۲۴	۰/۰۷۱	۰/۱۷۶	۰/۳۲	۰/۳۵	۰/۰۹۸	۰/۱۶۴	۰/۴۶۹	۰/۰۶۳	۰/۱۰۴	۰/۲۱۱	۰/۱۷۲	۰/۱۷۶	۰/۳۲۲
C ₁₀	۰/۰۶۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۶۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰
C ₁₁	۰/۰۶	۰	۰	۰/۰۶۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۵۸	۰/۱۰۱	۰	۰	۰	۰	۰
C ₁₂	۰/۰۶۷	۰	۰	۰/۰۵۹	۰	۰	۰	۰/۰۸۸	۰	۰	۰/۰۶۶	۰	۰/۱۹۶	۰	۰	۰
C ₁₃	۰/۰۵۸	۰	۰	۰/۰۷۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۵۳	۰/۱۳	۰	۰/۱۵	۰	۰	۰
C ₁₄	۰/۰۶۱	۰	۰	۰/۰۷۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۵۸	۰/۰۷۷	۰	۰	۰/۰۹۹	۰	۰
C ₁₅	۰/۰۴	۰	۰	۰/۰۵۸	۰/۱۴۷	۰	۰	۰/۰۹۴	۰/۱۹۶	۰	۰/۰۴۶	۰/۰۸۷	۰	۰/۱۴۸	۰/۱۰۹	۰/۳۱۸

سپس، بردار وزن نهایی اقدامات (W_{ANP}) بر اساس رابطه (۱۴) به مانند جدول (۱۰) به دست آمد.

جدول ۱۰ بردار وزن نهایی اقدامات یعنی بردار W_{ANP}

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₁₄	C ₁₅
W_{ANP}	۰/۲۵۴	۰/۰۳۸	۰/۰۰۷	۰/۰۳۶۸	۰/۰۸۹	۰/۰۸۱۵	۰/۰۱۴۷	۰/۰۳۴	۰/۱۸۹	۰/۰۰۴	۰/۰۱۳۷	۰/۰۲۵۸	۰/۰۳۳۹	۰/۰۱۸۴	۰/۰۶۷۹

جدول فوق نشان می‌دهد که بر پایه نظرات خبرگان این تحقیق، اقدام‌های «الزامات قانونی و مقررات»، «مدیریت محیط داخلی»، «خرید و تأمین سبز»، «طراحی سبز» و «فناوری سبز» وزن نهایی بیشتری نسبت به سایرین دارند.

۵- نتیجه‌گیری

در چند دهه گذشته، دغدغه‌های محیط‌زیستی پیرامون عملیات تولیدی صنایع، سازمان‌های مختلف را برآن داشته تا از اقدامات سبز در فرآیندهای مختلف زنجیره تأمین استفاده کنند؛ چراکه مدیریت زنجیره تأمین سبز به‌عنوان یک فلسفه مهم سازمانی در کاهش خطرات محیطی و یک رویکرد پیشگیرانه جهت افزایش عملکرد زیست‌محیطی و دستیابی به مزایای رقابتی در سازمان‌ها تلقی می‌شود. بدین منظور، هدف اصلی پژوهش حاضر، شناسایی و اهمیت‌سنجی اقدامات مدیریت زنجیره تأمین سبز در حوزه صنایع نفتی ایران است. در ابتدا، براساس مطالعه و بررسی دقیق ادبیات موضوعی، اقدامات تأثیرگذار مدیریت زنجیره تأمین سبز شناسایی شدند. سپس جهت بومی‌سازی اقدامات سبز در حوزه صنایع نفتی، از نظرات خبرگان بهره برده و در ادامه، جهت اهمیت‌سنجی اقدامات احصاء شده از تلفیق رویکرد مدل‌سازی ساختاری تفسیری فازی در فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی استفاده شد.

یافته‌ها نشان داد که اقدام‌های «الزامات قانونی و مقررات»، «مدیریت محیط داخلی»، «خرید و تأمین سبز»، «طراحی سبز» و «فناوری سبز» به ترتیب اوزان نهایی ۰/۳۵۴۵، ۰/۱۸۹۹، ۰/۰۸۹، ۰/۰۸۱، ۰/۰۶۷۹ را دارند. نتایج تحقیق بیان‌گر آن است که اقدامات «الزامات قانونی و مقررات»، «مدیریت محیط داخلی»، «طراحی سبز»، «خرید و تأمین سبز»، و «فناوری سبز» دارای اهمیت نهایی بیشتر نسبت به سایر اقدامات در حوزه مدیریت زنجیره تأمین سبز صنایع نفتی داخل کشور هستند. گفتنی است که کوای و همکاران [۹] با انجام تحقیقی، «الزامات قانونی و مقررات» و «مدیریت محیط داخلی» را به‌عنوان مهم‌ترین اقدام‌های سبز معرفی نموده بودند. گوین‌دان و همکاران [۱۱]، نیز اقدامات «مدیریت محیط داخلی» و «خرید سبز» را به‌عنوان محرک‌های پراهمیت دانستند؛ لذا، این اقدامات از ارکان اصلی اجرای زنجیره تأمین سبز هستند که رعایت مسائل زیست‌محیطی را به سازمان‌ها دیکته می‌کنند. بنابراین، به مدیران صنایع نفتی پیشنهاد می‌شود جهت اجرای مدیریت سبز این اقدامات تمرکز بیشتری داشته باشند. البته، باید توجه داشت که ممکن است پیاده‌سازی هر یک از اقدامات، موانع و تضادهای بسیاری را به همراه داشته باشد؛ لذا توصیه می‌شود در مطالعات آتی، محققین موانع اجرایی اقدامات را واکاوی نمایند. همچنین با توجه به

آلودگی فراوان زیست محیطی صنایع تولیدی دیگر مانند سیمان پیشنهاد می‌شود، تحقیقاتی با موضوع شناسایی اقدامات اجرایی زنجیره‌ی تأمین سبز در این گونه صنایع تعریف و اجرا شود. جدی‌ترین محدودیت تحقیق حاضر، تعیین میزان اهمیت اقدامات است که بر مبنای قضاوت‌های ذهنی خبرگان صورت می‌پذیرد، چراکه به ازای خبرگان مختلف، نتایج متفاوت حاصل می‌شود. لذا محققان می‌توانند به منظور درک دقیق‌تر چگونگی روابط میان اقدامات مختلف مدیریت زنجیره تأمین سبز از روش مدل‌سازی معادلات ساختاری^{۱۱} استفاده نمایند. طولانی بودن فرآیند محاسبات این روش تلفیقی هم در بخش تعیین روابط درونی و هم در بخش اهمیت سنجی اقدامات، دیگر محدودیت تحقیق است.

۶- پی‌نوشت‌ها

1. Thai
2. Inconsistency Rate
3. Csutora & Buckley
4. Triangular fuzzy numbers
5. best non-fuzzy performance: BNP
6. Threshold
7. Incidence matrix
8. Initial Reachability Matrix
9. Extent Analysis Method
10. Chang
11. Structural Equation Modeling

۷- منابع

- [1] Goldin, I., Reinert, K. (2007) "Globalization for development: trade, finance, aid, migration, and policy", *World Bank Publications*.
- [2] Zhu Q, Sarkis J. (2006) "an inter-sectoral comparison of green supply chain management in China: drivers and practices". *Journal of Cleaner Production*, 14(5), 472-86.
- [3] Tseng, M. (2013) "Modeling sustainable production indicators with linguistic preferences", *Journal of Cleaner Production*, 40, 46-56.

- [4] Sarpong, S., Sarkis, J., Wang, X. (2016) "Assessing green supply chain practices in the Ghanaian mining industry: A framework and evaluation", *International Journal of Production Economics*, 181, 325–341.
- [5] Huang, N. (2001) "Eco-Efficiency and an Overview of Green Productivity", *Conference on Enhancing Competitiveness through Green Productivity*, China, 25-27.
- [6] Jaafari, a., Sayeban, m., Hanaie, M. (1387) "Vision for the petrochemical industry in the region and the world". *The first Iranian Petrochemical Conference*. Tehran.
- [7] Sirvastava, K. (2007) "Green supply-chain management: a state-of-the-art literature review". *International Journal of Management Reviews*, 9, 53-80.
- [8] Ghazilla, R., Sakundarini, N., Rashid, S. (2015) "Drivers and barriers analysis for green manufacturing practices in Malaysian SMEs: A Preliminary Findings". *Procedia CIRP*, 26: 658 – 663.
- [9] Kuei C-H, Madu CN, Chow WS, Chen Y, (2015) "Determinants and Associated Performance Improvement of Green Supply Chain Management in China", *Journal of Cleaner Production*, 95: 163-173.
- [10] Wu, K., Liao, C, Tseng, M., Chiu, A. (2015) "Exploring decisive factors in green supply chain practices under uncertainty". *Production Economics*, 159: 147–157.
- [11] Govindan, K., Khodaverdi, R., Vafadarnikjoo, A., (2015) "Intuitionistic fuzzy based dematel method for developing green practices and performances in a green supply chain", *Expert Systems with Applications*. 42(20): 7207–7220.
- [12] Laari, S., Töyli, J., Solakivi, T., Ojal, L. (2015) "Firm performance and customer-driven green supply chain management", *Journal of Cleaner Production*, 112(3): 1960–1970.
- [13] Chin, T, Tat, H, Sulaiman, T, (2015), "Green Supply Chain Management, Environmental Collaboration and Sustainability Performance", *12th Global Conference on Sustainable Manufacturing*, 26: 695 – 699.

- [14] Dubeya, R., Gunasekaranb, A, Papadopoulosc, T., Childed, S. (2015)"Green supply chain management enablers: Mixed methods research",*Sustainable Production and Consumption*, 4:72–88.
- [15] Wong, K, Y., With, T., Sopadang, A. (2015) "Positive Influence of Green Supply Chain Operations on Thai Electronic Firms Financial Performance". *Procedia Engineering*, 118: 683 – 690.
- [16] Stephen, G, Kumar. R. (2015)"The Implementation of Green Supply Chain Management Practices in Automobile Industry"*International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*,4(4):53-64.
- [17] Csutora, R, Buckley, J, (2001) "Fuzzy hierarchical analysis: the Lambda-Max method". *Fuzzy Sets and Systems*, 120(2): 181–195.
- [18] Akyuz, E., Celik, E.,(2015). " A Fuzzy DEMATEL method to evaluate critical operational hazards during gas freeing in crude oil tankers", *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 38: 243–253.
- [19] Nilashi, M, Ahmadi, H., Ahani, A., Ravangard, R, Ibrahim, O, (2015) "Determining the importance of Hospital Information System adoption factors using Fuzzy Analytical Network Process (ANP)".*Technological Forecasting and Social Change*, 111: 244–264.
- [20] Tseng, M, Chiu, A. (2013)"Evaluating firm's green supply chain management in linguistic preferences", *Journal of Cleaner Production*, 40: 22-31.
- [21] Jeng, D.(2015)"Generating a causal model of supply chain collaboration using the fuzzy DEMATEL technique". *Computers & Industrial Engineering*, 87: 283–295.
- [22] Zulkifli, N., Abdullah, L.(2015). "Integration of fuzzy AHP and interval type-2 fuzzy DEMATEL: An application to human resource management", *Expert Systems with Applications*, 42: 4397–4409.
- [23] Gumus, A, Yayla, A. Y., Celik, E., Yildiz, A, (2013) "A combined fuzzy-ahp and fuzzy-gramethodology for hydrogen energy storage method selection in Turkey". *Energies*, 6 (6): 3017 - 3032.

- [24] Bacudioa, L, (2016) "Analyzing barriers for implementing industrial symbiotic networks using DEMATEL", *Sustainable production and consumption*, 7:57–65.
- [25] Xiong, G., Li, L., Hao, J. (2011) "2-Tuple Linguistic Fuzzy ISM and Its Application", *Fuzzy Information and Engineering*, 353–362.