



شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت فراساحل با رویکرد فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) (مورد مطالعه: شرکت مهندسی و ساخت تأسیسات دریایی ایران)

جلال حقیقت منفرد^{۱*}

فاطمه کریمی^۲

چکیده

هدف اصلی این پژوهش شناسایی و اولویت‌بندی ابعاد «مدیریت زنجیره تأمین سبز» در صنعت فراساحل و متعاقباً شناسایی زیرشاخص‌های ابعاد عملیاتی پژوهش جزو اهداف فرعی شناسایی شده است. جهت تحقق اهداف و پاسخ به سؤال‌های پژوهش، این پژوهش در سه فاز انجام شده است. در فاز اول با مطالعه متون علمی و کسب نظر خبرگان صنعت فراساحل (ساخت دریای آزاده دریایی و عملیات پوشش لوله و لوله‌گذاری)، شاخص‌های مؤثر بر مدیریت زنجیره تأمین سبز بر اساس چهار بُعد مشارکت سازمان، مدیریت چرخه عمر محصولات، بازیافت محصولات و مدیریت تأمین‌کنندگان (۲۵ گویه) شناسایی و مبنای تهیه پرسشنامه اول قرار گرفت. پس از جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌ها و تعیین میانگین جامعه و میزان اهمیت ابعاد و شاخص‌ها، ۴ بُعد و ۱۲ شاخص از میان ۲۵ شاخص انتخاب شد. در فاز دوم بر اساس تکنیک دیمتل ضمن تعیین تأثیر ابعاد و شاخص‌ها، شبکه علی و معلولی حاکم بر عوامل شناسایی و جانمایی شبکه ترسیم شد. در نهایت در فاز سوم نتایج بر اساس تکنیک فرآیند تحلیل شبکه‌ای با هدف تعیین میزان ارجحیت هر بُعد و شاخص نسبت به بُعد یا شاخص دیگر و ارجحیت این معیارها نسبت به هدف، وزن ابعاد و شاخص‌ها تعیین و اولویت‌بندی شد. نتایج نشان‌دهنده آن است که ابعاد مدیریت تأمین‌کنندگان و مشارکت سازمانی و شاخص‌های مشارکت کارکنان و ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان به ترتیب بیشترین وزن و بالاترین اهمیت را در این صنعت دارند. این پژوهش برای نخستین بار در راستای شناسایی و بررسی عوامل مؤثر بر مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت فراساحل انجام شده است.

واژگان کلیدی: مدل فرآیند تحلیل شبکه‌ای، تصمیم‌گیری چندشاخصه، مدیریت زنجیره تأمین، مدیریت زنجیره تأمین سبز، تکنیک دیمتل.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۰۶/۲۴، تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۰۹/۱۸

۱. استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی.

E-mail: J_Haghighat@iauctb.ac.ir

۲. کارشناس ارشد مدیریت صنعتی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی.

۱. مقدمه

در دنیای رقابتی امروز و با توجه به انتظارات پیچیده مشتریان، سازمان‌ها خود را با مشتریانی روبه‌رو می‌بینند که خواستار افزایش در تنوع محصول، هزینه پایین، کیفیت بالاتر و دسترسی سریع‌تر به آن محصول هستند. سازمان‌ها برای موفقیت خود به مدیریت زنجیره تأمین روی می‌آورند؛ زیرا این رویکرد بر فعالیت‌هایی متمرکز است که در یک زنجیره ارزش وجود دارد (Bechtel & Jayaram, 1997). مدیریت زنجیره تأمین مجموعه‌ای از رویکردها و تلاش‌هایی به‌شمار می‌رود که از تولیدکنندگان تأمین‌کنندگان و توزیع‌کنندگان حمایت کرده و زنجیره ارزش را به گونه‌ای هماهنگ می‌کند که محصولات در مقادیر مناسب و در زمان مناسب و مکان مناسب تولید و توزیع شده تا رضایت مشتری حاصل شود (Simchi-Levi & Kaminsky, 2000).

همواره سازمان‌های جهانی به دنبال کسب مزیت رقابتی از طریق خلق نوآوری و روش‌های جدید هستند. برخی از این سازمان‌ها از طریق بهبود عملکرد زیست‌محیطی با رعایت قوانین و استانداردهای زیست‌محیطی، افزایش دانش مشتریان در این خصوص و کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی در محصولات و خدمات خود مزیت رقابتی به‌دست می‌آورند (Koplin et al., 2007). مشکلات جدی زیست‌محیطی همچون سوراخ‌شدن لایه اُزون، نابودی سریع جنگل‌ها، آلودگی آب‌وهوا، گرم‌شدن کره زمین و بارش باران‌های اسیدی، کیفیت زندگی بشر را تهدید می‌کند؛ از این رو تضمین و استمرار توسعه پایدار هر کشوری منوط به حفظ و استفاده بهینه از منابع محدود و غیرقابل‌جایگزین آن کشور است. در سال‌های اخیر اقدامات گوناگونی مانند استفاده از مواد خام سازگار با محیط‌زیست در مراکز تولیدی و صنعتی، کاهش استفاده از منابع انرژی فسیلی و نفتی و استفاده مجدد ضایعات برای حفظ و استفاده بهینه از منابع محدود توسط دولت‌ها انجام گرفته است. تسریع قوانین و مقررات دولتی برای اخذ استانداردهای زیست‌محیطی و تقاضای روبه‌رشد مصرف‌کنندگان برای عرضه محصولات سبز به زنجیره تأمین که تمام فعالیت‌های مرتبط با جریان کالا از مرحله ماده خام تا تحویل کالا به مصرف‌کنندگان نهایی به انضمام جریان اطلاعات در سرتاسر زنجیره تأمین را دربرمی‌گیرد، موجب ظهور مفهوم جدید «مدیریت زنجیره تأمین سبز» شده است (الفت و همکاران، ۱۳۹۰).

پورتر از سه راه‌برد تمایز، تمرکز و کاهش هزینه به‌عنوان راه‌برد عام برای کسب مزیت رقابتی پایدار نام می‌برد و بیان می‌کند آن دسته از شرکت‌هایی که به‌طور هم‌زمان از راهبردهای تمایز و کاهش هزینه استفاده می‌کنند در کسب مزیت رقابتی موفق‌تر هستند. راهبردهای زنجیره تأمین به دو دسته پاسخگویی و کارایی تقسیم می‌شود. زنجیره تأمین سبز با ترکیب دو راه‌برد یادشده علاوه بر بهره‌مندی از مزایای ناشی از صرفه‌جویی در استفاده از منابع، انرژی، انبارها، جلوگیری از حمل‌ونقل زائد، کاهش آلودگی با استفاده از مواد خام سازگار با محیط‌زیست، کاهش

ضایعات و غیره از مزایای کارایی و یا به تعبیر دیگر از راهبرد کاهش هزینه‌ها بهره‌مند می‌شود و از یک سو با ایجاد نوآوری در طراحی و تولید محصولات سبز و قابل‌بازیافت علاوه بر کاهش هزینه‌های تخریب محیط‌زیست از راهبردهای پاسخگویی یا به تعبیر دیگر از راهبرد تمایز استفاده می‌کند. ترکیب هم‌زمان این دو راهبرد برای شرکت مزیت رقابتی به‌همراه خواهد داشت (Aaker, 1994).

در ایران مطالعات اندکی در مورد مدیریت زنجیره تأمین سبز انجام شده است و پژوهش‌هایی که بتوانند همه شاخص‌ها و ابعاد مدیریت زنجیره تأمین سبز را بررسی کند، چه در صنعت فراساحل و چه در سایر صنایع، بسیار محدود است؛ از این رو پژوهشگر در پی یافتن پاسخی مناسب برای پرسش‌های زیر است:

ابعاد اصلی و زیر شاخص‌های مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت فراساحل کدامند؟ و اهمیت و اولویت‌بندی ابعاد به چه ترتیبی است؟

اهمیت و ضرورت موضوع پژوهش: سازمان‌های صنعتی از طریق مدیریت و طراحی فرآیندها (با اثرگذاری مصرف انرژی و کاهش آلودگی و غیره) و طراحی محصول (کاهش استفاده از مواد خطرناک) بر محیط‌زیست اثر مستقیم می‌گذارند.

با مشاهده سوابق تاریخی مشخص می‌شود که تاکنون گزارش‌دهی عملکرد زیست‌محیطی توسط سازمان‌ها زیاد مورد توجه قرار نگرفته و به‌طور سنتی در تاریخچه مدیریت عملیات بر شاخص‌های عملکردی مرتبط با هزینه، کیفیت، تحویل و انعطاف‌پذیری تاکید شده است. اخیراً کنوانسیون‌های زیست‌محیطی بین‌المللی سازمان‌ها را وادار کرده‌اند تا عملکرد زیست‌محیطی را نیز به این دست شاخص‌ها اضافه کنند. مشارکت زیست‌محیطی به یکپارچگی دانش و افزایش همکاری‌ها بین سازمان‌ها منجر خواهد شد که در نتیجه آن سازمان‌های موجود در زنجیره تأمین می‌توانند قابلیت‌های سازمانی خود را توسعه دهند. این امر نه تنها بر عملکرد زیست‌محیطی آن‌ها تأثیرگذار است؛ بلکه بر ابعاد عملکردی آن‌ها مانند هزینه و کیفیت نیز اثر می‌گذارد (چینی فروش و شیخ‌زاده، ۱۳۸۹).

از جنبه نظری این پژوهش برای نخستین بار به شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت ساخت دریای آزاده دریایی می‌پردازد.

شاید با بحث در مورد زنجیره تأمین سبز به اذهان تنها ممانعت استفاده از مواد شیمیایی سمی و خطرناک یا کاهش انتشار آلاینده‌ها یا ضایعات به محیط‌خطر کند، هرچند این موارد مهم هستند، اهمیت و مزایای مدیریت زنجیره تأمین سبز (GSCM)^۱ به کاهش مصرف مواد

1. Green Supply Chain Management (GSCM)

سمی و خطرناک یا کاهش آلاینده‌های مضر محدود نمی‌شود. اصول GSCM می‌تواند برای تمام بخش‌های یک سازمان به کار گرفته شود و اثرات آن می‌تواند در تمام زمینه‌های ملموس و ناملموس گسترش یابد. می‌توان مزایای انطباق با GSCM را به سه دسته مادی، غیرمادی و احساسی تقسیم کرد (عموزاد و همکاران، ۱۳۹۳).

از منظر کاربردی در این پژوهش محقق بر آن است تا با توجه به اهمیت زنجیره تأمین سبز به شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر مدیریت زنجیره تأمین سبز در شرکت مهندسی و ساخت تأسیسات دریایی ایران بپردازد. تا در نهایت بتوان نتایج را در سایر شرکت‌های تابعه در صنعت فراساحل به کار بسته تا گامی در راستای توسعه پایدار صنعت فراساحل برداشته شود.

۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

مدیریت زنجیره تأمین سبز: زنجیره تأمین سبز عبارت است از: مجموعه اقدامات داخلی و خارجی بنگاه در سراسر زنجیره تأمین که به بهبود محیط‌زیست و جلوگیری از ایجاد آلودگی منجر می‌شود و مدیریت زنجیره تأمین سبز به‌عنوان مدیریت مواد اولیه، قطعات، اجزاء و کلیه فرآیندها از تأمین‌کنندگان به تولیدکنندگان و در نهایت به مشتریان، پشتیبانی^۱ محصول با بهبود در خطرات زیست‌محیطی در سرتاسر مراحل چرخه عمر تعریف شده است (Vachon & Klassen, 2006); به عبارت دیگر، مدیریت زنجیره تأمین سبز شامل خرید سبز، تولید سبز، توزیع سبز، بازاریابی سبز و لجستیک معکوس است (Hervani & Et al, 2005).

تعداد زیادی از شرکت‌های چندملیتی که در پژوهش و توسعه محصولات سبز سرمایه‌گذاری کرده‌اند، استانداردهایی برای محدود کردن استفاده از مواد خطرناک ایجاد کردند که از جمله مهم‌ترین آن‌ها ایزو ۱۴۰۰۱ است و از تأمین‌کنندگان خواستند محصولاتی که عاری از مواد خطرناک در تمام سطح زنجیره تأمین باشد را ارائه دهند؛ در نتیجه GSCM به‌عنوان یک راه‌برد برای برخی از شرکت‌های برجسته در صنعت الکترونیک، از جمله دل^۲، اچ پی^۳، آی بی ام^۴، موتورولا^۵، سونی^۶، پاناسونیک^۷، ان ای سی^۸، فوجیستو^۹، توشیبا^{۱۰}، به‌شمار می‌رود (Zhu & Sarkis, 2006).

-
1. Take back
 2. Dell
 3. HP
 4. IBM
 5. Motorola
 6. Sony
 7. Panasonic
 8. NEC
 9. Fujitsu
 10. Toshiba

این پدیده نشان می‌دهد، شرکت‌هایی که در حال حاضر شروع به آگاهی‌یافتن از مسائل زیست‌محیطی کرده‌اند، می‌توانند از آن به‌عنوان یک منبع مزیت رقابتی استفاده کنند (Walton et al, 1998)؛ همچنین GSCM می‌تواند کارایی و هم‌افزایی را در میان شرکای تجاری و شرکت‌های بالادستی افزایش دهد و به ارتقای عملکرد زیست‌محیطی، به حداقل رساندن ضایعات کمک کند (Rao & Holt, 2005).

پیشینه پژوهش مدیریت زنجیره تأمین سبز در ایران: هر چند در سال‌های اخیر پژوهش‌های زیادی در زمینه مدیریت زنجیره تأمین صورت گرفته است؛ اما در زمینه مدیریت زنجیره تأمین سبز پژوهش‌های نسبتاً کمی انجام شده است. سابقه پایان‌نامه‌ای و مقالات با جست‌وجو در «پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران» (پایگاه ایرانداک)^۱ و «بانک اطلاعات نشریات کشور» (مگ-ایران)^۲ و «پایگاه اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی» (سید)^۳ که در زمینه «مدیریت زنجیره تأمین سبز» در ایران (تا تیرماه ۱۳۹۴) صورت گرفته است، به شرح جدول‌های ۱ و ۲ است.

جدول ۱. سابقه پژوهش در زمینه مدیریت زنجیره تأمین سبز در کشور (منبع Irandoc، SID، Magiran، تیرماه ۱۳۹۴)

ردیف	عنوان	پدیدآورنده اصلی	تاریخ	دانشگاه
۱	پایان‌نامه شناسایی، تدوین و اولویت‌بندی مؤلفه‌های بهره‌وری سبز با رویکرد مدیریت زنجیره تأمین سبز با استفاده از تکنیک MADM (مورد مطالعه شرکت کابل‌های مخابراتی شهیدی قندی یزد)	شکاری	۱۳۸۴	تربیت مدرس
۲	پایان‌نامه مقتضیات تحقق مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت خودروسازی ایران	خداوردی	۱۳۸۹	علامه طباطبایی
۳	پایان‌نامه بررسی ارتباط بین زنجیره تأمین سبز و بهره‌وری در شرکت ایران‌خودرو در سال ۱۳۹۰	سحابی	۱۳۹۰	آزاد- واحد تهران مرکز - دانشکده مدیریت
۴	پایان‌نامه شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر مدیریت زنجیره تأمین سبز با رویکرد مدل معادلات ساختاری در صنعت بازیافت ایران (مورد مطالعه موردی صنایع بازیافت استان‌های	نظری	۱۳۹۰	آزاد- واحد تهران مرکز- دانشکده مدیریت

1. <http://database.irandoc.ac.ir/DL/Search>

2. <http://magiran.com>

3. <http://www.sid.ir/fa/index.asp>

			مازندران و گلستان در سال ۱۳۹۰	
۵	پایان نامه بررسی های مدیریت زنجیره تأمین سبز و نتایج عملکرد در صنعت خودروسازی (مورد مطالعه: شرکت ایران خودرو)	معماریان	۱۳۹۲	آزاد- واحد تهران مرکز- دانشکده مدیریت
۶	مقاله‌ای با عنوان A Strategic Decision Framework for Green Supply Chain Management	جوزف	۲۰۰۳	Journal of Cleaner Production
۷	مقاله ارائه مدلی برای سنجش موفقیت سازمان‌ها در مدیریت زنجیره تأمین سبز با رویکرد انتخاب تأمین کننده سبز (مورد: شرکت فولاد آلیاژی ایران)	احمدی و همکاران	۱۳۹۲	فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی، ویژه نامه شماره ۶۶
۸	مقاله کاربرد الگوریتم ژنتیک جهت خوشه‌بندی فازی صنایع منطقه ویژه پارس جنوبی از حیث عمل به مدیریت زنجیره تأمین سبز	ناجی عظیمی و همکاران	۱۳۹۲	دهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی صنایع
۹	مقاله مقتضیات پژوهش مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت خودروسازی ایران	الفت و همکاران	۱۳۹۰	فصلنامه علوم مدیریت ایران، سال ششم، شماره ۲۱
۱۰	مقاله عوامل مؤثر بر مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت گردشگری (مطالعه در آژانس‌های مسافرتی شهر تهران)	رمضانیان و حیدرنیای کهن	۱۳۸۹	مطالعات گردشگری شماره ۱۴
۱۱	مقاله رابطه عملکرد سازمان و زنجیره تأمین سبز در پتروشیمی کشور	چینی فروش و شیخ‌زاده	۱۳۸۹	ماهنامه اکتشاف و تولید شماره ۶۹
۱۲	مقاله مدیریت زنجیره تأمین سبز راهبرد نوین کسب مزیت رقابتی در مهندسی خودرو و صنایع وابسته	ایمانی و احمدی	۱۳۸۸	ماهنامه مهندسی خودرو و صنایع وابسته، شماره ۱۰
۱۳	مقاله زنجیره تأمین سبز راهبرد نوین کسب مزیت رقابتی در قرن ۲۱	ناصری طاهری	۱۳۸۵	فصلنامه اقتصاد و تجارت نوین شماره ۶
۱۴	مقاله تعیین و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر زنجیره تأمین سبز با استفاده از رویکرد تحلیل سبز	حسینی و همکاران	۱۳۹۳	مدیریت تولید و عملیات شماره ۲

مدل فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP): یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، روش ANP است. واژه ANP مخفف عبارت Analytical Network Process (ANP) به معنای فرآیند تحلیل شبکه است. این روش برای رفع نارسایی‌های روش AHP ارائه شد. فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP)، تکنیک یا روشی است که به منظور رتبه‌بندی و انتخاب یک راهکار از میان چند راهکار موجود در یک مسئله تصمیم‌گیری مورد استفاده قرار می‌گیرد و به تصمیم‌گیرندگان کمک می‌کند تا اولویت‌ها را بر اساس اهداف، دانش و تجربه خبرگان امر مشخص کنند. این تکنیک شباهت زیادی به فرآیند تحلیلی سلسله‌مراتبی (AHP) دارد؛ البته هر یک از این دو تکنیک یا روش بر مبنای مفروضاتی بنا شده‌اند که موقع استفاده باید مدنظر قرار گیرند.

مراحل اصلی فرآیند تحلیل شبکه (ANP) عبارت‌اند از:

۱. ساختن مدل: مسئله باید به صورت شفاف‌سازی سازمان‌دهی و بیان شده و به صورت یک سیستم منطقی یک شبکه تجزیه شود.
۲. ماتریس‌های مقایسه زوجی و بردارهای اولویت: مشابه مقایساتی که در AHP صورت می‌گیرد تشکیل می‌شود. عناصر زوج‌های تصمیم‌گیری در هر دسته با توجه به اهمیت آن‌ها در جهت معیارهای کنترل آن‌ها با هم مقایسه می‌شوند. گروه‌ها نیز به صورت زوجی با توجه به تأثیرگذاری آن‌ها در هدف با هم مقایسه می‌شوند.
۳. سوپرماتریس (ماتریس تصمیم) تشکیل می‌شود. برای به‌دست‌آوردن اولویت‌بندی کلی در یک سیستم با تأثیرات وابسته، بردارهای اولویت محلی وارد ستون‌های مناسب یک ماتریس می‌شوند.
۴. بردار وزن نهایی محاسبه می‌شود. اگر سوپر ماتریس به‌دست‌آمده در گام سوم، کل شبکه را پوشش دهد، وزن گزینه‌ها و عناصر خوشه‌های مختلف را می‌توان در ستون‌های مربوطه در سوپر ماتریس حدی یافت و اگر سوپر ماتریس کل شبکه را پوشش نداده و فقط ارتباطات داخلی بین خوشه‌ها را شامل شود، مشابه این محاسبات باید ادامه یابد تا بردار اولویت نهایی گزینه‌ها استخراج شود.

چارچوب نظری پژوهش: هووا (۲۰۰۱) در پژوهشی دو مفهوم «بهره‌وری سبز» و «مدیریت زنجیره تأمین» را به هم پیوند داد. وی معتقد است هم‌افزایی رعایت ملاحظات زیست‌محیطی و مدیریت زنجیره تأمین فرصتی فراهم می‌کند تا زنجیره تأمین به سازمان‌ها کمک کند که بهره‌وری، کیفیت و عملکرد محیطی خود را از طریق جریان پیوسته اطلاعات ارتقا دهند (Hwa, 2001).

هانگ (۲۰۰۱)، موضوع خرید سبز را مطرح کرد؛ به این صورت که در فرآیند تولید و عرضه محصولات، مقادیر زیادی از مواد اولیه، ملزومات اداری و غیره لازم است. برای اینکه شرکت‌ها بتوانند محصولات سبز تولید کنند باید از مواد و محصولاتی استفاده کنند که با معیارهای زیست‌محیطی سازگار باشد؛ بنابراین سازمان‌ها در مذاکره با تأمین‌کنندگان خود (به‌منظور حفظ سهم بازار یا حتی گاهی تنها برای بقا) باید به موضوع‌های محیطی توجه کنند (Huang, 2001).

هووس و هو (۲۰۰۸) به ارزیابی رویکردهای عمده در عملیاتی‌کردن مدیریت زنجیره تأمین سبز پرداختند. آن‌ها ۲۰ رویکرد را شناسایی و از طریق تکنیک تحلیل سلسله‌مراتبی فازی، رویکردها را اولویت‌بندی کردند. سه اولویت نخست به‌دست‌آمده در این پژوهش عبارت‌اند از: بنانهادن یک پایگاه داده محیطی برای محصولات، حمایت مدیریت عالی و ارزیابی محیطی تا مین‌کنندگان (Hus & Hu, 2008).

هو و هووس (۲۰۱۰)، برای بررسی «مدیریت زنجیره تأمین سبز» چهار بُعد «مشارکت سازمانی»، «مدیریت چرخه عمر محصول»، «بازایافت محصول» و «مدیریت تأمین‌کنندگان» را در نظر گرفتند که در این پژوهش نیز از طبقه‌بندی آن‌ها برای بررسی مفهوم «مدیریت زنجیره تأمین سبز» استفاده می‌شود (Hu & Hus, 2010).

هریس و کرن (۲۰۰۲)، بیان می‌کنند که حرکت در راستای فعالیت‌های سبز و اجرای مدیریت سبز به‌طور عمده به تغییرات سبز فرهنگی وابسته است. تغییرات سبز فرهنگی نیازمند ترکیب مسئولیت محیطی با فرهنگ موجود سازمان است (Harris & Crane, 2002).

ایپ و همکاران (۲۰۱۱)، رویکرد جامعی را برای مدل‌سازی و ارزیابی عملکرد زنجیره تأمین ارائه دادند. آن‌ها برای این ارزیابی شش معیار قابلیت اطمینان محصول، رضایت کارکنان، رضایت مشتری، تحویل به‌موقع، رشد سودآوری و کارایی را مدنظر قرار دادند (Ip et al, 2011).

لارج و توماس (۲۰۱۱)، شاخص‌های مدیریت زنجیره تأمین سبز را شناسایی کردند و تحت پنج مؤلفه قابلیت‌های مدیریت تأمین سبز، خرید سبز، تعهد محیطی، ارزیابی محیطی تأمین‌کنندگان و همکاری با تأمین‌کنندگان را ارائه دادند (Large & Thomsen, 2011).

نینلاون و همکاران (۲۰۱۰)، معیارهایی را برای ارزیابی مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت الکترونیک تایلند شناسایی کردند. آن‌ها این معیارها را در چهار گروه شامل تدارکات سبز، تولید سبز، توزیع سبز و لجستیک طبقه‌بندی کردند (Ninlawan et al, 2010).

رائو (۲۰۰۴)، معتقد است که سبز کردن صنعت به‌طور عمده به سبز کردن تولید بستگی دارد؛ زیرا آلاینده‌ها به‌طور عمده در حین مراحل تولید کالا و خدمات ایجاد می‌شوند. کاربرد تولید سبز بیشتر به خلاقیت و تکنیک‌های ابداعی وابسته است تا سرمایه‌گذاری سنگین در فناوری سازگار

با محیط‌زیست و این امر نیازمند همکاری نزدیک با کارکنان و تأمین‌کنندگان است. چارچوب رایجی برای کاربرد تولید سبز وجود دارد که عبارت‌اند از: تولید پاک‌تر، کارایی محیطی و تولید ناب (Rao, 2004).

تروبریج (۲۰۰۱)، تجربه شرکت ADM را در زمینه مدیریت زنجیره تأمین سبز بیان می‌کند. این شرکت یک شرکت تولیدکننده ریزپردازنده و وسایل حافظه نوری است که در آن مدیریت زنجیره تأمین سبز از سال ۱۹۹۹ موردتوجه قرار گرفته است (Trowbridge, 2001).

ونگ و همکاران (۲۰۱۱) با ارائه یک مدل چندهدفه به بهینه‌سازی زنجیره تأمین سبز پرداختند. آن‌ها با در نظر گرفتن متغیرهایی از قبیل هزینه حمل‌ونقل، جریان محصولات در طول زنجیره تأمین و سرمایه‌گذاری برای حفاظت از محیط‌زیست، مدل پژوهش خود را توسعه دادند (Wang et al, 2011).

زوو و همکاران (۲۰۰۸)، ۲۲ مؤلفه را برای ارزیابی مدیریت زنجیره تأمین سبز در برخی صنایع چین نظیر الکترونیک، پتروشیمی و خودرو شناسایی کردند. آن‌ها این معیارها را در پنج گروه شامل مدیریت محیطی داخلی، خرید سبز، همکاری با مشتری، بازیافت و طراحی محیطی طبقه‌بندی کردند؛ همچنین در مطالعه‌ای دیگر نشان دادند که فشار مصرف‌کنندگان، کمبود منابع، راه‌کارهای سبز رقبا، رسالت محیطی سازمان و قوانین و مقررات ملی و بین‌المللی به سازمان‌ها برای پذیرش و اجرای مدیریت زنجیره تأمین سبز فشار می‌آورند (Zuh et al, 2008).

اهداف و سؤال‌های پژوهش: هدف اصلی پژوهش حاضر، شناسایی و اولویت‌بندی ابعاد «مدیریت زنجیره تأمین سبز» در صنعت فراساحل است. در قالب این هدف کلی اهداف فرعی دیگری به شرح زیر در این پژوهش مدنظر بوده است:

۱. شناسایی ابعاد کلیدی مفهوم مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت فراساحل؛
 ۲. شناسایی شاخص‌های بُعد «مدیریت تأمین‌کنندگان»، «مدیریت چرخه عمر محصول»، «مشارکت سازمانی» و «بازیافت محصول» در صنعت فراساحل؛
 ۳. اولویت‌بندی ابعاد و شاخص‌های مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت فراساحل.
- سؤال‌های پژوهش عبارت‌اند از:

سؤال اصلی پژوهش عبارت است از: چگونگی شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت فراساحل با رویکرد ANP. در قالب این سؤال اصلی، سؤال‌های فرعی دیگری به شرح زیر مطرح شد که عبارتند از:

- ابعاد اصلی مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت فراساحل کدامند؟

- شاخص‌های بُعد «مدیریت تأمین کنندگان»، «مدیریت چرخه عمر محصول»، «مشارکت سازمانی» و «بازیافت محصول» در صنعت فراساحل کدامند؟
- اهمیت و اولویت‌بندی ابعاد و شاخص‌های مدیریت زنجیره تأمین سبز به چه ترتیبی است؟

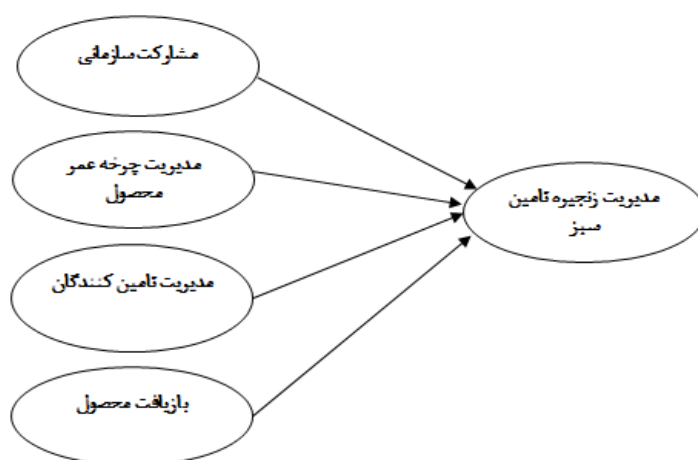
۳. روش‌شناسی تحقیق

از آنجاکه هدف این مقاله، شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت فراساحل با رویکرد فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) است، در فاز اول ابتدا با مطالعه مقاله مرجع، مقالات و پایان‌نامه‌های مرتبط با موضوع پژوهش، متون علمی، استانداردها و گزارش‌ها محیطی پروژه‌های شرکت و کسب نظر خبرگان و متخصصان صنعت ساخت دریای آزاده دریایی، شاخص‌های زنجیره تأمین سبز استخراج و مبنای تهیه پرسشنامه اول پژوهش قرار گرفت. پس از جمع‌آوری داده‌ها از طریق آزمون T تک‌نمونه‌ای با انجام میانگین‌گیری شاخص‌هایی که بیشترین تأثیر را در زنجیره تأمین سبز در شرکت مهندسی و ساخت تأسیسات دریایی ایران دارند، انتخاب شد؛ سپس در فاز دوم با به‌کارگیری تکنیک دیماتل و با توزیع پرسشنامه دوم، شبکه علی و معلولی حاکم بر عوامل شناسایی و شاخص‌ها در ساختار شبکه‌ای جانمایی شده و در نهایت با کمک روش ANP و تدوین پرسشنامه سوم میزان اهمیت شاخص‌ها تعیین و اولویت‌بندی آن‌ها انجام شد. شکل ۱، مراحل اجرای پژوهش را نشان می‌دهد.



قلمرو موضوعی، زمانی و مکانی پژوهش: از نظر قلمرو موضوعی، مدیریت زنجیره تأمین سبز در حوزه مدیریت زنجیره تأمین و مدیریت زیست‌محیطی جای دارد. شروع کار پژوهش از زمستان ۱۳۹۳ لغایت تابستان ۱۳۹۴ و زمان توزیع و جمع‌آوری پرسشنامه‌ها دهم تیرماه تا دهم مردادماه سال ۱۳۹۴ بود. قلمرو مکانی این پژوهش شرکت مهندسی و ساخت تأسیسات دریایی ایران (دفاتر تهران و سایت‌های عملیاتی در خرمشهر و عسلویه) است.

ابعاد «مشارکت سازمانی»، «مدیریت چرخه عمر محصول»، «باز یافت محصول»، «مدیریت تأمین‌کنندگان» متغیرهای مؤثر بر مفهوم «مدیریت زنجیره تأمین سبز» هستند. شکل ۲، تأثیر متقابل متغیرهای پژوهش را نشان می‌دهد.



شکل ۲: تأثیر متقابل متغیرهای پژوهش (هو و هسو، ۲۰۱۰)

جامعه آماری، نمونه آماری و نمونه‌گیری: جامعه آماری این پژوهش دربرگیرنده خبرگان صنعت فراساحل (ساخت دریای آزاده دریایی، عملیات پوشش لوله و لوله‌گذاری) در شرکت مهندسی و ساخت تأسیسات دریایی ایران شامل مدیران، سرپرستان و کارشناسان ارشد بخش‌های مهندسی، تدارکات و پشتیبانی خرید، ساخت، عملیات و پروژه‌ها و غیره با حداقل ۵ سال سابقه و مدرک کارشناسی و بالاتر هستند.

درخصوص نمونه آماری، در این پژوهش در بحث پرسشنامه اول از نظر کلیه افراد جامعه آماری در دسترس و طبق رابطه کوکران و در بحث پرسشنامه‌های دیمتل و مقایسات زوجی به دلیل اینکه از قضاوت‌های گروهی از خبرگان و متخصصان استفاده شده است به روش خاصی

برای نمونه‌گیری احتیاج نیست؛ زیرا از نظرهای کلیه افرادی که صاحب‌نظر و یا درگیر موضوع بوده‌اند، استفاده شده است.

حجم جامعه در این صنعت (تعداد خبرگان) با توجه به مصاحبه با مدیران و سرپرستان فعال در صنعت فراساحل تعیین شد؛ بنابراین برای انجام پژوهش ابتدا جامعه به گروه‌های کاری و شغلی طبقه‌بندی شده و سپس نمونه‌ای تصادفی از هر گروه کاری انتخاب شد. ۸۵ پرسشنامه به صورت تصادفی بر اساس نسبت‌های به دست آمده هر طبقه بر اساس واحد سازمانی و شغل در جامعه توزیع شد و ۷۱ پرسشنامه قابل قبول، بررسی و تحلیل شد.

پایایی و روایی پرسشنامه‌ها: برای ارزیابی پایایی ابزار سنجش و میزان استحکام و ثبات پرسشنامه از روش آلفای کرونباخ استفاده شد. برای محاسبه آلفای کرونباخ، تعدادی پرسشنامه پیش‌آزمون شده و داده‌های به دست آمده از این پرسشنامه‌ها از طریق نرم‌افزار تحلیل آماری SPSS به کار گرفته شد. به طور معمول اگر مقدار α بالاتر از ۰/۷ باشد، پایایی آن پرسشنامه قابل قبول است. مقدار α در این پژوهش ۰/۸۳۱ محاسبه شد؛ همچنین در این پژوهش برای بررسی روایی پرسشنامه ضمن مطالعه پرسشنامه مشابه، مقاله و کتاب، پرسشنامه در میان تعدادی از خبرگان توزیع و از نظرهای اصلاحی آن‌ها استفاده شد.

روش‌های بررسی و تحلیل داده‌ها: آزمون میانگین یک جامعه بر مبنای توزیع T یک آزمون پارامتری است که در آن به این موضوع پرداخته می‌شود که میانگین یک جامعه به چه میزان از یک مقدار ثابت بیشتر یا کمتر است. در این آزمون از آنجاکه تنها یک متغیر مطرح است، برای آزمون فرضیه‌های توصیفی استفاده می‌شود. آزمون مفروضه‌ها معمولاً شامل به دست آوردن آماره‌های توصیفی در مورد متغیرها است. این آماره‌ها شامل میانگین، میانه، مُد، واریانس، انحراف معیار و دامنه است. در صورتی که میانگین جامعه بالاتر از مقدار آزمون شده (عدد ۳) باشد، معیار مورد قبول و مؤثر و در غیر این صورت پذیرفته نیست.

روش دیمتل^۱ یکی از روش‌های تصمیم‌گیری گروهی بر اساس مقایسات زوجی و قضاوت خبرگان است که در بین سال‌های ۱۹۷۶-۱۹۷۱ میلادی توسط فونتلا و گابوس^۲ برای مطالعه و حل مسائل پیچیده و درهم‌تنیده جهان ارائه شد و در اهداف راهبردی و عینی از مسائل جهانی و به منظور دسترسی به راه‌حل‌های مناسب مدنظر قرار گرفت (پایگاه علمی پژوهشی پارس مدیر)^۳. این روش بر مبنای دیاگرام‌ها (گراف جهت‌دار) بنا نهاده شده است که با بهره‌مندی از قضاوت

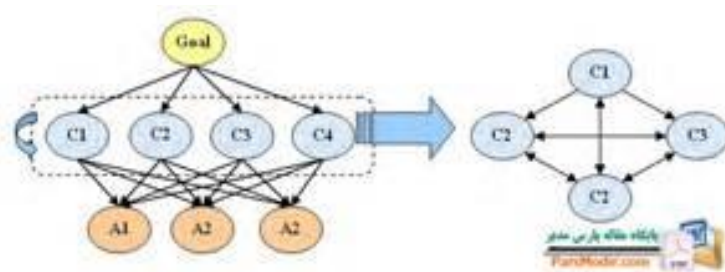
1. Decision Making Trial and Evaluation

2. Fonetla & Gabus

3. www.parsmodir.com

کارشناسان در شناسایی عوامل موجود در یک سیستم و با به‌کارگیری اصول نظریه گراف‌ها به استخراج روابط تأثیرگذار یا تأثیرپذیر (روابط علی و معلولی متقابل) عناصر می‌پردازد و ساختاری سلسله‌مراتبی و نظام‌مند از آن‌ها ارائه می‌دهد و شدت اثر روابط یادشده را به‌صورت امتیاز عددی معین می‌کند.

روش فرآیند تحلیل شبکه^۱، روش جدیدی در تصمیم‌گیری چندمعیاره است که برای اولویت‌بندی عوامل یا معیارها قابل استفاده است. این تکنیک در واقع شکل عمومی تکنیک فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی با در نظر داشتن وابستگی بین عناصر سلسله‌مراتبی است. بسیاری از مسائل تصمیم‌گیری نمی‌توانند به صورت سلسله‌مراتبی ساختاردهی شوند؛ زیرا در بردارنده تکرار و وابستگی عناصر سطوح بالاتر به عناصر سطح پایین‌تر هستند؛ بنابراین تکنیک توسعه‌یافته به جای سلسله‌مراتب به‌وسیله یک شبکه نمایش داده می‌شود (Sipahi & Timor, 2010).



شکل ۳: نمودار ساختار سلسله‌مراتبی و شبکه‌ای و روابط درونی بین معیارها

۴. یافته‌های پژوهش

شناسایی ابعاد و شاخص‌های زنجیره تأمین سبز: از آنجاکه رویکرد پژوهش حاضر، مدیریت زنجیره تأمین سبز است؛ بنابراین باید شاخص‌ها در سرتاسر زنجیره تأمین (از تأمین تا تحویل) شناسایی و استخراج شود. الگوی این پژوهش یک الگوی فرآیندی (ورودی- پردازش- خروجی) است و مؤلفه‌های سبز در این زنجیره شناسایی و اولویت‌بندی شده‌اند. یادآوری این نکته لازم است که این شاخص‌ها از بررسی متون علمی و بررسی موضوع سبز در سطح شرکت مهندسی و ساخت تأسیسات دریایی ایران استخراج شده‌اند؛ البته در این راستا علاوه بر کمک‌گرفتن از پژوهش‌های قبلی از نظرهای خبرگان و کارشناسان صنعت در این شرکت استفاده شده است.

شاخص‌های نهایی استخراج‌شده زنجیره تأمین سبز ۲۵ مورد است که عبارت‌اند از:

- پل ارتباطی شفاف و مؤثر با تأمین‌کنندگان و بنگاه‌های تجاری؛

- خط مشی و سیاست‌های زیست‌محیطی برای مدیریت زنجیره تأمین سبز؛

1. Analytical Network Process (ANP)

- برقراری سیستم مدیریت ریسک زیست محیطی برای مدیریت زنجیره تأمین سبز؛
- مشارکت کارکنان؛
- پیگیری دستورالعمل‌ها و قوانین؛
- سیستم اطلاعاتی؛
- آموزش و تربیت زیست محیطی؛
- پشتیبانی مدیریت ارشد؛
- تشکیل کارگروه؛
- ایجاد پایگاه داده محیطی از محصولات؛
- طراحی سبز؛
- ارزیابی چرخه عمر برای ایجاد پروفایل محیطی محصولات؛
- پیوستن به مراکز فعال در امر جمع‌آوری و بازیافت ضایعات؛
- همکاری بنگاه تجاری و مراکز بازیافت محلی؛
- کتابچه‌های راهنمای جداسازی قطعات و اقلام قابل بازیافت؛
- نشست با تأمین کنندگان؛
- پرسشنامه زیست محیطی تأمین کنندگان؛
- ممیزی زیست محیطی تأمین کنندگان؛
- ارزیابی و انتخاب تأمین کنندگان؛
- بیانیه پذیرش / ضمانت؛
- گزارش تست محصول؛
- فهرست مواد و استانداردهای محصول؛
- گنجانیدن الزامات زیست محیطی در قرارداد خرید اقلام؛
- خرید سبز؛
- همکاری بخش بازرگانی با تأمین کنندگان.

نهایی سازی و اولویت بندی شاخص‌ها: این شاخص‌ها پس از شناسایی و استخراج برای نهایی سازی و اولویت بندی در قالب پرسشنامه‌ای بر اساس طیف پنج تایی لیکرت (از تأثیر خیلی زیاد، تأثیر زیاد، تأثیر متوسط، تأثیر کم، تأثیر خیلی کم) به نظرخواهی خبرگان گذارده شد. جدول ۲، خلاصه نتایج بررسی و تحلیل داده‌های پرسشنامه تعیین اهمیت شاخص‌ها و جدول ۳ خلاصه نتایج بررسی و تحلیل تعیین اهمیت ابعاد مدیریت زنجیره تأمین سبز در شرکت مهندسی و ساخت تأسیسات دریایی ایران را نشان می‌دهد.

جدول ۲. خلاصه نتایج پرسشنامه تعیین اهمیت شاخص‌ها

رتبه	شاخص	امتیازات					میانگین \bar{X}	انحراف معیار Fx	آماره آزمون	حد بحرانی	تأثیر معیار
		۱	۲	۳	۴	۵					
۱	پل ارتباطی شفاف و مؤثر با تأمین‌کنندگان و بنگاه‌های تجاری	۱۹	۲۶	۱۹	۶	۱	۲/۲۱۱	۰/۹۸۴	-۶/۷۵۱	۱/۶۴۵	خیر
۲	خط مشی و سیاست‌های زیست‌محیطی برای مدیریت زنجیره تأمین سبز	۱۹	۲۸	۱۸	۴	۲	۲/۱۸۳	۰/۹۹۰	-۶/۹۵۲	۱/۶۴۵	خیر
۳	برقراری سیستم مدیریت ریسک زیست‌محیطی برای مدیریت زنجیره تأمین	۲۲	۲۴	۱۹	۴	۲	۲/۱۵۵	۱/۰۲۳	-۶/۹۵۹	۱/۶۴۵	خیر
۴	مشارکت کارکنان	۵	۱۱	۱۶	۲۴	۱۵	۳/۴۶۵	۱/۱۹۳	۳/۲۸۲	۱/۶۴۵	بله
۵	پیگیری دستورالعمل‌ها و قوانین	۷	۱۰	۱۹	۲۱	۱۴	۳/۳۵۲	۱/۲۳۲	۲/۴۰۹	۱/۶۴۵	بله
۶	سیستم اطلاعاتی	۱۹	۲۴	۲۱	۵	۲	۲/۲۵۴	۱/۰۲۴	-۶/۱۴۱	۱/۶۴۵	خیر
۷	آموزش و تربیت زیست‌محیطی	۵	۹	۱۸	۲۰	۱۹	۳/۵۴۹	۱/۲۱۶	۳/۸۰۵	۱/۶۴۵	بله
۸	پشتیبانی مدیریت ارشد	۰	۶	۲۳	۲۵	۱۷	۳/۷۴۶	۰/۹۲۱	۶/۸۲۶	۱/۶۴۵	بله
۹	تشکیل کارگروه	۱۹	۲۲	۱۸	۸	۴	۲/۳۸۰	۱/۱۶۳	-۴/۴۸۹	۱/۶۴۵	خیر
۱۰	ایجاد پایگاه داده محیطی از محصولات	۱۹	۲۱	۲۳	۵	۳	۲/۳۲۴	۱/۰۷۹	-۵/۲۷۸	۱/۶۴۵	خیر
۱۱	طراحی سبز	۴	۷	۱۶	۲۳	۲۱	۳/۷۰۴	۱/۱۶۴	۵/۰۹۹	۱/۶۴۵	بله
۱۲	ارزیابی چرخه عمر برای ایجاد پروفایل	۶	۸	۲۱	۲۴	۱۲	۳/۳۹۴	۱/۱۵۲	۲/۸۸۴	۱/۶۴۵	خیر

۱۳	پیوستن به مراکز فعال در امر جمع آوری و بازیافت	۲۱	۲۳	۱۸	۶	۳	۲/۲۴۵	۱/۱۰۵	-۵/۶۹۳	۱/۶۴۵	خیر
۱۴	همکاری بنگاه تجاری و مراکز بازیافت محلی	۵	۱۱	۲۲	۱۸	۱۵	۳/۳۸۰	۱/۱۸۸	۲/۶۹۸	۱/۶۴۵	بله
۱۵	کتابچه‌های راهنمای جداسازی قطعات و اقلام قابل بازیافت	۶	۱۱	۱۹	۲۱	۱۴	۳/۳۶۶	۱/۲۱۰	۲/۵۵۰	۱/۶۴۵	بله
۱۶	نشست با تأمین کنندگان	۱۹	۲۰	۲۳	۶	۳	۲/۳۵۲	۱/۰۹۷	-۴/۹۷۸	۱/۶۴۵	خیر
۱۷	پرسشنامه زیست محیطی تأمین کنندگان	۱۹	۲۴	۱۹	۷	۲	۲/۲۸۲	۱/۰۵۸	۵/۷۲۰	۱/۶۴۵	خیر
۱۸	ممیزی زیست محیطی تأمین کنندگان	۶	۸	۱۸	۲۲	۱۷	۳/۵۰۷	۱/۲۲۱۷	۳/۵۰۹	۱/۶۴۵	بله
۱۹	ارزیابی و انتخاب تامین کنندگان	۷	۹	۲۱	۲۳	۱۱	۳//۳۱۰	۱/۱۷۸	۲/۲۱۶	۱/۶۴۵	بله
۲۰	بیانیه پذیرش/ ضمانت	۲۲	۲۶	۱۶	۶	۱	۲/۱۲۷	-/۹۹۹	-۷/۳۶۵	۱/۶۴۵	خیر
۲۱	گزارش تست محصول	۱۹	۲۴	۱۶	۹	۳	۲/۳۳۸	۱/۱۳۳	-۴/۹۲۲	۱/۶۴۵	خیر
۲۲	فهرست مواد و استانداردهای محصول	۱۹	۲۲	۲۳	۶	۱	۲/۲۶۸	-/۹۹۹	-۶/۱۷۵	۱/۶۴۵	خیر
۲۳	گنجاندن الزامات زیست محیطی در قرارداد خرید	۶	۱۰	۱۸	۱۹	۱۸	۳/۴۶۵	۱/۲۵۲	۳/۱۲۹	۱/۶۴۵	بله
۲۴	خرید سبز	۴	۹	۱۹	۲۱	۱۸	۳/۵۶۳	۱/۱۶۸	۴/۰۶۵	۱/۶۴۵	بله
۲۵	همکاری بخش بازرگانی با تأمین کنندگان	۲۰	۲۳	۲۱	۵	۲	۲/۲۳۹	۱/۰۳۵	-۶/۱۹۴	۱/۶۴۵	خیر

جدول ۳: خلاصه نتایج تعیین اهمیت ابعاد زنجیره تأمین سبز

تأثیر معیار	حد بحرانی	آماره آزمون	انحراف معیار	میانگین	ابعاد
بله	۱/۶۴۵	۷/۷۳۵	۱/۱۵۱	۳/۵۲۸	بُعد مشارکت سازمانی
بله	۱/۶۴۵	۵/۶۲۲	۱/۱۶۴	۳/۵۴۹	بُعد چرخه عمر محصول
بله	۱/۶۴۵	۳/۷۲۳	۱/۱۹۵	۳/۳۷۳	بُعد بازیافت محصول
بله	۱/۶۴۵	۷/۷۳۵	۱/۱۵۱	۳/۵۲۸	بُعد مدیریت تأمین کنندگان

پس از محاسبه میانگین و انحراف معیار پاسخ‌ها و بر گزاری آزمون T تک‌نمونه‌ای از ۲۵ شاخص موردبررسی، تنها ۱۲ مورد عوامل مؤثر بر مدیریت زنجیره تأمین سبز در شرکت مهندسی و ساخت تأسیسات دریایی ایران باقی ماندند؛ همچنین با انجام آزمون فرضیه‌ها برای ابعاد اصلی چهارگانه مسئله، مشخص شد هر چهار بُعد اصلی بر ارزیابی زنجیره تأمین سبز شرکت مهندسی و ساخت تأسیسات دریایی ایران مؤثر هستند.

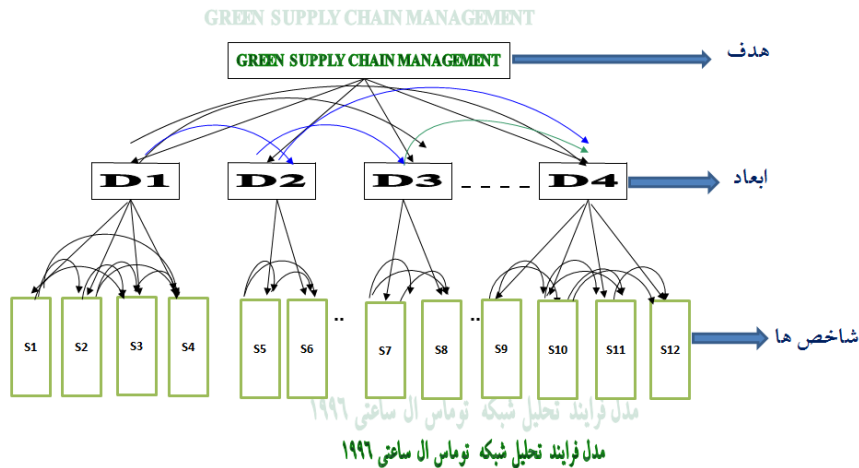
اگر آماره آزمون از حد بحرانی بیشتر باشد، معیار مؤثر است و بدین ترتیب از ۲۵ شاخص، ۱۲ شاخص مؤثر بر مدیریت زنجیره تأمین سبز در شرکت یادشده شناسایی شد.

جدول ۴: عوامل مؤثر بر مدیریت زنجیره تأمین سبز در شرکت مهندسی و ساخت تأسیسات دریایی ایران

ابعاد	عنوان شاخص	کد
D1 بُعد مشارکت سازمانی (Organizational Involvement)	مشارکت کارکنان	S1
	پیگیری دستورالعمل‌ها و قوانین	S2
	آموزش و تربیت زیست‌محیطی	S3
	پشتیبانی مدیریت ارشد	S4
D2 بعد چرخه عمر محصول (Product Life Cycle)	طراحی سبز	S5
	ارزیابی چرخه عمر جهت ایجاد پروفایل محیطی محصولات	S6
D3 بُعد بازیافت محصول (Product Recycle)	همکاری بنگاه تجاری با مراکز بازیافت محلی	S7
	کتابچه‌های راهنمای جداسازی قطعات و اقلام قابل بازیافت	S8
D4 بُعد مدیریت تأمین کنندگان (Supplier Management)	ممیزی زیست‌محیطی تأمین کنندگان	S9
	ارزیابی و انتخاب تأمین کنندگان	S10
	گنجانیدن الزامات زیست‌محیطی در قرارداد خرید اقلام	S11
	خرید سبز	S12

مدل مفهومی پژوهش: نتایج اولویت‌بندی ابعاد و شاخص‌های مؤثر بر «مدیریت زنجیره تأمین سبز» حاکی از آن است که چهار بُعد مشارکت سازمانی، چرخه عمر محصول، بازیافت محصول و مدیریت تأمین کنندگان و ۱۲ شاخص انتخابی بر مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت فراساحل

تأثیرگذار هستند و مدل مفهومی شکل ۴، نشان‌دهنده ارتباطات بیرونی و درونی بین ابعاد و شاخص‌ها شناسایی شده است.



شکل ۴: مدل مفهومی پژوهش

تأثیر ابعاد و شاخص‌ها و تشکیل شبکه علی و معلولی: در فاز دوم پژوهش برای تعیین تأثیر ابعاد و شاخص‌ها و تشکیل شبکه علی و معلولی حاکم بر عوامل و ترسیم جانمایی شبکه با کمک تکنیک دیمتل گام‌های زیر تدوین و انجام شد:

گام اول: تهیه ماتریس روابط مستقیم (ماتریس Z) پس از جمع‌آوری و بررسی و تحلیل نتایج پرسشنامه دوم پژوهش که یک ماتریس ۱۶*۱۶ است؛

گام دوم: نرمال‌سازی ماتریس روابط مستقیم و تشکیل ماتریس X با انجام محاسبات جبری از طریق دو فرمول زیر:

$$X = s.Z, \quad (1)$$

$$s = \min\left\{1/\max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n z_{ij}, 1/\max_{1 \leq j \leq n} \sum_{i=1}^n z_{ij}\right\}, i, j = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

گام سوم: تشکیل ماتریس روابط کلی (ماتریس T) با انجام محاسبه از طریق فرمول زیر:

$$T = X(I - X)^{-1} \quad (۳)$$

گام چهارم: تهیه نمودار علی و معلولی

مجموع عناصر سطرها و ستون‌های ماتریس T به ترتیب و به صورت بردارهای D و R نامگذاری می‌شوند. هنگامی که (D - R) مثبت است، معیار مربوطه متعلق به گروه علت و درغیراین صورت، به گروه معلول تعلق دارد.

جدول ۵: نتایج محاسبات D و R و D+R و D-R

ردیف	عامل	D	R	D+R	D-R	علت/معلول
۱	بُعد مشارکت سازمانی	۰/۶۱۶	۱/۹۳۱	۲/۵۴۸	-۱/۳۱۵	معلول
۲	بُعد چرخه عمر محصول	۰/۶۹۳	۱/۳۶۹	۲/۰۶۳	-۰/۶۷۶	معلول
۳	بُعد باز یافت محصول	۰/۶۳۵	۱/۳۵۹	۱/۹۹۴	-۰/۷۲۴	معلول
۴	بُعد مدیریت تأمین کنندگان	۰/۷۴۹	۱/۷۶۲	۲/۵۱۱	-۱/۰۱۳	معلول
۵	مشارکت کارکنان	۱/۰۴۰	۰/۵۰۷	۱/۵۴۷	۰/۵۳۴	علت
۶	پیگیری دستورالعمل‌ها و قوانین	۰/۹۶۵	۰/۴۸۹	۱/۴۵۳	۰/۴۷۶	علت
۷	آموزش و تربیت زیست‌محیطی	۰/۹۶۲	۰/۴۹۳	۱/۴۵۵	۰/۴۶۹	علت
۸	پشتیبانی مدیریت ارشد	۰/۶۴۱	۰/۵۸۳	۱/۲۲۴	۰/۰۵۸	علت
۹	طراحی سبز	۰/۴۱۰	۰/۱۷۰	۰/۵۸۰	۰/۲۳۹	علت
۱۰	ارزیابی چرخه عمر برای ایجاد پروفایل محیطی محصولات	۰/۶۱۴	۰/۳۱۱	۰/۹۲۶	۰/۳۰۳	علت
۱۱	همکاری بنگاه تجاری با مراکز باز یافت محلی	۰/۳۵۴	۰/۲۱۰	۰/۵۶۴	-۰/۱۴۵	علت
۱۲	کتابچه‌های راهنمای جداسازی قطعات و اقلام قابل باز یافت	۰/۴۶۷	۰/۰۹۴	۰/۵۶۱	۰/۳۷۳	علت
۱۳	ممیزی زیست‌محیطی تأمین کنندگان	۰/۸۷۹	۰/۳۷۶	۱/۲۵۵	۰/۵۰۲	علت
۱۴	ارزیابی و انتخاب تأمین کنندگان	۰/۵۴۶	۰/۵۰۷	۱/۰۵۳	۰/۰۳۹	علت
۱۵	گنجاندن الزامات زیست‌محیطی در قرارداد خرید اقلام	۰/۸۱۱	۰/۵۰۲	۱/۳۱۳	۰/۳۰۸	علت
۱۶	خرید سبز	۰/۵۶۷	۰/۲۸۵	۰/۸۵۲	۰/۲۸۲	علت

چنانچه از درایه‌های ماتریس T (جدول ۴) میانگین‌گیری شده و اعداد کوچک‌تر از میانگین حذف شود، فقط اعداد بزرگ‌تر از مقدار میانگین به دست آمده باقی می‌ماند و بدین ترتیب نمودار علی و معلولی مسئله طبق جدول ۶ حاصل می‌شود.

جدول ۶: جدول روابط علی و معلولی حاکم بر عوامل مسئله پژوهش

	D1	D2	D3	D4	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
D1																
D2																
D3																
D4																
S1																
S2																
S3																
S4																
S5																
S6																
S7																
S8																
S9																
S10																
S11																
S12																

تعیین وزن ابعاد و شاخص‌ها و اولویت‌بندی آن‌ها: در فاز سوم با توجه به نتایج مرحله قبل، بر اساس تکنیک ANP با هدف تعیین میزان ارجحیت هر بُعد و شاخص نسبت به بُعد یا شاخص دیگر و ارجحیت این معیارها نسبت به هدف، وزن ابعاد و شاخص‌ها تعیین و اولویت‌بندی شد.

محاسبه اوزان تقدمی ابعاد و شاخص‌های مؤثر بر سایر ابعاد و شاخص‌ها: مراحل انجام این محاسبات برای ماتریس‌های مقایسات زوجی به‌منظور محاسبه وزن‌های تقدمی از ماتریس‌ها به‌ترتیب طبق روابط زیر انجام می‌شود:

الف: ادغام ماتریس‌های مقایسات زوجی: پس از جمع‌آوری و بررسی و تحلیل نتایج پرسشنامه سوم پژوهش و انجام میانگین هندسی، ماتریس مقایسات زوجی تشکیل می‌شود. معکوس عناصر بالای قطر اصلی تشکیل‌دهنده عناصر پایین قطر اصلی است $(C_{ij} = \frac{1}{C_{ji}})$ ؛

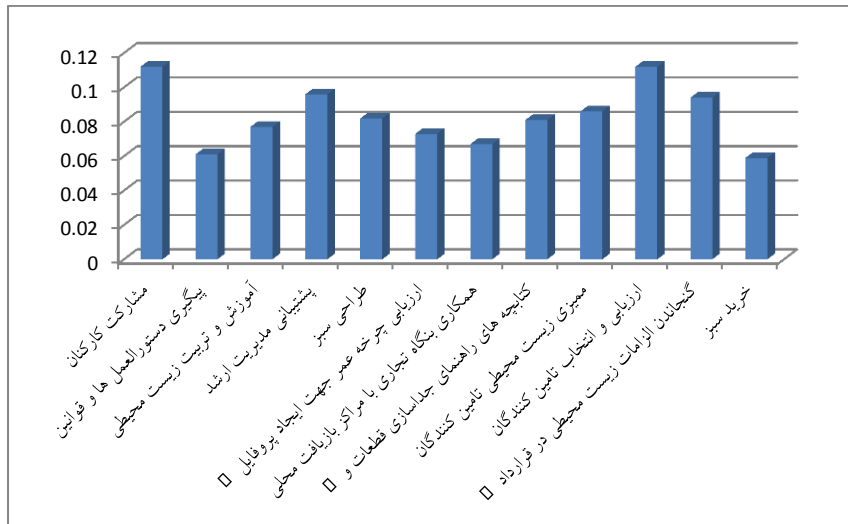
ب: نرمال‌سازی ماتریس مقایسات زوجی: به‌منظور نرمال‌سازی ماتریس مقایسات زوجی، هر درایه از ماتریس مقایسات زوجی بر مجموع ستون تقسیم می‌شود؛

جدول ۹: وزن نهایی شاخص‌های مدیریت زنجیره تأمین سبز در شرکت مهندسی و ساخت تأسیسات دریایی ایران

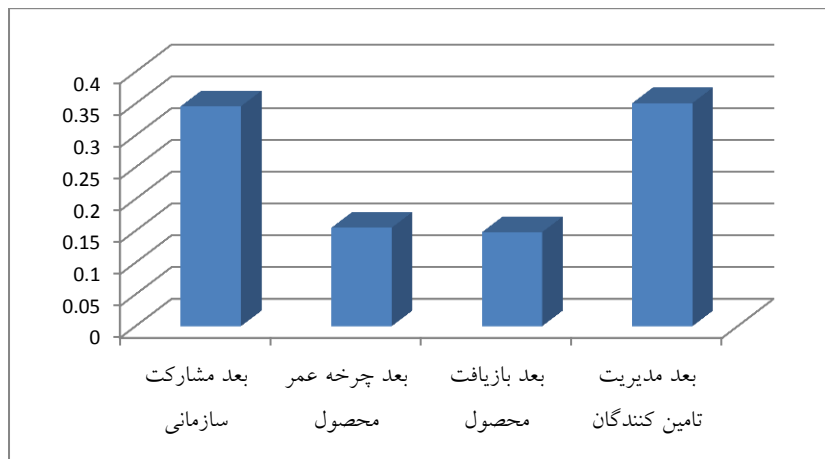
رتبه	وزن	شاخص
۱	۰/۱۱۳	مشارکت کارکنان S1
۲	۰/۱۱۲	ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان S10
۳	۰/۰۹۶	پشتیبانی مدیریت ارشد S4
۴	۰/۰۹۴	گنجانیدن الزامات زیست‌محیطی در قرارداد خرید اقلام S11
۵	۰/۰۸۶	ممیزی زیست‌محیطی تأمین‌کنندگان S9
۶	۰/۰۸۲	طراحی سبز S5
۷	۰/۰۸۱	کتابچه‌های راهنمای جداسازی قطعات و اقلام قابل بازیافت S8
۸	۰/۰۷۷	آموزش و تربیت زیست‌محیطی S3
۹	۰/۰۷۳	ارزیابی چرخه عمر جهت ایجاد پروفایل محیطی محصولات S6
۱۰	۰/۰۶۷	همکاری بنگاه تجاری با مراکز بازیافت محلی S7
۱۱	۰/۰۶۱	پیگیری دستورالعمل‌ها و قوانین S2
۱۲	۰/۰۹۵	خرید سبز S12

جدول ۱۰: وزن نهایی ابعاد مدیریت زنجیره تأمین سبز در شرکت مهندسی و ساخت تأسیسات دریایی ایران

رتبه	وزن	ابعاد
۱	۰/۳۵۱	مدیریت تأمین‌کنندگان
۲	۰/۳۴۶	مشارکت سازمانی
۳	۰/۱۵۵	چرخه عمر محصول
۴	۰/۱۴۸	بازیافت محصول



شکل ۶: وزن نهایی شاخه های مدیریت زنجیره تامین سبز در شرکت مهندسی و ساخت تأسیسات دریایی ایران



شکل ۷: وزن نهایی ابعاد مدیریت زنجیره تامین سبز در شرکت مهندسی و ساخت تأسیسات دریایی ایران

۵. نتیجه گیری و پیشنهاد

پژوهش حاضر در دو فاز متفاوت انجام شد. در فاز نخست، ۲۵ شاخص زنجیره تامین سبز با مطالعه متون علمی و کسب نظر خبرگان صنعت استخراج شد و مبنای تهیه پرسشنامه قرار گرفت. پس از جمع آوری داده‌ها از طریق آزمون T تک‌نمونه‌ای میانگین شاخص‌ها و ابعاد تعیین شد؛ سپس در فاز دوم، پس از انتخاب ۱۲ شاخص، برای تعیین شبکه علی و معلولی شاخص‌ها و تعیین وزن و اولویت‌بندی آن‌ها از روش دیمتل و فرآیند تحلیل شبکه (ANP) استفاده شد. این پژوهش با رویکرد مؤلفه‌شناسی خود می‌تواند زمینه مساعدی برای اجرای مدیریت زنجیره تامین

سبز در صنعت، به‌ویژه صنعت فراساحل، ایجاد کند. با توجه به اهمیت روزافزون مباحث زیست‌محیطی و نیز توجه بیشتر مشتریان به این مورد و همچنین الزامات و قوانین مبنی بر مدنظر قرار دادن ملاحظات زیست‌محیطی توسط صنایع، توجه به پیشنهادها زیر مفید به نظر می‌رسد.

سازگاری یافته‌ها با پژوهش‌های پیشین: همان‌طور که در پاسخ سؤال‌های مشاهده می‌شود بر اساس نتایج مدل فرآیند تحلیل شبکه، اولویت اجزای تشکیل‌دهنده مفهوم «مدیریت زنجیره تأمین سبز» به ترتیب بُعد «مدیریت تأمین‌کنندگان»، بُعد «مشارکت سازمانی»، بُعد «چرخه عمر محصول» و بُعد «بازیافت محصول» هستند.

نتایج این پژوهش در بسیاری از ابعاد با نتایج سایر پژوهش‌های صورت‌گرفته هماهنگی دارد. بر اساس نتایج پژوهش از میان شاخص‌های مربوط به مدیریت تأمین‌کنندگان، ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان اهمیت زیادی دارد. پژوهشگران بسیاری از جمله لارج و تامسون (۲۰۱۱) و هو و هسو (۲۰۰۸)، این شاخص‌ها را شاخص‌های بسیار مهمی برای مدیریت زنجیره تأمین سبز معرفی کردند؛ همچنین از میان شاخص‌های بُعد مشارکت سازمانی، شاخص مشارکت کارکنان از اولویت اول برخوردار بود که این شاخص در حال حاضر یکی از مباحث مهم در بحث تحقق اهداف سازمانی و بخشی در «شرکت مهندسی و ساخت تأسیسات دریایی ایران» است. در این شرکت مدیران میانی و روسای بخش‌های مختلف شرکت در تلاش هستند تا ضمن بهره‌گیری از پشتیبانی مدیریت ارشد، دانش محیطی کارکنان خود را از طریق برگزاری سمینارها و دوره‌های آموزشی و تدوین دستورالعمل‌های مربوطه ارتقا دهند و تأثیر دوره‌های یادشده در نتایج اثربخشی دوره‌های آموزشی مشهود است. هو و هسو (۲۰۱۰) نیز بر موضوع مشارکت کارکنان تأکید کرده‌اند؛ همچنین بنا بر یافته‌های پژوهش «شاخص پشتیبانی مدیریت ارشد» نیز اولویت بالایی دارد.

در نهایت بنا بر الزامات «استاندارد ISO 14001» عملکرد محیطی تأمین‌کنندگان باید در بازه‌های زمانی معین ارزیابی و میزان برآوردشدن الزامات استاندارد پایش شود. در صورت برآورده‌نشدن الزام استاندارد در قالب عدم‌انطباق به تأمین‌کنندگان اعلام می‌شود و با تعیین محدوده زمانی باید اقدام اصلاحی مناسب تعیین و اجرا گرسود.

پیشنهادهایی برای پژوهش‌های آتی: استفاده از روش مطالعه اسنادی (مراجعه به اعداد و ارقام واقعی) برای شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت فراساحل؛

- انتخاب راهبردی بر بهبود در عملکرد مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت نفت و گاز با کمک مدل FMEA فازی^۱ و یا مدل ERP^۲؛
- شناسایی و رتبه‌بندی موانع مؤثر بر به‌کارگیری مدیریت زنجیره تأمین الکترونیکی در صنعت فراساحل با مدل ANP یا AHP فازی؛
- سنجش مؤلفه‌های کمی از جمله زمان، هزینه و کارایی برای ارزیابی عملکرد مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت فراساحل؛
- بررسی تأثیر بررسی عوامل مؤثر بر چابکی زنجیره تأمین در صنعت نفت و گاز با کمک رویکرد گسترش کارکرد کیفی QFD^۳؛
- انتخاب راهبردی مناسب کاهش مدیریت ریسک در زنجیره تأمین با کمک روش SWOT

1. Failure Mode and Effects Analysis
2. Enterprise Resource Planning
3. Quality Function Deployment

منابع

۱. الفت و همکاران، (۱۳۹۰). «مقتضیات تحقیق مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت خودروسازی ایران». فصلنامه علوم مدیریت ایران، سال ششم، شماره ۲۱.
۲. ساعتی، توماس ال (۱۳۷۸). **تصمیم‌سازی برای AHP**. مترجم علی‌اصغر توفیق، سازمان مدیریت صنعتی چاپ اول.
۳. عموزاد خلیلی، حسین، شجاعی، احسان، توکلی، هایده (۱۳۹۳). **مدیریت تولید و عملیات**. آوای دانشگاهستر، چاپ اول.
۴. چینی‌فروش، حامد و شیخ زاده، حسین (۱۳۸۹). «رابطه عملکرد سازمان و زنجیره تأمین سبز در پتروشیمی کشور». **ماهنامه اکتشاف و تولید**، شماره ۶۹، صفحه ۲۶.
۵. مهرگان، محمدرضا (۱۳۸۷)، **پژوهش عملیاتی پیشرفته**، نشر کتاب دانشگاهی.
6. Aaker, D., (1994). **Strategic Market Management**. 4th, Mc Grow Hill Inc,
7. Bechtel Christian, Jayaram Jayanth, (1997). "Supply Chain Management: A Strategic Perspective". **The International Journal of Logistics Management**, Vol. 8 Iss: 1, pp.15 – 34.
8. Hwa, TayJoo (2001). Green Productivity & Supply Chain Management, Conference on Enhancing Competitiveness through Green Productivity, China, 25-27 May.
9. Harris, Lloyd C. and Crane, Andrew (2002). "The Greening of Organizational Culture". **Journal of Organizational Change Management**, Vol. 15, No. 3, pp. 214-234.
10. Hervani, A., Helms, M., & J. Sarkis, (2005). "Performance Measurement for Green Supply chain, Benchmarking". **An International Journal**, 12: 4, 330-353
11. Huang, Niven (2001). Eco-Efficiency and an Overview of Green Productivity, Conference on Enhancing Competitiveness through Green Productivity, China, 25-27 May.
12. Hu, A.H., Hsu, C.W. (2010). "Critical factors for implementing green supply chain management practice". **An empirical study of electrical & electronics industries in Taiwan, Management Research Review**, Vol.33, No.6, p.p. 586-608
13. Hsu, C.W. and Hu, A.H. (2008). "Green Supply Chain Management in the electronic industry" **Introductory Journal of Environmental Science and Technology**, Vol.5, No. 2, pp.16-205
14. Ip, W.H., Chan, S.L. and Lam, C.Y. (2011). "Modeling supply chain performance and stability". **Industrial Management & Data Systems**, Vol. 111, No. 8, pp. 1332-1354
15. Koplín, J., Seuring, S., & Mesterharm, M. (2007). "Incorporating sustainability into supply management in the automotive industry: The case of Volkswagen". **Journal of Cleaner Production**, 15, 1053-1062.
16. Large, Rudolf O. and Thomsen, Cristina Gimenez (2011). "Drivers of Green Supply Management Performance: Evidence from Germany". **Journal of Purchasing & Supply Management**, 17, pp: 176–184.
17. Ninlawan, C., Seksan, P., Tossapol, K. and Pilada, W. (2010). The Implementation of Green Supply Chain Management Practices in Electronics

- Industry, Proceedings of the International Multi Conference of Engineers and Computer Scientists, Hong Kong, March 17 – 19.
18. Rao, Purba (2004). “Greening Production: a South-East Asian Experience”. **International Journal of Operations & Production Management**, Vol. 24, No. 3, pp. 289-320.
 19. Rao, P. and Holt, D. (2005). “Do green supply chains lead to competitiveness and economic Performance”. **International Journal of Operations & Production Management**, Vol. 25, No. 9, pp. 898-916.
 20. Simchi-Levi, D., Kaminsky, P., Simchi-Levi, E., (2000). **Designing and managing the supply chain**. Boston, MA: Irwin McGraw-Hill.
 21. Trowbridge, Philip (2001). “A Case Study of Green Supply-Chain Management at Advanced Micro Device”. **GMI**, Vol.35.
 22. Vachon, S. & K. Klassen, (2006). “Extending Green Practices Across the Supply Chain”. **International Journal of operations & Production Management**, 26:7,795-821
 23. Walton, S.V., Handfield, R.B. and Melnyk, S.A. (1998). “the green supply chain: integrating suppliers into environmental management process”. **International Journal of Purchasing and Materials Management**, Vol. 34 No. 2, pp. 2-11.
 24. Wang, Fan. Xiaofan Lai. Ning Shi. (2011). “A Multi-Objective Optimization for Green Supply Chain Network Design”. **Decision Support Systems**, 51,262–269.
 25. Zhu, Q., Sarkis, J., & Lai, K. (2008). “Green supply chain management implications for closing the loop”. **Journal of Transportation Research**, Part E, 44, 1-18
 26. Zhu, Q. and Sarkis, J. (2006). “An inter- sectoral comparison of green supply chain management in China: drivers and practices”. **Journal of Cleaner Production**, Vol. 14 No. 5, pp. 472-86.