اولین کنفرانس بین المللی مدیریت و صنعت
۱۲ شهریور ۱۴۰۰ - تفلیس / گرجستان
1ST National Conference on Management & Industry
3 September 2021 - Georgia

چارچوب مرکب شش سیگمای سبز ناب (شسنا)، سیاستگذاری توسعه پایدار

حمزه شیخ شعاعی
دانشجوی سیاستگذاری علم و فناوری دانشگاه شهید بهشتی تهران
فارغ التحصیل مهندسی نرم افزار دانشگاه آزاد اسلامی قم
hamzeh.sheykh.shoaei@gmail.com
https://civilica.com/p/111269

چکیده

پایداری تقاضا محور، رقابت جهانی و سیاست‌های دولتی در خصوص تغییرات آب و هوایی، صنایع را مجبور به اتخاذ شیوه‌های پایدار کرده است. شش‌سیگمای سبز ناب (شسنا) یک رویکرد سازگار با محیط زیست است که پیامدهای انتشار آلودگی زیست محیطی را کاهش داده و محصولاتی با مشخصات برتر تولید می‌کند. برای پیاده سازی برنامه شسنا، ترکیب رویکردهای سبز، ناب و شش‌سیگما در روش منحصر به فرد شسنا ضروری است. علاوه بر این، چارچوب شسنا را نمی‌توان صرف نظر از اندازه، نوع و فرهنگ سازمان اعمال کرد. بنابراین، پژوهش حاضر به ترکیب و توسعه چارچوب شسنا می‌پردازد. ترکیب شسنا بر اساس عناصر نظری و توسعه چارچوب بر اساس رویکرد دیمائیک[1] انجام شده است. فعال کننده‌ها، مجموعه ابزارها و روش‌های پیاده سازی، ترکیب شسنا را تکمیل می‌کنند و چارچوب پیشنهادی، مسیر پیاده سازی شسنا را از طریق انتخاب مناسب پروژه فراهم می‌کند. علاوه بر این، شاخص‌ها و مجموعه ابزارهای منحصر به فرد شسنا برای برآورد اقدامات مختلف پایداری و اجرای پروژه-های منتخب مورد نیاز است. مطالعه حاضر، با ایجاد درک دقیق از چارچوب ترکیبی شسنا، آمادگی سازمان‌ها را برای اجرای این رویکرد در راستای توسعه پایدار فراهم می‌آورد.

کلمات کلیدی: شش سیگمای سبز ناب، شسنا، سیاستگذاری، پایداری

[1] Define, measure, analyze, improve, and control (DMAIC)

www.SID.ir

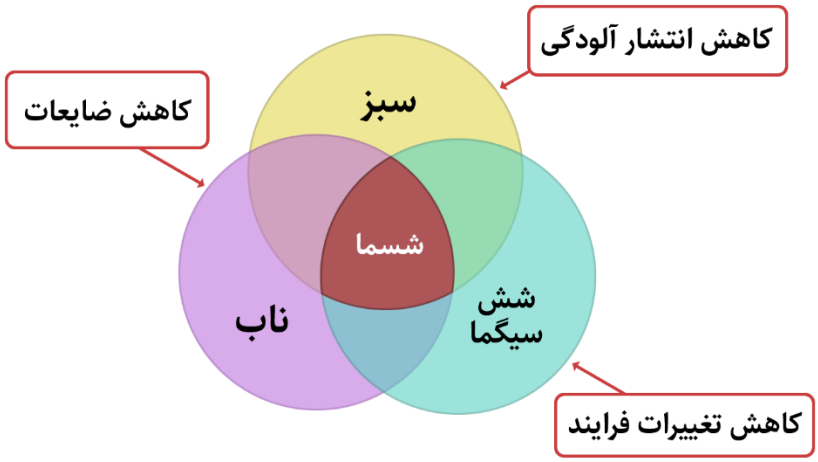
۱. مقدمه

افزایش آگاهی در مورد پایداری و تقاضا برای محصولات سازگار با محیط زیست، سازمان‌های صنعتی را مجبور به تجدید نظر در فعالیت‌های تجاری خود کرده است (سیگل و همکاران،[۲] ۲۰۱۹). صنایع در اکثر نقاط جهان از روش‌های سنتی تولید و سوخت‌های فسیلی استفاده می‌کنند (سیگل و همکاران، ۲۰۱۹). صنایع تولیدی در کشورهای توسعه یافته چهار برابر دی اکسید کربن نسبت به کشورهای در حال توسعه آزاد می‌کنند (هیئت بین دولتی تغییرات آب و هوا،[۳] ۲۰۱۸). سیاست‌های موجود در مورد تغییرات آب و هوایی نشان می‌دهد که متوسط دمای سطح زمین تا پایان قرن حاضر تا ۳ درجه سانتی گراد افزایش می‌یابد (هیئت بین دولتی تغییرات آب و هوا، ۲۰۱۸). این افزایش دما با هدف بلندپروازانه توافق پاریس که هدف آن محدود کردن افزایش دما تا ۲ درجه سانتی گراد است، فاصله دارد (کسوان و راثی،[۴] ۲۰۱۹). به دلیل افزایش تعداد اتفاقات و آسیب پذیری جمعیت، خطرات مرتبط با آب و هوا در آینده افزایش می‌یابد. بنابراین برای رفاه جامعه و حفاظت از محیط زیست، صنایع باید فناوری‌های سبز را در فعالیت‌های خود بگنجانند. به وجود آمدن صنایع مدرن بستگی به شایستگی آنها برای انطباق با محیط خارجی دارد (کسوان و راثی، ۲۰۲۰). بنابراین، برای پایدار ماندن در بازار، سازمان‌های صنعتی باید فناوری‌های کاهش انتشار کربن را توسعه داده و پیاده سازی کنند. در نتیجه، سازمان‌ها سرمایه هنگفتی را برای تدوین روش-های پایدار تولید و مصرف هزینه می‌کنند (باند و دوساک،[۵] ۲۰۱۹؛ دوارته و کروز ماچادو،[۶] ۲۰۱۹). از چند دهه گذشته، ایده‌ها و رویکردهای زیادی مانند ناب، سبز، شش سیگما و غیره برای تولید محصولات با کیفیت بالا توسعه یافته‌اند (بات و همکاران،[۷] ۲۰۱۴؛ گارزاریس و همکاران،[۸] ۲۰۱۸).

یک رویکرد به تنهایی قادر به پرداختن به همه مسائل مربوط به پایداری نیست (پاندی و همکاران،[۹] ۲۰۱۸). بنابراین، یک رویکرد یکپارچه لازم است که ضایعات، تغییرات و کاهش اثرات منفی زیست محیطی را کاهش دهد (کسوان و راثی، ۲۰۱۹). شسنا یک رویکرد جامع است که اثرات منفی زیست محیطی را از طریق کاهش مصرف، استفاده مجدد و بازیافت کاهش می-دهد (سریداران و راجو،[۱۰] ۲۰۱۶). شکل ۱ یک مدل شسنا را نشان می‌دهد.

[۲] Siegel et al.
[۳] Intergovernmental Panel on Climate change (IPCC)
[۴] Kaswan and Rathi
[۵] Bond & Dusík
[۶] Duarte & Cruz-Machado
[۷] Bhat et al.
[۸] Garza-Reyes et al.
[۹] Pandey et al.
[۱۰] Sreedharan & Raju

www.SID.ir



شکل۱: مدل شش‌سیگمای سبز ناب (شسنا)

شسنا شامل سه رویکرد منحصر به فرد است، سبز، ناب و شش‌سیگما که از طریق کاهش انتشار آلودگی، ضایعات و بهبود مستمر، پویایی سودآوری را افزایش می‌دهد (کومار و همکاران[۱۱]۲۰۱۶). ناب، از حذف نظام‌مند ضایعات از طریق ارتقاء در تمام سطوح درونی سازمان حمایت می‌کند (پانوار و همکاران[۱۲]۲۰۱۸؛ ژو و همکاران[۱۳]۲۰۱۸). فناوری سبز با حفاظت از محیط زیست، اثرات منفی زیست محیطی آن را کاهش می‌دهد (دیف[۱۴]۲۰۱۱؛ گارزاریس، ۲۰۱۵). شش‌سیگما، تغییرات فرآیند را کاهش می‌دهد که منجر به کاهش رد محصولات می‌شود (کوماراوادیول و ناتاراجان[۱۵]۲۰۱۳). اما، ترکیبی از رویکردهای سبز، ناب و شش‌سیگما قادر به تولید محصولی است که نه تنها از کیفیت بالا و هزینه کم برخوردار است بلکه با محیط زیست نیز سازگار است (حسین و همکاران[۱۶]۲۰۱۹). شسنا، ضایعات مربوط به رویکردهای ناب و سبز را در مرحله تعریف روش دیمائیک شش‌سیگما ترکیب می‌کند. مرحله سنجش شسنا، ضایعات و وضعیت فعلی سیستم اندازه‌گیری می‌شود. پس از آن، دلایل ایجاد ضایعات و انتشار آلودگی مشخص شده و مورد بررسی قرار می‌گیرد. پس از آن، راه حل‌های ممکن برای بهبود ابعاد مختلف پایداری سازمان یافت می‌شود. سپس، بهترین راه حل اجرا شده و نحوه عملکرد آن برای توسعه بیشتر ثبت می‌شود. مطالعات کمی در مورد چارچوب شسنا وجود دارد، اما سازمان‌های مربوطه به دلیل ماهیت کلی این چارچوب برای اجرای مشابه با چالش هایی روبرو هستند (سونی و نایک[۱۷]۲۰۱۹). علاوه بر این، در ادبیات پیشین، هیچ مطالعه‌ای در مورد چارچوب شسنا وجود ندارد که بتواند صرف نظر از اندازه، نوع و فرهنگ سازمانی، مورد استفاده قرار گیرد. برای این منظور، مطالعه حاضر ترکیب و چارچوبی از شسنا را برای دستیابی به برتری در بهره‌وری و پایداری محیطی ارائه می‌دهد.

[۱۱] Kumar et al.
[۱۲] Panwar et al.
[۱۳] Zhu et al.
[۱۴] Deif
[۱۵] Kumaravadivel & Natarajan
[۱۶] Hussain et al.
[۱۷] Sony and Naik

www.SID.ir

مطالعه حاضر شامل شش بخش می باشد: مقدمه، مرور ادبیات و شکاف‌های تحقیق، مدل یکپارچه شسنا، چارچوب شسنا، بحث و بخش پایانی مقاله که نتیجه پژوهش فعلی را نشان می‌دهد.

۱,۱. اهداف پژوهش

اهداف پژوهش حاضر را می‌توان به شرح زیر خلاصه کرد:

- ترکیب رویکردهای سبز، ناب و شش‌سیگما از طریق شباهت‌های مفهومی و ویژگی‌های مشترک.
- ارائه چارچوب شسنا و مجموعه ابزارهای مرتبط با هر مرحله از اجرای آن.
- تسهیل درک پرسنل صنعتی برای پیاده سازی تدریجی شسنا از طریق درک نظام‌مند از آن.

۲. مرور ادبیات

تاریخچه شسنا به توسعه فلسفه ناب باز می‌گردد. مفهوم ناب در ژاپن پس از جنگ جهانی دوم برای رقابت با سیستم تولید انبوه ایالات متحده طراحی شد (بامو و سینگ سنگوان[۱۸]۲۰۱۴؛ دوارته و کروز ماچادو، ۲۰۱۹). مفهوم مدرن تولید ناب از سیستم تولید تویوتا[۱۹] ناشی شد که توسط مهندسین ژاپنی تاییچی اونو[۲۰] و شیگو شینگو[۲۱] مطرح شد (کسوان و همکاران،[۲۲] ۲۰۱۹). روش ناب، ضایعات را کاهش می‌دهد اما قادر به کاهش اثرات زیست محیطی نامطلوب نیست (آگوگری،[۲۳]۲۰۱۴؛ عبدالملک و راجگوپال،[۲۴]۲۰۰۷). اجرای فناوری‌های سبز می‌تواند بر این محدودیت رویکرد ناب غلبه کند. فناوری سبز به رویکرد ناب می‌افزاید زیرا اثرات منفی زیست محیطی و سایر ضایعات مرتبط را کاهش می‌دهد (دیس و همکاران،[۲۵]۲۰۱۳). این یک فناوری پایدار است که گرمایش جهانی، اسیدی شدن و غیره را در کل زنجیره تامین کاهش می‌دهد (سینگ و باساک،[۲۶]۲۰۱۸؛ سوریاتاناپاس و همکاران،[۲۷] ۲۰۱۸). فناوری سبز، گرچه انتشار گازهای گلخانه‌ای محیطی را کاهش می‌دهد، اما قادر به کاهش ضایعات رویکرد ناب نیست (سیگل و همکاران، ۲۰۱۹). بنابراین، نیاز به یک رویکرد ترکیبی سبزناب[۲۸] وجود دارد که نه تنها ضایعات رویکرد ناب را به حداقل برساند بلکه انتشار کربن را نیز کاهش دهد. شباهت‌های زیادی بین این دو

[۱۸] Bhamu & Singh Sangwan
[۱۹] Toyota Production System (TPS)
[۲۰] Taiichi Ohno
[۲۱] Shigeo Shingo
[۲۲] Kaswan et al.
[۲۳] Aggogeri
[۲۴] Abdulmalek & Rajgopal
[۲۵] Dües et al.
[۲۶] Singh & Basak
[۲۷] Sureeyatanapas et al.
[۲۸] Green Lean (GL)

www.SID.ir

روش بر اساس شیوه‌های کاهش ضایعات و شیوه‌های مدیریت وجود دارد (برگمیلر و مک کریت[۲۹]،۲۰۰۹). جدول۱ نمای رویکردهای ناب و سبز را نسبت به انواع ضایعات نشان می‌دهد.

جدول۱: دیدگاه مفهومی ناب و سبز نسبت به ضایعات و اتلاف.

شماره	نوع ضایعات و اتلاف	نمای ناب	نمای سبز	استناد
۱	کالا	افزایش موجودی، پنهان کردن مشکلات و کاهش ارتباطات	موجودی نیاز به ذخیره‌سازی دارد و ذخیره‌سازی به گرما یا سرما نیاز دارد که انرژی مصرف می‌کند	فریتاس و همکاران[۳۰](۲۰۱۷)، ساندر[۳۱](۲۰۱۶)
۲	حمل و نقل	افزایش فرایند را نتیجه می-دهد	منجر به استفاده بیشتر از سوخت فسیلی یا سایر اشکال انرژی می-شود	وریر و همکاران (۲۰۱۴)
۳	عیب‌ها	هر چیزی که مطابق مشخصات نباشد	مواد اولیه مصرف شده به فضایی برای کار مجدد و بازیافت نیاز دارند که منجر به افزایش مصرف انرژی می‌شود	گیجو و رائو، (۲۰۰۵)، فریتاس و همکاران (۲۰۱۷)
۴	تولید بیش از اندازه	به عنوان موجودی در فروشگاه باقی می‌ماند	ممکن است در اثر فساد احتمالی منجر به محیط ناسالم در صنعت شود	چیارینی[۳۲](۲۰۱۴)، وونگ و وونگ[۳۳] (۲۰۱۴)
۵	در انتظار (اتلاف زمان)	عدم استفاده از ظرفیت کامل	انرژی مصرفی در گرمایش، سرمایش و روشنایی در زمان انتظار، هدر می‌رود	آزودو و همکاران[۳۴] (۲۰۱۲)، مارکو فریرا و همکاران[۳۵] (۲۰۱۹)
۶	فرایند اضافی	تولید با منابع بیش از حد نیاز	تولید محصولات با منابع بیش از حد نیاز منجر به اتلاف انرژی می-	ساندر (۲۰۱۳)، راتی و همکاران (۲۰۱۷)

[۲۹] Bergmiller & McCright
[۳۰] Freitas et al.
[۳۱] Sunder
[۳۲] Chiarini
[۳۳] Wong & Wong
[۳۴] Azevedo et al.
[۳۵] MarcoFerreira et al.

www.SID.ir

			شود	
۷	پرسنل کم استفاده	از ظرفیت کامل تیم استفاده نشده است	از خلاقیت کارکنان برای کشف راه های جدید برای کاهش ضایعات استفاده نشده است	کودنی و الرود[۳۶] (۲۰۱۰)، نوردین و همکاران[۳۷] (۲۰۱۲)

برخی از محدودیت‌های روش ترکیبی سبزناب در ادبیات گزارش شده است (فاریاس و همکاران[۳۸]،۲۰۱۹). رویکرد سبزناب از ابزارهای آماری برای کاهش تغییرات در فرایند استفاده نمی‌کند، اگرچه ضایعات و انتشار آلودگی را کاهش می‌دهد (شارما و همکاران[۳۹]،۲۰۱۷). رویکرد سبزناب قادر به تولید محصول با ویژگی‌های بالا نیست هر چند که ضایعات و آلاینده‌ها را کاهش دهد (گارزاریس، ۲۰۱۵ب). بنابراین، نیاز مبرم به رویکردی است که شامل ابزارها و تکنیک‌هایی برای غلبه بر این محدودیت‌ها باشد (سگناک و کازانچوغلو[۴۰]،۲۰۱۶؛ سان و همکاران[۴۱]،۲۰۱۷). شش‌سیگما یک رویکرد آماری مبتنی بر داده است و دارای ابزارهایی است که می‌تواند متدولوژی سبزناب را تکمیل کند (سریداران و همکاران[۴۲]،۲۰۱۸). موتورولا در سال ۱۹۸۷ پیشگام شش‌سیگما بود و از آن زمان به بعد به طور گسترده‌ای توسط سازمان‌های تولیدی و خدماتی پذیرفته شد (آنتونی و همکاران[۴۳]، ۲۰۱۲؛ راثی و همکاران[۴۴]،۲۰۱۶ب). ایده اصلی پشت شش‌سیگما این است که اگر می‌توان نقص‌ها را اندازه گیری کرد، می‌توان راه حلی را برای از بین بردن آنها برنامه‌ریزی کرد (سیلیچ و همکاران[۴۵]،۲۰۱۲؛ سینگ و خاندوجا[۴۶]،۲۰۱۴). این یک روش آماری است که فرصت کاهش نقص‌ها را فراهم می‌آورد (رامانان و همکاران[۴۷]،۲۰۱۴؛ راثی و همکاران، ۲۰۱۶الف). روش شش‌سیگما، اگرچه تغییرات را کاهش می‌دهد، اما ضایعات و انتشار آلودگی را کاهش نمی‌دهد (گارزاریس، ۲۰۱۵الف). بنابراین، از بحث جامع در مورد رویکرد سبز، ناب و شش‌سیگما، می‌توان نتیجه گرفت که هر رویکرد دارای برخی ویژگی‌های منحصر به فرد و برخی از محدودیت‌ها است. هر یک از رویکردهای سبز، ناب و شش‌سیگما، دیگری را تکمیل می‌کنند و همین نکته منجر به تکامل شش‌سیگمای سبز ناب (شسنا) می‌شود (گارزاریس و همکاران، ۲۰۱۶). شسنا، یک رویکرد توسعه پایدار است که محصولات دوستدار محیط زیست با کیفیت بالا را از طریق کاهش ضایعات، کاهش انتشار آلودگی و کاهش عیب ارائه می‌دهد (کسوان و راثی، ۲۰۱۹). با وجود تکامل شسنا، تلاش‌های بسیار کمی برای تحقق این رویکرد پایدار در سازمان‌های صنعتی

[۳۶] Cudney & Elrod
[۳۷] Nordin et al.
[۳۸] Farias et al.
[۳۹] Sharma et al.
[۴۰] Sagnak & Kazancoglu
[۴۱] Sun et al.
[۴۲] Sreedharan et al.
[۴۳] Antony et al.
[۴۴] Rathi et al.
[۴۵] Silich et al.
[۴۶] Singh & Khanduja
[۴۷] Ramanan et al.

www.SID.ir

انجام شده است. دلایل اصلی این امر را می‌توان فقدان چارچوب‌های پیاده سازی و اجرای رویکردهای سبز، ناب و شش‌سیگما دانست. علاوه بر این، در ادبیات، هیچ چارچوبی وجود ندارد که صرف نظر از اندازه، نوع و فرهنگ سازمان قابل اجرا باشد. جدول ۲ یافته های مهم و محدودیت‌های مربوط به اجرای شسنا تا به امروز را نشان می‌دهد.

جدول ۲: مطالعات عمده مربوط به رویکرد شش‌سیگمای سبز ناب است.

شماره	نویسنده	یافته‌های اصلی	محدودیت‌های اصلی
۱	زمری و همکاران[۴۸] (۲۰۱۳)	مدل پیشنهادی برای ترکیب شش سیگمای سبز ناب با عملکرد مالی	ترکیب و چارچوب شش سیگمای سبز ناب نشان داده نشده است
۲	بانوای و بیلک[۴۹] (۲۰۱۴)	توسعه چارچوب ماژولار شش سیگمای سبز ناب برای معماری	این مدل برای همه بخش‌های صنعتی کاربرد نداشت و زمان قابل توجهی طول کشید
۳	گارزاریس (۲۰۱۵)	نویسندگان نیاز به همگرایی سبز و شش سیگمای ناب را تشخیص دادند	چارچوب پیشنهادی فاقد کاربرد ابزارهای ارزیابی در مراحل مختلف است
۴	کومار و همکاران[۵۰] (۲۰۱۶)	موانع موجود در فرآیند توسعه محصول شش سیگما با استفاده از مدل‌سازی ساختاری تفسیری شناسایی شد	مدل با استفاده از تکنیک‌های دیگر تأیید نشده است
۵	سانگاک و کازانچوغلو (۲۰۱۶)	این مدل را برای تعبیه رویکرد سبزناب در شش‌سیگما پیشنهاد کرد	چارچوب اجرای شش‌سیگمای سبز ناب ارائه نشده است
۶	چرفی و همکاران[۵۱] (۲۰۱۷)	این مدل را برای ترکیب رویکردهای ناب، سبز و شش‌سیگما پیشنهاد کرد	شباهت مفهومی و چارچوب پیاده سازی ارائه نشده است
۷	سریداران و همکاران (۲۰۱۸)	یک مدل شش‌سیگمای سبز ناب برای بخش عمومی ایجاد کرد	این مدل فاقد تحقق مدل و ارزیابی ضایعات مختلف سبز است
۸	پاندی و همکاران (۲۰۱۸)	فعال کننده‌های شش‌سیگمای سبز ناب برای سازمان‌های تجاری شناسایی شد	فعال کننده‌ها برای بخش خاصی تعیین نشده‌اند و هیچ چارچوبی ارائه نشده است
۹	کسوان و راثی (۲۰۱۹)	فعال کننده های شش‌سیگمای سبز ناب از طریق مدل‌سازی ساختاری تفسیری و میکمک[۵۲] مدلسازی شده‌اند	مدل با استفاده از تکنیک‌های دیگر تأیید نشده است
۱۰	حسین و همکاران (۲۰۱۹)	موانع اجرای شش‌سیگمای سبز ناب در	چارچوب شش‌سیگمای سبز ناب و

[۴۸] Zamri et al.

[۴۹] Banwai & Bilec

[۵۰] Kumar et al.

[۵۱] Cherrafi et al.

[۵۲] Matriced Impacts Croise's Multiplication Appliquée a UN Classement (MICMAC)

www.SID.ir

بخش ساخت و ساز مشخص شده است مدل سازی ارائه نشده است

۲,۱. شکاف‌های تحقیقاتی

مطالعات کمی در مورد چارچوب شسنا وجود دارد، اما سازمان‌های مجری به دلیل ماهیت کلی چارچوب‌ها، برای اجرای مشابه با چالش‌هایی روبرو هستند (سونی و نایک، ۲۰۱۹). ادبیات فاقد شواهدی از چارچوب جامع شسنا است که برای فرایندها، فرهنگ‌های سازمانی و بخش‌های مختلف کاربرد داشته باشد. در این تحقیق، هیچ شواهدی مبنی بر ترکیب رویکردهای شبز، ناب و شش سیگما بر اساس ویژگی‌های مشترک وجود ندارد. بنابراین، گرایش به شیوه‌های پایدار، همراه با عدم وجود پایگاه دانش از فناوری‌های سبز، انگیزه و جهت را برای پژوهش حاضر فراهم می‌آورد.

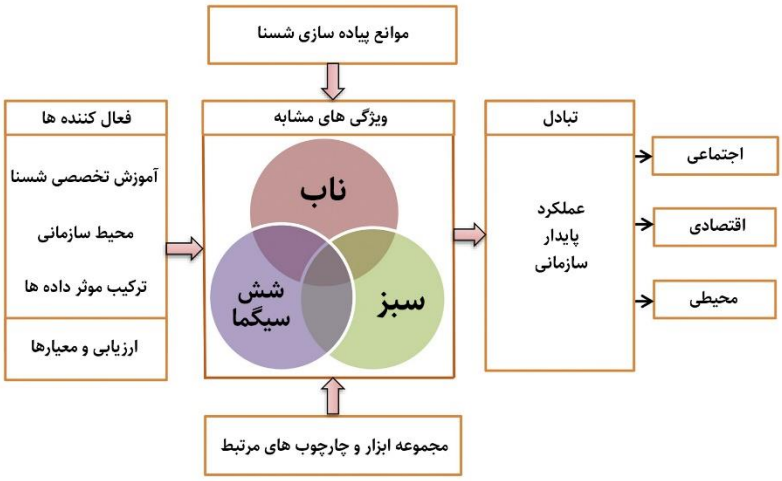
۳. ترکیب شش‌سیگمای سبز ناب

شسنا در سال‌های اخیر به دلیل توانایی خود در افزایش بهره‌وری، سودآوری و کاهش نگرانی‌های زیست محیطی، مورد توجه قرار گرفته است (سونی و نایک، ۲۰۱۹). رویکردهای سبز، ناب و شش‌سیگما، سه رویکرد مجزا هستند، اما به صورت مشترک عمل می‌کنند زیرا به طور مشترک بر کاهش ضایعات و استفاده موثر از منابع تمرکز می‌کنند (کومار و همکاران[۵۳]، ۲۰۱۵). در نتیجه، اصول و مجموعه جهانی این رویکردها را می‌توان زیر چتر یک رویکرد واحد به نام شش‌سیگمای سبز ناب ترکیب کرد. شسنا یک رویکرد جامع است که هدف آن دستیابی به بهبود در روند، امور مالی، عملیات و انتشار گازهای گلخانه‌ای است (پاندی و همکاران، ۲۰۱۸). ترکیب رویکردهای سبز، ناب و شش‌سیگما را می‌توان به عنوان چشم‌انداز جدیدی برای سازمان-های صنعتی برای بهبود پایداری در نظر گرفت. بانوی و بیلک (۲۰۱۴) دریافتند که سازمان‌هایی که از رویکرد ترکیبی شسنا استفاده کرده‌اند، عملکرد بهتری نسبت به رویکردهای جداگانه اجرا شده داشته‌اند.

در ادبیات، هیچ روش ساختار یافته و کاملی برای ترکیب رویکردهای سبز، ناب و شش‌سیگما پیدا نشده است. پژوهش حاضر یک مدل ترکیب نظری شش سیگمای سبز ناب را بر اساس ترکیب عناصر نظری پیشنهاد می‌کند. شکل۲ یک مدل شش-سیگمای سبز ناب یکپارچه را نشان می‌دهد. هدف اصلی این مدل یکپارچه، توصیف حقایق اساسی مورد نیاز سازمان‌های صنعتی برای بهبود عملکرد پایدار است. مدل ارائه شده شباهت‌های مفهومی بین سه رویکرد را نشان می‌دهد. عملکرد فعال-کننده‌ها به عنوان ورودی‌های کلیدی، ترکیب شسنا را تحریک می‌کند در حالی که عملکردهای جایگزین به عنوان خروجی عمل می‌کنند. چالش‌های ترکیب شسنا محدودیت‌هایی است که پیگیری‌های سازمانی را برای بهبود پویایی پایداری، محدود می‌کند. ابزارها و چارچوب‌های مرتبط شسنا به عنوان راهکار حمایتی در نظر گرفته می‌شود که از ترکیب و اجرای شسنا پشتیبانی می‌کند.

[۵۳] Kumar et al.

www.SID.ir

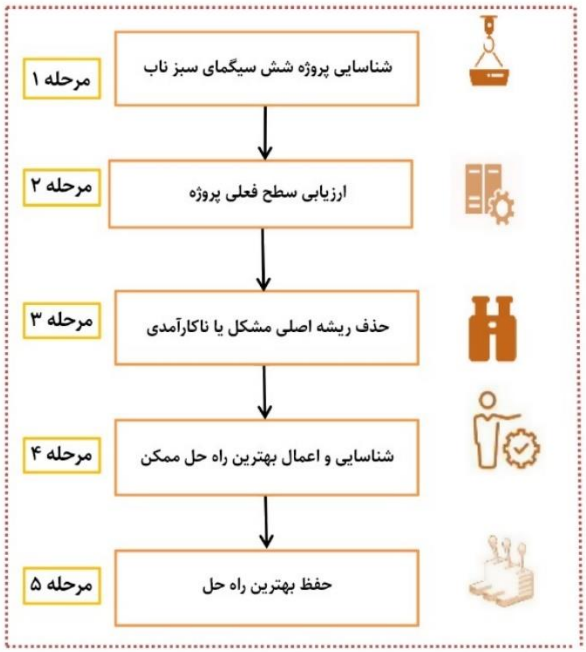


شکل۲: مدل ترکیبی شش‌سیگمای سبز ناب

۴. چارچوب شش‌سیگمای سبز ناب

شیوه‌های ناب و شش‌سیگما به طور گسترده‌ای توسط سازمان‌های صنعتی برای کاهش ضایعات و تغییرات فرآیند استفاده می-شود. اما به دلیل افزایش آگاهی در مورد پایداری و سیاست‌های دقیق دولت‌ها، صنایع مجبورند پویایی عملکرد را به سمت پایداری سوق دهند. این تقاضا برای گنجاندن فناوری سبز در شش‌سیگمای ناب، منجر به توسعه یک رویکرد جدید می‌شود: شش‌سیگما سبز. اما برای اجرای شسنا به طور فراگیر، نیاز به یک چارچوب اختصاصی وجود دارد که دستورالعمل‌های گام به گام را برای دستیابی به پایداری ارائه دهد. در ادبیات، هیچ مطالعه‌ای در مورد چارچوب شسنا که بتواند توسط سازمان‌های خدماتی و تولیدی پذیرفته شود، یافت نشده است. پژوهش حاضر یک چارچوب شسنا مبتنی بر دیمائیک یعنی (تعریف، اندازه گیری، تجزیه و تحلیل، بهبود و کنترل) را ارائه می‌دهد که می‌تواند توسط همه سازمان‌های تجاری پذیرفته شود (شکل ۳). چارچوب پیشنهادی شسنا در پنج مرحله زیر اجرا شده است:

www.SID.ir



شکل۳: چارچوب شش‌سیگمای سبز ناب

۴,۱. مرحله ۱: شناسایی پروژه شش‌سیگمای سبز ناب

اولین گام از چارچوب شسنا این است که یک پروژه مناسب را بر اساس میزان ضایعات، عیوب، انتشار آلودگی در محیط زیست و نظر مشتریان انتخاب کنید. شسنا یک رویکرد مبتنی بر پروژه است و با پوشش هر بخش به صورت جداگانه، بخش به بخش به صورت افزایشی اجرا می‌شود. برای اعمال رویکرد شسنا، بخش‌های مختلف پروژه طبقه‌بندی و مستند سازی می‌شوند. ادبیات همچنین نشان می‌دهد که ۴۰ درصد از شش پروژه سیگما به دلیل انتخاب نامناسب پروژه شکست خورده است (گوپتا و همکاران[۵۴]؛ ۲۰۱۹). اجرای شسنا مستلزم سرمایه گذاری قابل توجه و تغییرات ساختاری در سازمان است. بنابراین انتخاب یک پروژه مناسب جهت اعمال رویکرد شسنا، که بالاترین زمینه را برای بهبود پایداری نشان دهد، ضروری است. برای این منظور مطالعه جامعی از بخش‌های مختلف پروژه انجام می‌شود. مطالعه دقیق کل پروژه، ضایعات، نقص‌ها و سطوح انتشار آلودگی محیطی مربوط به بخش‌های مختلف پروژه را ارائه می‌دهد. فهرست منشاء ضایعات، نقص‌ها و انتشار آلودگی‌های مختلف مربوط به بخش‌های گوناگون مشخص می‌شوند. در مرحله بعد اولویت بندی فهرست‌های مختلف انجام می‌شود تا پروژه‌ای انتخاب شود که بالاترین احتمال را برای بهبود پایداری نشان دهد. سازگاری با محیط زیست، نقش مهمی در پایداری تقاضای مشتری ایفا کرده و شناسایی ویژگی‌های فنی و محیطی مربوط به این سازگاری، به عنوان یک ابزار حیاتی برای انتخاب پروژه عمل می‌کند. بنابراین، یک پروژه مناسب بر اساس نیازهای فعلی مشتریان و با ملاحظه حساسیت‌های تجاری و زیست محیطی انتخاب می‌شود. پس از شناسایی یک پروژه مناسب، یک منشور بر اساس محدوده، برنامه و اعضای تیم پروژه تهیه می شود.

[۵۴] Gupta et al.

www.SID.ir

۴،۲. مرحله ۲: ارزیابی وضعیت فعلی پروژه

مرحله دوم چارچوب شسنا، برآورد سطح فعلی سیستم یا پروژه مورد بررسی است. در اینجا عملکرد پروژه انتخاب شده با شاخص‌های رویکردهای سبز، ناب و شش‌سیگما اندازه‌گیری می‌شود. بر اساس داده‌ها و حقایق جمع‌آوری شده، انحراف اهداف، سطح سیگما و شاخص قابلیت پردازش[۵۵] پروژه با استفاده از ابزارهای آماری برآورد می‌شود. علاوه بر این، برآورد انتشار دی اکسید کربن، ضریب انرژی سبز، مصرف مواد و غیره با استفاده از ابزارهای فناوری سبز مانند ارزیابی چرخه حیات[۵۶] انجام می‌شود. برای ارزیابی سطح فعلی ضایعات مختلف، از نگاشت جریان ارزش[۵۷] به عنوان یک ابزار مفید استفاده می‌شود. نگاشت جریان ارزش برآوردی از زمان چرخه و مصرف مواد را در مراحل مختلف ارائه می‌دهد و بررسی مصرف زمان و هزینه را ارائه می‌دهد. از ویژگی‌های قابل توجه در جدول داده‌ها، داده‌های مربوط به فرایند مانند زمان، مواد و هزینه است. علاوه بر این، ارزیابی چرخه حیات در فرایند اندازه‌گیری برای ارزیابی تأثیر زیست محیطی هر زیر فرایند مورد استفاده قرار می‌گیرد. نتایج ارزیابی چرخه حیات و نگاشت جریان ارزش، منجر به تعیین میزان ضایعات می‌شود که به وسیله رویکردهای ناب و سبز اصلاح شده و بهبود بیشتر را فراهم می‌آورد.

۴،۳. مرحله ۳: ریشه‌کن کردن علل اصلی مشکل یا ناکارآمدی

مرحله بعدی چارچوب شسنا مربوط به یافتن علل اصلی به وجود آمدن ضایعات، انتشار آلودگی و نقص‌های سطح بالا در پروژه انتخاب شده است. در این مرحله، ابتدا فعالیت‌های با ارزش و بی ارزش از نظر مشتریان و کسب و کار مشخص می‌شود. پس از آن، کارایی چرخه فرآیند با معیارهای سطح جهانی مقایسه می‌شود تا مشخص شود که چقدر به بهبود نیاز دارد. در همین حال، تجزیه و تحلیل کامل پروژه برای شناسایی نقاط و محدودیت‌های مهم در پروژه انجام می‌شود. پس از تجزیه و تحلیل جامع و دقیق پروژه مورد بررسی، دلایل احتمالی ایجاد ضایعات، انتشار آلودگی، تغییرات و نقص‌ها مشخص می‌شود. ابزارهایی مانند طوفان فکری[۵۸]، تجزیه و تحلیل علت و معلولی[۵۹]، تجزیه و تحلیل اثر و حالت‌های شکست[۶۰]، تجزیه و تحلیل پنج چرا[۶۱] ارزیابی تاثیر چرخه حیات و غیره در این مقطع برای یافتن علل احتمالی نقص‌های مشاهده شده استفاده می‌شود. پس از کشف علل احتمالی، اکنون دلایل برجسته ناکارآمدی پروژه مشخص شده است. ابزارهایی مانند نمودار پارتو[۶۲]، آزمون فرضیه[۶۳]، تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی[۶۴]، تجزیه و تحلیل رگرسیون[۶۵] و طوفان فکری در این مرحله برای یافتن علل ریشه‌ای مهم مورد

[۵۵] Process Capability Index (CPK)
[۵۶] Life Cycle Assessment (LCA)
[۵۷] Value Stream Mapping (VSM)
[۵۸] Brainstorming
[۵۹] Cause and Effect Analysis (C&E)
[۶۰] Failure Mode Effect Analysis (FMEA)
[۶۱] Five Whys Analysis
[۶۲] Pareto Chart
[۶۳] Hypothesis Testing
[۶۴] Principal Component Analysis (PCA)
[۶۵] Regression Analysis

www.SID.ir

استفاده قرار می‌گیرند. بنابراین، این مرحله منجر به کشف علل اصلی ناکارآمدی می‌شود که باید برای بهبود پروژه مورد بررسی قرارگیرند.

۴،۴. مرحله چهارم: کشف و اجرای بهترین راه حل ممکن

هنگامی که علل اصلی ضایعات و ناکارآمدی مشخص شد، راه حل‌های بالقوه پیشنهاد و آزمایش شده و از میان آنها بهترین راه حل به کار گرفته می‌شود. رابطه علت و معلولی تایید شده در این مرحله برای یافتن طیف وسیعی از راه حل‌های بالقوه استفاده می‌شود. راه حل‌های ارائه شده در این مرحله ممکن است استفاده مجدد از ضایعات[۶۶]هضم بی هوازی[۶۷]سوخت مشتق شده از ضایعات[۶۸]استفاده مجدد از پساب[۶۹]و غیره باشد. در این مرحله، خلاقیت بالایی از پرسنل سازمان خواسته می‌شود. راه حل-ها و جایگزین‌های بالقوه ارائه شده، معیارها تدوین شده و از آنها برای یافتن بهترین راه حل استفاده می‌شود. همه منابع اطلاعاتی مانند ذینفعان، مشتریان، حامیان پروژه و کارکنان برای تعیین معیارهای ارزیابی مورد استفاده قرار می‌گیرند. معیارهایی مانند درخت کیفیت،[۷۰]مقررات و سایر موارد در این مقطع مورد توجه قرار می‌گیرد. برای ارزیابی راه حل‌ها در برابر معیارها از ابزارهایی مانند ماتریس جواب،[۷۱]ماتریس مقایسه[۷۲]و طراحی آزمایشی،[۴۳]ارزیابی چرخه حیات و غیره استفاده می-شود. ماتریس مقایسه، نقاط قوت و ضعف راه حل‌های بالقوه را تعیین می‌کند تا بتوان نقاط قوت را حفظ کرده و کمبودها را برطرف کرد. در اینجا، متخصص باید برای تغییر یا ترکیب راه حل‌ها برای انتخاب بهترین راه حل آمادگی داشته باشد. طراحی آزمایشی در این مرحله برای یافتن تنظیمات بهینه برای ترکیب عوامل استفاده می شود. پس از انتخاب بهترین راه حل ممکن، سیستم پایداری[۷۴]موجود مورد تجدید نظر قرار می‌گیرد تا نشان دهد که عملکرد پس از اعمال تغییرات چگونه خواهد بود. برآورد صرفه جویی در زمان، بهبود کیفیت و سایر اقدامات مربوط به کیفیت نیز با بهبود سیستم پایداری انجام می‌شود. بهترین راه حل، اکنون به عنوان راه حل آزمایشی اجرا شده است. وظایف انجام شده مستند شده و مجریان در زمینه‌های مختلف بهترین راه حل را آموزش می بینند.

۴،۵. مرحله ۵: حفظ بهترین راه حل

[۶۶] Upcycling
[۶۷] Anaerobic Digestion (AD)
[۶۸] Refuse-derived fuel (RDF)
[۶۹] Recirculation or Recycling of Water
[۷۰] Critical to Quality (CTQ)
[۷۱] Solution Matrix (PM)
[۷۲] Pugh Matrix (PM)
[۷۳] Design of Experiments (DOE)
[۷۴] Vehicle Stability Management (VSM)

www.SID.ir

اگر بهبود قابل ملاحظه‌ای توسط سیستم یا فرآیند موجود ثبت شود، این مرحله به حفظ یا کنترل بهترین راه حل می‌پردازد. کل فرایند با استفاده از سیستم پایداری و ارزیابی چرخه حیات، مجدداً مورد ارزیابی قرار می‌گیرد تا میزان ضایعات و کاهش انتشار آلودگی را دریابیم. در این مرحله، مشاهدات مختلف، داده‌های جمع‌آوری شده و نمودارهای کنترلی برای ارزیابی مجدد سطح سیگما، شاخص قابلیت پردازش، آب، برق، مصرف مواد و غیره استفاده می‌شوند. اگر پارامترهای عملکرد بهتر از مرحله اندازه‌گیری ارزیابی شوند، راه حل انتخاب شده باقی می‌ماند. در غیر این صورت، برنامه اقدام خارج از کنترل[۷۵] برای انتخاب راه حل مناسب آغاز می‌شود. اگر راه حل بالقوه برای پروژه آزمایشی، برای مدت طولانی پایدار ماند، در سایر بخش‌های صنعت نیز همین راه حل اعمال می‌شود. پیاده سازی جامع شسنا در صنعت، منجر به بهبود پایداری و افزایش شهرت در سطح جهانی از طریق ارائه محصولات سازگار با محیط زیست می‌شود.

۵. نتایج و بحث

روش سبزناب به طور گسترده ای توسط سازمان‌های صنعتی مورد استفاده قرار گرفته است. در مقایسه، اقدامات بسیار کمی برای تحقق رویکرد شسنا انجام شده است (کومار و همکاران، ۲۰۱۶؛ حسین و همکاران، ۲۰۱۹). شسنا در مرحله تکامل خود قرار دارد و سازمان‌ها به دلیل فرهنگ مقاومتی و ترس از تغییرات عملگرا در روش‌های کار خود، تمایلی به اتخاذ این رویکرد ندارند. بحث جامع در مورد فعال کننده‌ها، موانع و مجموعه ابزارها، ترکیب رویکردهای سبز، ناب و شش‌سیگما را تسهیل می‌کند. علاوه بر این، چارچوب ارائه شده در این پژوهش، به سازمان‌ها در پیاده سازی شسنا در راستای پایداری، بهبود بهره‌وری و سودآوری کمک می‌کند.

هنگامی که ترکیب شسنا به طور منسجم برقرار شد، می‌توان به راحتی عملکردهای مختلف این روش‌های مدرن را با هم مرتبط کرد. توانمندسازها، اقدامات آمادگی در یک سازمان برای اجرای رویکرد جدید هستند (لورانی و آنتونی[۷۶]، ۲۰۱۲). تسهیل‌گران روش‌های تغییر را درنظر گرفته‌اند که منجر به اجرای موفق استراتژی جدید می‌شود (ناسلوند[۷۷]، ۲۰۱۳). جدول ۳ توانمندسازی شسنا را نشان می‌دهد.

جدول ۳: فعال کننده‌های شش‌سیگمای سبز ناب.

شماره	عوامل موفقیت	توضیحات	استناد
۱	رضایت مشتری	رضایت مشتری از اهمیت بالایی برای هر سازمانی برخوردار است تا بتواند در بازار رقابتی باقی بماند.	اسمیت و همکاران[۷۸] (۲۰۱۸)
۲	یادگیری سازمانی	هر کارمند باید با کل سیستم آشنا باشد تا بتواند تلاش‌های شدید خود را برای موفقیت سازمانی به کار گیرد.	سریداران و همکاران (۲۰۱۸)، بن روبن و همکاران[۷۹] (۲۰۱۷)
۳	ترکیب مراحل چرخه توسعه محصول	مفهوم مهندسی همزمان و ادغام در مراحل مختلف توسعه محصول برای توسعه یک محصول قابل اعتماد	کاروالیو و همکاران[۸۰] (۲۰۱۱)، کسوان و راثی (۲۰۱۹)

[۷۵] Out of Control Action Plan (OCAP)

[۷۶] Laureani & Antony

[۷۷] Näslund

[۷۸] Smith et al.

[۷۹] BenRuben et al.

www.SID.ir

		ضروری است.	
۴	فرهنگ و ارتباطات	سازمان‌ها باید فرهنگ بهبود مستمر، همکاری و جریان اطلاعات دو طرفه را توسعه دهند.	کرونادو و آنتونی[۱] (۲۰۰۲)، دوبی و همکاران[۲] (۲۰۱۶)
۵	پشتیبانی مدیریت عالی	پشتیبانی مدیریت عالی برای معرفی فناوری جدید و هرگونه تغییر عمده در سازمان ضروری است.	لورانی و آنتونی (۲۰۱۸)، کسوان و راثی (۲۰۱۹)
۶	روابط راهبردی با تامین کننده	تأمین کننده قابل اطمینان ضروری است تا مواد اولیه و سایر اقلام در بازه زمانی تحویل داده شود.	سیگل و همکاران (۲۰۱۹)
۷	داده ها و معیارها	جمع‌آوری داده‌ها و معیارهای عملکرد برای موفقیت برنامه شسنا بسیار مهم است زیرا زمینه‌ای برای مقایسه فراهم می‌کند.	حابدین و یوسف[۳] (۲۰۱۲)، آنتونی و همکاران (۲۰۱۸)
۸	کار گروهی	برای دستیابی به اهداف شسنا، همه اعضای سازمان‌ها باید به صورت تیمی کار کنند.	آنتونی و همکاران (۲۰۱۶)، کسوان و راثی (۲۰۱۹)
۹	مدیریت ریسک	قهرمانان هر شغلی ریسک می‌کنند و مفهوم جدیدی را پیش از رقبا معرفی می‌کنند تا از هر فرصتی در بازار استفاده کنند.	سیگل و همکاران (۲۰۱۹)
۱۰	آمادگی سازمانی برای پیاده سازی شسنا	شرکت باید در موقعیتی باشد که بتواند شسنا را به سازمان خود معرفی کند زیرا به تغییرات نیاز دارد.	چرفی و همکاران[۴] (۲۰۱۷)
۱۱	پیوند شسنا با استراتژی کسب و کار	ارتباط بین استراتژی سازمانی و رویکرد شسنا منجر به دستیابی به پایداری سازمان می‌شود.	ابوبکر و همکاران[۵] (۲۰۱۵)

مشخص شده است که پشتیبانی مدیریت عالی، کار گروهی و آمادگی سازمانی، مهمترین عوامل برای اجرای موفق شسنا هستند (پاندی و همکاران، ۲۰۱۸؛ کسوان و راثی، ۲۰۲۰). تعهد مدیریت، درک کامل ابزارهای شسنا و جمع‌آوری داده‌های مفید منجر به بهبود پایداری از طریق اجرای موثر برنامه شسنا می‌شود.

موانع اجرا، عوامل اساسی شکست[۶] هستند که مانع پیشرفت شده و یا دستیابی به اهداف تعیین شده را برای سازمان دشوار می‌کنند. اینها چالش‌های مدیریتی و فنی مشخصی هستند که سازمان‌ها را از دستیابی به اهداف مورد نظر باز می‌دارد (جمال

[۱] Carvalho et al.
[۲] Coronado & Antony
[۳] Dubey et al.
[۴] Habidin & Yusof
[۵] Cherrafi et al.
[۶] Abu Bakar et al.
[۷] Critical Failure Factors (CFF)

www.SID.ir

ابولمجد، ۲۰۱۱). سازمان باید مشکلات یا موانع اساسی را در مسیر موفقیت خود شناسایی کند تا در یک بازه زمانی خاص مزیت رقابتی نسبت به رقبا داشته باشد. جدول۴ موانع اجرای برنامه شسنا را نشان می‌دهد.

جدول۴: موانع شش‌سیگمای سبز ناب.

شماره	موانع	توضیحات	استناد
۱	شناسایی مناطق نامناسب با رویکردهای ناب و سبز	پیاده سازی موفقیت آمیز شسنا برای انتخاب یک فروشگاه یا منطقه خاص که حداکثر ظرفیت برای بهبود پایداری را دارند، مورد نیاز است	الزعبی و همکاران[۸۷] (۲۰۱۳)، کومار و همکاران (۲۰۱۶)
۲	مقاومت در برابر تغییر	شیوه‌های سنتی تولید توسط اکثر صنایع در حال اتخاذ است و آنها در برابر روش جدید مقاومت نشان می دهند.	عبدالله و همکاران[۸۸] (۲۰۱۶)، باتاچاریا و همکاران[۸۹] (۲۰۱۹)
۳	عدم آگاهی از محیط زیست	دانش جامع زیست محیطی، همراه با تاثیر ویژگی‌های فرایند بر محیط زیست، برای موفقیت شسنا حیاتی است.	ماتیازهاگان و همکاران[۹۰] (۲۰۱۳)، الزعبی و همکاران[۹۱] (۲۰۱۳)
۴	انتخاب ابزار اشتباه	موفقیت شسنا بستگی زیادی به انتخاب ابزار مناسب دارد.	البلیوی و همکاران[۹۲] (۲۰۱۴)، گرین جونیور و همکاران[۹۳] (۲۰۱۲)، حسین و همکاران (۲۰۱۹)
۵	سیستم حمل و نقل نامناسب	سیستم حمل و نقل نامناسب منجر به انتشار بیشتر آلودگی در محیط زیست می‌شود.	کومار و همکاران (۲۰۱۶)
۶	ناکارآمدی و عدم حمایت مدیریت	پشتیبانی مدیریت عالی و مشارکت فعال آن، برای موفقیت شسنا به عنوان مرجع مطلق جهت صدور مجوزها ضروری است.	کومار و همکاران[۹۴] (۲۰۱۶)، البلیوی و همکاران[۹۵] (۲۰۱۴)

[۸۷] Al Zaabi et al.
[۸۸] Abdullah et al.
[۸۹] Bhattacharya et al.
[۹۰] Mathiyazhagan et al.
[۹۱] Al Zaabi et al.
[۹۲] Albliwi et al.
[۹۳] Green Jr et al.
[۹۴] Kumar et al.
[۹۵] Albliwi et al.

www.SID.ir

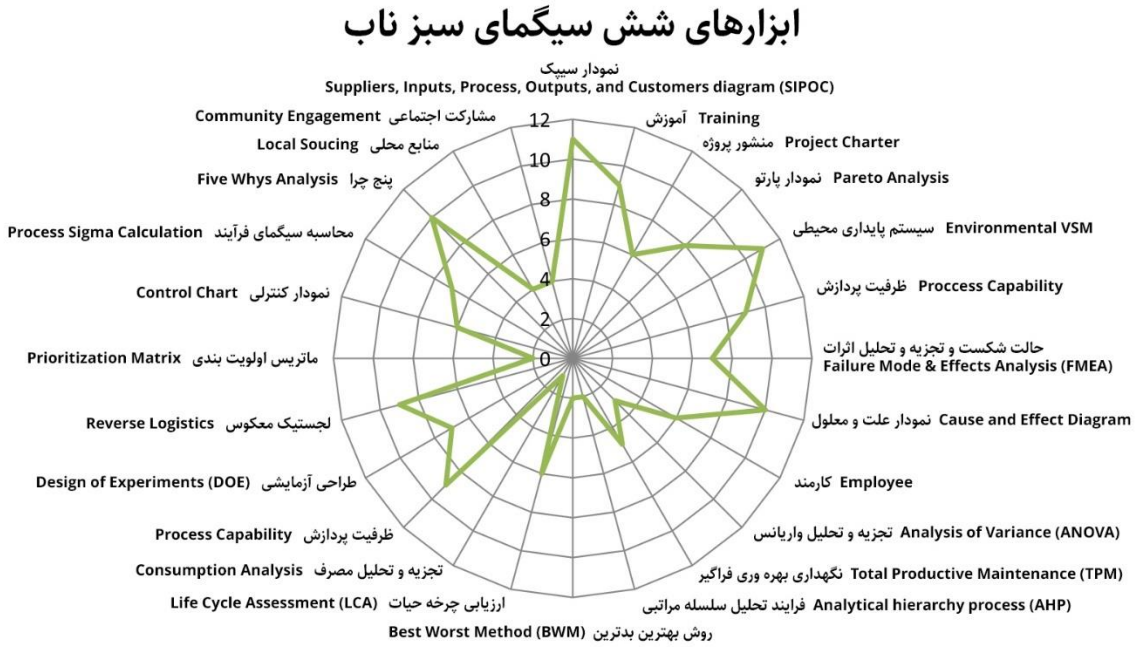
۷	عدم مهندسی مجدد	درک کامل رویکردهای مختلف مهندسی مجدد برای اجرای موثر پروژه شسنا در یک سازمان خاص بسیار ضروری است.	الزعبی و همکاران (۲۰۱۳)، آگراوال و همکاران[۶] (۲۰۱۶)، بن روبن و همکاران[۷] (۲۰۱۸)
۸	عدم آگاهی از راهبردهای مختلف شسنا	برای پیاده سازی شسنا، درک کامل راهبردهای مختلف شسنا و مزایا و معایب آنها ضروری است.	کومار و همکاران (۲۰۱۶)، الزعبی و همکاران (۲۰۱۳)
۹	عدم هم‌افزایی بین بهبود مستمر و اهداف راهبردی سازمان	برای پروژه شسنا، انسجام بین اهداف و پیشرفت مداوم لازم است تا نتایج مطلوب در بازه زمانی مورد نیاز به دست آید.	آلبلیوی و همکاران (۲۰۱۴)، چرفی و همکاران (۲۰۱۹)
۱۰	فرهنگ سازمانی ضعیف	یادگیری، آمادگی برای پذیرش و بهبود مستمر فرهنگ سازمانی، اجرای شسنا را تسهیل می‌کند.	حسین و همکاران (۲۰۱۹)
۱۱	محدودیت‌های اقتصادی	پیاده سازی شسنا تغییرات پارادایمی را در صنعت مربوطه به ارمغان می‌آورد، بنابراین نیاز به منابع مالی برای ایجاد تغییرات وجود دارد.	هنریک و کاتارینو[۸] (۲۰۱۶)
۱۲	عدم استانداردسازی و استفاده از روش‌های برنامه ریزی غیر استاندارد	استانداردسازی، یک تخصص را در سیستم به وجود می‌آورد که منجر به کاهش دوباره کاری، تولید ضایعات و انتشار آلودگی می‌شود.	بانوی و بیلک (۲۰۱۴)

مطالعه جامع مربوط به موانع شسنا نشان می‌دهد که شایع ترین چالش برای اجرای آن، فقدان معیارهای استاندارد و روش‌های ارزیابی است. علاوه بر این، عدم حمایت مدیریت ارشد توسط بسیاری از مطالعات به عنوان یکی از موانع مهم اجرای شسنا گزارش شده است. یادگیری مشارکتی و پیوند شسنا با اهداف تجاری، به عنوان ابتکارات اساسی برای موفقیت شسنا شناخته شده‌اند. مجموعه ابزارهای شسنا، مکمل پیاده سازی و استقرار آن است. ابزارهای شسنا به عنوان اصول یا مفاهیمی هستند که قابلیت شناسایی، حذف ضایعات و استفاده بهینه از منابع را دارند. پس از تجزیه و تحلیل ۱۳ مقاله تحقیقاتی مربوط به شسنا، مشاهده شد که سازمان‌های صنعتی با توجه به نیازهای متنوع و اندازه آنها از ابزارهای مختلفی استفاده می‌کنند. اما، ابزارهای خاص بیش از سایر ابزارها مورد استفاده قرار می‌گیرند و بیشتر توسط سازمان‌هایی که از رویکرد یکپارچه شسنا استفاده می‌کنند، مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند. همانگونه که در شکل ۴ نشان داده شده است، استفاده از ابزارهای شسنا با نمودار راداری مورد بررسی قرار گرفته است. نمودار سیپک[۹] و نقشه برداری جریان ارزش محیطی[۱۰] با بیش از ۹۰ درصد (۱۱از۱۳) بیشترین کاربرد را داشته است. علاوه بر این، سایر ابزارهایی که بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارتند از: قابلیت پردازش، تدارکات معکوس و نمودار علت و معلول[۱۱] از بین سیزده مقاله ثبت شده با موضوع شسنا، اکثریت آنها برای دستیابی به

[۶] Agrawal et al.
[۷] Ben Ruben et al.
[۸] Henriques & Catarino
[۹] Suppliers, Inputs, Process, Outputs, and Customers diagram (SIPOC)
[۱۰] Environmental Value Stream Mapping (EVSM)
[۱۱] Cause and Effect Diagram (C&E)

www.SID.ir

اهداف ناب و سبز به ابزارهای ناب تکیه می‌کنند. به این معنی که سازمان‌های صنعتی عمدتا از ابزارهای کم هزینه برای رفع نگرانی‌های زیست محیطی استفاده می‌کنند. برای پرداختن به ابعاد اجتماعی پایداری، تنها چند مورد محدود از مشارکت اجتماعی و ابزارهای تامین منابع محلی یافت شده است.



شکل۴: نمودار راداری استفاده از ابزارهای شسنا.

اهمیت شسنا به دلیل اثرات مثبت آن بر کیفیت بهره‌وری، نظر مشتری[۲]و[۱] پایداری، به طور مداوم در حال افزایش است. ادبیات نشان می‌دهد که ترکیب شسنا نه تنها بهره‌وری را افزایش می‌دهد بلکه تاثیرات منفی محیطی را نیز کاهش می‌دهد. این حسن نیت در نهایت تصویر چهانی سازمان را ارتقا می‌دهد. اما، ترکیب شسنا نیاز به پیگیری‌های قابل توجهی برای شناسایی ابزارهای استاندارد و هم‌افزایی بین آنها دارد. در حال حاضر، اکثر سازمان‌ها می‌خواهند فناوری‌های پاک را در روش-های بهبود فرایند موجود خود برای داشتن محیطی سالم‌تر ادغام کنند. از مهمترین چالش‌های مهم سازمان‌هایی که مایلند مفهوم سبز را در شش سیگمای ناب ترکیب کنند، عدم دسترسی به یک نقشه راه مناسب است. محققان دریافتند که سازمان‌ها برای پیاده سازی و ادغام رویکردهای سبز، ناب و شش‌سیگما برای بهبود عملکرد با مشکل روبرو هستند (چرفی و همکاران، ۲۰۱۷). بانوای و بیلک (۲۰۱۴) چارچوبی را برای بهبود کارایی و کاهش ضایعات مختلف ارائه دادند. اما چارچوب ارائه شده فقط در یک صنعت خاص محدود بوده و چگونگی ارائه از طریق روش دیمائیک را بیان نکردند. چرفی و همکارانش (۲۰۱۷) چارچوبی از شسنا را برای بهبود پایداری اقتصادی و زیست محیطی پیشنهاد کردند. اما تحقق چارچوب پیشنهادی برای صنایع جدیدی که می‌خواهند شسنا را پیاده‌سازی کنند دشوار بود. کلوزل و همکارانش (۲۰۱۰) یک روش سازگار با محیط زیست برای ادغام شش‌سیگمای سبز و ناب ارائه دادند، اما درک مراحل پیگیری آن دشوار بود. پژوهش حاضر ترکیب شسنا را بر اساس عناصر نظری ارائه می‌دهد و یک چارچوب دقیق دیمائیک را ارائه می‌دهد. چارچوب پیشنهادی به عنوان یک چارچوب

[۱] Voice of the Customer (VOC)

www.SID.ir

آزمایشی برای اجرا در بخش خاصی از سازمان عمل می‌کند. همچنین همین چارچوب را می‌توان در کل سازمان پس از اجرای موفق به عنوان یک پروژه آزمایشی گسترش داد. ترکیب مفهومی شش‌سیگمای سبز ناب ارائه شد تا متخصصان را به اتخاذ فرهنگ شسنا در سازمان‌های خود راهنمایی کند. چارچوب ارائه شده ترکیبی از ماتریس ناب و سبز را در هر مرحله نشان می-دهد، که در پژوهش‌های قبلی نادیده گرفته شده است. اقدامات ناب و سبز به عنوان رویکردهای آینده‌نگر برای انتخاب پروژه در اولین مرحله از چارچوب شسنا عمل می‌کنند. برای ارزیابی وضعیت فعلی سیستم، در مرحله دوم ابزارهای پیاده سازی شسنا مانند نقشه برداری جریان ارزش محیطی، از ارزیابی چرخه حیات استفاده می شود. علل احتمالی ضایعات در مرحله سوم چارچوب با استفاده از ابزارهایی مانند ارزیابی چرخه حیات و ابزارهای آماری متداول یافت می‌شود. برای یافتن راه حل‌های ممکن در مرحله بهبود ابزارهای چارچوب مانند ارزیابی چرخه حیات، نگاشت جریان ارزش محیطی، پنج چرا، کایزن[۱]و غیره استفاده می‌شود. در آخرین مرحله از پیاده سازی شسنا، نگاشت جریان ارزش و ارزیابی چرخه حیات برای اندازه‌گیری بهبودِ ایجاد شده استفاده می شود. در صورتی که نتایج بدست آمده از وضعیت قبلی سیستم یا پروژه مورد نظر مقایسه شود، روش پیاده سازی شسنا برای مدت طولانی تری پایدار می‌ماند.

۵,۱. دلالت‌ها

نیاز به افزایش واکنش جهانی به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای از طریق عملیات تجاری سازگار با محیط زیست و سیاست-های زیست محیطی بین دولتی (کنفرانس سازمان ملل متحد برای تغییرات آب و هوا[۲]) وجود دارد. راهبرد شسنا ضایعات و انتشار گازهای گلخانه‌ای را از طریق گنجاندن ۳ مفهوم پالایش، کاهش و جایگزینی مصرف در سازمان‌های صنعتی کاهش می-دهد. مطالعه حاضر متخصصان را تشویق می‌کند تا برنامه شسنا را از طریق درک جامع از اقدامات ترکیب شده و چارچوب پیاده سازی اتخاذ کنند. بخش تولید مطابق مقررات زیست محیطی برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای عمل می‌کند. ترکیب شسنا دانش نظام‌مند را ارائه می‌دهد و چارچوب اجرای این رویکرد را ارائه می‌دهد. این چارچوب سازمان‌های صنعتی را برای استفاده موثر از منابع و مواد که منجر به کاهش انتشار آلودگی می‌شود، تسهیل می‌کند. پژوهش حاضر دیدگاه انگیزشی را برای مدیران صنعتی برای بازنگری منابع و دستیابی به پایداری از طریق مراقبت‌های ویژه از جامعه و محیط زیست ارائه می‌دهد. پژوهش حاضر صنعتگران و محافظان محیط زیست را برای پیگیری شیوه‌های تجاری پایدار مانند شسنا که منجر به کاهش تخریب محیط زیست از طریق استفاده مجدد، پالایش، کاهش و جایگزینی مصرف می‌شود، یاری می‌کند.

۶. نتیجه‌گیری

شسنا به عنوان یک رویکرد فراگیر شناخته شده است که اثرات منفی زیست محیطی را کاهش داده و محصولات با ویژگی‌های برتر را ارائه می‌دهد. سازمان‌ها باید عناصر حیاتی و روش‌های پیاده سازی شسنا را برای پاسخ به تقاضای پایدار مشتری، درک کنند. ترکیب شسنا بر اساس عناصر نظری ارائه شده است: فعال کننده‌ها، موانع و مجموعه ابزارها. فعال کننده ها ترکیب شسنا را تحریک می‌کنند و موانع از ترکیب شسنا جلوگیری می‌کنند. ابزارها و روش‌های پیاده‌سازی، رویکرد یکپارچه شسنا را تکمیل می‌کند. پشتیبانی مدیریت عالی و کار گروهی به عنوان مهمترین عوامل برای آمادگی سازمان برای پیاده سازی شسنا شناخته شده است. علاوه بر این، برای اجرای شسنا در سازمان‌های صنعتی، یک چارچوب منحصر به فرد مبتنی بر دیمائیک در این

[۱] Kaizen is the Japanese word for Continuous Improvement

[۲] The UN Climate Change Conference (COP 25)

www.SID.ir

پژوهش ارائه شده است. چارچوب پیشنهادی یک مسیر نظام‌مند برای اجرای شسنا از شناسایی پروژه تا ارزیابی بهبود سیستم مورد نظر فراهم می‌کند. چارچوب گام به گام با ابزارهای شسنا تکمیل شده است که مدیران صنعتی را برای اجرای این رویکرد پایدار صرف نظر از اندازه، نوع و فرهنگ مستقر در صنعت تسهیل می‌کند.

محدودیت اصلی پژوهش حاضر این است که چارچوب شسنا به صورت عملگرا آزمایش نشده است. این محدودیت انگیزه‌ای برای تحقیقات آینده در پیاده سازی شسنا در بخش‌های مختلف صنعتی فراهم می‌آورد. تحقیقات آینده همچنین می‌توانند بر شسناسایی نقش شسنا در افزایش پایداری و بررسی موانع اجرای شسنا از طریق مدل‌سازی متمرکز شوند.

فهرست منابع

Abdullah, M., Zailani, S., Iranmanesh, M., & Jayaraman, K. (2016). Barriers to green innovation initiatives among manufacturers: the Malaysian case. *Review of Managerial Science, 10*, 683–709. doi:https://doi.org/10.1007/s11846-015-0173-9

Abdulmalek, F. A., & Rajgopal, J. (2007). Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. *International Journal of production economics, 107*, 223–236. doi:https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2006.09.009

Aggogeri, F. (2014). Lean thinking to change healthcare organisations: a case study to reduce waste and redesign services. *European Journal of Cross-Cultural Competence and Management, 3*, 196–211. doi:https://doi.org/10.1504/EJCCM.2015.071958

Al Zaabi, S., Al Dhaheri, N., & Diabat, A. (2013). Analysis of interaction between the barriers for the implementation of sustainable supply chain management. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 68*, 895–905. doi:https://doi.org/10.1007/s00170-013-4951-8

Albliwi, S., Antony, J., Lim, S. A., & van der Wiele, T. (2014). Critical failure factors of Lean Six Sigma: a systematic literature review. *International Journal of Quality & Reliability Management*. doi:https://doi.org/10.1108/IJQRM-09-2013-0147

Antony, J., Gijo, E. V., & Childe, S. J. (2012). Case study in Six Sigma methodology: manufacturing quality improvement and guidance for managers. *Production Planning & Control, 23*, 624–640. doi:https://doi.org/10.1080/09537287.2011.576404

Azevedo, S. G., Carvalho, H., Duarte, S., & Cruz-Machado, V. (2012). Influence of green and lean upstream supply chain management practices on business sustainability. *IEEE Transactions on Engineering Management, 59*, 753–765. doi:https://doi.org/10.1109/TEM.2012.2189108

Bakar, F. A., Subari, K., & Daril, M. A. (2015). Critical success factors of Lean Six Sigma deployment: a current review. *International Journal of Lean Six Sigma*. doi:https://doi.org/10.1108/IJLSS-04-2015-0011

Banawi, A., & Bilec, M. M. (2014). A framework to improve construction processes: Integrating Lean, Green and Six Sigma. *International Journal of Construction Management, 14*, 45–55. doi:https://doi.org/10.1080/15623599.2013.875266

www.SID.ir

Ben Ruben, R., Vinodh, S., & Asokan, P. (2017). Implementation of Lean Six Sigma framework with environmental considerations in an Indian automotive component manufacturing firm: a case study. *Production Planning & Control, 28*, 1193–1211. doi:https://doi.org/10.1080/09537287.2017.1357215

Bergmiller, G. G., & McCright, P. R. (2009). Parallel models for lean and green operations. *Proceedings of the 2009 industrial engineering research conference, 1*, pp. 22–26.

Bhamu, J., & Sangwan, K. S. (2014). Lean manufacturing: literature review and research issues. *International Journal of Operations & Production Management*. doi:https://doi.org/10.1108/IJOPM-08-2012-0315

Bhat, S., Gijo, E. V., & Jnanesh, N. A. (2014). Application of Lean Six Sigma methodology in the registration process of a hospital. *International Journal of Productivity and Performance Management*. doi:https://doi.org/10.1108/IJPPM-11-2013-0191

Bhattacharya, A., Nand, A., & Castka, P. (2019). Lean-green integration and its impact on sustainability performance: A critical review. *Journal of Cleaner Production, 236*, 117697. doi:https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117697

Bond, A., & Dusík, J. (2020). Impact assessment for the twenty-first century–rising to the challenge. *Impact Assessment and Project Appraisal, 38*, 94–99. doi:https://doi.org/10.1080/14615517.2019.1677083

Carvalho, H., Duarte, S., & Machado, V. C. (2011). Lean, agile, resilient and green: divergencies and synergies. *International Journal of Lean Six Sigma*. doi:https://doi.org/10.1108/20401461111135037

Change, I. C. (2018). An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5 C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. *IPCC, Switzerland*. Retrieved from https://www.ipcc.ch/sr15

Cherrafi, A., Elfezazi, S., Govindan, K., Garza-Reyes, J. A., Benhida, K., & Mokhlis, A. (2017). A framework for the integration of Green and Lean Six Sigma for superior sustainability performance. *International Journal of Production Research, 55*, 4481–4515. doi:https://doi.org/10.1080/00207543.2016.1266406

Cherrafi, A., Elfezazi, S., Hurley, B., Garza-Reyes, J. A., Kumar, V., Anosike, A., & Batista, L. (2019). Green and Lean: a Gemba–Kaizen model for sustainability enhancement. *Production Planning & Control, 30*, 385–399. doi:https://doi.org/10.1080/09537287.2018.1501808

Chiarini, A. (2014). Sustainable manufacturing-greening processes using specific Lean Production tools: an empirical observation from European motorcycle component manufacturers. *Journal of Cleaner Production, 85*, 226–233. doi:https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.07.080

Cudney, E., & Elrod, C. (2010). Incorporating lean concepts into supply chain management. *International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage, 6*, 12–30. doi:https://doi.org/10.1504/IJSSCA.2010.034854

www.SID.ir

de Freitas, J. G., Costa, H. G., & Ferraz, F. T. (2017). Impacts of Lean Six Sigma over organizational sustainability: A survey study. *Journal of cleaner production, 156*, 262–275. doi:https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.04.054

Deif, A. M. (2011). A system model for green manufacturing. *Journal of Cleaner Production, 19*, 1553–1559. doi:https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.05.022

Duarte, S., & Cruz-Machado, V. (2019). Green and lean supply-chain transformation: a roadmap. *Production Planning & Control, 30*, 1170–1183. doi:https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1595207

Dües, C. M., Tan, K. H., & Lim, M. (2013). Green as the new Lean: how to use Lean practices as a catalyst to greening your supply chain. *Journal of cleaner production, 40*, 93–100. doi:https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.12.023

Farias, L. M., Santos, L. C., Gohr, C. F., de Oliveira, L. C., & da Silva Amorim, M. H. (2019). Criteria and practices for lean and green performance assessment: Systematic review and conceptual framework. *Journal of Cleaner Production, 218*, 746–762. doi:https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.042

Garza-Reyes, J. A. (2015). Green lean and the need for Six Sigma. *International Journal of Lean Six Sigma*. doi:https://doi.org/10.1108/IJLSS-04-2014-0010

Garza-Reyes, J. A. (2015b). Lean and green–a systematic review of the state of the art literature. *Journal of Cleaner Production, 102*, 18–29. doi:https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.04.064

Garza-Reyes, J. A., Al-Balushi, M., Antony, J., & Kumar, V. (2016). A Lean Six Sigma framework for the reduction of ship loading commercial time in the iron ore pelletising industry. *Production Planning & Control, 27*, 1092–1111. doi:https://doi.org/10.1080/09537287.2016.1185188

Garza-Reyes, J. A., Yu, M., Kumar, V., & Upadhyay, A. (2018). Total quality environmental management: adoption status in the Chinese manufacturing sector. *The TQM Journal*. doi:https://doi.org/10.1108/TQM-05-2017-0052

Gijo, E. V., & Rao, T. S. (2005). Six Sigma implementation–hurdles and more hurdles. *Total Quality Management & Business Excellence, 16*, 721–725. doi:https://doi.org/10.1080/14783360500077542

Green, K. W., Zelbst, P. J., Meacham, J., & Bhadauria, V. S. (2012). Green supply chain management practices: impact on performance. *Supply Chain Management: An International Journal*. doi:https://doi.org/10.1108/13598541211227126

Henriques, J., & Catarino, J. (2016). Motivating towards energy efficiency in small and medium enterprises. *Journal of Cleaner Production, 139*, 42–50. doi:https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.08.026

Hussain, K., He, Z., Ahmad, N., Iqbal, M., & others. (2019). Green, lean, six sigma barriers at a glance: a case from the construction sector of Pakistan. *Building and Environment, 161*, 106225. doi:https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.106225

www.SID.ir

Kaswan, M. S., & Rathi, R. (2019). Analysis and modeling the enablers of green lean six sigma implementation using interpretive structural modeling. *Journal of cleaner production, 231*, 1182–1191. doi:https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.253

Kaswan, M. S., & Rathi, R. (2020). Investigating the enablers associated with implementation of Green Lean Six Sigma in manufacturing sector using Best Worst Method. *Clean Technologies and Environmental Policy, 22*, 865–876. doi:https://doi.org/10.1007/s10098-020-01827-w

Kaswan, M. S., Rathi, R., & Singh, M. (2019). Just in time elements extraction and prioritization for health care unit using decision making approach. *International Journal of Quality & Reliability Management*. doi:https://doi.org/10.1108/IJQRM-08-2018-0208

Kumar, S., Kumar, N., & Haleem, A. (2015). Conceptualisation of sustainable green lean six sigma: an empirical analysis. *International Journal of Business Excellence, 8*, 210–250. doi:https://doi.org/10.1504/IJBEX.2015.068211

Kumar, S., Luthra, S., Govindan, K., Kumar, N., & Haleem, A. (2016). Barriers in green lean six sigma product development process: an ISM approach. *Production Planning & Control, 27*, 604–620. doi:https://doi.org/10.1080/09537287.2016.1165307

Kumaravadivel, A., & Natarajan, U. (2013). Application of Six-Sigma DMAIC methodology to sand-casting process with response surface methodology. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 69*, 1403–1420. doi:https://doi.org/10.1007/s00170-013-5119-2

Lakshminarayanan, R., Kumar, M., & Ramanakumar, K. P. (2014, 1). SIX SIGMA -DMAIC Framework for Enhancing Quality in Engineering Educational Institutions.

Laureani, A., & Antony, J. (2012). Critical success factors for the effective implementation of Lean Sigma: Results from an empirical study and agenda for future research. *International Journal of Lean Six Sigma*. doi:https://doi.org/10.1108/20401461211284743

Marco-Ferreira, A., Stefanelli, N. O., Seles, B. M., & Fidelis, R. (2019). Lean and Green: practices, paradigms and future prospects. *Benchmarking: An International Journal*. doi:https://doi.org/10.1108/BIJ-12-2018-0415

Mathiyazhagan, K., Govindan, K., NoorulHaq, A., & Geng, Y. (2013). An ISM approach for the barrier analysis in implementing green supply chain management. *Journal of cleaner production, 47*, 283–297. doi:https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.10.042

Naslund, D. (2013, March). Lean and six sigma - critical success factors revisited. *International Journal of Quality and Service Sciences, 5*. doi:10.1108/17566691311316266

Nordin, N., Deros, B. M., Wahab, D. A., & Rahman, M. N. (2012). A framework for organisational change management in lean manufacturing implementation. *International Journal of Services and Operations Management, 12*, 101–117. doi:https://doi.org/10.1504/IJSOM.2012.046676

Pandey, H., Garg, D., & Luthra, S. (2018). Identification and ranking of enablers of green lean Six Sigma implementation using AHP. *International Journal of Productivity and Quality Management, 23*, 187–217. doi:https://doi.org/10.1504/IJPQM.2018.089156

www.SID.ir

Panwar, A., Jain, R., Rathore, A. P., Nepal, B., & Lyons, A. C. (2018). The impact of lean practices on operational performance–an empirical investigation of Indian process industries. *Production Planning & Control, 29*, 158–169. doi:https://doi.org/10.1080/09537287.2017.1397788

Capacity waste management at automotive industry .(a۲۰۱٦) .S. K. Sharma و ،D. Khanduja ،R. Rathi .in India: A Six Sigma observation *Acounting*، ۲ ، ۱۰۹–۱۱٦.

Rathi, R., Khanduja, D., & Sharma, S. K. (2015). Six Sigma perceptions for capacity waste management in indian manufacturing sector. *Journal of Material Science and Mechanical Engineering, 2*, 36–40.

Rathi, R., Khanduja, D., & Sharma, S. K. (2016b). Efficacy of fuzzy MADM approach in Six Sigma analysis phase in automotive sector. *Journal of Industrial Engineering International, 12*, 377–387. doi:https://doi.org/10.1007/s40092-016-0143-0

Sagnak, M., & Kazancoglu, Y. (2016). Integration of green lean approach with six sigma: an application for flue gas emissions. *Journal of Cleaner Production, 127*, 112–118. doi:https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.04.016

Sandhya, G., Raju, R., & others. (2018). Development of a Green Lean Six Sigma model for public sectors. *International Journal of Lean Six Sigma*. doi:https://doi.org/10.1108/IJLSS-02-2017-0020

Sharma, V. K., Chandna, P., & Bhardwaj, A. (2017). Green supply chain management related performance indicators in agro industry: A review. *Journal of cleaner production, 141*, 1194–1208. doi:https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.103

Siegel, R., Antony, J., Garza-Reyes, J. A., Cherrafi, A., & Lameijer, B. (2019). Integrated green lean approach and sustainability for SMEs: From literature review to a conceptual framework. *Journal of cleaner production, 240*, 118205. doi:https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118205

Silich, S. J., Wetz, R. V., Riebling, N., Coleman, C., Khoueiry, G., Abi Rafeh, N., . . . Szerszen, A. (2012). Using six sigma methodology to reduce patient transfer times from floor to critical-care beds. *Journal for Healthcare Quality, 34*, 44–54. doi:https://doi.org/10.1111/j.1945-1474.2011.00184.x

Singh, A., & Basak, P. (2018). Economic and environmental evaluation of municipal solid waste management system using industrial ecology approach: Evidence from India. *Journal of cleaner production, 195*, 10–20. doi:https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.097

Singh, B. J., & Khanduja, D. (2014). Perspectives of control phase to manage Six Sigma implements: an empirical study. *International Journal of Business Excellence, 7*, 88–111. doi:https://doi.org/10.1504/IJBEX.2014.057860

Smith, M., Paton, S., & MacBryde, J. (2018). Lean implementation in a service factory: views from the front-line. *Production Planning & Control, 29*, 280–288. doi:https://doi.org/10.1080/09537287.2017.1418455

Sony, M., & Naik, S. (2020). Green Lean Six Sigma implementation framework: a case of reducing graphite and dust pollution. *International Journal of Sustainable Engineering, 13*, 184–193. doi:https://doi.org/10.1080/19397038.2019.1695015

www.SID.ir

Sreedharan, V. R., & Raju, R. (2016). A systematic literature review of Lean Six Sigma in different industries. *International Journal of Lean Six Sigma*. doi:https://doi.org/10.1108/IJLSS-12-2015-0050

Sun, L.-y., Miao, C.-l., & Yang, L. (2017). Ecological-economic efficiency evaluation of green technology innovation in strategic emerging industries based on entropy weighted TOPSIS method. *Ecological indicators, 73*, 554–558. doi:https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.10.018

Sunder M, V. (2016). Rejects reduction in a retail bank using Lean Six Sigma. *Production Planning & Control, 27*, 1131–1142. doi:https://doi.org/10.1080/09537287.2016.1187312

Sunder, M. V. (2013). Synergies of lean six sigma. *IUP Journal of Operations Management, 12*, 21.

Sureeyatanapas, P., Poophiukhok, P., & Pathumnakul, S. (2018). Green initiatives for logistics service providers: An investigation of antecedent factors and the contributions to corporate goals. *Journal of cleaner production, 191*, 1–14. doi:https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.04.206

Verrier, B., Rose, B., Caillaud, E., & Remita, H. (2014). Combining organizational performance with sustainable development issues: the Lean and Green project benchmarking repository. *Journal of Cleaner Production, 85*, 83–93. doi:https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.12.023

Wong, W. P., & Wong, K. Y. (2014). Synergizing an ecosphere of lean for sustainable operations. *Journal of Cleaner Production, 85*, 51–66. doi:https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.05.093

Zamri, F. I., Hibadullah, S. N., Fuzi, N. M., Desa, A. F., & Habidin, N. F. (2013). Green lean six sigma and financial performance in Malaysian automotive industry. *Business Management and Strategy, 4*, 97.

Zhu, Q., Johnson, S., & Sarkis, J. (2018). Lean six sigma and environmental sustainability: a hospital perspective. *Supply Chain Forum: An International Journal*, *19*, pp. 25–41. doi:https://doi.org/10.1080/16258312.2018.1426339

www.SID.ir