

## ارائه مدل هزینه‌یابی جریان مواد (MFCA) و راهکارهای بهبود مصرف مواد و انرژی در کارخانه گندله‌سازی شرکت فولاد بوتیای ایران

عباس صالحی‌زاده<sup>۱</sup>

مجمع فولاد بوتیای ایران

### چکیده

هزینه‌یابی جریان مواد از ابزارهای بهره‌وری سبز است. هزینه‌یابی جریان مواد ارتباط بین محیط‌زیست و اقتصاد است و به معنای ردیابی ضایعات، انتشار آلودگی و محصولات غیرمولد به منظور توسعه پایدار، کاهش ضایعات، بهبود عملکرد اقتصادی و زیست‌محیطی است. هدف بهره‌وری سبز دست‌یابی به سطوح بالاتر بهره‌وری برای تأمین نیازهای جامعه و حفاظت از محیط‌زیست است که دارای سه رکن اصلی محیط‌زیست، کیفیت و سوددهی می‌باشد. در راستای افزایش بهره‌وری و بازدهی و همچنین کاهش ضایعات و حفاظت از محیط‌زیست مدل هزینه‌یابی جریان مواد در کارخانه گندله‌سازی آهن شرکت فولاد بوتیای ایران اجرا شده است. با توجه به این مدل کارخانه گندله‌سازی به چندین واحد تقسیم و ورودی‌ها و خروجی‌های مواد شناسایی شده است. نتایج این پژوهش نشان دادند که بیشترین اتلاف مربوط به مواد اولیه است و نیازمند بررسی و توجه بیشتر در حمل و انتقال داخل مجموعه است. از جهتی دیگر در کارخانه گندله‌سازی بیشترین اتلاف مربوط به واحد گریت ماشین (کوره پیشگرم) و سپس سیستم انتقال محصول نهایی است. بنابراین اجرای اقدامات اصلاحی برای این دو بخش از اولویت بیشتری برخوردار است. تا بتوان بیشترین نتیجه را در جهت کاهش هدررفت گرفت. در پایان نیز بر اساس نتایج به دست آمده پیشنهاداتی برای بهبود سیستم و فرآیند و افزایش بهره‌وری کارخانه آورده شده است.

**کلمات کلیدی:** هزینه‌یابی جریان مواد، بهره‌وری سبز، توسعه پایدار، کاهش هدررفت سیستم

<sup>۱</sup> ab\_sz@yahoo.com

## مقدمه

هزینه یابی جریان مواد<sup>۱</sup>، از اواخر دهه ۱۹۹۰ در کشور آلمان توسعه یافت و از زمانی که به طور گسترده در ژاپن به کار گرفته شد، بر ردیابی ضایعات، انتشار آلودگی‌ها و محصولات غیر مولد تأکید داشته و می‌تواند به بهبود عملکرد اقتصادی و زیست محیطی یک سازمان کمک کند (شکل ۱). این مفهوم یکی از ابزارهای کلیدی و اصلی حسابداری مدیریت محیط زیست می‌باشد. حسابداری مدیریت محیط زیست مجموعه‌ای از شیوه‌های مورد استفاده در بنگاه‌ها برای برقراری ارتباط بین ملاحظات زیست محیطی و اهداف اقتصادی است. امروزه، سازمان‌ها نمی‌توانند از جنبه‌های زیست محیطی فعالیت‌های خود چشم‌پوشی کنند. به همین دلیل، به دنبال ابزارهای مدیریتی برای ایجاد پیوند بین نگرانی‌های زیست محیطی و درآمدهای مالی خود هستند. هزینه یابی جریان مواد، یک ابزار مدیریتی است که مصرف کارآمد و بهره‌ور مواد را با سهم کردن کاهش ضایعات، انتشار آلودگی‌ها و محصولات غیر مولد کاراتر می‌کند. هزینه یابی جریان مواد، به شفاف سازی جریان مواد کمک می‌کند، که عاملی کلیدی برای موفقیت در حل مشکلات و حرکت در جهت توسعه محسوب می‌شود. با حل این مسائل، سازمان‌ها می‌توانند بهره‌وری منابع خود را ارتقاء داده و در عین حال هزینه‌ها را کاهش دهند. مقایسه انجام یک فرآیند معمولی با یک فرآیند که در آن بهره‌وری سبز در نظر گرفته شده در شکل ۲ و شکل ۳ آمده است.

## هزینه یابی جریان مواد

این روش یکی از روش‌های حسابداری مدیریت زیست محیطی است که به طور همزمان به «کاهش اثرات زیست محیطی» و «افزایش کارآیی تجاری» منجر می‌شود. هزینه یابی جریان مواد برای تمام صنایعی که از مواد و انرژی، به هر نوع و هر میزان، یا با بدون سیستم‌های مدیریت زیست محیطی، مصرف می‌کنند، قابل اجرا می‌باشد. می‌توان این مفهوم را به عنوان گزینه‌ای برای هر نوع تصمیم در سازمان‌ها و بنگاه‌ها به منظور لحاظ کردن مسائل زیست محیطی از جمله کمیابی مواد، تغییرات اقلیم و مقررات سختگیرانه زیست محیطی جهت دستیابی به توسعه پایدار منظور نمود.

هزینه یابی جریان مواد، جریان و انباشت تمام مواد در فرآیند ساخت را بر حسب پارامتر پولی و فیزیکی اندازه‌گیری می‌کند و شامل مواد خام، اجزاء و قطعات می‌شود. تحلیل هزینه‌یابی جریان مواد، هزینه‌های مربوط به هدررفت مواد از جمله ضایعات، آلودگی هوا و فاضلاب و غیره را مقایسه می‌کند. هزینه‌یابی جریان مواد بنگاه‌ها و سازمان‌ها را قادر می‌سازد مصرف و جریان مواد خود را در طول یک فرآیند تولید تعیین کرده و هزینه‌های متناسب با تمام این مواد را مشخص نمایند.

هزینه یابی جریان مواد، از سه جزء اصلی تشکیل شده است که در شکل ۳، به تصویر کشیده شده است.

<sup>1</sup> Material Flow Cost Accounting

۱- مواد: منظور از مواد در این جریان، مواد خام، مواد کمکی، مواد تشکیل دهنده، کاتالیزور یا اجزایی است که برای ساخت یک محصول مورد استفاده قرار می‌گیرد. هر ماده‌ای که به بخشی از محصول نهایی تبدیل نشود، به عنوان هدررفت یا ضایعات به حساب می‌آید. در هر فرآیند ضایعات و هدررفت منابع در گام‌های مختلف فرآیند ظاهر می‌شود.

۲- جریان: هزینه‌یابی جریان مواد، تمام مواد ورودی که در حین فرآیندهای تولید جریان دارند، ردیابی کرده و محصولات هدررفت مواد (ضایعات) را برحسب واحدهای فیزیکی و با استفاده از رابطه زیر اندازه‌گیری می‌کند:

ورودی ها = محصولات + هدررفت مواد (ضایعات)

۳- هزینه‌یابی: از طریق هزینه‌یابی جریان مواد چهار نوع از هزینه‌ها اندازه‌گیری می‌شوند؛ هزینه‌های مواد؛ هزینه‌های سیستم؛ هزینه‌های انرژی و هزینه‌های مدیریت ضایعات.

### اهداف تحقیق

در این تحقیق، هزینه‌یابی جریان مواد برای مورد شرکت فولاد بوتیای ایرانیان ارائه شده است. همان‌طور که گفته شد از اهداف هزینه‌یابی جریان مواد کاهش هدررفت به منظور کاهش هزینه‌ها، افزایش بهره‌وری و حفظ محیط‌زیست است. در این گزارش سعی شده تا با به کارگیری این روش بتوان به افزایش بهره‌وری کارخانه گندله‌سازی فولاد بوتیای ایرانیان کمک شایانی کند.

### مروری بر تحقیقات گذشته

ترابی و غفاری فرد در سال ۱۳۹۵ رابطه بین عملکرد مدیران و کاهش هزینه‌های سازمان‌های تولیدی در شرکت آب معدنی را بررسی نمودند. روش این تحقیق از نوع پیمایشی و کاربردی اعلام شده است و درصدد توسعه مجموعه دانسته‌های موجود درباره اصول و روابط شاخص‌های دو متغیر عملکرد مدیران و کاهش هزینه‌های سازمان‌های تولیدی است [۱]. مهدیانی و خامه‌چی در سال ۱۳۹۶ استفاده از روش‌های بهینه‌سازی برای کاهش هزینه تولید و در نتیجه رقابت پذیری بیشتر در بازار نفت را پیشنهاد نمودند. هدف از بهینه‌سازی کاهش هزینه تولید یک بشکه نفت است [۲]. آقازاده و خدایارطسمالو در سال ۱۳۹۷ در شرکت ایرانپاش (تولیدکننده بزرگترین مخازن پلی اتیلن یکپارچه) که در حدود ۶۰۰ نوع محصول مختلف را تولید می‌کند عوامل موثر بر کاهش هزینه‌های فرآیند تولید را با استفاده از رویکرد تحلیل سلسله مراتبی تعیین کردند [۳]. بهجت خادمی زارع و فلاح نژاد در سال ۱۳۹۷ با تعیین تیرانس بهینه برای دستگاه‌های تولید لوله اتصالات موجب کاهش ضایعات، افزایش رضایت مشتری، کاهش هزینه دوباره-

کاری و افزایش رضایت اپراتورهای نصاب می‌شود و برای این منظور یک مدل یکپارچه جهت کاهش هزینه تولید کیفیت ارایه نمودند [۴].

### روش تحقیق

برای تسهیم و تخصیص هزینه‌ی پرسنل به هریک از واحدهای مختلف گندله‌سازی، بر طبق جدول شیف‌ت دریافت شده از بخش کنترل تعداد اپراتورها و تکنیسین‌ها و کارکنان هر یک از واحدها مشخص شده تا بتوان میزان هزینه‌ی پرسنل هر بخش را از ضرب تعداد افراد شاغل در آن بخش و حدود میزان دریافتی آن‌ها را محاسبه نمود. لازم به ذکر است که این میزان با توجه به میانگین حقوق پرسنل با در نظر گرفتن حق بیمه و حق شیف‌ت و ... در نظر گرفته شده‌است. در بخش پرسنل افرادی وجود دارند که مربوط به یک واحد خاص نبوده و در تمامی خط تولید فعالیت می‌کنند مانند سرپرستان شیف‌ت، تکنیسین‌های تولید و دو نفر از هشت نفر پرسنل روزکار؛ که دستمزد تمامی این افراد با هم جمع گردیده و به نسبت مساوی میان تمامی واحدها تقسیم شده‌است. همچنین حوزه‌ی فعالیت تعدادی از تکنیسین‌ها نیز در دو و یا سه واحد بوده که دستمزد این افراد نیز جمع شده و میان واحدهای مربوط به خود به نسبت مساوی تقسیم گردیده‌است. به طور واضح افرادی نیز وجود دارند که فعالیتشان مختص یک بخش خاص بوده که مجموع حقوق دریافتی این افراد به همان بخش اختصاص می‌یابد.

### نتایج و بحث

محصول تولیدی به دو نوع محصول مثبت و محصول منفی تقسیم می‌شود. محصولات مثبت سود کارخانه و درواقع درآمد حاصله فرآیند می‌باشد. محصولات منفی به عنوان ضرر تلقی می‌شوند که علاوه بر اتلاف مواد، انرژی و سیستم، قیمت‌گذاری محصول مثبت را افزایش می‌دهند. به این معنا که شرکت بالاجبار قیمت محصول خود را افزایش می‌دهد بنابراین می‌تواند بر انتخاب و خریداری مشتریان اثرات منفی بگذارد. همچنین محصولات منفی هزینه مدیریت دفع ضایعات را به کارخانه تحمیل می‌کنند. با توجه به بررسی‌ها گریت ماشین و انتقال محصول نهایی در تولید محصول منفی سهم بیشتری دارند. در گریت ماشین این محصول منفی شامل ریزش گندله‌هایی است که سائز مناسبی نداشته و توسط یک نوارنقاله از مسیر فرآیندی خارج می‌شوند. گندله‌های خروجی از این نوارنقاله در شرایط عادی به آسیاب گلوله‌ای (Ball Mill) منتقل می‌شوند. پس از خردایش به صورت آش (Ash) به مخلوط بتونیت و کنستانتیره اضافه می‌گردد.

در گریت ماشین گندله‌ها به منظور پخت بر روی صفحه‌ای تشکیل شده از قطعاتی به نام گریت پلیت ریخته می‌شوند. گریت پلیت‌ها در کنار هم یک بستر مانند نوارنقاله ایجاد می‌کنند. گریت پلیت داری

منافذی با سائز مورد نظر است تا گندله با سائز نامناسب که از مراحل قبلی عبور کرده‌است، از آن رد شود. در شرایطی گریت‌پلیت‌ها شکسته و یا از محل خود جدا می‌شوند، همچنین وجود یک انحراف در مسیر حرکت گندله‌ها در مسیر گریت ماشین حفره‌هایی ایجاد می‌کند. گندله‌ها عم از سائز و غیرسائز از این حفره‌ها بیرون می‌ریزند. خروج گندله سائز عمده‌ترین مشکل گریت ماشین و از نمونه اتلاف‌های غیرعادی است.

در ناحیه انتقال محصول نهایی گندله تولیدی از یک سرنده عبور می‌کند. سرنده‌ها به صورت یک مجموعه دوتایی است که یکی در حال کار و دیگری در حالت آماده به کار می‌باشد. گندله‌های سائز از سرنده عبور می‌کند و در یک محل مشخص دپو می‌شوند و به فروش می‌رسند. ریجکتی‌های سرنده از طریق یک نوارنقاله در شرایط عادی به آسیاب گلوله‌ای منتقل می‌شوند تا پس از خردایش دوباره وارد فرآیند شوند. آش در فرآیند به مخلوط کنستانت‌تره و بنتونیت اضافه می‌گردد. اما در صورتی که آسیاب گلوله‌ای از مدار خارج باشد ریجکتی‌های سرنده در محل‌هایی ذخیره می‌شوند. هر میزان افزایش اتلاف از میزان طرح کارخانه در ریجکتی‌های سرنده نیازمند بررسی و اصلاح است. مشکل عمده ریزش مواد از نوارنقاله‌ها، انحراف آن و سایش اسکرaperها می‌باشد. انحراف نوار نقاله باعث عدم توزیع یکنواخت مواد انتقالی روی آن می‌شود در نتیجه مواد به یک سمت منحرف و از مسیر خارج می‌شوند. اسکرaperها سطح نوارنقاله برگشتی را تمیز می‌کنند. با گذشت زمان اسکرaperها ساییده می‌شوند و مقداری ماده روی نوارنقاله بازگشتی باقی‌می‌ماند و در طول حرکت روی زمین می‌ریزند. این نمونه ریزش‌ها غیرعادی و نیازمند بررسی و اصلاح می‌باشند.

همان‌طور که گفته شد، بیشترین سهم از محصولات نامطلوب گریت ماشین و سپس سهم انتقال محصول نهایی است. لذا بررسی این دو ناحیه اولویت اصلی و نیازمند توجه بیشتری است. با بررسی این دو واحد می‌توان راهکارهایی برای حل مشکل ارائه داد تا بتوان بیشترین تأثیر را در جهت کاهش محصول منفی گرفت. می‌توان با عارضه‌یابی گریت ماشین به مشکلات آن پی برد. این مشکلات می‌تواند مختص گریت ماشین و یا واحدهای دیگر کارخانه باشد که تأثیرشان در این واحد مشخص می‌شود. فرآیند تولید گندله به صورت کامل پیوسته است و کار هر واحد روی واحدهای دیگر اثر می‌گذارد. از نتایج مشخص می‌گردد در تمامی واحدها عمده هزینه مربوط به مواد می‌باشد. در نتیجه اقدامات اصلاحی باید در جهت کاهش هدررفت مواد ورودی و خروجی صورت پذیرد.

### پیشنهادهات

در جدول ۱ مجموعه پیشنهادات و راهکارهایی با توجه به مشاهدات و بازدیدهای میدانی حاصل از این پژوهش ارائه شده‌است. پس از بررسی راهکارها توسط تیم فنی و مهندسی گندله‌سازی در صورت

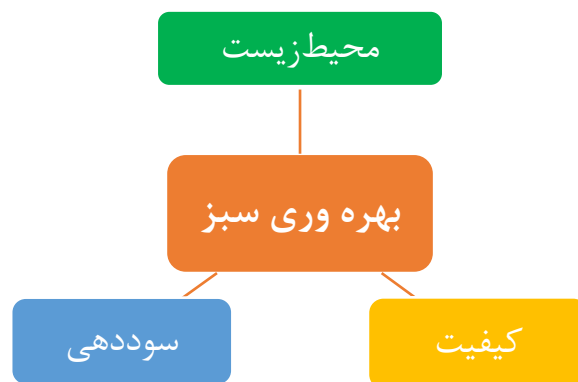
اجرایی بودن آنها، مجدداً هزینه‌یابی جریان مواد پس از اعمال تغییرات فنی به ترتیب از واحدهایی که بیشترین درصد تولید محصولات نامنتبق را داشته، انجام می‌شود و اثرات بهبود را می‌توان مشاهده نمود. هزینه‌یابی جریان مواد، روشی است که با یک بار محاسبه و اندازه‌گیری خاتمه نمی‌یابد و باید به طور مستمر این روش را اجرا کرد و تاثیرات بهبود را در مجموعه مشاهده نمود.

## منابع

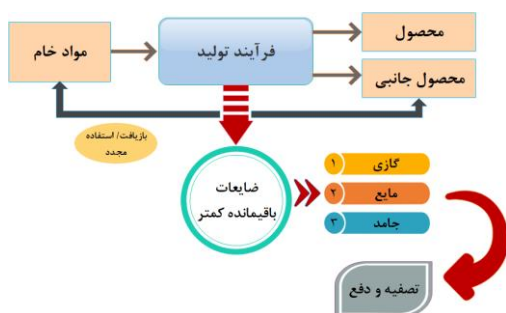
- [۱]. ترابی م، غفاری فرد م. بررسی رابطه بین عملکرد مدیران و کاهش هزینه‌های سازمانهای تولیدی مطالعه موردی: شرکت آب معدنی چشمه سار صبا برند وگل. کنفرانس بین المللی مدیریت و حسابداری: موسسه آموزش عالی نیکان؛ ۱۳۹۵.
- [۲]. مهدیانی م، خامه چی ا. کاهش هزینه نفت تولیدی از میادین نفتی ایران با برنامه ریزی و کنترل صحیح تاسیسات. یازدهمین کنگره ملی پیشگامان پیشرفت: مرکز الگوی اسلامی ایرانی پیشرفت؛ ۱۳۹۶.
- [۳]. آقازاده و، خدایارطسمالو م. شناسایی و اولویت بندی عوامل موثر بر کاهش هزینه‌های فرآیند تولید با استفاده از رویکرد تحلیل سلسله مراتبی (مطالعه موردی: شرکت ایران پاش ارومیه). دومین کنفرانس بین المللی مدیریت و کسب و کار: گروه مدیریت دانشگاه تبریز؛ ۱۳۹۷.
- [۴]. بهجت م، خادمی زارع ح، فلاح نژاد م. بهینه‌یابی تنظیم پارامترهای فرآیند تولید با هدف کاهش هزینه تولید افزایش کیفیت. پانزدهمین کنفرانس بین المللی مهندسی صنایع: دانشگاه یزد؛ ۱۳۹۷.

# جدول ۱. پیشنهادها و راهکاری های ارائه شده.

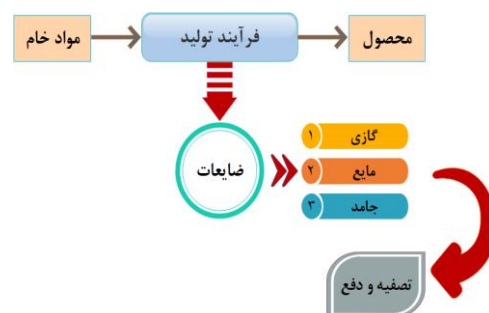
واحد های گندله سازی	پیشنهاد
Yard	<ul style="list-style-type: none"> <li>طراحی و نصب بادشکن برای جلوگیری از جابجایی کنسانتره از محل Yard توسط جریان باد</li> <li>پاشش آب یا آب آهک بروی کنسانتره به منظور جلوگیری از جابجایی توسط باد</li> <li>ارائه راهکار برای جداسازی پلاستیک ورودی همراه با کنسانتره</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>تعمیر و کالبره کردن نوار نقاله در محل نصب اسکرaper ها به منظور جلوگیری از ریزش مواد در بازگشت نوار نقاله</li> <li>استفاده کردن از زانویی های خاص برای انتقال داست (dust)</li> <li>لوله کشی با قطر متغیر برای انتقال داست (dust)</li> <li>موازی کردن مسیر خروجی غبارگیرهای الکترواستاتیکی (ESP)</li> <li>تغییر جنس و یا مقاوم سازی لوله های انتقال داست (dust) برای جلوگیری از سوراخ شدگی لوله ها و خروج داست (dust)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>تغییر جنس اسکرaper ها برای مقاومت بالاتر در مقابل ساییدگی و در نتیجه کاهش هدررفت ریزشی</li> <li>تنظیم نازل پاشش آب و ایجاد پاشش به صورت پودری آب</li> <li>خروج تدریجی مواد مخلوط شده از میکسر به منظور همگن سازی بهتر افزودنی ها</li> </ul>
Mixing	<ul style="list-style-type: none"> <li>تغییر جنس و تنظیم اسکرaper ها برای مقاومت بالاتر در مقابل ساییدگی و در نتیجه کاهش هدررفت ریزشی</li> <li>تعمیر و کالبره کردن نوار نقاله ها و به منظور کاهش اتلاف ریزشی در هنگام انتقال مواد بین دو خط</li> <li>کاهش رطوبت کنسانتره توسط درایر (dryer)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>نصب و راه اندازی فلافر به منظور خردایش گندله های با سایز نامناسب برگشتی به دیسک ها</li> <li>نصب و راه اندازی خورشیدی در دیسک ها به منظور خردایش توده های ایجاد شده (سیب زمینی)</li> <li>تنظیم نسبت مصرف بتونیت و کنسانتره به منظور حفظ کیفیت گندله</li> <li>توقف دیسک ها در هنگام توقف خوراک آن ها</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>انتقال مواد ریزشی به Ball mill و برگشت به مخزن Proportioning</li> <li>استفاده از نوار نقاله های پاره شده برای استفاده در جلوی ساختمان تخلیه از خط ها به منظور جلوگیری از آلودگی هوا و محیط جلوی ساختمان</li> <li>از بین بردن انحراف مسیر حرکت گندله ها</li> <li>ایجاد یک سامانه برای مشخص کردن گریت پلیت های جدا شده</li> </ul>
Grate machine	<ul style="list-style-type: none"> <li>طراحی دستگاه چانک کش برای خارج کردن چانک ها از کوره به منظور به حداقل رساندن تعداد اپراتورها در این بخش</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>بستن دریچه های بازدید</li> <li>تعمیر سیستم جمع آوری نرمة گندله توسط مسیر ریلی واقع در زیر annular cooler</li> </ul>
Annular cooler	<ul style="list-style-type: none"> <li>تغییر جنس سرندها برای افزایش مقاومت آنها در برابر لاغرشدگی و عدم عبور گندله ها با سایز نامناسب از سرندها</li> <li>حذف بعضی از نوار نقاله و قرار دادن یک bin برای سوئیچ گندله ها بین دو سرنده به علت پارگی و انحراف زیاد این خط که می تواند به دلیل کوتاهی این خط باشد</li> <li>نظیم و کالبره کردن برای جلوگیری از سوراخ شدگی شوت انتقال گندله از خط به علت برخورد گندله ها به دیواره های آن</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>تغییر جنس سرندها برای افزایش مقاومت آنها در برابر لاغرشدگی و عدم عبور گندله ها با سایز نامناسب از سرندها</li> <li>حذف بعضی از نوار نقاله و قرار دادن یک bin برای سوئیچ گندله ها بین دو سرنده به علت پارگی و انحراف زیاد این خط که می تواند به دلیل کوتاهی این خط باشد</li> <li>نظیم و کالبره کردن برای جلوگیری از سوراخ شدگی شوت انتقال گندله از خط به علت برخورد گندله ها به دیواره های آن</li> </ul>
Rotary kiln	<ul style="list-style-type: none"> <li>تغییر جنس سرندها برای افزایش مقاومت آنها در برابر لاغرشدگی و عدم عبور گندله ها با سایز نامناسب از سرندها</li> <li>حذف بعضی از نوار نقاله و قرار دادن یک bin برای سوئیچ گندله ها بین دو سرنده به علت پارگی و انحراف زیاد این خط که می تواند به دلیل کوتاهی این خط باشد</li> <li>نظیم و کالبره کردن برای جلوگیری از سوراخ شدگی شوت انتقال گندله از خط به علت برخورد گندله ها به دیواره های آن</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>تغییر جنس سرندها برای افزایش مقاومت آنها در برابر لاغرشدگی و عدم عبور گندله ها با سایز نامناسب از سرندها</li> <li>حذف بعضی از نوار نقاله و قرار دادن یک bin برای سوئیچ گندله ها بین دو سرنده به علت پارگی و انحراف زیاد این خط که می تواند به دلیل کوتاهی این خط باشد</li> <li>نظیم و کالبره کردن برای جلوگیری از سوراخ شدگی شوت انتقال گندله از خط به علت برخورد گندله ها به دیواره های آن</li> </ul>
Finish Product	<ul style="list-style-type: none"> <li>تغییر جنس سرندها برای افزایش مقاومت آنها در برابر لاغرشدگی و عدم عبور گندله ها با سایز نامناسب از سرندها</li> <li>حذف بعضی از نوار نقاله و قرار دادن یک bin برای سوئیچ گندله ها بین دو سرنده به علت پارگی و انحراف زیاد این خط که می تواند به دلیل کوتاهی این خط باشد</li> <li>نظیم و کالبره کردن برای جلوگیری از سوراخ شدگی شوت انتقال گندله از خط به علت برخورد گندله ها به دیواره های آن</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>تغییر جنس سرندها برای افزایش مقاومت آنها در برابر لاغرشدگی و عدم عبور گندله ها با سایز نامناسب از سرندها</li> <li>حذف بعضی از نوار نقاله و قرار دادن یک bin برای سوئیچ گندله ها بین دو سرنده به علت پارگی و انحراف زیاد این خط که می تواند به دلیل کوتاهی این خط باشد</li> <li>نظیم و کالبره کردن برای جلوگیری از سوراخ شدگی شوت انتقال گندله از خط به علت برخورد گندله ها به دیواره های آن</li> </ul>



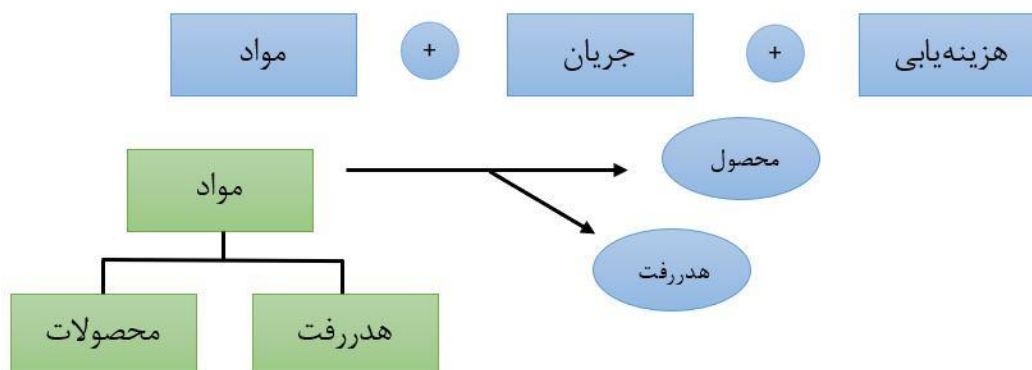
شکل ۱. سه رکن اصلی بهره وری سبز



شکل ۳. فرآیند با در نظر گرفتن بهره وری سبز



شکل ۲. فرآیند بدون در نظر گرفتن بهره وری سبز



شکل ۴. اجزای اصلی هزینه یابی جریان مواد