

## شناسایی شاخص‌های تولید پاک‌تر در صنایع کارتن‌سازی با روش تصمیم‌گیری

## چند معیاره

گلشید اسدگی<sup>۱</sup>، شادمان پورموسی<sup>۲\*</sup>، آژنگ تاج دینی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت مقاله: دی ماه ۱۳۹۹

تاریخ پذیرش مقاله: فروردین ماه ۱۴۰۰

## چکیده

تولید پاک‌تر به عنوان یک راهبرد جهانی با روش‌هایی مانند بهبود فرایندها می‌تواند مصرف مواد اولیه، انرژی، ضایعات، هزینه‌های تولید و آلودگی‌های زیست محیطی را کاهش داده و باعث افزایش رقابت‌پذیری و توسعه پایدار صنایع شود. بهره‌گیری از الگوهای تولید پاک‌تر برای کاهش مصرف مواد، انرژی، ضایعات و مشکلات زیست محیطی می‌تواند بر صنعت کارتن‌سازی در ایران نیز تاثیرگذار باشد. در این تحقیق، شاخص‌ها و معیارهای مؤثر برای تولید پاک‌تر در صنایع کارتن‌سازی در ایران با استفاده از نظرات کارشناسان، مدیران صنعت و پژوهشگران دانشگاهی تعیین و در قالب پرسشنامه‌ای محقق ساخت برای بهره‌گیری در روش تحلیل سلسله مراتبی مورد استفاده قرار گرفت. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل پرسشنامه‌ها نشان داد که نمایه‌های کنترل فرایند و کنترل محصول با بالاترین اولویت مهم‌ترین شاخص‌های تأثیرگذار برای اجرای تولید پاک‌تر در شرکت‌های کارتن‌سازی در کشور محسوب می‌شود. اولویت‌بندی تمامی زیرشاخص‌های تولید پاک‌تر نشان داد که زیرشاخص اتوماسیون صنعتی فرایندها بیشترین اهمیت را در اجرای راهبردی تولید پاک‌تر در صنایع کارتن‌سازی دارد. زیرشاخص‌های استفاده از مواد اولیه تایید شده و استاندارد، ترکیب و فرمول‌بندی مناسب درخواست‌ها، کنترل کمی و کیفی فرایندها، همسویی فرهنگ سازمانی با اهداف تولید پاک‌تر، برنامه‌ریزی بهنگام سفارش‌های دریافتی، تطبیق محصولات تولیدی با درخواست مشتریان و توانمندسازی مستمر نیروی انسانی با نگاه تولید پاک‌تر نیز در اولویت‌های بعدی قرار دارند. نتایج این تحقیق می‌تواند در اجرای فرایند و الگوهای تولید پاک‌تر در صنایع کارتن‌سازی در ایران مورد استفاده قرار گیرد.

## ۱- مقدمه

## واژه‌های کلیدی

امروزه حفاظت از محیط زیست نه تنها بر جنبه‌های مختلف زندگی انسان تأثیرگذار بوده، بلکه بر بازدهی صنعتی نیز افزوده است و به عنوان یک ویژگی مهم برای پیاده‌سازی توسعه پایدار مطرح شده است [۷]. برای نیل به اهداف توسعه پایدار صنعتی در همسویی با موضوعات زیست محیطی رویکردهای زیادی مطرح می‌باشد که یکی از مهم‌ترین آن‌ها رویکرد تولید پاک‌تر است [۲]. تولید پاک‌تر به صورت عام به موضوع کاهش ضایعات و اتلاف‌ها در فعالیت‌های صنعتی و ... می‌پردازد با این هدف که ضمن تولید فراورده‌های قابل بازیافت با مصرف مواد

تولید پاک‌تر، کارتن‌سازی، کنترل فرایند، کنترل محصول، اتوماسیون صنعتی.

۱- دانشجوی کارشناس ارشد صنایع چوب و کاغذ، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، البرز، ایران (gholshidstede@gmail.com).

۲- دانشیار، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، البرز، ایران. (نویسنده مسئول: Sh.pourmousa@gmail.com)

۳- دانشیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، کرج، ایران (atajdini@gmail.com)

در مرحله نهایی با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی اقدام به اولویت‌بندی معیارهای اصلی انتخاب روش اجرای پروژه و انتخاب گزینه بهینه، گردیده است [۱۰].

کرمانیان و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی عوامل تأثیرگذار بر میزان مصرف آب در واحدهای بازیافت کاغذ با روش تحلیل سلسله مراتبی گزارش دادند که شاخص‌های فرآورده تولیدی، فرایند تولید، مواد خام، نیروی انسانی، هزینه‌ها، قوانین زیست محیطی و اصلاحات فنی به ترتیب اهمیت قرار گرفتند. اولویت‌های تعیین شده به مدیران و کارشناسان واحد تولیدی کمک می‌کند تا با شناخت عوامل اصلی مؤثر در مصرف آب در همسویی با تولید پاک‌تر با صرف حداقل هزینه به بیشترین صرفه‌جویی دست یابند [۳].

آوسار و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۰۸) در ارزیابی تولید پاک‌تر یک کارخانه خمیر و کاغذ در ترکیه ضمن مشخص کردن بخش‌های مختلف کارخانه کاغذسازی و بار آلودگی آن طبق الگوهای تولید پاک‌تر، نتایج به دست آمده را با کارخانجات آمریکا، کانادا، استرالیا و اروپا مقیاسه کردند و موارد کاهش ضایعات و افزایش بازده تولید و کاهش بار آلودگی مواد در جریان را در کارخانه تعیین کردند [۵].

زو و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۰۶) در بررسی موانع اجرای تولید پاک‌تر در کارخانجات کوچک و متوسط چین با روش فرایند سلسله مراتبی نشان دادند که مهم‌ترین موانع اجرای تولید پاک‌تر در چین به ترتیب فقدان انگیزه اقتصادی و سیاسی، کم بودن فشارهای زیست محیطی و هزینه بالای سرمایه‌گذاری اولیه می‌باشد [۱۱].

عباسی و همکاران (۲۰۰۴)، در ارزیابی زیست محیطی واحدهای صنعتی کاغذ و مقوا در کشور اردن با بهره‌گیری از الگوهای تولید پاک‌تر اعلام کردند که برای اجرای اهداف تولید پاک‌تر لازم است سرمایه‌گذاری‌های مناسبی در راستای مؤلفه‌های تغییر فرایند، بازگردانی، تغییر

اولیه و انرژی بهینه، از انتشار انواع آلودگی‌های زیست محیطی و ضایعات نیز جلوگیری می‌کند [۸]. فرایند تفکرات سودآوری مالی صاحبان صنایع و اهداف تولید پاک‌تر به تعادلی می‌انجامد که انتخاب فناوری‌ها، فرایندها و اصلاح آن‌ها را در پی خواهد داشت تا با مدیریتی مستمر و پویا از مصرف بی‌رویه منابع و انرژی جلوگیری شده و رقابت پذیری صنعتی را افزایش دهد.

برای تولید محصولات مختلف صنایع سلولزی علاوه بر مصرف مواد اولیه، به مقدار قابل توجهی آب فرآیندی و انرژی به شکل بخار و الکتریسیته نیازمند است. در نتیجه مهم‌ترین موضوعات زیست محیطی مرتبط با تولید مواد سلولزی، انتشار آلاینده‌ها به آب، هوا و مصرف انرژی می‌باشد. میزان قابل توجه پسماند و ضایعات حاصل از این صنعت نیز به تدریج به نگرانی‌های زیست محیطی می‌افزاید [۹].

فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی یکی از معروف‌ترین فنون تصمیم‌گیری چندمنظوره است که اولین بار توسط توماس ال. ساعتی عراقی‌الاصل در دهه ۱۹۷۰ ابداع گردید. فرایند تحلیل سلسله مراتبی منعکس‌کننده رفتار طبیعی و تفکر انسانی است. این روش، مسائل پیچیده را بر اساس آثار متقابل آن‌ها مورد بررسی قرار می‌دهد و آن‌ها را به شکلی ساده تبدیل کرده و به حل آن می‌پردازد. این فرایند در هنگامی که عمل تصمیم‌گیری با چند گزینه رقیب و معیار تصمیم‌گیری روبروست می‌تواند استفاده گردد. معیارهای مطرح شده می‌تواند کمی و یا کیفی باشند. اساس این روش تصمیم‌گیری بر مقایسات زوجی نهفته است. تصمیم‌گیرنده با فراهم آوردن درخت سلسله مراتبی تصمیم، آغاز می‌کند. درخت سلسله مراتب تصمیم، عوامل مورد مقایسه و گزینه‌های رقیب مورد ارزیابی در تصمیم را نشان می‌دهد. سپس یک سری مقایسات زوجی انجام می‌گیرد. این مقایسات وزن هر یک از روش‌ها را در راستای گزینه‌های رقیب مورد ارزیابی در تصمیم نشان می‌دهد. در نهایت منطق فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به گونه‌ای ماتریس‌های حاصل از مقایسات زوجی را با یکدیگر تلفیق می‌سازد که تصمیم بهینه حاصل آید.

1- Avsar et al

2- Zhu et al

فناوری، تغییر ماده اولیه، نگهداری و تعمیرات باید انجام گیرد(۴).

قربان نژاد و همکاران (۲۰۱۰) در ارزیابی راهبردهای تولید پاک‌تر در کارخانه تولید کاغذ کاوه با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره، شاخص‌های اصلی تأثیرگذار بر راهبرد تولید پاک‌تر در کارخانه کاغذسازی را به ترتیب اولویت، شاخص‌های تغییر فرایند، تعمیر و نگهداری مفید، عامل انسانی، بازیافت و اصلاح محصول اعلام کردند[۷].

مشابه سایر صنایع گوناگون فعال در کشور، تاکنون استاندارد مشخصی برای بهترین الگوی تولید پاک‌تر در واحدهای سلولزی مشخص نشده است و با توجه به رشد روز افزون تعداد واحدهای تولیدی کوچک انواع کاغذهای بازیافتی مورد مصرف در صنایع بسته‌بندی و کارتن‌سازی مانند کاغذ تست لاینر، شبه کرافت، فلوتینگ، کرافت لاینر و عدم نظارت بر آلودگی‌های زیست محیطی حاصل از تولیدات این صنایع، این وضعیت نگران‌کننده‌تر از گذشته شده است [۷].

اسدزاده و همکاران (۱۳۹۶) در شناسایی و اولویت‌بندی شاخص‌های تولید پاک‌تر با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی شاخص تغییر فرایند و زیر شاخص اتوماسیون صنعتی و سطح فناوری را از جمله مهم‌ترین اولویت‌ها اعلام کردند[۱].

هدف از انجام این تحقیق شناسایی و اولویت‌بندی شاخص‌های تأثیرگذار بر تولید پاک‌تر در صنایع کارتن‌سازی در ایران است تا مدیران و سرمایه‌گذاران این صنعت بتوانند اهداف سودآوری و مالی خود را همراستا با برنامه‌های تولید پاک‌تر قرار دهند تا رشد و تعالی همه جانبه صنعت کارتن‌سازی را فراهم سازند.

## ۲- روش تحقیق

پس از مطالعه تحقیقات انجام شده در ارتباط با تولید پاک‌تر در صنعت کارتن‌سازی، مصاحبه با کارشناسان، مدیران صنعت و پژوهشگران دانشگاهی، سیاه‌ای از شاخص‌های اصلی و زیر شاخص‌ها جمع‌آوری گردید که در پنج گروه اصلی شامل کنترل محصول و کنترل فرایند، اجرای نظام

تعمیر و نگهداری پیشگیرانه، بازیافت و منابع انسانی با زیرشاخص‌های مختلف به شرح زیر انتخاب شدند.

## ۳- کنترل محصول

هدف از کنترل محصول، قابل بازیافت بودن محصول و اجزای آن است تا اثرات نامطلوب زیست محیطی و آلاینده‌های آن به کمترین مقدار خود برسد. مانند این که در قسمت لب چسب کارتن‌ها از انواع چسب‌های مرسوم استفاده شود و از مگنه‌های مختلف برای قسمت لب چسب استفاده نشود یا اینکه از انواع کارتن‌های دایکاتی که در محل اتصال بدون استفاده از انواع چسب متداول، داخل هم قفل می‌شوند، استفاده گردد. برای شاخص کنترل محصول زیرشاخص‌های، استفاده از مواد اولیه تایید شده (کاغذ، چسب، مرکب، سیم دوخت و ...)، برنامه‌ریزی به هنگام سفارشات، فرمولاسیون مناسب سفارشات دریافتی، تطبیق محصولات تولیدی با درخواست مشتریان در نظر گرفته شد.

## ۳-۱- کنترل فرایند

استفاده از الگوهایی که سازگار با اهداف محیط زیست بوده و کاهش مصرف انرژی یا منابع سازمان را به همراه دارند. مانند اتوماسیون کردن فرایندهایی که ضایعات زیادی را با سیستم‌های کنترل دستی ایجاد می‌کند از قبیل: بهره‌گیری از سیستم چسب‌سازی خودکار و بدون دخالت انسان، حمل‌ونقل‌های درون واحدی با استفاده از سیستم‌های انتقال ماشینی بدون این که از لیفتراک‌های متداول با مصرف سوخت‌های گازوئیل و گاز استفاده شود. شاخص کنترل فرایند با زیرشاخص‌هایی مانند بهره‌گیری از لیفتراک‌های برقی، اجرای کالیبراسیون<sup>۱</sup> ادواری، اتوماسیون صنعتی فرایندها، کنترل کمی و کیفی فرایندها، و پیاده‌سازی سیستم‌های مدیریتی بررسی شد.

## ۲-۳- اجرای نظام تعمیر و نگهداری پیشگیرانه

بهره‌گیری از روش‌هایی که عملکرد و توانایی‌های ماشین‌های صنعتی در فرایندهای مختلف تولید کارتن، چاپ و قسمت اتصالات را همواره در شرایط مطلوب قرار می‌دهد و مانع ایجاد آلودگی‌های زیست محیطی مختلف مانند: انواع آلودگی‌های صوتی و یا هدر رفت مواد و انرژی به صورت نشستی‌های مختلف در قسمت‌های مختلف می‌شوند. برای شاخص اجرای نظام تعمیر و نگهداری پیشگیرانه زیر شاخص‌هایی مانند اصلاح به موقع خرابی‌ها، نصب نشانگرهای دما، فشار، سرعت و تعداد، نصب هود برای خارج‌سازی مواد شیمیایی و گردوغبار، نصب سنسور حجم‌سنج برای مخازن مرکب در نظر گرفته شد.

## ۳-۳- باز یافت

تکیه بر روش‌هایی که باعث کاهش انواع اتلاف‌ها و ضایعات فرایندی و غیرفرایندی در یک واحد تولیدی می‌گردد. دوباره‌کاری‌ها نیز به علت این که باعث افزایش ارزش افزوده محصول تولیدی شده‌اند در این حوزه قرار می‌گیرند. مانند: تصفیه انواع پساب‌های صنعتی و رفع اشکالات محصولاتی که در فرایندهای تولیدی مختلف کنار گذاشته شده‌اند. برای شاخص باز یافت و بازگردانی زیر شاخص‌های بهره‌گیری از اقلام برگشتی برای محصولات جدید، کاربرد مناسب مرکب‌های رقیق‌سازی شده، تصفیه و استفاده مجدد از پساب‌های صنعتی، جمع‌آوری و کاربرد مناسب پرزهای تولید شده، استفاده مناسب از ضایعات رول‌های مصرفی، کاربرد مناسب چسب رقیق‌سازی شده نهایی گردید.

## ۳-۴- سرمایه‌های انسانی

هدف بهره‌گیری از مهم‌ترین سرمایه‌های سازمانی برای تحقق اهداف تولید پاک‌تر است. در این میان نقش افراد تحصیل کرده که آموزش‌های مرتبط با اهداف تولید پاک‌تر را گذرانده باشند اجتناب‌ناپذیر است. برای شاخص عامل انسانی زیرشاخص‌های استفاده از کارشناسان آگاه به تولید پاک‌تر، همسویی فرهنگ سازمانی با اهداف تولید پاک‌تر توانمندسازی مستمر نیروی انسانی با نگاه تولید پاک‌تر نهایی شد. پنج شاخص اصلی به ۲۲ زیرشاخص فرعی تأثیرگذار در تولید پاک‌تر در سطوح مختلف تقسیم می‌شوند پس از طرح سلسله مراتب شاخص‌های مذکور و مشخص شدن سطوح مختلف آن‌ها، پرسشنامه‌ها طراحی شدند و برای تعیین میزان تأثیرگذاری این شاخص‌ها بر پایه وزن آن‌ها بین ۹۰ نفر از اساتید دانشگاهی، مدیران، مهندسان و سرپرست‌های با تجربه واحدهای تولید کارتن توزیع گردیدند و پس از تکمیل و جمع‌آوری با نرم‌افزار اکسپرت جویس<sup>۱</sup> مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

## ۴- نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی پرسشنامه‌ها نشان داد که اولویت‌بندی شاخص‌های تولید پاک‌تر در صنایع کارتن‌سازی به ترتیب کنترل فرایند (با وزن ۰/۳۷۹)، کنترل محصول (با وزن ۰/۲۶۰)، نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه (با وزن ۰/۱۴۲)، باز یافت و بازگردانی (با وزن ۰/۱۱۱) و سرمایه‌های انسانی (با وزن ۰/۱۰۸) می‌باشد. بنابراین شاخص‌های کنترل فرایند و کنترل محصول بالاترین اولویت را دارند و مهم‌ترین شاخص‌های تأثیرگذار برای اجرای تولید پاک‌تر در شرکت‌های کارتن‌سازی در کشور محسوب می‌شود

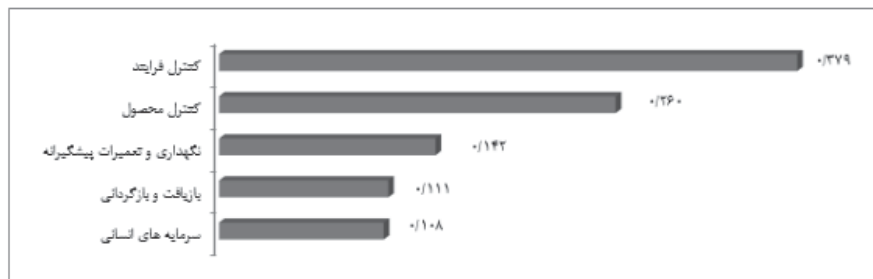
1- Saft Ware of Expert Choice

(شکل ۱). اولویت‌بندی زیرشاخص‌های کنترل فرایند در سطح سوم نشان‌دهنده این است که زیرشاخص‌های کنترل کمی و کیفی فرایندها با وزن ۰/۳۰۱ و اتوماسیون صنعتی فرایندها با وزن ۰/۲۷۷ بالاترین اولویت را به خود اختصاص داده است (شکل ۲).

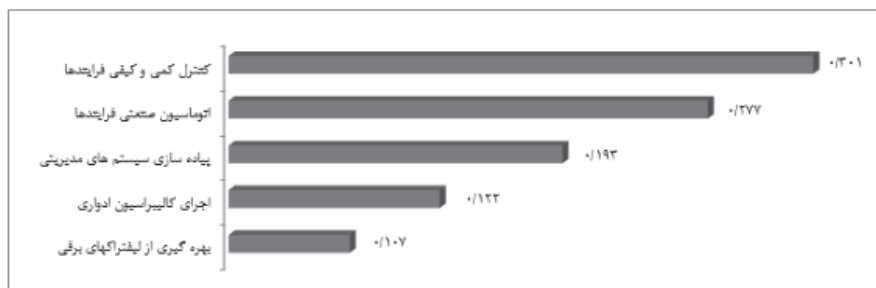
اولویت‌بندی زیرشاخص‌های کنترل محصول در سطح سوم نشان‌دهنده این است که زیرشاخص استفاده از مواد اولیه تایید شده و استاندارد با وزن ۰/۴۶۳ بالاترین اولویت را به خود اختصاص داده است (شکل ۳).

اولویت‌بندی زیرشاخص‌های نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه در سطح سوم نشان‌دهنده این است که زیرشاخص اصلاح به موقع خرابی‌ها با وزن ۰/۵۴۸ بالاترین اولویت را به خود اختصاص داده است (شکل ۴).

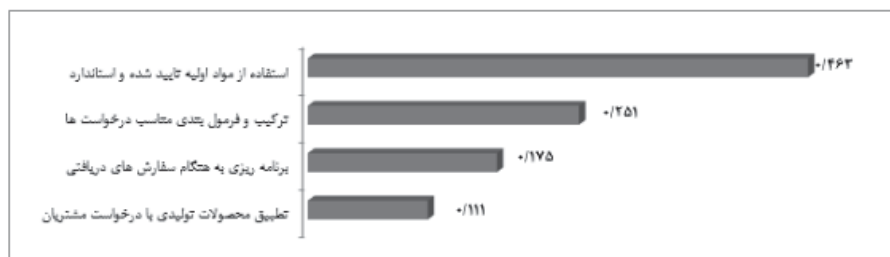
اولویت‌بندی زیرشاخص‌های بازیافت و بازگردانی در سطح سوم نشان‌دهنده این است که زیرشاخص سرمایه‌های انسانی با وزن ۰/۱۰۸ بالاترین اولویت را به خود اختصاص داده است (شکل ۱).



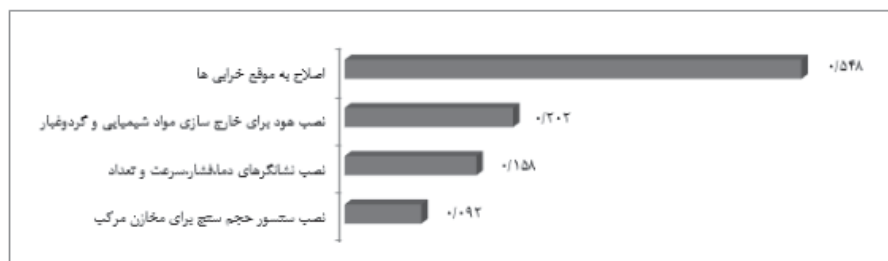
شکل ۱- اولویت‌بندی شاخص‌های اصلی تولید پاک‌تر (نرخ ناسازگاری ۰/۰۴)



شکل ۲- اولویت‌بندی زیرشاخص‌های کنترل فرایند (نرخ ناسازگاری ۰/۰۷)



شکل ۳- اولویت‌بندی زیرشاخص‌های کنترل محصول (نرخ ناسازگاری ۰/۰۳)



شکل ۴- اولویت‌بندی زیرشاخص‌های نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه (نرخ ناسازگاری ۰/۰۵)

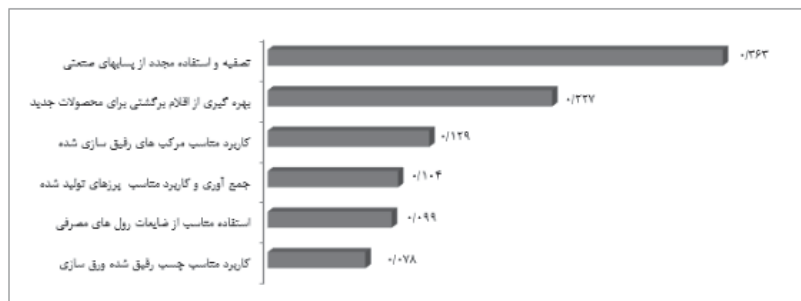
کارتن‌سازی با بالاترین اولویت به خود اختصاص داده است. زیرشاخص‌های استفاده از مواد اولیه تایید شده و استاندارد، ترکیب و فرمول بندی مناسب درخواست‌ها، کنترل کمی و کیفی فرایندها، همسویی فرهنگ سازمانی با اهداف تولید پاک‌تر، برنامه‌ریزی بهنگام سفارش‌های دریافتی، تطبیق محصولات تولیدی با درخواست مشتریان و توانمندسازی مستمر نیروی انسانی با نگاه تولید پاک‌تر نیز در اولویت‌های بعدی قرار دارند (شکل ۷).

مهم‌ترین مؤلفه‌های اصلی در اجرای الگوهای تولید پایدار طبق تحقیق حاضر کنترل فرایند و کنترل محصول

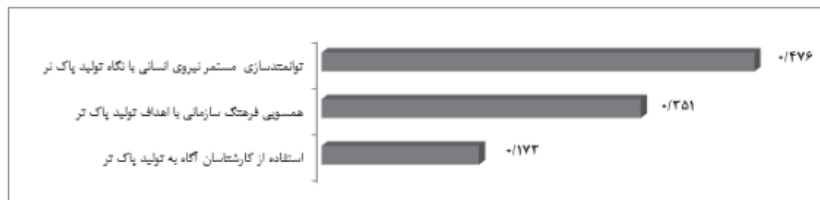
سطح سوم نشان‌دهنده این است که زیرشاخص تصفیه و استفاده مجدد از پساب‌های صنعتی با وزن ۰/۳۶۳ بالاترین اولویت را به خود اختصاص داده است (شکل ۵).

اولویت‌بندی زیرشاخص‌های سرمایه‌های انسانی در سطح سوم نشان‌دهنده این است که زیرشاخص توانمندسازی مستمر نیروی انسانی با نگاه تولید پاک‌تر با وزن ۰/۴۷۶ بالاترین اولویت را به خود اختصاص داده است (شکل ۶).

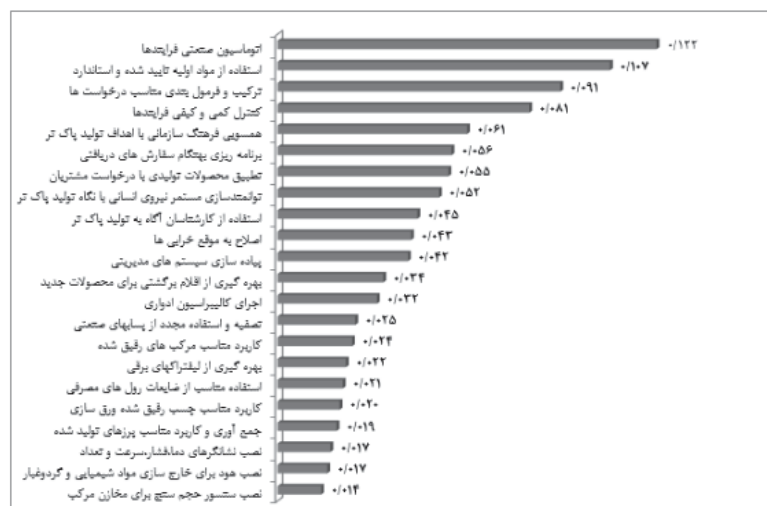
اولویت‌بندی تمامی زیرشاخص‌های تولید پاک‌تر نشان داد که زیرشاخص اتوماسیون صنعتی فرایندها (با وزن ۰/۱۲۲) بیشترین اهمیت را در اجرای راهبردی تولید پاک‌تر در صنایع



شکل ۵- اولویت‌بندی زیرشاخص‌های بازیافت و بازگردانی (نرخ ناسازگاری ۰/۰۴)



شکل ۶- اولویت‌بندی زیرشاخص‌های سرمایه‌های انسانی (نرخ ناسازگاری ۰/۰۶)



شکل ۷- اولویت‌بندی کلیه زیرشاخص‌های تحقیق (نرخ ناسازگاری ۰/۰۷)

اعلام گردید. برای این منظور واحدهای تولیدکننده کارتن باید تمهیدات اساسی برای این امکان را فراهم آورند. هر چند فراهم‌سازی زیرساخت‌ها عموماً باید با سرمایه‌گذاری انجام شود [۴]، نتایج این تحقیق با نتایج محققین دیگری نیز در صنایع مشابه مطابقت دارد [۶ و ۷].

تأثیرگذارترین زیرشاخص در این تحقیق اتوماسیون صنعتی فرایندها در صنایع کارتن‌سازی است که نشان می‌دهد بسیاری از فرایندها باید از حالت دستی به حالت ماشینی و بدون دخالت انسان انجام گیرد تا با کاهش هزینه‌های نیروی انسانی، نگهداری، تعمیرات و نیز کاهش اتلاف‌ها و ضایعات، بهره‌وری تولید افزایش یابد. در بررسی پیاده‌سازی راهبردهای تولید پاک‌تر کارخانه کاغذسازی کاوه محققین دیگر نیز به این نتیجه رسیدند که شاخص تغییر فرایند بالاترین اولویت در تولید پاک‌تر محسوب می‌شود و همچنین زیرشاخص تعمیر و نگهداری مفید بالاترین اولویت را در بین زیر شاخص‌ها دارد [۷].

استفاده از مواد اولیه تایید شده و استاندارد باعث می‌شود ضایعات در فرایندهای تولید کمتر شده و احتمال برگشت سفارش‌های ارسالی از طرف مشتریان کاهش یابد بنابراین دوباره‌کاری‌ها در فرایندهای تولید از بین می‌روند. با ترکیب بهینه و فرمول‌بندی مناسب سفارش‌های دریافتی از مشتریان احتمال تولید محصول با کیفیت پایین‌تر بسیار کمتر می‌شود و طبیعی است که با رعایت الزامات مشتریان یک رابطه پایدار در صحنه تولید شکل گرفته، وقفه‌های تولیدی کمتر شده و ضایعات و اتلاف‌ها کاهش می‌یابند. کنترل‌های کمی و پایش‌های کیفی فرایندها امکان تولید و ارسال بیش از اندازه سفارش‌ها و درخواست‌ها را برای مشتریان به حداقل رسانده و نیز از ارسال موارد دارای عیب و کاستی‌های کیفی جلوگیری می‌نماید. انجام و پیاده‌سازی کلیه موارد فوق به سرمایه‌گذاری‌های مختلفی در شاخه‌های مختلف مدیریت واحدهای صنعتی وابسته است. عباسی و همکاران گزارش دادند که جهت اجرای تولید پاک‌تر باید روی مؤلفه‌های

تولید پاک‌تر در واحدهای صنعتی سرمایه‌گذاری لازم صورت گیرد [۴] نتایج این تحقیق با نتایج مطالعات اسدزاده و همکاران (۱۳۹۶) در خصوص مؤلفه‌ها و زیرمؤلفه‌های برتر در اجرای الگوهای تولید پاک‌تر مطابقت دارد که عنوان می‌دارد شاخص تغییر فرایند را به عنوان مهم‌ترین مؤلفه در اجرای راهبردی تولید پاک‌تر و زیرشاخص وجود اتوماسیون صنعتی و سطح فنآوری آن که از زیرشاخص‌های تغییر فرایند می‌باشد بیشترین تأثیر را در ارزیابی راهبردی تولید پاک‌تر در این کارخانه دارد.

## ۵- نتیجه‌گیری

راهبرد تولید پاک‌تر با سه ویژگی مستمر و پویا بودن، پیشگیری‌کننده در خصوص ایجاد آلودگی در مبدأ و فراگیر بودن بر بهبود عملکرد کلیه فرایندها تأثیرگذار است. با اجرای الگوهای تولید پاک‌تر، فرایندها و محصولات در راستای بهبود مستمر قرار گرفته و فواید اقتصادی و زیست محیطی بسیاری نصیب واحدهای صنعتی می‌شود. برای نیل به اجرای الگوهای تولید پاک‌تر واحدهای صنعتی نیازمند تغییر نگرش، به‌کارگیری دانش فنی مناسب و بهبود فنآوری هستند. الگوهای بهبود فنآوری با تغییر فرایندها، تغییر یا بهبود مواد اولیه، تغییر محصول نهایی و استفاده مجلد مواد در داخل واحدهای صنعتی امکان‌پذیر خواهد بود.

واحدهای صنعتی کارتن‌سازی که بخش قابل توجهی از بسته‌بندی محصولات را در فرایندها و تبادلات تجاری برعهده دارند سهم بسزایی در بهبود عملکرد زنجیره تأمین پایدار واحدهای صنعتی برعهده دارند. نیل به موفقیت‌های مطلوب‌تر در این صنعت به مؤلفه‌های بسیاری وابسته است که مهم‌ترین مؤلفه‌های اصلی تأثیرگذار را می‌توان با عناوین کلی کنترل فرایند و محصول و مهم‌ترین زیر شاخص بر طبق یافته‌های پژوهش حاضر و بسیاری از

7. Ghorbannezhad, P., Azizi, M., Ting S.C., Layeghi, M., and O, Remezani, (2010), **“Cleaner production, Case study of kaveh paper mill,”** International journal of sustainable engineering, 4 (1), 68-74.
8. Ghose, A., Chinga-Carrasco, G (2013), **“Environmental aspects of Norwegian production of pulp fibres and printing paper, journal of cleaner production,”** 57 293-301.
9. Hynninen, P., (1998). **“Environmental Control, Pulp and Paper Book Series,”** Book 19, TAPPI, 723p.
10. Saaty, T.L., (2000). **“Fundamentals of Decision Making With Analytic Hierarchy Process. RWS publications,”** Pittsburgh, 478 p.
11. Zhu Q, Sarkis J, Geng Y. (2006) **“Green supply chain management in China: drivers, practices and performance.”** International Journal of Operations and Production Management 2005; 25(5):449-468.

#### آدرس نویسنده

کرج - گروه صنایع چوب و کاغذ، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، کرج، ایران، صندوق پستی: ۳۱۴۸۵-۳۱۳

تحقیقات محققین دیگر را می‌توان اتوماسیون صنعتی فرایندها عنوان کرد. بنابراین تمام مؤلفه‌های مطرح برای تأثیرگذاری راهبردهای تولید پاک‌تر به زیر ساخت‌هایی نیازمند هستند که انجام سرمایه‌گذاری را ضرورتی اجتناب‌ناپذیر می‌نماید.

#### ۶- منابع

- ۱- اسدزاده، ی. عزیز، م. همزه، ی. (۱۳۹۶). **«شناسایی و اولویت‌بندی شاخص‌های تولید پاک‌تر با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی (مطالعه موردی: شرکت محصولات کاغذی لطیف)»**، مجله صنایع چوب و کاغذ ایران، سال ۸، شماره ۴.
- ۲- فراهانی زاد، ح. احسانی، ح. (۱۳۸۷). **«تولید پاک‌تر، رویکردی پایدار برای اقدامات مدیریتی در ارزیابی اثرات محیط زیستی پروژه‌های صنعتی»**، نشریه علمی محیط و توسعه، سال دوم، شماره سوم، زمستان. ۱۱۰-۱۱۷.
- ۳- کرمانیان، ح. رزم پور، ز. رضانی، ا. رحمانی نیا، م. (۱۳۸۹). **«ارزیابی راهکارهای کاهش مصرف آب در مجموعه کارخانجات بازیافت کاغذ بسته‌بندی در ایران»**، علوم محیطی سال هشتم، شماره اول، پاییز. ۱۱۵-۱۲۳.
4. Abbasi, Ghaleb. Y., Abbasi, Bassim, E., (2004). **“Environmental assessment for paper and cardboard industry in Jordan. A cleaner production concept,”** journal of cleaner production, 12(4): 321-326.
5. Avsar, E., Dennirer, G.N. (2008). **“Cleaner production opportunity assessment study in SEKA Balikisir pulp and paper mill.”** Journal of cleaner production, 16 (2008):422-431.
6. Ghazinoory, S., (2005). **“Cleaner production in Iran, necessities and priorities.”** Journal of Cleaner Production, 13(8): 755-762.