تعیین شاخص‌های تولید پاک‌تر در کارخانه تخته فیبر با دانسیته متوسط (MDF) مطالعه موردی: کیمیا چوب گلستان

فاطمه حسنی خورشیدی[۱]
مجید عزیزی[۲*]
محمدمهدی فائزی‌پور[۲]
حمید زارع حسین‌آبادی[۳]

[۱] دانش‌آموخته کارشناسی ارشد صنایع چوب وکاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

[۲] استاد گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

[۳] دانشیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

مسئول مکاتبات:
mazizi@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۵/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۰۹

چکیده

عملیات تولید نقش کلیدی در کاهش آثار محیط‌زیستی در مراحل مختلف چرخهٔ عمر محصول از استخراج مواد تا تولید، استفاده نهایی، استفاده مجدد و بازیافت دارند؛ بنابراین درک مسئولیت محیطی درزمینهٔ تولید موجب دستیابی به مزیت رقابتی و افزایش سهم بازار محصولات می‌شود؛ بنابراین رویکردهای مباحثی مختلف ازجمله تولید پاک‌تر به‌منظور پیشگیری از آلایندگی صنایع مطرح می‌گردند. ازآنجایی‌که صنعت تخته فیبر دانسیته متوسط ازجمله صنایعی است که حجم زیادی از مواد و انرژی را مصرف می‌کند، این تحقیق به‌عنوان یک مدل راهبردی برای افزایش بهره وری و به حداقل رساندن آلودگی و مصرف انرژی در چارچوب بهبود مستمر حفاظت از محیط‌زیست در تولید تخته فیبر دانسیته متوسط در نظر گرفته‌شده است. بدین منظور با به‌کارگیری فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی، یک سلسله با سه سطح، ۵ شاخص (اصلاح محصول، تغییر فرآیند، درخت محصول، بازیافت و سرمایه‌های انسانی) و ۴۵ زیر شاخص در شرکت تخته فیبر دانسیته متوسط کیمیا چوب جهت تولید پاک‌تر ساختاردهی شد. سپس از طریق روش دلفی (پرس‌وجو از افراد متخصص در امر) مقایسات زوجی انجام شد. نتایج در ارزیابی کلی نشان داد که شاخص تغییر فرآیند بالاترین اولویت را در بین شاخص‌ها و برنامه‌ریزی جهت جلوگیری از توقف بی‌مورد دستگاه‌ها و تجهیزات بالاترین اولویت را در بین کلیه زیرشاخص‌ها داشته است. نرخ ناسازگاری کلی در این بررسی ۰/۱ است که دلالت بر ثبات نتایج به‌دست‌آمده دارد.

واژگان کلیدی: تولید پاک‌تر، فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی، تخته فیبر با دانسیته متوسط (MDF)، شاخص و زیر شاخص.

مقدمه

تولید پاک‌تر عبارت است از کاربرد مستمر یک استراتژی محیط‌زیستی جامع برای فرایند محصولات و خدمات، به‌منظور افزایش بازدهی کلی و کاهش آثار زیان آور برای انسان و محیط‌زیست. این روش، راهبردی جهانی به‌منظور ایجاد تغییرات موردنیاز در فنّاوری و صنعت موجود به‌منظور ساختن جامعه‌ای مبتنی بر توسعه پایدار است. مفهوم تولید پاک‌تر بیش‌تر باانگیزه حفظ محیط‌زیست توسعه‌یافته است؛ اما می‌تواند مسائل اقتصادی را نیز شامل شود [۱].

ازنظر Emami و همکاران (۲۰۰۸)، تولید پاک‌تر به مفهوم راهبرد یکپارچه‌ای است که برای پیشگیری از آسیب‌های محیط زیستی فرایندها، محصولات و خدمات به‌طور پیوسته بکار گرفته می‌شود. این استراتژی با افزایش کارایی و کاهش آسیب برای انسان و محیط‌زیست همراه است. مفهوم تولید پاک‌تر برای فرایندهای هر صنعتی که

محصولات و خدمات گوناگون خود را به جامعه ارائه کند کاربرد دارد. این مفهوم علاوه بر فرایندهای تولیدی، در محصولات و خدمات سازمان نیز کارایی یافته است. همچنین اظهار داشتند که تولید پاک‌تر یک الگوی مهندسی مدیریتی است که در آن پیشگیری از آلودگی، بیش‌تر از تصفیه آلاینده‌ها در رشد پایدار اهمیت دارد[۲].

تولیدات صنعتی بدون توجه به اثرات محیط‌زیستی منجر به آلودگی زیان‌آور و غیرقابل‌جبران می‌شوند، لذا نیاز به راه‌حل‌ها و اقدامات پیشگیرانه بیش‌ازپیش احساس می‌شود. روش تولید پاک‌تر روشی عملی برای جلوگیری از این آسیب‌ها می‌باشد.

تخته فیبر با دانسیته متوسط فرآورده صفحه‌ای چوبی است که شامل شبکه‌ای از الیاف چوب، رزین اوره فرم‌آلدهید، موم و دیگر مواد شیمیایی می‌باشد که بر ویژگی‌ها و کیفیت آن تأثیر می‌گذارد. علاوه بر الیاف و مواد شیمیایی، فرآیند تولید تخته خرده و تخته فیبر با دانسیته متوسط نیاز به مصرف قابل‌توجهی انرژی دارد. درنتیجه از مهم‌ترین موضوعات محیط‌زیستی مرتبط با تولید این محصولات، مصرف انرژی می‌باشد[۳].

مطالعات بسیار زیادی درزمینه محتوای انرژی صفحات فشرده چوبی در نقاط مختلف جهان صورت گرفته است که مبین اهمیت این فرآورده‌ها از بعد انرژی مصرفی می‌باشد. از این میان می‌توان به مطالعات گهواره تا دروازه Wilson (۲۰۱۰) از تولید تخته خرده چوب][۵] و تخته فیبر نیمه سنگین [۶]، در آمریکا اشاره کرد که میزان محتوای انرژی برای فرآورده‌های نام‌برده به ترتیب برابر ۱۰/۸۵۶ و ۲۰/۷۰۷ مگاژول بر مترمکعب به‌دست‌آمده آمد. Meil و همکاران (۲۰۱۰) نیز به ارزیابی و محاسبه محتوای انرژی این دو فرآورده در کانادا پرداختند که میزان محتوای انرژی تخته خرده چوب برابر ۳/۳۰۳ گیگاژول بر مترمکعب بدون احتساب برداشت و حمل‌ونقل چوب، همچنین میزان محتوای انرژی تخته فیبر نیمه سنگین ۶/۹۶۶ مگاژول بر مترمکعب محاسبه شد [۶]. Pullen (۲۰۰۰) با ارزیابی دو کارخانه تخته خرده چوب در استرالیا مقدار محتوای انرژی را برای هریک برابر با ۱۰ و ۷ مگاژول بر کیلوگرم تخته به‌دست‌آمده آورد [۷]. Lawson و همکاران (۱۹۹۶) نیز مقدار محتوای انرژی تخته فیبر نیمه سنگین را در استرالیا ۱۱/۳ مگاژول بر مترمکعب تخته تخمین زدند [۸].

همچنین با توجه به تحقیقات صورت گرفته توسط کوچکی و همکاران (۲۰۱۶) نشان داده شد در شرایط فعلی میانگین مصرف انرژی در مطالعات گهواره تا دروازه تولید تخته فیبر دانسیته متوسط در ایران بسیار بیش‌تر از مصرف کارخانه‌های مدرن جهانی است [۳].

واژه AHP مخفف عبارت Analytical Hierarchy process به معنی فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی است. تکنیک AHP توسط پروفسور توماس ال ساعتی در سال ۱۹۷۰ ابداع گردید [۹]. فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی منعکس‌کننده رفتار طبیعی و تفکر انسانی است. این تکنیک، مسائل پیچیده را بر اساس آثار متقابل آن‌ها موردبررسی قرار می‌دهد و آن‌ها را به شکلی ساده تبدیل کرده و به آن‌ها می‌پردازد. علت سلسله‌مراتبی خواندن این روش آن است که ابتدا باید از اهداف و راهبردهای سازمان در رأس هرم آغاز کرد و با گسترش آن‌ها سنجه‌ها را شناسایی کرد تا به پایین هرم برسیم [۱۰].

این روش یکی از روش‌های پرکاربرد برای رتبه‌بندی و تعیین اهمیت عوامل است که با استفاده از مقایسات زوجی گزینه‌ها به اولویت‌بندی هر یک از شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها پرداخته می‌شود.

در تحقیق شناسایی و اولویت‌بندی شاخص‌های تولید پاک‌تر با استفاده از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (مطالعه موردی: شرکت محصولات کاغذی لطیف)، یک سلسله‌مراتب با سه سطح فراهم گردید. نتایج تحقیق نشان داد شاخص‌های اصلی تولید پاک‌تر به ترتیب اولویت: تغییر فرایند، اصلاح محصول، اجرای نظام تعمیر و نگهداری پیشگیرانه، بازگردانی و سرمایه‌های انسانی می‌باشند. شاخص تغییر فرایند با اختصاص میزان ۴۰ درصد از کل اهمیت بالاترین اولویت را در اجرای راهبردی تولید پاک‌تر به خود اختصاص داد. زیر شاخص وجود اتوماسیون صنعتی و سطح تکنولوژی آن‌که از زیرشاخص‌های تغییر فرایند می‌باشد بالاترین اولویت را در بین ۳۱ زیر شاخص دارد [۱۰].

در تحقیق ارزیابی استراتژی تولید پاک‌تر در صنایع کاغذسازی کاوه با استفاده از روش‌های میدانی و تصمیم-

گیری چند شاخه‌ای فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی اولویت-بندی تولید شاخص‌های تولید پاک‌تر، برای پیاده‌سازی در کارخانه فراهم گردید. نتایج تحقیق نشان داد شاخص‌های اصلی تولید پاک‌تر به ترتیب اولویت تغییر فرایند، اصلاح محصول، اجرای نظام تعمیر و نگهداری پیشگیرانه، بازگردانی و سرمایه‌های انسانی می‌باشند. شاخص تغییر فرایند بالاترین اولویت را در اجرای راهبردی تولید پاک‌تر به خود اختصاص داد. زیر شاخص تعمیر تمامی نشتی‌ها که از زیرشاخص‌های تغییر فرایند می‌باشد بالاترین اولویت را در بین ۳۵ زیر شاخص دارد. سپس زیر شاخص‌های استفاده از مهندسان و تکنسین‌های تحصیل‌کرده و اصلاح سیلندر خشک‌کن نیز به ترتیب اولویت‌های بعدی را به خود اختصاص دادند [۱۱].

با توجه به مسائل فوق‌الذکر، در این تحقیق با تمرکز و محوریت مدیریت مصرف انرژی، سعی در شناخت عوامل مصرف و بررسی و اولویت‌بندی آن‌ها در شرکت تخته فیبر دانسیته متوسط کیمیا چوب گلستان داشته‌ایم.

بدین منظور از روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی استفاده‌شده است تا تأثیر اقدامات انجام‌شده در راستای بهینه‌سازی مصرف انرژی و تولیدی پاک‌تر را از جوانب مختلف در یک مورد عملی آشکارسازیم.

مواد و روش‌ها

شناسایی شاخص‌های تأثیرگذار

برای شناسایی شاخص‌های تأثیرگذار بر جنبه‌های تولید پاک‌تر در صنعت تخته فیبر با دانسیته متوسط (مطالعه موردی: کیمیا چوب گلستان) ابتدا پارامترهای مؤثر از طریق مطالعات کتابخانه‌ای و نظرخواهی و مصاحبه از ۱۶ نفر از اساتید دانشگاه، کارشناسان و متخصصان کارخانه‌های تولیدکننده تخته فیبر با دانسیته متوسط، کارشناسان محیط‌زیست و کارشناسان و متخصصان کارخانه تخته فیبر با دانسیته متوسط کیمیا چوب تعیین گردید. بدین منظور با به‌کارگیری فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی، یک سلسله با سه سطح، ۵ شاخص (اصلاح محصول، تغییر فرآیند، درخت محصول، بازیافت و سرمایه-های انسانی) و ۴۵ زیر شاخص ساختاردهی شد. سپس از طریق روش دلفی (پرس‌وجو از افراد متخصص در امر) مقایسات زوجی انجام شد. در شکل ۱ درخت سلسله‌مراتبی تصمیم‌گیری برای شاخص‌های تولید پاک‌تر نشان داده‌شده است.

شاخص‌اول: اصلاح محصول

هدف از اصلاح محصول انجام اقداماتی است که اثرات محیط‌زیستی محصول طی فرآیند را کاهش دهد، همچنین عمر مفید محصول و بهره‌وری تولید را افزایش دهد. اقداماتی جهت کاهش آسیب‌های محیط‌زیستی و کاهش مصرف انرژی در راستا تولیدی پاک‌تر که به تولید محصولی دوستدار محیط‌زیست ختم می‌گردد که به ۴ زیر شاخص زیر تقسیم می‌شود:

افزایش دامنه دانسیته ماده اولیه

با توجه به محدودیت منابع چوبی در ایران، اقداماتی چون استفاده از چوب‌هایی با گرادیان دانسیته ای متفاوت از سبک تا سنگین در کنار هم می‌تواند ماده اولیه را در دسترس‌تر قرار دهد.

استفاده از اتصال‌دهنده با فرم آلدهید کم

شامل اقداماتی از قبیل جایگزینی بخشی از فرم‌آلدهید با فورفورال در چسب اوره فرم‌آلدهید می‌باشد. هدف از این اقدامات کاهش انتشارات مضر و کاهش آلاینده‌های محیط‌زیستی است.

رعایت رطوبت چوب خریداری‌شده

برای جلوگیری از خوردگی و فرسایش در تیغه‌های چیپر و افزایش سرعت و راندمان تبدیل چوب به چیپس بهتر است ماده اولیه چوبی حداقل تا ۳۰ درصد (بر پایه خشک) خود مرطوب باشد.

خرید چوب‌هایی با کلاسه قطری مناسب

استفاده از مواد خام باکیفیت بالا و کلاسه قطری مناسب سبب کاهش تولید ضایعات در فرآیند می‌شود. همچنین باعث تهیه الیافی باکیفیت بهتر، تشکیل کیکی یکپارچه‌تر و تولید تخته‌ای با ویژگی‌های مقاومتی بالاتر می‌شود.

شاخص دوم: تغییر فرآیند

ازجمله تغییراتی در فرآیند تولید که سبب کاهش منابع موردنیاز، کاهش مصرف انرژی و افزایش بهره‌وری است که خود به زیر شاخص‌های، فرآیند ورود مواد، اصلاح تجهیزات، کنترل فرآیند و ارتقا تکنولوژی تقسیم می‌شود.

زیر شاخص اول تغییر فرآیند: فرآیند ورود مواد

درواقع چگونگی حرکت مواد اولیه در فرآیند تولید است. فرض بر این است که کالای خریداری‌شده به ترتیب ورود به انبار، از انبار خارج گردد یا آخرین کالای خریداری‌شده زودتر از انبار خارج شود.

همچنین در زیر شاخص دیگر این فرآیند هدف استفاده از وسایل مناسب تخلیه و شارژ مواد اولیه است که موجب صرفه‌جویی در مصرف سوخت و کاهش میزان آلایندگی محیط‌زیستی می‌شود.

زیر شاخص دوم تغییر فرآیند: اصلاح تجهیزات

به فرآیند به‌روزرسانی، اصلاح و جایگزینی دوره‌ای سیستم‌ها اطلاق می‌شود. به‌نحوی‌که کاهش فرسایش تجهیزات، کاهش هزینه‌های سنگین خرید و تعمیرات قطعه را برای مجموعه به همراه دارد.

زیر شاخص سوم تغییر فرآیند: کنترل فرآیند تولید

هدف از این اقدام، کنترل بهتر فرآیند تولید در جهت کاهش ضایعات و انتشارات مواد سمی حین تولید است.

زیر شاخص چهارم کنترل فرآیند: ارتقا تکنولوژی

اکثر واحدهایی که در کشور وجود دارند قدیمی بوده و نشتی‌های زیادی در قسمت‌های مختلف آن‌ها وجود دارد و در مواردی کیفیت محصولات تولیدی قابل قیاس با مشابه‌های خارجی نیست. لذا بایستی این واحدها شناسایی شوند تا برای ارتقا تکنولوژی آن‌ها اقدام شود.

شاخص سوم: بازیافت

استفاده از مواد مصرف‌شده برای ساخت مجدد همان کالا یا کالاهای قابل‌استفاده دیگر است.

زیر شاخص اول بازیافت: بازیافت انرژی

در بیشتر صنایع می‌توان با افزودن تجهیزاتی، انرژی قابل‌ملاحظه‌ای را ذخیره نمود. به‌عنوان نمونه با استفاده از توربو اسکرابرها در خروجی دودکش‌های صنعتی می‌توان حرارت گازهای خروجی را تا حد زیادی بازیابی کرد.

زیر شاخص دوم بازیافت: بازیافت آب

استفاده بیشتر پساب در فرآیند تولید و اجرای تصفیه آب به روش‌های بیولوژیکی، شیمیایی، فیزیکی و بخار کردن در شرایط خلا ازجمله روش‌هایی هستند جهت جلوگیری از ورود پساب به محیط‌زیست؛ که باعث کاهش هم‌زمان مصرف آب و انرژی می‌شوند.

شاخص چهارم: اجرای نظام BOM

هر قسمت از BOM[1] شامل اطلاعاتی در خصوص قیمت و مشخصات استاندارد کالا، شرح و کد کالا، ورژن کالا، توضیحات، مقدار، واحد اندازه‌گیری، سایز، طول، وزن و مشخصه‌ها و ویژگی‌های دیگری از کالا یا محصول است. دسترسی به یک لیست درخت محصول موجب کاهش سردرگمی‌ها در فرآیند تولید، زمان تعمیر و یا جابجایی قطعه‌ای در محصول می‌شود. همچنین موجب تسهیل در برنامه‌ریزی تأمین کالا شده و خطاهای ناشی از مقادیر نابجای درخواست‌های تأمین را کاهش می‌دهد.

زیر شاخص اول اجرای نظام BOM: توجه به تهیه و تأمین مواد اولیه مطابق با استانداردهای لازم

اقداماتی نظیر استفاده از مواد اولیه طبقه‌بندی‌شده مطابق با استانداردهای موجود می‌باشد.

[1] Bill of Material

زیر شاخص دوم اجرای نظام BOM: استفاده از مقادیر استاندار مواد در پروسه تولید

شامل استفاده از مقادیر استاندارد اختلال مواد در پروسه تولید می‌باشد که تا حد امکان سبب تولید محصولی کم‌خطر و غیر سمی‌تر می‌شود.

شاخص پنجم: سرمایه‌های انسانی

عامل انسانی یکی از شاخص‌های مهم راهبرد تولید پاک‌تر است؛ زیرا آگاهی و نگرش هر فرد در هر جایگاهی نقش مهمی در پیشبرد تولید پاک‌تر، کاهش آلودگی‌ها و مصرف انرژی و ... دارد. در این راستا نقش افراد از قبیل مدیران، کاردانان فنی و متخصصین و کارگران آگاه به استراتژی تولید پاک‌تر در پیشبرد اهداف آن مؤثر خواهد بود.

زیر شاخص اول سرمایه‌های انسانی: سطح تحصیلات پرسنل

میزان تحصیلات مدیران و کارشناسان تولید در فرآیندهای طرح‌ریزی، اجرا و پایش تأثیرات بسزایی دارد بطوریکه این افراد توانمندی اصلاح و بازنگری در هر یک از این مراحل را دارا هستند و بدین ترتیب می‌توانند موجب ارتقاء کمیت کیفیت کار در حوزه‌های مختلف شوند.

زیر شاخص دوم سرمایه‌های انسانی: سابقه کار پرسنل

مشاغل در صورت کمبود نیروی کار متخصص تحصیل‌کرده در حوزه تخصصی موردنظر می‌توانند توسط نیروی کار باسابقه تجربی اکتسابی ناشی از آموزش جایگزین شوند تا موجب ارتقاء کمیت کیفیت کار و بهینه-سازی فرآیند شوند.

زیر شاخص سوم سرمایه‌های انسانی: هم‌راستایی فرهنگ پرسنل با استراتژی سازمان

آنچه مدیران در تدوین استراتژی برای سازمان‌های خود در آن اشتراک دارند، تلاش برای سازمان‌دهی مجموعه‌ای هماهنگ است که بتواند اهداف گوناگون را محقق کند. لذا این شاخص روشی پیشنهادی جهت رسیدن به انطباق سازمانی می‌باشد.

زیر شاخص چهارم سرمایه‌های انسانی: برگزاری کلاس‌های آموزشی و فنی جهت ارتقا سطح آگاهی پرسنل

آموزش در صورت اجرای صحیح، تأثیر به سزایی در افزایش مهارت‌های شغلی و افزایش بهره‌وری، کاهش رفتارهای مخرب محیطی می‌شود که خود از اهداف اصلی تولیدی پاک‌تر می‌باشد.

زیر شاخص پنجم سرمایه‌های انسانی: کاهش روند تولید پساب

می‌توان با افزایش سطح آگاهی پرسنل و کاهش روند تولید پساب شد مانع روبه‌زوال گذاشتن محیط‌زیست و گسترش آلودگی‌ها شد.

زیر شاخص ششم سرمایه‌های انسانی: کاهش ورود آلودگی‌ها به محیط‌زیست

با بالا بردن حساسیت پرسنل می‌توان مانع تخلیه بی‌رویه فاضلاب و پساب صنعتی در آب‌های محیطی شد.

زیر شاخص هفتم سرمایه‌های انسانی: بالا بردن بهداشت و ایمنی کار

بهداشت و ایمنی برای پیشگیری از صدمه دیدن و حفاظت نیروی کار تعریف می‌شود، بدین ترتیب ترس از آینده نامعلوم که زائیده و معلول حوادث و سوانح در محیط کار می‌باشد در جامعه صنعتی ما رخت بر خواهد بست. بدون وجود مسئول ایمنی نه‌تنها قدمی درراه پیشرفت صنعتی برداشته نمی‌شود بلکه صنعت دچار هرج‌ومرج و ازهم‌پاشیدگی شده و دیر یا زود به‌سوی زوال تدریجی سوق پیدا می‌نماید.

تنظیم پرسشنامه مقایسه زوجی شاخص‌ها و زیر شاخص‌ها و استفاده از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی برای پردازش داده‌ها

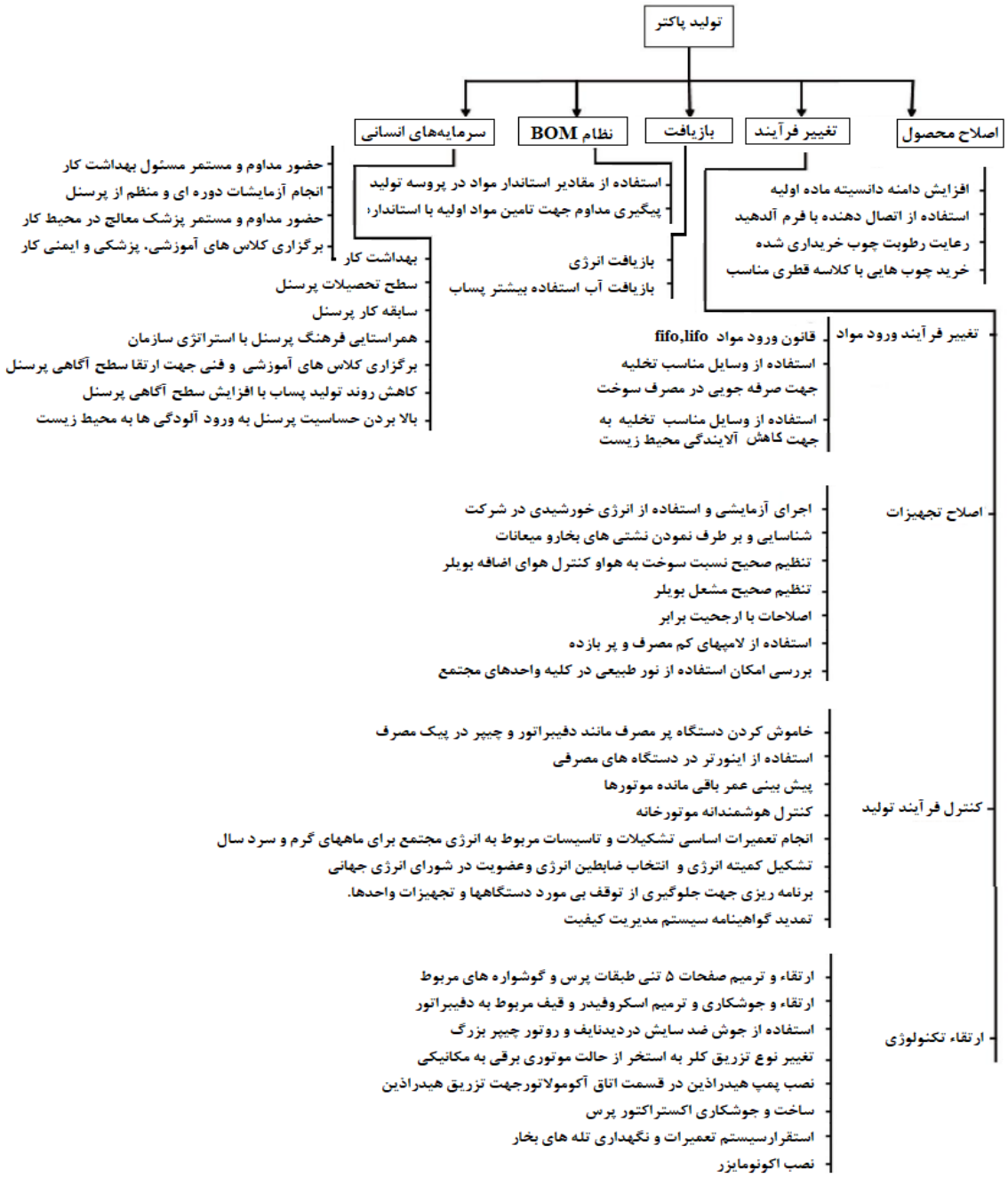
پس از شناسایی شاخص‌ها و زیرشاخص‌های تولید پاک‌تر، جهت تحلیل و گردآوری نظر کارشناسان پرسشنامه‌هایی برای تعیین میزان تأثیرگذاری و اولویت-بندی هر یک از شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها نسبت به یکدیگر، بین ۱۶ نفر از مدیران، مهندسان صنایع چوب و کاردانان باتجربه کارخانه کیمیا چوب توزیع گردید. کارشناسان با توجه با اعداد یک (اهمیت یکسان)، ۳ (کمی ارجح‌تر)، ۵ (ارجحیت قوی)، ۷ (ارجحیت خیلی قوی) و ۹ (کاملاً ارجح) و ۲،۴،۶،۸ که امتیاز بینابینی هستند نظر خود را در رابطه باارزش رجحانی هر یک از شاخص‌ها نسبت به دیگری و هر یک از زیر شاخص‌ها نسبت به یکدیگر اعلام نمودند. بعد از گردآوری پرسشنامه‌ها از نرم-افزار Expert Choice_11 برای پردازش داده‌ها و اخذ نتایج استفاده شد که ابزاری قدرتمند جهت تحلیل ساختار سلسله‌مراتبی می‌باشد و قابلیت اولویت‌بندی و تصمیم-گیری گروهی را دارد.

جدول ۱ - اطلاعات آماری پاسخ‌دهندگان

متغیر	میانگین	حداقل	حداکثر
سن	۴۰،۵	۲۶	۵۵
سطح تحصیلات	_	کاردانی	دکتری تخصصی
سابقه کار	۱۶	۲	۳۰

جدول۲ - اطلاعات مهارتی پاسخ‌دهندگان

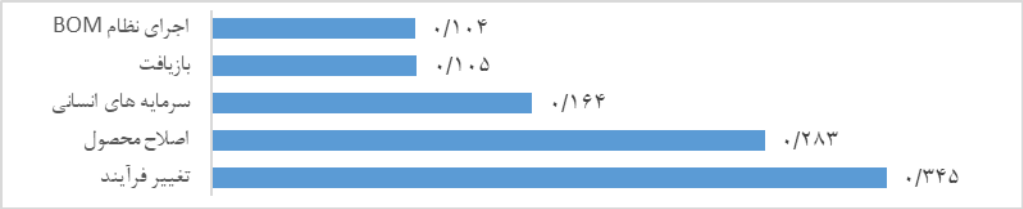
مهارت	مدیر تولید	مسئول کنترل کیفیت	تکنسین برق	مدیر تحقیق و توسعه	اساتید دانشگاه	تکنسین صنایع چوب	دانشجو	تعداد کل
تعداد	۱	۲	۱	۱	۲	۴	۵	۱۶



شکل ۱ - شاخص‌ها و زیرشاخص‌های تأثیرگذار تولید پاک‌تر در کارخانه تخته فیبر با دانسیته متوسط کیمیا چوب گلستان

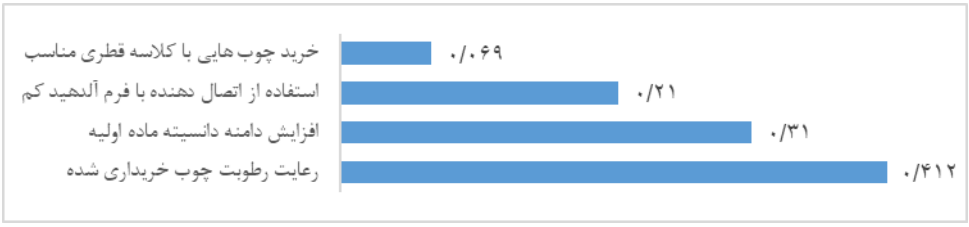
نتایج و بحث

همان‌طور که توضیح داده شد شاخص‌های اصلی تولید پاک‌تر در صنایع تخته فیبر با دانسیته متوسط کیمیا چوب، تغییر فرایند، اصلاح محصول، بازیافت، اجرای نظام BOM و سرمایه‌های انسانی می‌باشند. نتایج حاصل از تجزیه‌وتحلیل پرسشنامه طبق شکل ۲ حاکی از این بود که اولویت‌بندی شاخص‌های تولید پاک‌تر به ترتیب، تغییر فرایند (با وزن ۰/۳۴۵) اصلاح محصول (با وزن۰/۲۸۳)، سرمایه‌های انسانی (با وزن ۰/۱۶۴)، بازیافت (با وزن ۰/۱۰۵)، اجرای نظام BOM (با وزن ۰/۱۰۴) است. بدین ترتیب شاخص تغییر فرایند با وزن ۰/۳۴۵ بالاترین اولویت را به خود اختصاص داده است.



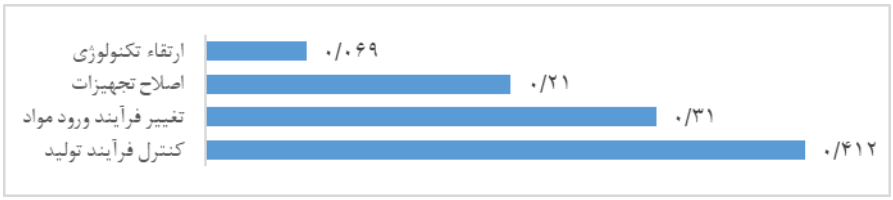
شکل ۲- اولویت‌بندی شاخص‌های اصلی تولید پاک‌تر (نرخ ناسازگاری ۰/۰۴)

شاخص اصلاح محصول در سطح دوم مطابق شکل ۳ حاکی از آن است که شاخص رعایت رطوبت چوب خریداری‌شده (با وزن ۰/۴۱۲) بالاترین اولویت را به خود اختصاص داد.



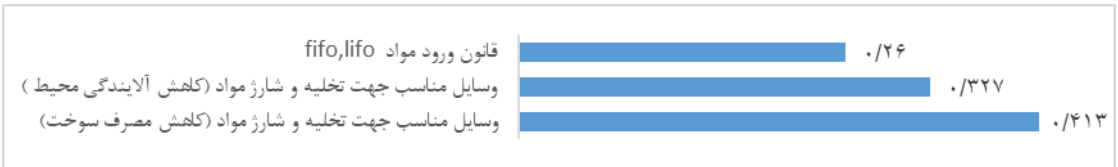
شکل ۳ - اولویت‌بندی زیرشاخص‌های اصلاح محصول (نرخ سازگاری ۰/۰۵)

اولویت‌بندی شاخص تغییر فرایند در سطح سوم بر اساس شکل ۴ نشان‌دهنده این است که کنترل فرایند تولید (با وزن ۰/۴۱۲) در بالاترین اولویت قرارگرفته است، همچنین اولویت‌های دیگر به ترتیب تغییر فرآیند ورود مواد (با وزن ۰/۳۱۰)، اصلاح تجهیزات (با وزن ۰/۲۱۰)، ارتقاء تکنولوژی (با وزن ۰/۰۶۹) می‌باشند.



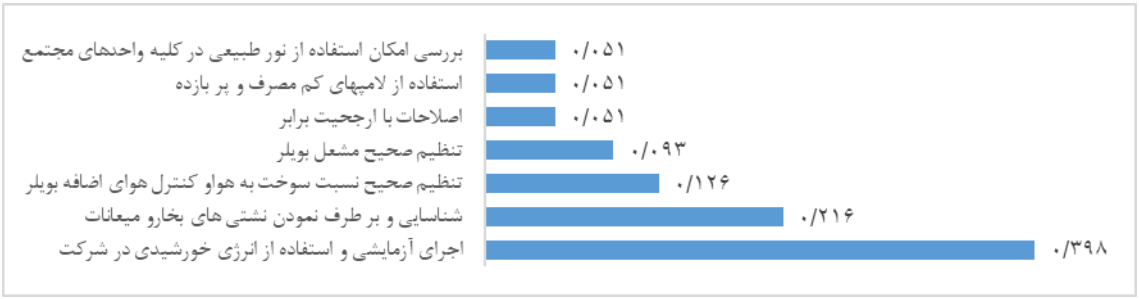
شکل ۴ - اولویت‌بندی زیرشاخص‌های تغییر فرایند (نرخ ناسازگاری ۰/۰۸)

شکل ۵ اولویت‌بندی تولید پاک‌تر را در سطح چهارم برای زیرشاخص‌های تغییر فرآیند ورود مواد نشان می‌دهد؛ که زیر شاخص استفاده از وسایل مناسب جهت تخلیه و شارژ مواد اولیه به جهت صرفه‌جویی در مصرف سوخت (به وزن ۰/۴۱۳) بالاترین اولویت را به خود اختصاص داد.



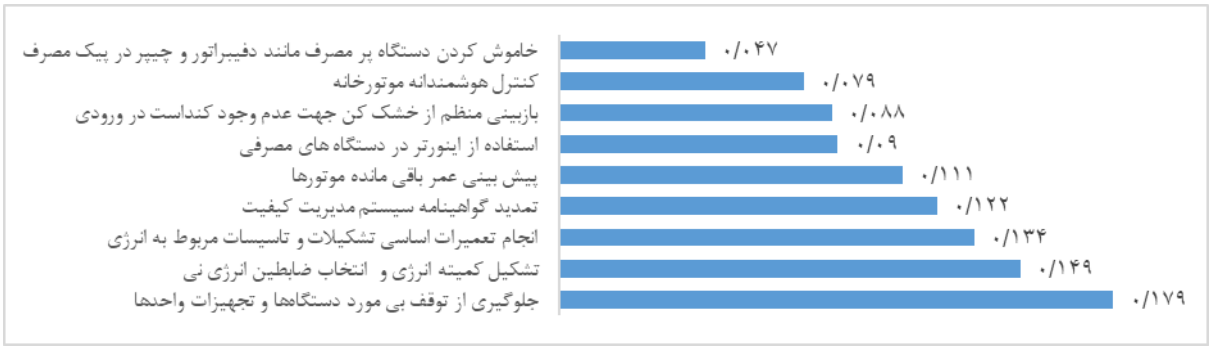
شکل ۵ - اولویت‌بندی زیرشاخص‌های تغییر فرآیند ورود مواد (نرخ ناسازگاری ۰/۰۵)

در سطح چهارم برای شاخص اصلاح تجهیزات، بالاترین اولویت را زیر شاخص اجرا و استفاده از انرژی خورشیدی به‌صورت آزمایشی در برخی از واحدهای کارخانه (با وزن ۰/۳۹۸) کسب کرد.



شکل ۶_ اولویت‌بندی زیرشاخص‌های اصلاح تجهیزات (نرخ ناسازگاری ۰/۰۴)

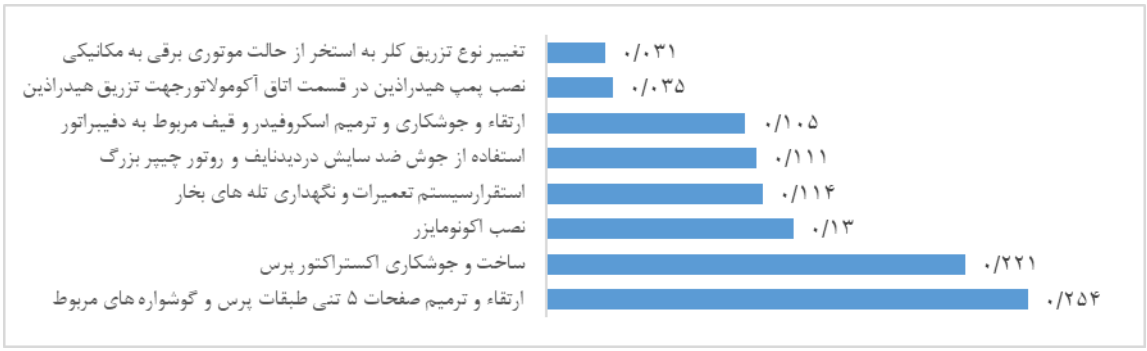
شاخص کنترل فرایند تولید در سطح سوم بالاترین اولویت را در بین شاخص‌های تغییر فرایند داشت؛ که در سطح چهارم آن زیر شاخص برنامه‌ریزی جهت جلوگیری از توقف بی‌مورد دستگاه‌ها و تجهیزات واحدها (با وزن ۰/۱۷۹) بالاترین اولویت را به خود اختصاص داد.



شکل ۷ - اولویت‌بندی زیرشاخص‌های کنترل فرآیند تولید (نرخ ناسازگاری ۰/۱)

شکل ۸ اولویت‌بندی شاخص‌های ارتقاء تکنولوژی در سطح چهارم را نشان می‌دهد که زیر شاخص ارتقاء و ترمیم صفحات ۵ تنی طبقات پرس و گوشواره‌های مربوط (با وزن ۰/۲۵۴) در بالاترین اولویت قرار گرفت.

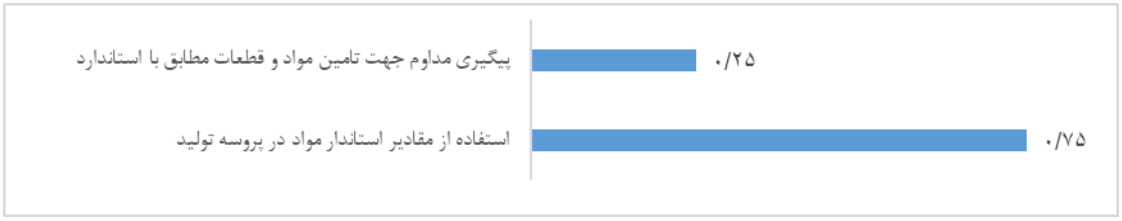
شکل ۹ اولویت‌بندی زیرشاخص‌های بازیافت در سطح سوم را نشان می‌دهد که زیر شاخص بازیافت آب و انرژی با وزن (۰/۵۰) اولویتی برابر رادارند.



شکل ۸ اولویت‌بندی زیرشاخص‌های ارتقای تکنولوژی (نرخ ناسازگاری ۰/۰۷)

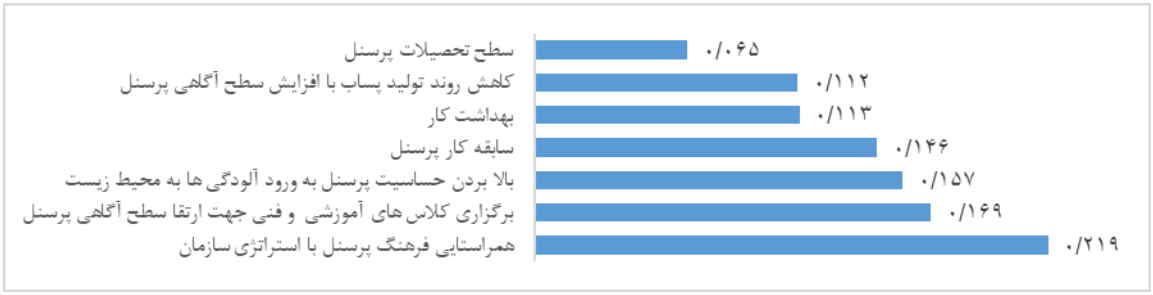
شکل ۹ – اولویت‌بندی گزینه‌های تولید پاک‌تر نسبت به شاخص بازیافت (نرخ ناسازگاری ۰/۰۰)

با توجه به شکل ذیل در شاخص اجـرای نظـام BOM زیر شاخص پیگیری مداوم جهت تهیه و تأمین مواد اولیه و قطعـات مطـابق بـا اسـتانداردهای لازم (بـا وزن ۰/۷۵۰) بالاترین اولویت را کسب کرد.



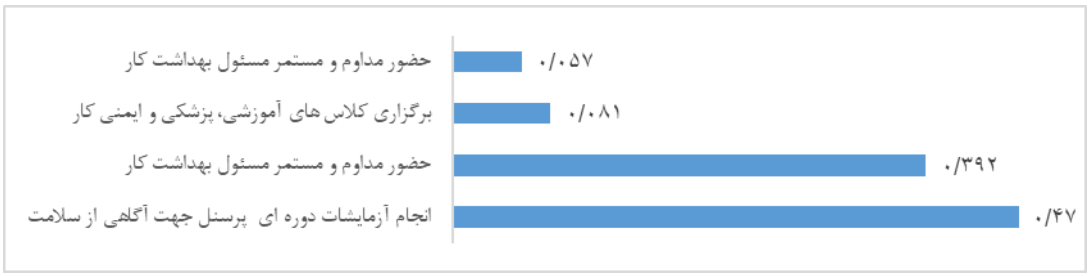
شکل ۱۰ – اولویت‌بندی شاخص‌های اجرای نظام BOM (نرخ ناسازگاری ۰/۰۰)

شکل ۱۱ اولویت‌بندی زیرشاخص‌های سرمایه‌های انسانی در سطح سوم را نشان می‌دهد که زیر شاخص هم‌راستایی فرهنگ پرسنل با استراتژی سازمان (با وزن ۰/۲۱۹) در بالاترین اولویت قرار گرفت.



شکل ۱۱– اولویت‌بندی شاخص‌های سرمایه‌های انسانی (نرخ ناسازگاری ۰/۰۵)

در سطح سوم شاخص سرمایه‌های انسانی، زیر شاخص انجام آزمایش‌ها دوره‌ای و منظم از کل پرسنل به جهت آگاهی از سلامت جسمی (با وزن ۰/۴۷۲) بالاترین اولویت را به خود اختصاص داد.



شکل۱۲ – اولویت‌بندی زیرشاخص‌های بهداشت‌کار (نرخ ناسازگاری ۰/۰۵

شاخص تغییر فرایند به جهت تغییر در چگونگی حرکت مواد اولیه در فرآیند تولید، استفاده از وسایل مناسب جهت شارژ و تخلیه مواد، به‌روزرسانی، اصلاح و جایگزینی دوره‌ای سیستم‌ها و کنترل بهتر فرآیند تولید سهم زیادی را در کاهش میزان آلایندگی، کاهش منابع موردنیاز، کاهش مصرف انرژی و افزایش بهره‌وری، کاهش فرسایش تجهیزات، کاهش هزینه‌های سنگین خرید و تعمیرات قطعه، ضایعات کمتر، انتشارات مواد سمی پایین تر و کاهش تولید پساب باعث می‌شود.

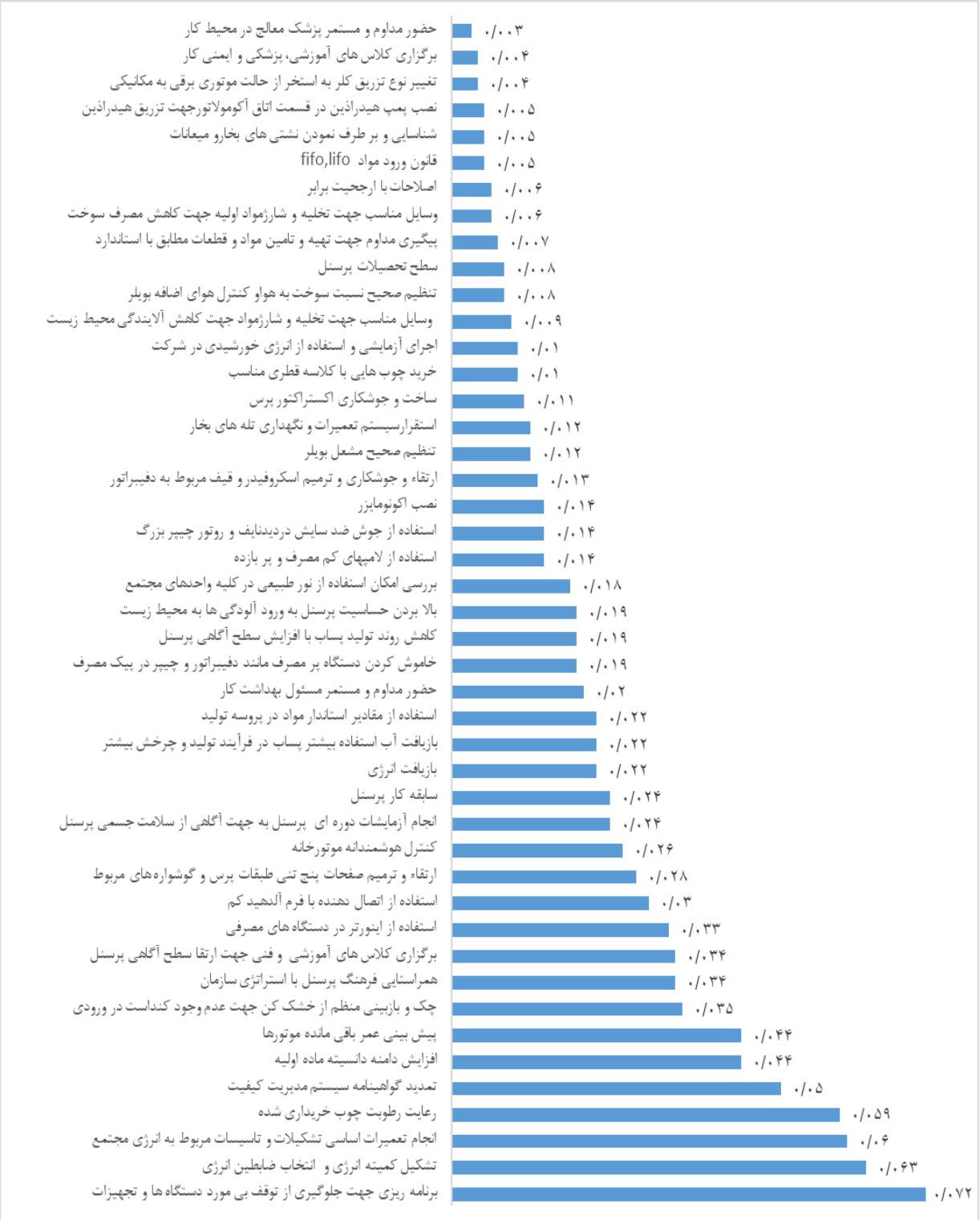
شاخص تغییر فرایند با اختصاص میزان ۳۰ درصد از کل اهمیت بالاترین اولویت را در اجرای راهبردی تولید پاک‌تر به خود اختصاص داده است که با نتایج مطالعات Asadizadeh و همکاران (۲۰۱۷) [۱۰]، Avsar(۲۰۰۸) [۱۲]، Abbasi(۲۰۰۴) [۱۳] مطابقت دارد.

نتایج حاصل از ارزیابی تمام ۴۵ زیر شاخص نشان می‌دهد که زیر شاخص‌های برنامه‌ریزی جهت مراقبت و جلوگیری از توقف بی‌مورد تجهیزات و تشکیل کمیته انرژی و انتخاب ضابطین انرژی بالاترین اولویت را جهت اجرای راهبردی تولید پاک‌تر در صنایع تخته فیبر دانسیته متوسط کیمیا چوب رادارند. پس‌ازآن زیرشاخص‌های انجام تعمیرات اساسی تشکیلات و تأسیسات مربوط به انرژی در فصل سرد و گرم سال، رعایت رطوبت چوب خریداری‌شده، تمدید گواهینامه سیستم مدیریت کیفیت، افزایش دامنه دانسیته ماده اولیه، پیش‌بینی عمر باقی‌مانده موتورها، چک و بازبینی منظم از خشک‌کن جهت عدم وجود کنداست در ورودی، هم‌راستایی فرهنگ پرسنل با استراتژی سازمان، برگزاری کلاس‌های آموزشی و فنی جهت ارتقا سطح آگاهی به ترتیب اولویت سوم تا دهم را در این تحقیق به خود اختصاص داده‌اند (شکل ۱۳).

تأثیرگذارترین زیر شاخص در این کارخانه مراقبت و جلوگیری از توقف بی‌مورد دستگاه‌ها و تجهیزات است که از زیر شاخص تغییر فرآیند می‌باشد. این زیر شاخص جهت رسیدن به سطح مطلوبی از کیفیت یک فرآیند تولید و نگهداری بهینه سیستم‌ها می‌باشد. دستگاه‌هایی که به‌خوبی مراقبت شده‌اند، کمتر احتمال ازکارافتادن دارند؛ به‌طورکلی اگر از دستگاهی در هنگام کار به‌خوبی مراقبت و استفاده شود تا حدود زیادی از بروز تعداد حوادث ناشی از آن در محیط کار کاسته خواهد شد. نگهداری و مراقبت صحیح از دستگاه‌ها، علاوه بر پیشگیری از بروز آسیب‌های ناشی از آن‌ها در حین کارکردن، باعث جلوگیری از توقف بی‌مورد دستگاه‌ها و هدر رفتن وقت تولید می‌شود. همچنین این کار موجب افزایش بهره‌وری، کمتر شدن تعمیر و هزینه‌های آن و افزایش سطح ایمنی انجام کار می شود.

در تحقیق مدیریت بهینه مصرف انرژی در صنایع (مطالعه موردی: صنایع چوب و کاغذ مازندران) از زیر شاخص بررسی توقفات به‌عنوان دومین فاکتور مهم در کاهش مصرف انرژی صنایع نام‌برده شده است. علت را این‌طور بیان کرده‌اند که این توقفات به دو شکل برنامه‌ریزی شده و برنامه‌ریزی نشده می باشند.

توقفات برنامه‌ریزی‌شده، این گونه‌اند که معمولاً از چند دقیقه تا چندین ساعت به طول می‌انجامد که در طی این مدت، تمام دستگاه‌ها و تجهیزات الکتریکی متوقف نمی‌شوند و فقط محرک‌های اصلی از مدار خارج می‌شوند، بنابراین درصد بالائی از دستگاه‌های الکتریکی که متوقف نشده‌اند، انرژی مصرف می‌کنند، بدون آنکه تولیدی داشته باشند [۱۴].



شکل ۱۳ - اولویت‌بندی تمامی زیرشاخص‌های تولید پاک‌تر موردبررسی در کارخانه تخته فیبر با دانسیته متوسط کیمیا چوب گلستان (نرخ ناسازگاری ۰/۱)

از سوی دیگر، توقفات برنامه‌ریزی نشده دارای عوارض و مشکلات بیش‌تری نسبت به توقفات برنامه‌ریزی‌شده کوتاه‌مدت هستند کـه افزایش مصرف انرژی در توقفات این‌چنینی خیلی بیشتر از یک عامل مستقیم و کم‌هزینه

می‌باشد، زیرا خسارت آن غیرمستقیم است. همان‌طور پیش‌تر اشاره شد استهلاک زودرس، امکان خرابی و ... درنهایت موجب افزایش توقف و مصرف انرژی بیهوده می‌شود. بنابراین کاهش توقفات، به‌ویژه توقفات برنامه‌ریزی نشده، می‌تواند در کاهش مصرف انرژی بیهوده مؤثر باشد[۱۵].

شاخص دیگری که از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد تشکیل کمیته انرژی و انتخاب ضابطین انرژی می‌باشد. این شاخص شامل اقداماتی باهدف برنامه‌ریزی ممیزی پیوسته انرژی برای کلیه بخش‌های شرکت می‌باشد که زمینه استفاده بهینه از انرژی از طریق آموزش و تبلیغات، ایجاد سیستم کامل پایش، مستندسازی و گزارش دهی انرژی در شرکت را فراهم می‌سازد. همچنین با نظارت بر اجرای دستورالعمل‌ها و آئین‌نامه‌های اجرایی انرژی، مدیریت تقاضای انرژی را در شرکت عملی می‌سازد که موجب افزایش بهره‌وری انرژی، کمتر شدن تعمیر و هزینه‌های آن و افزایش سطح ایمنی می‌شود.

بر این اساس Taghizadeh و همکاران (۲۰۰۹) در تحقیقی به دنبال بررسی نقش سیستم مدیریت انرژی در بهینه‌سازی مصرف (مطالعه موردی: صنایع کانی غیرفلزی تبریز) پرداختند. برای آزمون فرضیه‌ها، میزان مصرف انرژی به ازای واحد تولید، محاسبه‌شده و از آزمون مقایسه زوج‌ها جهت تجزیه‌وتحلیل استفاده‌شده است. نتیجه مطالعات آن‌ها نشان می‌دهد که اعمال سیستم مدیریت انرژی سبب کاهش مصرف انرژی، هزینه‌های تولید و هم‌چنین کاهش گازهای آلاینده می‌شود [۱۶].

سومین زیر شاخص مؤثر تعمیرات و کنترل تأسیسات سرمایشی و گرمایشی است. از مزایای اتوماسیون سیستم-های سرمایشی و گرمایشی بالا رفتن طول عمر تجهیزات و بهینه‌سازی مصرف انرژی است.

ازجمله این اقدامات، به کار بردن مواد تغییر فاز دهنده در سازه می‌باشد؛ که تأثیر قابل‌توجهی بر بهبود شرایط اتوماسیون سیستم‌های سرمایشی و گرمایشی به همراه دارد. در تحقیق بررسی استفاده از مواد تغییر فاز دهنده بر بارهای گرمایشی و سرمایشی نتایج نشان می‌دهد، عایق‌بندی تأسیسات می‌تواند حدود ۱۵/۳۰٪ بار سالانه گرمایشی و حدود ۳۲/۹۷٪ بار سرمایشی را سالانه ذخیره کند. همچنین عایق‌بندی و استفاده از مواد تغییر فاز دهنده می‌تواند حدود ۲۳/۶۵٪ بار سالانه گرمایشی و حدود ۳۷/۵۲٪ بار سرمایشی را سالانه ذخیره کند[۱۷].

از دیگر شاخص‌های تأثیرگذار در این تحقیق، رعایت رطوبت چوب خریداری‌شده است. چوب قبل از شست‌وشو و درجه‌بندی ابتدا نیاز دارد تا به چیپس تبدیل گردد؛ بنابراین بهتر است ماده اولیه چوبی حداقل تا ۳۰ درصد (بر پایه خشک) خود مرطوب باشد، زیرا که این کار، روشی است کارآمد جهت، جلوگیری از خوردگی و فرسایش در تیغه‌های چیپر، افزایش سطح ایمنی کار، افزایش سرعت و راندمان تبدیل چوب به چیپس و کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری چیپر.

Porankiewicz و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که افزایش رطوبت در چوب کاج جنگلی از ۸٪ تا ۳۰٪ باعث افزایش نیروی موازی برش و کاهش نیروی نرمال برش می‌شود [۱۸].

در تحقیق تأثیر رطوبت و گونه بر کیفیت خرده چوب و مصرف انرژی در آسیاب تیغه‌ای، Aghakhan و همکاران (۲۰۱۹) بیان داشتند، در گونه‌ی بلوط با افزایش رطوبت از سطح ۱۲٪ به ۳۰٪ سبب نرم شدن بافت چوب و کاهش مصرف انرژی در آسیاب تیغه‌ای گردید. همچنین افزایش رطوبت منجر به بالاتر رفتن سطح کیفی خرده چوب تولیدی شد [۱۹].

در شاخص دریافت گواهینامه سیستم مدیریت کیفیت، شرکت با انجام اصلاح فرایندها تا حد زیادی سبب بهبود عملکرد، افزایش سطح رضایتمندی مشتریان و سایر ذینفعان، کاهش هزینه‌های ناشی از ریسک‌های بالا شرکت، استفاده بهینه از منابع و به‌تبع آن کاهش اثرات محیط‌زیستی می‌شود.

اگرچه سیستم مدیریت کیفیت ISO 9001 غالباً به‌عنوان ابزار بازاریابی در صنعت تولید تلقی می‌شود، اما ظرفیت‌های آن بر نوآوری و مدیریت در صنعت چوب ناشناخته است. بررسی Ratnasingamو Ioras(۲۰۱۳) در مالزی نشان داد عدم ابتکار و مدیریت ناکارآمد از عمده‌ترین مشکلات پیش روی صنعت چوب است. آن‌ها با استفاده از یک پرسشنامه و نظرسنجی از تولیدکنندگان صنایع چوب دارای گواهینامه ISO نشان دادند سیستم مدیریت کیفیت ISO 9001 برای بهبود بهره‌وری و کاهش هزینه‌های تولید مفید خواهد بود. از طرف دیگر، صدور

گواهینامه ISO تأثیر بسزایی در تصمیم‌گیری منظم، استفاده بهینه از منابع دارد.

تمامی شاخص‌ها و زیر شاخص‌های موردمطالعه در این تحقیق جزء مؤلفه‌های اصلی تولید پاک‌تر بوده که بیشترین تأثیر را در پیشبرد اهداف تولید پاک‌تر در صنعت تخته فیبر دانسیته متوسط کیمیا چوب گلستان داشته است که شاخص تغییر فرآیند مهم‌ترین شاخص در اجرای این اهداف می‌باشد. لذا مدل ارائه‌شده در این مطالعه می‌تواند الگوی مناسبی در ارزیابی و اولویت‌بندی شاخص-ها و زیر شاخص‌های تولید پاک‌تر در صنایع مشابه باشد.

نتیجه‌گیری

ارزیابی راهبردی تولید پاک‌تر در کارخانه تخته فیبر دانسیته متوسط کیمیا چوب گلستان نشان می‌دهد که مفاهیم تولید پاک‌تر طبق شاخص‌های اصلی مطالعه شده در این تحقیق می‌تواند به‌عنوان یک ابزار قوی و مفید جهت کاهش مصرف انرژی و افزایش بهداشت و ایمنی کار، برای صنایع مختلف توسعه پیدا کند. با توجه به هزینه اولیه بالا در اجرای راهبردی تولید پاک‌تر، روش AHP روشی بسیار قوی و کارا جهت اجرای این مهم می‌باشد. شاخص‌های راهبردی جهت اجرای تولید پاک‌تر در کارخانه تخته فیبر دانسیته متوسط کیمیا چوب گلستان به ترتیب اولویت تغییر فرایند، اصلاح محصول، سرمایه‌های انسانی، بازیافت و اجرای نظام BOM می‌باشد که شاخص تغییر فرایند بالاترین اولویت را در اجرای راهبردی تولید پاک‌تر به خود اختصاص داده است. درنهایت با توجه به زیر شاخص‌های موردمطالعه در این تحقیق، زیر شاخص برنامه‌ریزی جهت جلوگیری از توقف بی‌مورد دستگاه‌ها و تجهیزات و تشکیل کمیته انرژی و انتخاب ضابطین انرژی، بیشترین تأثیر را در ارزیابی راهبردی تولید پاک‌تر در این کارخانه‌دارند. امید است با اجرای راهبردی تولید پاک‌تر در این کارخانه این امکان به وجود آید که هدر رفت انرژی که از عوامل مهم مصرف محسوب می‌شود تا حد قابل‌توجهی کاهش یابد.

منابع

[1] Bidhendi, Gh. Hoveidi., H. Nasrabadi, C. and Mohammadnezhad, S., 2006. Introduction of Cleaner Production Approach to Optimize Energy Consumption in Industries, Case Study: Food Industry, First Conference on Environmental Engineering, Tehran, University of Tehran.. February.19-20.

[2] Emami, M. H., Shahraz, S., Saraydarian, M. and Mohammadnezhad, S., 2008. Review on excelled cleaner production in industry, Iran industrial researches and training center publication, Tehran, 82p. (In Persian).

[3] Kouchaki-Penchah, H., Sharifi, M., Mousazadeh, H., Zarea-Hosseinabadi, H., 2016. Life cycle assessment of medium-density fiberboard manufacturing process in I. R. Iran. Journal of Cleaner Production, 112(1): 351-358.

[4] Wilson, J., 2010a. Life-cycle inventory of formaldehyde-based resins used in wood composites in terms of resources, emissions, energy and carbon. Wood and Fiber Science, 42(CORRIM Special Issue): 125-143.

[5] Wilson, J.B., 2010b. Life-cycle inventory of medium density fiberboard in terms of resources, emissions, energy and carbon. Wood and Fiber Science 42(CORRIM Special Issue): 107-124.

[6] Meil, J., Bushi, L., Garrahan, P., Aston, R., Gingras, A., Elustondo, D., 2010. Status of energy use in Canadian wood products sector / in collaboration with FP Innovations - Forintek Division, Western Region. Ottawa: Natural Resources Canada.

[7] Pullen, S., 2000. Estimating the embodied energy of timber building products. Journal of the institute of wood Science, 15(3): 147-151.

[8] Lawson, B., Rudder, D., 1996. Building materials energy and the environment: Towards ecologically sustainable development. Royal Australian Institute of Architects, Red Hill, ACT, Australia, 135 p.

[9] Saaty, T.L, 2001. Decision Making with Dependence and feedback: The analytic Network Process, Pittsburgh, PA, pp376.

[10] Asadizadeh, Y. Azizi, M. Hamzeh, Y. and Bassim, E., 2017. Determination and ranking cleaner production criteria by using analytic hierarchy process (Case study: Latif paper products company. Iranian Journal of Wood and Paper Industries, 8(4): 573-584.

[11] Ghorbannezhad, P., Azizi, M., Ting, S., Layeghi, M. and Ramezani, O., 2011. Cleaner production: a case study of Kaveh paper mill. International journal of sustainable engineering, Taylor & Francis publication, 4(1): 68-74.

[12] Avsar, E. and Dennirer, G.N.,2008. Cleaner production opportunity assessment study in SEKA Balikisir pulp and paper mill. Journal of Cleaner Production, 16:422-431.

[13] Abbasi, G., Abbasi, Y. and Bassim, E., 2004. Environmental assessment for paper and cardboard industry in Jordan, a cleaner production concept. Journal of Cleaner Production, 12(4): 321-326.

[14] Yazdani, A., Rezaei, A., Nahavandi, H., Tavakkoli, M., 2008. Optimization of energy consumption from the perpective of value engineering (Case study: Mazandaran Wood and Paper Industries). In: Proceedings of Second Conference on Planning and Management of the Environment. Nov. 27 Tehran, Iran, p 1-14.

[15] Mohaseb, A., 2006. Energy costs in wood production industries. Amirkabir Press.

[16] Taghizadeh, H., Soltani, Gh. and Shokrani, M., 2009. An investigation into the role of the energy management system in optimizing energy consumption in the nonmetallic mining industries: A case study of Tabriz Clay and Machine Brick Factory. Energy economy studies, 23(6): 137-159.

[17] Ranjbar, M., Barkhordari, H., Pourmo'yed, A., 2019. An investigation into the effects of using phase changing materials on the heating and cooling systems of buildings in Shiraz. In: Proceedings of the twenty-seventh international annual conference of Iranian mechanical engineers' scientific forum. Apr 30, Tehran, Iran p 1-6.

[18] Porankiewicz, B., Axelsson, B., Gronlund, A., and Marklund, B., 2011. Main and normal cutting forces by machining wood of pinus sylvestris. BioResources, 6(4): 3687-3713.

[19] Aghakhan, M., Khazaian, A., Rafighi, A., and Scholz, F., 2019. The impact of different factors on particles quality and energy consumption in knife ring flaker. Iranian journal of wood and paper industries, 10(2): 205-215.

[20] Ratnasingam, J., Yoon, C. Y., and Ioras, F., 2013. The effects of ISO 9001 quality management system on innovation and management capacities in the Malaysian furniture sector. Bulletin of the Transilvania University of Brasov: Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering, 6(1): 63-70.

Identification of Cleaner Production criteria at Kimia Choob Medium Density Fiber Board

Abstract

The production operation plays a crucial role in reducing the environmental impacts in various stages of the life cycle of products, from the extraction of materials to production, end-use, reuse, and recycling. Therefore, the process of reducing these environmental impacts in relation to production contributes to achieving competitive advantages and increased market shares. As such, discursive approaches to prevent industries from acting as pollutants are proposed. Since the medium density fiberboard industry is among the industries which consume high volumes of materials and energy, this study is considered to be a strategic model for enhancing efficiency and minimizing pollution and energy consumption within the framework of continuous improvement of the protection of the environment. To this aim, through the AHP, a three-level hierarchy, five criteria (product modification, process change, bill of material implementation, recycling, and human resources), and 45 sub-criteria were analyzed at Kimia Choob Medium Density Fiberboard Industry. The overall results showed that process change, among the main criteria, and planning to prevent unnecessary stoppage in machinery and equipment used as a sub-criterion were identified as the highest priorities. The total inconsistency ratio is 0.1, which proves the consistency of the results.

Keywords: Cleaner Production, Analytical Hierarchy Process, Medium Density Fiberboard (MDF), Criteria.

F. Hasani Khorshidi[1]
M. Azizi[2*]
M.M Faezipour[2]
H. Zarea-Hosseinabadi[3]

[1] MS Graduate Student, Department of Wood and Paper Science and Technology, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

[2] Professor, Department of Wood and Paper Science and Technology, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

[3] Associated Prof., Department of Wood and Paper Science and Technology, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

Corresponding author:
mazizi@ut.ac.ir

Received: 2019/08/18
Accepted: 2019/11/30