نشریه علمی مدیریت استاندارد و کیفیت
Journal of Quality & Standard Management (JQSM)
www.jstandardization.ir

نوع مقاله: کنفرانسی

تعیین عمر اقتصادی تجهیزات با رویکرد هزینه چرخهٔ عمر (LCC) (مطالعه موردی: کوره ذوب آلومینیوم)

علی‌رضا سرافراز [۱*]، ام‌البنین یوسفی [۲]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، شاهین شهر، اصفهان. (نویسنده مسئول)
۲. استادیار، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، شاهین شهر، اصفهان.

سابقه مقاله
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۱۲

چکیده

یکی از مسائل مهم در حوزه تصمیم‌گیری سازمان‌های صنعتی، تعیین زمان بهینه استفاده از تجهیزات است. زیرا جایگزینی پیش از موعد، هزینه‌های اضافی برای سازمان دارد و جایگزینی دیرتر از موعد باعث افزایش هزینه‌های نگهداری و تعمیرات می‌گردد. در نتیجه با آگاهی از عمر مفید تجهیزات می‌توان مدیریت تجهیزات را تسهیل نمود. حال محاسبه و شناسایی هزینه‌های چرخه عمر برای تعیین عمر بهینه تجهیزات امری ضروری است. در پژوهش حاضر هزینه چرخه عمر برای کوره ذوب آلومینیوم پیاده‌سازی می‌شود، لذا قدم اول این مقاله مشخص کردن مدل هزینه چرخه عمر و جمع‌آوری و محاسبه هزینه‌هاست. سپس با استفاده از روابط اقتصاد مهندسی مدت زمان استفاده از این تجهیز به کمک نمودار هزینه چرخه عمر و نقطه سر به سر بدست می‌آید. در نهایت پس از محاسبات و بررسی نمودار زمان از رده خارج شدن کوره ذوب مشخص می‌شود. در واقع استفاده از هزینه چرخه عمر علاوه بر مشخص شدن زمان تعویض تجهیزات، کمک شایانی به مدیران سازمان‌های صنعتی در اتخاذ تصمیم‌گیری‌ها می‌کند.

کلمات کلیدی: هزینه چرخهٔ عمر (LCC)، عمر اقتصادی، اقتصاد مهندسی، نگهداری و تعمیرات.

DOI: 10.22034/jsqm.2023.383703.1459

۱ مقدمه

تقریباً ۵۷ سال پیش و در سال ۱۹۶۵ بود که عبارت تعیین هزینهٔ چرخهٔ عمر با یک گزارش تحت عنوان (هزینه چرخهٔ عمر در خرید تجهیزات) برای اولین بار مطرح گردید. این نوشته نتیجه مطالعه‌ای بود که توسط مؤسسه‌ی مدیریت لجستیک واشنگتن برای معاونت وزارت دفاع انجام شد. در برخی تعریف‌ها از آن به عنوان محاسبه هزینه‌ها از گهواره تا گور هم یاد می‌کنند.

مفهوم LCC[1] در ابتدا توسط وزارت دفاع ایالات متحده مورد استفاده قرار گرفت. اهمیت آن در وزارت دفاع توسط یافته‌هایی تحریک شده است که هزینه‌های عملیات و پشتیبانی برای سیستم‌های سلاح‌های معمولی به میزان ۷۵ درصد کل هزینه‌ها است. با این حال، بسیاری از روش‌های توسعه یافته توسط وزارت دفاع قبلاً برای استفاده در طراحی تعیین نشده، اما برای اهداف تهیه شده است. با شناخت نیاز به استفاده گسترده‌تر از روش‌های اقتصاد مهندسی در برنامه‌ریزی و کنترل سیستم‌های تولید کالاها و خدمات، بنیاد ملی علوم ایالات متحده از کنفرانس مشترک دانشگاهی در سال ۱۹۸۴ حمایت کرد. جایی که سی و چهار فرصت تحقیقاتی شناسایی و با استفاده از مدل امتیازدهی اولویت‌بندی شدند. دو ناحیه تحقیقاتی که بالاترین امتیاز را کسب کردند، عبارت بودند از: ارزیابی اقتصادی طرح‌های تجاری در طول چرخهٔ عمر و CAD-CAE (برآوردهای کامپیوتری).

تحقیقات نشان داده که در حدود ۸۵ درصد از هزینه‌های انتخاب و جایگزینی یک تجهیز در ابتدای کار پنهان بوده و ناپدید است. یک تصمیم اشتباه در زمان انتخاب و خرید تجهیز، می‌تواند تا زمان زیادی سازمان را با هزینه‌های هنگفت و اجتناب ناپذیر مواجه کند. بنابراین بررسی عمیق و پیش‌بینی این هزینه‌ها در ابتدای کار از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. تجزیه و تحلیل هزینه‌های چرخهٔ عمر تجهیزات یا آنالیز LCC به عنوان یکی از تکنیک‌های مدیریت دارایی‌های

1 Life Cycle Cost

DOI: 10.22034/jsqm.2023.383703.1459

فیزیکی، روشی علمی و مبتنی بر محاسبات اقتصاد مهندسی است که با استفاده از آن می‌توان به بررسی و تحلیل تمامی هزینه‌های آشکار و پنهان یک تجهیز در طی چرخهٔ عمر آن پرداخت.

۲ پیشینه تحقیق

مرور ادبیات (پیشینه تحقیق) به دو قسمت مطالعات داخلی و مطالعات خارجی تقسیم شده است که در ادامه بررسی خواهد شد.

مطالعات داخلی LCC

رمضانی و یوسفی (۱۳۹۰) در پژوهشی به بررسی چرخهٔ عمر ناوگان اتوبوسرانی پرداخته‌اند و پس از بررسی و محاسبه هزینه استهلاک اتوبوس‌ها، هزینه‌های نت احتمالی و هزینه‌های عملیاتی، به تشکیل و رسم نمودار هزینه کلی پرداخته‌اند که به شکل نمودار سهمی است. پایین‌ترین قسمت نمودار به عنوان نقطه بهینه تعویض اتوبوس‌ها در نظر گرفته‌اند.

عبدیان و کرباسیان (۱۳۹۴) در تحقیقی، هزینه چرخهٔ عمر را بر روی فن ۴ واحد گندله‌سازی شرکت فولاد مبارکه بررسی کردند. آن‌ها با جمع‌آوری داده‌هایی از بخش فروش و حسابداری و محاسبات مربوط با استفاده از روابط اقتصاد مهندسی، تمام هزینه‌های سال‌های مختلف را در سال صفر محاسبه کردند و با استفاده از هزینه یکنواخت سالیانه[1] آن، سالی که هزینهٔ کمتری داشت سال تعویض انتخاب کردند.

رهنمایی و همکاران (۱۳۹۹) در مقاله‌ای به بررسی هزینه چرخهٔ عمر دستگاه UPS پرداختند. حاصل این پژوهش به این صورت بود که با هزینه‌های نت و قطعات تعویضی دستگاه UPS به مقایسه هزینه یکنواخت سالیانه دستگاه فعلی و دستگاه جایگزین پرداختند و به این نتیجه رسیدند که در سال سیزدهم این دستگاه باید از رده خارج شود و دستگاه جدید جایگزین این دستگاه شود.

1 Equivalent Uniform Annual Cost (EUAC)

DOI: 10.22034/jsqm.2023.383703.1459

مطالعات خارجی LCC

نیلسون و برتلینگ (۲۰۰۷) در مقاله‌ای برای سناریوها و استراتژی‌های مختلف نگهداری و تعمیرات توربین، هزینه چرخهٔ عمر را محاسبه کرده‌اند. در محاسبات LCC سه استراتژی نت اصلاحی، نت پیشگیرانه و نت مؤثر را به صورت ترکیبی و جداگانه بررسی کرده‌اند. نتیجه به این ترتیب بود که استفاده از نت پیشگیرانه باعث کاهش ۲۳ درصدی هزینه‌ها شده است.

لی و همکاران (۲۰۱۵) در پژوهشی به بررسی جریان دوطرفه شارژرهای بی‌سیم پرداختند. این شارژرها پس از مدتی ولتاژ بیشتری را انتقال می‌دهند و باید تعمیر شوند حال در این مقاله با استفاده از LCC مدت زمان بهینه استفاده از شارژرهای بی‌سیم را شناسایی و مدت زمانی که این شارژرها باید از رده خارج شوند را مشخص کردند.

مهاراج (۲۰۱۷) در مقاله خود با استفاده از ابزارهای RCM، FMEA، HAZOP و LCC به بررسی دکل‌های انتقال برق پرداخته است، وی با بررسی هزینه‌های مدیریت دارایی‌ها، سعی در بهبود استراتژی و توسعه دارایی‌های شبکه انتقال برق داشت و با استفاده از ابزارهای خاص توسط پرسنل ماهر به این امر دست یافته و باعث شد ریسک دارایی‌ها درک شود و پیش‌بینی عملکرد دارایی‌ها را بهبود ببخشد.

شهادت و همکاران (۲۰۲۱) در تحقیقی از LCC برای پمپ آب استفاده کردند. با توجه به موقعیت کشور بنگلادش و استفاده از منابع خورشیدی قصد بررسی و مقایسه هزینه چرخهٔ عمر باطری‌های خورشیدی و هزینه چرخهٔ عمر انتقال برق به روش معمولی را داشتند که در نهایت پس از اجرای LCC برای هر دو روش به این نتیجه رسیدند که استفاده از باطری خورشیدی به صرفه‌تر است به شرطی که دولت زیرساخت‌ها را فراهم کند.

گونگ و همکاران (۲۰۲۲) در مقاله‌ای به بررسی زمان بازسازی پرداختند. بازسازی زودتر از موعد باعث تحمیل هزینه‌های زیاد به سازمان می‌شود و بازسازی دیرتر از موعد اثرات زیست‌محیطی

DOI: 10.22034/jsqm.2023.383703.1459

را به همراه دارد. حال با استفاده از چرخه ارزیابی عمر و هزینه چرخهٔ عمر و با استفاده از تابع کمی هزینه، مصرف انرژی و ....، مدت زمان بازسازی تجهیزات را محاسبه می‌کنند.

الحدیدی و همکاران در تحقیقی با استفاده از روش AHP ارزیابی و وزن‌دهی معیارهای مورد استفاده در ساخت و ساز را در LCC بررسی کردند. در مدل LCC هزینه اولیه، هزینه نت، هزینه اثرات زیست‌محیطی و عمر تجهیزات مورد بررسی قرار گرفت که هر کدام از این معیارها دارای وزن خاصی شدند. به عنوان مثال هزینه اولیه، ۲۷٪ یا هزینه نت، ۲۳٪ از وزن هزینه‌ها را به خود اختصاص دادند.

۳ مبانی نظری

بازه زمانی چرخهٔ عمر یک دارایی[1] از زمان شناسایی نیاز به یک دارایی یا تجهیز شروع شده و پس از خرید و بهره‌برداری، با اسقاط آن خاتمه می‌یابد. تمامی هزینه‌های مرتبط با دارایی در این بازه را هزینه چرخهٔ عمر آن دارایی می‌گویند که اصطلاحاً LCC نامیده می‌شود. تحلیل هزینه چرخهٔ عمر تجهیزات، که آنالیز LCC نیز نامیده می‌شود، یک ابزار تصمیم‌گیری مبتنی بر محاسبات اقتصاد مهندسی است که با استفاده از آن می‌توان به بررسی و تحلیل تمامی هزینه‌های آشکار و پنهان یک دارایی در طی چرخهٔ عمر آن پرداخت. با انجام آنالیز LCC پیش از تصمیم‌گیری در زمینه خرید و جایگزینی یک تجهیز، می‌توان سناریوهای مختلف را بررسی نمود و هزینه‌های پنهانی که سازمان در آینده با آن‌ها روبه‌رو خواهد بود را شناسایی و برآورد کرد و بهترین گزینه را از بین سناریوهای موجود انتخاب کرد و در انتها نیز زمان مناسب برای تعویض و جایگزینی تجهیز را بدست آورد.

ضرورت و دلایل استفاده از هزینه چرخه عمر:

- ✓ تردید در تصمیم‌گیری بین گزینه‌های مختلف؛

1 Asset Life Cycle

DOI: 10.22034/jsqm.2023.383703.1459

- ✓ محدودیت بودجه؛
- ✓ حجم سرمایه‌گذاری زیاد در صنایع مختلف؛
- ✓ تورم؛
- ✓ رقابت؛
- ✓ هزینه بر بودن محصولات؛
- ✓ هزینه نت (نگهداری و تعمیرات)؛
- ✓ مصرف انرژی؛
- ✓ هزینه نیروی انسانی؛
- ✓ هزینه‌های پنهان: انرژی، بازده، آموزش، نگهداری، بازیافت.

ارزیابی چرخهٔ عمر به طور مؤثر در مرحله طراحی اولیه برای بهینه‌سازی رویکرد طراحی اساسی اعمال می‌شود. همچنین باید به‌روز نگه داشته شود و در مراحل بعدی چرخهٔ عمر برای شناسایی مناطق دارای ریسک قابل توجه و عدم قطعیت هزینه، استفاده شود.

نیاز به کاربرد رسمی فرآیند هزینه‌یابی چرخهٔ عمر محصول، معمولاً به الزامات قراردادی بستگی دارد. با این حال، ارزیابی هزینه چرخه عمر، داده‌های مفیدی را برای هر تصمیم‌گیری طراحی، ارائه می‌کند؛ بنابراین هر زمان که ممکن است برای بهینه‌سازی هزینه و ویژگی‌های محصول، باید در فرآیند طراحی گنجانده شود.

متداول‌ترین تصمیماتی که فرآیند هزینه‌یابی چرخهٔ عمر عناصر را برای آن‌ها فراهم می‌کند، به شرح زیر است:

- ✓ ارزیابی و مقایسه رویکردهای طراحی جایگزین و گزینه‌های تکنولوژیکی برای وارهایی؛
- ✓ برآورد قابلیت اقتصادی پروژه‌ها و یا محصولات؛
- ✓ شناسایی مشارکت در هزینه و بهبود هزینه مؤثر؛

DOI: 10.22034/jsqm.2023.383703.1459

- ✓ ارزیابی و مقایسه انتخاب‌های استراتژیک مربوط به استفاده، بهره‌برداری، آزمایش، کنترل، نگهداری و غیره یک محصول؛
- ✓ ارزیابی و مقایسه رویکردهای مختلف برای جایگزینی، بازسازی و یا گسترش یا حذف تأسیسات منسوخ؛
- ✓ تخصیص بودجه موجود در بین اولویت‌های رقابتی برای توسعه و یا بهبود محصول؛
- ✓ برآورد معیارهای تضمین محصول از طریق آزمایش‌های تأیید و داوری آن؛
- ✓ برنامه‌ریزی مالی بلند مدت.

مفهوم هزینه‌یابی چرخهٔ عمر شامل درک اساسی از چرخهٔ عمر یک محصول و فعالیت‌های انجام شده در این مراحل است. همچنین درک رابطه بین این فعالیت‌ها و عملکرد، ایمنی، قابلیت اطمینان، نگهداری و تعمیرات و سایر ویژگی‌های محصول که به هزینه‌های چرخهٔ عمر کمک می‌کند، ضروری است.

هزینه‌یابی چرخهٔ عمر را می‌توان به طور مؤثر برای تعیین هزینه‌های مرتبط با یک فعالیت خاص، به عنوان مثال، اثرات رویکردها و یا مفاهیم مختلف نگهداری و تعمیرات، برای پوشش بخشی خاص از یک محصول، یا پوشش تنها یک فاز یا مراحل انتخاب شده از یک محصول به کار برد.

۴ روش تحقیق

در این پژوهش اطلاعات مورد نیاز به دو شیوه جمع‌آوری می‌شوند:

- ✓ از طریق مطالعه ادبیات موضوع و مطالعه کتابخانه‌ای، همچنین مصاحبه با افراد خبره مربوط به پروژه، اطلاعات مورد نیاز استخراج می‌شوند. به این ترتیب که محقق با مطالعه دقیق مقالات و کتب معتبر و کارهای پژوهشی و علمی انجام شده در زمینه LCC به طور کامل اطلاعات نظری را کسب کرده و با استفاده از مصاحبه‌های نیمه هدایت شده اطلاعات لازم را بدست آورده است.

DOI: 10.22034/jsqm.2023.383703.1459

- ✓ اطلاعات لازم برای اجرای پژوهش از روش پیمایشی بدست آمده‌اند. بدین صورت که ابتدا با توضیح هدف و انجام تحقیق و نوع همکاری‌های لازم برای کارشناسان و خبرگان صنعت، آن‌ها به طور کامل توجیه گردیدند و سپس با برگزاری جلسات، پرسش‌های مربوط مطرح شده و خبرگان به پاسخگویی سؤالات می‌پردازند، و به عنوان ورودی تحقیق از این اطلاعات استفاده می‌شود.

۵ یافته‌های تحقیق

امروزه محصولات باید قابل اعتماد باشند و وظایف خود را با خیال راحت و بدون تأثیر زیاد بر محیط‌زیست انجام دهند و نگهداری آن‌ها در طول عمر مفیدشان آسان باشد. تصمیم خرید نه تنها تحت تأثیر هزینه اولیه محصول (هزینه اکتساب) بلکه تحت تأثیر هزینه استفاده و نگهداری و تعمیرات محصول در طول عمر آن (هزینه مالکیت) و هزینه وارهایی قرار می‌گیرد. برای جلب رضایت مشتری، چالش پیش روی تأمین‌کنندگان، طراحی محصولاتی است که الزامات قابل اعتماد و قیمت رقابتی داشته باشند و هزینه‌های خرید، مالکیت و وارهایی را بهینه کنند. در حالت ایده‌آل، این فرآیند بهینه‌سازی باید از طراحی محصول شروع شود و به‌گونه‌ای توسعه یابد که تمام هزینه‌های مربوط به طول عمر آن در نظر گرفته شود. تمام تصمیمات اتخاذ شده در مورد طراحی و ساخت یک محصول می‌تواند بر مقرون‌به‌صرفه بودن، ایمنی، قابلیت اطمینان، نگهداری و تعمیرات، الزامات پشتیبانی نگهداری و غیره تأثیر بگذارد و در نهایت قیمت و هزینه‌های نگهداری، مالکیت و وارهایی آن را تعیین کند.

هزینه‌یابی چرخهٔ عمر فرآیند، تجزیه و تحلیل اقتصادی برای تعیین هزینه کل خرید، تملک و از کار انداختن یک محصول است. این تحلیل ورودی‌های مهمی را برای تصمیم‌گیری در طراحی، توسعه، استفاده و از بین بردن محصول فراهم می‌کند. تأمین‌کنندگان محصول می‌توانند طرح‌های خود را با ارزیابی جایگزین‌ها و انجام مطالعات مبادله‌ای بهینه کنند. آن‌ها می‌توانند استراتژی‌های مختلف عملیات، نگهداری و از کار انداختن را برای بهینه‌سازی هزینه چرخهٔ عمر (LCC) ارزیابی کنند.

DOI: 10.22034/jsqm.2023.383703.1459

در طی سال‌های اخیر، مدل‌های متعددی برای بررسی هزینه‌های دوره عمر سیستم‌ها معرفی شده‌اند. برای انتخاب مدل مناسب هزینه چرخهٔ عمر محصول، ابتدا مدل‌های مختلف چرخهٔ عمر در جدول (۱) مورد بررسی قرار می‌گیرند و سپس با مقایسه مدل‌های مختلف، مدل مناسب انتخاب می‌شود.

جدول (۱): مقایسه مدل‌های هزینه چرخه عمر

ردیف	مدل‌های چرخه عمر	نوع تهیه تجهیز		توجه به هزینه‌های ثبت	توجه به هزینه‌های غیرمستقیم	توجه به هزینه‌های عملیاتی	توجه به هزینه سرمایه‌گذاری	انعطاف پذیری
		خرید	ساخت					
۱	مدل هزینه چرخهٔ عمر بلانچارد[1]							
۲	مدل هزینه چرخهٔ عمر جزیورک[2]							
۳	مدل هزینه چرخهٔ عمر استاندارد کمیسیون بین المللی الکتروتکنولوژی IEC 60300-3-3							
۴	مدل هزینه چرخهٔ عمر ریچ[3]							
۵	مدل هزینه چرخهٔ عمر لاکس[4]							
۶	مدل هزینه چرخهٔ عمر ارلس[5]							
۷	مدل چرخهٔ عمر استردال[6]							
۸	مدل هزینه چرخهٔ عمر دیلون[7]							
۹	مدل هزینه چرخهٔ عمر اداره ارتش آمریکا[8]							

با توجه به اینکه در پژوهش حاضر کوره ذوب آلومینیوم خریداری شده است، باید از مدل‌های هزینه چرخهٔ عمری استفاده شود که تجهیز مورد نظر از آن خریداری شده است از جمله: مدل هزینه چرخهٔ عمر لاکس، مدل هزینه چرخهٔ عمر ریچ و مدل هزینه چرخهٔ عمر استاندارد کمیسیون

1 Blanchard
2 Peter Nicholas Jeziorek
3 Reiche
4 Locks, M. O
5 Earles, M.
6 Stordahl, N. C., and Short, J. L.
7 Dhillon
8 Department of the Army

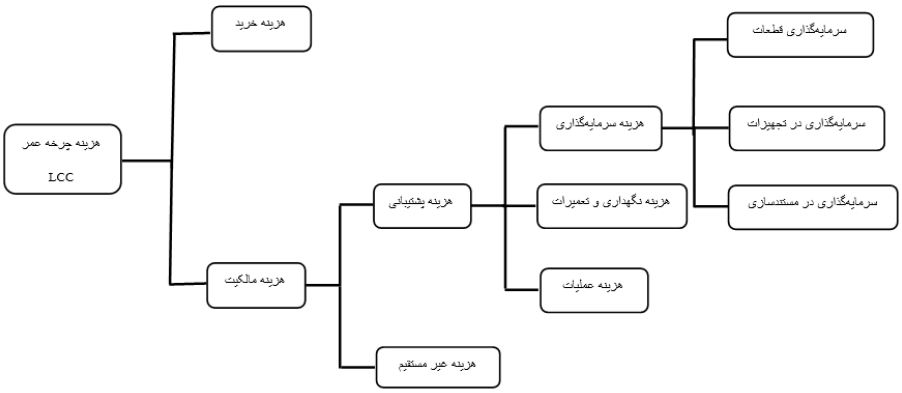
DOI: 10.22034/jsqm.2023.383703.1459

بین‌المللی الکتروتکنولوژی IEC 60300-3-3. پس سایر مدل‌های هزینه چرخهٔ عمر کنار گذاشته می‌شود و مدل انتخابی باید از میان این سه مدل انتخاب شود. مدل هزینه چرخهٔ عمر لاکس و مدل هزینه چرخهٔ عمر ریچ با توجه به اینکه به هزینه‌های سرمایه‌گذاری توجهی ندارند و یکی از سیاست‌های سازمان مورد مطاله سرمایه‌گذاری جهت خرید قطعات مصرفی و پیش‌بینی خرابی‌های قطعات است کنار گذاشته می‌شوند و فقط از مدل هزینه چرخهٔ عمر استاندارد کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنولوژی IEC 60300-3-3 با توجه به شرایط موجود می‌توان استفاده کرد. ناگفته نماند که این مدل تنها مدلی است که انعطاف‌پذیر است و اجازه تغییرات در مدل را می‌دهد.

مدل هزینه چرخهٔ عمر استاندارد کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنولوژی IEC 60300-3-3

استاندارد IEC، هزینه‌یابی چرخهٔ عمر را فرآیند تحلیل اقتصادی برای ارزیابی هزینه‌های کلی خرید، مالکیت و وارهایی محصول می‌داند. این استاندارد، مبنای مفهوم هزینه چرخهٔ عمر را یک درک اولیه از یک چرخهٔ عمر محصول و فعالیت‌هایی که در این مراحل انجام می‌شود، تعریف می‌کند. همچنین درک رابطه این فعالیت‌ها با عملکرد محصول، ایمنی، قابلیت اطمینان، قابلیت نگهداری و تعمیرات و سایر ویژگی‌های مربوط به هزینه‌های چرخهٔ عمر را ضروری می‌داند. استاندارد IEC، مدل چرخهٔ عمر را اساساً یک ساختار حسابداری معرفی می‌کند که شامل عبارات ریاضی برای برآورد هزینه مربوط به هر عنصر هزینه‌ای است که LCC را تشکیل می‌دهد. همانطور که در شکل (۱) نشان داده شده است مدل ارائه شده از دو فاز اصلی هزینه خرید و هزینه مالکیت که هر کدام به هزینه‌های دیگر تقسیم‌بندی شده‌اند، تشکیل شده است.

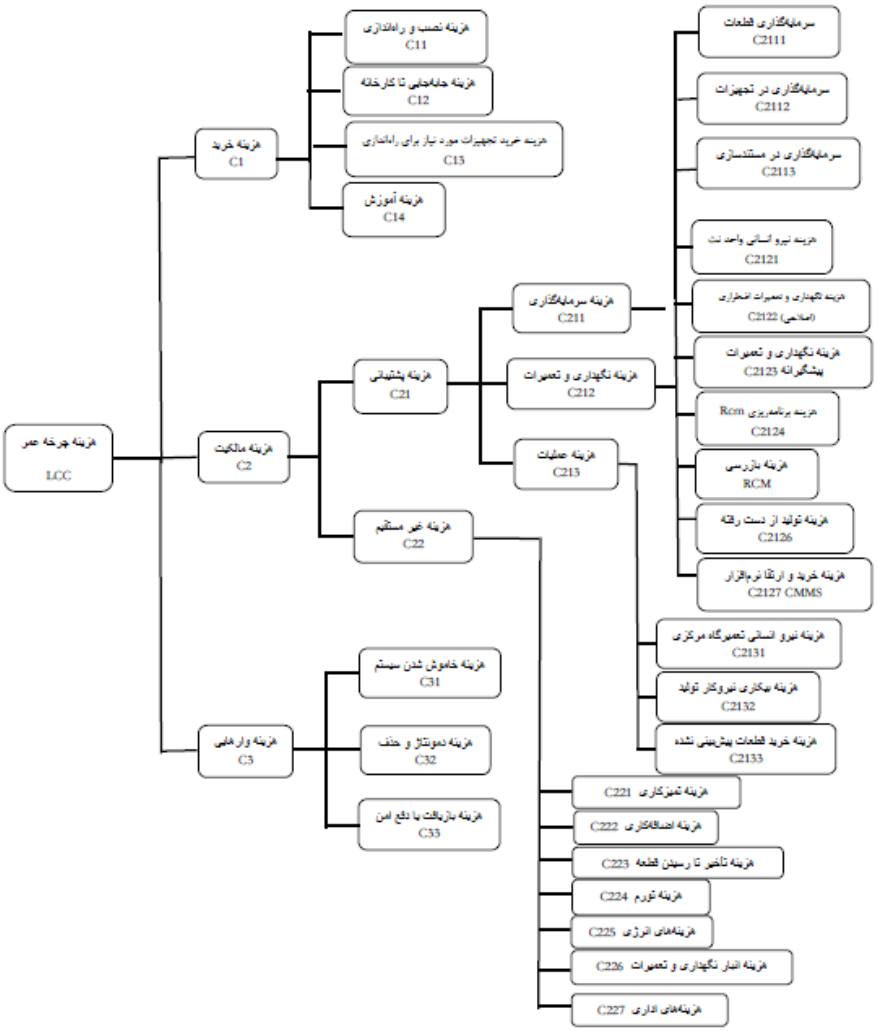
DOI: 10.22034/jsqm.2023.383703.1459



شکل (۱): مدل هزینه چرخهٔ عمر استاندارد IEC

با توجه به توضیح‌های ارائه شده و با توجه به اینکه کوره ذوب آلومینیوم خریداری شده، مدل هزینه چرخه عمری که مشابه کوره ذوب آلومینیوم باشد، مدل هزینه چرخهٔ عمر IEC است که پس از مطالعه استاندارد IEC 60300-3-3، این مدل از سه بخش اصلی هزینه خرید، هزینه مالکیت و هزینه وارهایی تشکیل شده است. این مدل هزینه چرخهٔ عمر، سایر هزینه‌ها را انعطاف‌پذیر قرار داده و با توجه به هر تجهیزی که بر روی استاندارد هزینه چرخهٔ عمر، پیاده‌سازی می‌شود هزینه‌هایش قابل گسترش است. در ادامه و در شکل (۲) مدل هزینه چرخهٔ عمر کوره ذوب آلومینیوم آورده شده است.

DOI: 10.22034/jsqm.2023.383703.1459



شکل۲: مدل هزینه چرخهٔ عمر پیشنهادی

در ابتدا لازم به ذکر است با توجه به تورم سالیانه کشور، نرخ تنزیل ۲۰ درصد و افت سالیانه ارزش دفتری تجهیز ۱۰ درصد در نظر گرفته شده و طبق نظر خبرگان، ارزش دفتری این تجهیز

DOI: 10.22034/jsqm.2023.383703.1459

از ۷۵۰,۰۰۰,۰۰۰ ریال کمتر نمی‌شود. کوره ذوب آلومینیوم چهار سال است که در سازمان مورد مطالعه مورد استفاده قرار گرفته است و در سال چهارم LCC بر روی آن اجرا شده است.

برای محاسبه هزینه‌های فاز خرید ابتدا می‌بایست به جمع‌آوری اطلاعات قیمت اولیه و سال خرید تجهیز پرداخت که این اطلاعات را از واحد خرید سازمان مورد مطالعه می‌توان دریافت کرد.

جدول (۲): اطلاعات خرید کوره ذوب آلومینیوم

کوره ذوب آلومینیوم	
قیمت (ریال)	**سال خرید**
۳,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۱۳۹۷

۱) هزینه‌های فاز خرید:

پس از بدست آمدن سوابق خرید تجهیز، باید به سراغ جمع‌آوری اطلاعات هزینه‌های نصب و راه‌اندازی، جابه‌جایی کوره تا کارخانه، خرید تجهیزات مورد نیاز جهت راه‌اندازی کوره و هزینه آموزش رفت. این موارد در واحد خرید موجود بود و به شرح زیر است:

جدول ۳: هزینه‌های فاز خرید

ردیف	کد هزینه	نام هزینه	مقدار هزینه (ریال)
۱	C11	هزینه نصب و راه‌اندازی	۲۰,۰۰۰,۰۰۰
۲	C12	هزینه جابه‌جایی تا کارخانه	۱۵,۰۰۰,۰۰۰
۳	C13	هزینه خرید تجهیزات مورد نیاز برای راه‌اندازی	۲۵,۰۰۰,۰۰۰
۴	C14	هزینه آموزش	۱۷,۰۰۰,۰۰۰

پیش‌بینی می‌شود با ارتقاء کوره ذوب آلومینیوم و بازنشسته شدن اپراتور تجهیز، یکبار در سال هفتم خرید و یکبار در سال سیزدهم خرید نیاز است تغییرات صورت گرفته به اپراتورهای کوره ذوب آلومینیوم آموزش داده شود؛ که به ترتیب این هزینه‌ها ۲۵,۰۰۰,۰۰۰ریال و ۵۰,۰۰۰,۰۰۰ ریال با توجه به تورم موجود پیش‌بینی شده است.

هزینه‌های فاز خرید به صورت جدول (۴) می‌باشد:

DOI: 10.22034/jsqm.2023.383703.1459

جدول (۴): محاسبه هزینه‌های خرید

سال		۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
ردیف	کد هزینه	نام هزینه															
۱	C11	هزینه نصب و راه‌اندازی	۲۰۰۰۰۰۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۲	C12	هزینه جابه‌جایی تا کارخانه	۱۵۰۰۰۰۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۳	C13	هزینه خرید تجهیزات مورد نیاز برای راه‌اندازی	۲۵۰۰۰۰۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۴	C14	هزینه آموزش	۱۷۰۰۰۰۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۵۰۰۰۰۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۵۰۰۰۰۰۰۰	۰	۰
مجموع هزینه‌ها		۷۷۰۰۰۰۰۰							۲۵۰۰۰۰۰۰						۵۰۰۰۰۰۰۰		

۲) هزینه‌های فاز مالکیت

پس از هزینه‌های خرید، هزینه‌های مالکیت جمع‌آوری و محاسبه می‌شود، که به دو قسمت، هزینه‌های پشتیبانی و هزینه‌های غیر مستقیم تقسیم می‌شود.

۲-۱) هزینه‌های پشتیبانی

ابتدا به محاسبه و جمع‌آوری هزینه‌های پشتیبانی پرداخته می‌شود، که خود هزینه‌های پشتیبانی شامل هزینه‌های سرمایه‌گذاری، هزینه‌های نگهداری و تعمیرات و هزینه‌های عملیاتی است و در ادامه به صورت تک‌تک مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۲-۱-۱) هزینه‌های سرمایه‌گذاری

هزینه‌های سرمایه‌گذاری به سه قسمت تقسیم می‌شوند:

- ✓ سرمایه‌گذاری قطعات
- ✓ سرمایه‌گذاری تجهیزات
- ✓ سرمایه‌گذاری مستندسازی

در ادامه به بررسی تک‌تک هزینه‌های سرمایه‌گذاری که معرفی شد پرداخته می‌شود.

DOI: 10.22034/jsqm.2023.383703.1459

۲-۱-۱-۱) سرمایه‌گذاری قطعات:

سازمان مورد مطالعه برای کوره ذوب آلومینیوم از سال اول مبلغ ۵۵,۰۰۰,۰۰۰ ریال را برای پیش‌بینی خرید قطعاتی که خراب می‌شود در نظر گرفته و سالیانه ۲۰ درصد با توجه به تورم به این مبلغ اضافه شده است. در پایان سال چهارم و با بررسی کوره این مبلغ به ۱۱۴,۰۴۸,۰۰۰ریال رسیده بود.

۲-۱-۱-۲) سرمایه‌گذاری تجهیزات:

سازمان مورد مطالعه برای خرید تجهیزات اصلی و تجهیزات جانبی کوره ذوب آلومینیوم هم سرمایه‌گذاری می‌کند و مانند سرمایه‌گذاری قطعات، تورم ۲۰ درصدی را سالیانه برای سرمایه‌گذاری تجهیزات در نظر می‌گیرد.

۲-۱-۱-۳) سرمایه‌گذاری مستندسازی:

آرشیو کردن یا مستندسازی هزینه‌ها و فعالیت‌های انجام شده، این اطمینان را فراهم می‌سازد که دسترسی به تمام داده‌ها و اطلاعات تهیه و تدوین شده در مورد هزینه‌ها و فعالیت‌های انجام شده همیشه برای افراد جدیدی که به پروژه می‌پیوندند، مهیا است. به عبارتی دیگر، مستندسازی، تهیه مجموعه اسناد و مدارکی است که سیر تکوین و تحقق یک فعالیت، یک بسته کاری، یک فاز و در نهایت یک پروژه را از شروع تا خاتمه آن نشان می‌دهد. لذا هر چه اطلاعات دقیق‌تر و مستندتری در زمینه فوق موجود باشد، تحلیل فرایند اتخاذ تصمیم، آسان‌تر خواهد بود. همچنین تورم یا نرخ تنزیل ۲۰ درصدی برای این سرمایه‌گذاری از همان شروع فعالیت کوره ذوب آلومینیوم در نظر گرفته شده است.

در جدول (۵) کل هزینه‌های سرمایه‌گذاری را مشاهده می‌کنید.

DOI: 10.22034/jsqm.2023.383703.1459

جدول (۵): هزینه‌های سرمایه‌گذاری

ردیف	کد هزینه	سال / نام هزینه	۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
۱	CI111	سرمایه‌گذاری قطعات	۵۰۰۰۰۰	۶۰۰۰۰۰	۴۵۰۰۰۰	۳۰۲۰۰۰۰	۱۱۰۸۰۰۰	۳۹۷۴۰۰	۹۳۲۳۱۰۰	۱۱۰۸۳۴۴	۲۵۶۱۱۱۲	۲۰۰۵۱۵۰۲	۲۰۰۵۱۵۰۲	۲۰۸۵۷۶۲	۵۱۵۱۵۱۵۲	۵۱۵۱۵۱۵۲	۵۳۶۱۱۱۲
۲	CI112	سرمایه‌گذاری تجهیزات	۱۰۰۰۰۰۰	۱۲۰۰۰۰۰	۸۴۰۰۰۰	۶۱۲۰۰۰	۲۲۲۴۰۰۰	۹۲۵۲۰۰	۱۰۳۳۳۳۰	۱۱۹۶۶۶۰	۱۹۶۶۶۶۰	۱۱۱۲۲۲۰۲	۲۰۶۲۱۲۰۲	۲۱۶۲۱۲۰۲	۲۲۶۲۲۲۲۲	۲۲۶۲۲۲۲۲	۲۲۶۲۲۲۲۲	۲۲۶۲۲۲۲۲
۳	CI113	سرمایه‌گذاری دستگاه‌های	۸۵۰۰۰۰	۹۵۰۰۰۰	۶۵۰۰۰۰	۱۳۹۰۰۰۰	۱۶۶۵۰۰۰	۲۶۶۵۰۰	۱۹۸۰۸۹	۲۲۲۰۲۲۲	۲۲۲۰۲۲۲	۲۲۲۰۲۲۲	۲۲۲۰۲۲۲	۲۲۲۰۲۲۲	۲۲۲۰۲۲۲	۲۲۲۰۲۲۲	۲۲۲۰۲۲۲	۲۲۲۰۲۲۲
مجموع هزینه‌ها			۱۰۱۵۰۰۰۰	۱۲۱۵۰۰۰۰	۱۶۵۰۰۰۰	۱۳۴۲۰۰۰	۲۰۱۰۵۰۰	۲۵۵۵۴۵۰	۲۰۲۰۳۴۵	۳۲۱۰۲۱۲۲	۶۰۲۵۰۵۵	۶۵۲۱۱۱۵	۷۵۲۱۵۰۷۱	۸۵۲۱۵۰۷۱	۸۵۲۵۲۵۵۱	۱۰۱۵۰۳۳۱	۱۱۱۵۰۵۲۲	۱۶۱۰۱۱۲۲

۲-۱-۲) هزینه‌های واحد نگهداری و تعمیرات

در فاز هزینه‌های پشتیبانی بعد از هزینه‌های سرمایه‌گذاری، به بررسی هزینه‌های واحد نگهداری و تعمیرات پرداخته می‌شود که هزینه‌های نگهداری و تعمیرات شامل:

- ✓ هزینه نیرو انسانی واحد نت؛
- ✓ هزینه نگهداری و تعمیرات اضطراری (اصلاحی)؛
- ✓ هزینه نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه؛
- ✓ هزینه برنامه‌ریزی Rcm؛
- ✓ هزینه بازرسی RCM؛
- ✓ هزینه تولید از دست رفته؛
- ✓ هزینه خرید و ارتقا نرم‌افزار CMMS.

و در ادامه این موارد بررسی خواهد شد.

هزینه نگهداری و تعمیرات عامل مهمی در هزینه کل محصول محسوب می‌شود؛ چرا که افزایش ویژگی نگهداشت‌پذیری یک محصول می‌تواند موجب کاهش هزینه‌های به کارگیری و پشتیبانی محصول شود. هزینه‌های نگهداری و تعمیرات به صورت سالانه محاسبه می‌شوند و سپس با استفاده از روابط اقتصاد مهندسی برای پایان عمر محصول به دست می‌آیند.

DOI: 10.22034/jsqm.2023.383703.1459

۲-۱-۲-۱) هزینه نیرو انسانی واحد نت:

شامل حقوق تمامی افرادی می‌شود که در بخش نت با کوره ذوب آلومینیوم سروکار دارند که این بخش از هزینه‌ها از واحد حسابداری شرکت جمع‌آوردی شد و در جدول (۶) آورده شده است.

۲-۱-۲-۲)هزینه نگهداری و تعمیرات اضطراری[1] (اصلاحی):

منظور از نگهداری و تعمیرات اضطراری زمانی است که دستگاه بطور ناگهانی از کار افتاده باشد و یا عملکرد مورد نظر را نداشته باشد و چون در سرویس قرار داشتن این دستگاه نقش مهمی در خط تولید دارد لازم است برای اینکه در امر تولید اختلالی پیش نیاید در حداقل زمان ممکن بتوان دستگاه را تعمیر یا جایگزین کرد. از آنجایی که این نوع نت هنگامی اجرا می‌شود که دستگاه از کار می‌افتد، به همین علت هزینه‌های نت اصلاحی تا سال چهارم، از بانک اطلاعاتی سازمان بدست می‌آید و از سال چهارم به بعد را می‌توان پیش‌بینی کرد. که در جدول (۶) آمده است.

هزینه‌های اضافی نگهداری و تعمیرات اضطراری شامل:

- ✓ هزینه‌های کارکرد نامناسب و عدم رعایت استانداردهای لازم تجهیزات،
- ✓ هزینه‌های کاهش کیفیت محصولات،
- ✓ بیکاری و نارضایتی کاربران،
- ✓ هزینه‌های اضافه‌کاری کارکنان نت و پیمانکاران خارج از سیستم،
- ✓ دیرکرد در اجرای مأموریت محوله یا ارسال محصول به مشتری.

۲-۱-۲-۳) هزینه‌های نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه[2]:

در ساده‌ترین شکل ممکن شما می‌توانید از تجهیزات خود آنقدر استفاده کنید تا خراب شوند. سپس آن‌ها را تعمیر کرده و مجدداً مورد استفاده قرار دهید. این اقدام رویکردی واکنشی به

1 Emergency Maintenance
2 preventive maintenance

DOI: 10.22034/jsqm.2023.383703.1459

خرابی تجهیزات است. اما از طرفی شما می‌توانید پیش‌کنشی عمل کنید. یعنی اقداماتی در جهت پیشگیری از وقوع خرابی انجام دهید. ساده‌ترین اقدامات این است که در بازه‌های زمانی ثابت و یا بعد از آنکه تجهیز مقدار مشخصی کار کرد، فعالیت‌هایی پیشگیرانه بر روی آن انجام دهید. این اقدام هزینه‌هایی در بر دارد. هزینه‌های نت پیشگیرانه از بخش حسابداری و بانک اطلاعاتی سازمان تا سال چهارم جمع‌آوری شده و سالیانه ۲۰ درصد به ازای تورم به این هزینه‌ها اضافه می‌شود.

۲-۱-۲-۴) هزینه برنامه‌ریزی RCM

هزینه آنالیز RCM در سال چهارم دستگاه انجام شد که شرح کامل در همین فصل و فاز سوم آمده است و شامل هزینه کارهای انجام شده فاز سوم پژوهش است.

۲-۱-۲-۵) هزینه بازرسی RCM:

بازرسی کوره ذوب آلومینیوم به دو بخش بازرسی‌هایی که توسط نیروی کار نت و بازرسی‌های افراد بیرون از شرکت، تقسیم می‌شود. بازرسی که توسط نیروی کار نت انجام می‌شود هزینه‌هایش قبلاً در قسمت هزینه نیرو انسانی محاسبه شده است و اینجا فقط هزینه بازرسی توسط افراد بیرون از شرکت مد نظر است که به این هزینه هم سالیانه ۲۰ درصد به عنوان تورم، پیش‌بینی و به آن اضافه می‌شود.

۲-۱-۲-۶) هزینه تولید از دست رفته

شامل زمانی می‌شود که دستگاه از کار افتاده و نت اصلاحی بر روی دستگاه اجرا می‌شود و در آن زمان امکان تولید وجود ندارد که با توجه به سوابق این دستگاه در کارخانه در چهار سال اول این مشکل وجود نداشت و با بررسی‌های بیشتر بر روی نمونه‌های قدیمی دستگاه برای این قسمت پیش‌بینی شد که دستگاه در سال هفتم و یازدهم دچار خرابی می‌شود که به ترتیب ۲۵,۰۰۰,۰۰۰ ریال و ۷۰,۰۰۰,۰۰۰ ریال هزینه در بر دارد که در جدول (۶) آمده است.

DOI: 10.22034/jsqm.2023.383703.1459

۲-۱-۲-۷) هزینه خرید و ارتقاء نرم‌افزار CMMS

هزینه خرید نرم‌افزار CMMS از بخش حسابداری شرکت ۲۵,۰۰۰,۰۰۰ ریال بدست آمد و در سال ۱۴۰۱، ۲۵,۰۰۰,۰۰۰ ریال هزینه ارتقا نرم‌افزار شد. طی صحبت با شرکت فروشنده نرم‌افزار پیش‌بینی شد در سال دهم دوباره نرم‌افزار نیاز به ارتقاء دارد و ۷۰,۰۰۰,۰۰۰ ریال هزینه برای این ارتقاء پیش‌بینی شد.

جدول (۶): هزینه نگهداری و تعمیرات

ردیف	کد هزینه	سال / نام هزینه	۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
۱	C2121	هزینه نیرو انسانی تعمیرگاه مرکزی	۰	۴۵۰۰۰۰۰۰	۴۲۰۰۰۰۰۰	۳۹۰۰۰۰۰۰	۳۶۰۴۰۰۰۰	۳۷۵۴۴۰۰۰۰	۳۸۰۱۲۷۰۰۰	۱۰۸۴۰۱۲۷۰۰	۱۰۹۴۲۱۳۸۶۰	۱۱۵۴۱۳۸۶۰	۱۲۱۴۲۱۳۸۶۰	۱۲۷۵۳۴۰۰۰	۱۳۴۰۱۴۰۰۰	۱۴۰۷۴۷۰۰۰	۱۴۱۵۰۰۰۰۰
۲	C2122	هزینه نگهداری و تعمیرات تصحیحی (اصلاحی)	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۲۰۴۵۰۰۰۰	۰	۰	۰	۳۶۰۵۲۰۰۰۰	۰	۰	۰	۰
۳	C2123	هزینه نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه	۰	۱۰۰۰۰۰۰۰۰	۱۲۰۰۰۰۰۰	۱۲۴۰۰۰۰۰	۱۳۷۸۰۰۰۰	۲۰۷۴۶۰۰۰۰	۲۲۸۵۴۶۰۰۰	۳۱۵۵۲۱۷۶۰	۳۴۵۴۸۱۰۰۰	۳۷۹۹۶۱۳۱۶۰	۴۱۷۹۶۱۳۱۶۰	۴۵۹۷۰۷۴۴۷۶	۵۰۵۶۷۴۸۹۲۴	۵۵۶۳۱۰۳۸۱۶	۶۱۲۶۴۱۱۹۸۰۵
۴	C2124	هزینه برنامه‌ریزی Rcm	۰	۰	۰	۰	۲۰۰۰۰۰۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۵	C2125	هزینه بازنگری RCM	۰	۰	۰	۰	۱۵۰۰۰۰۰۰	۱۸۰۰۰۰۰۰	۲۱۶۰۰۰۰۰	۲۵۹۲۰۰۰۰	۳۱۱۰۴۰۰۰۰	۳۷۳۲۴۸۰۰۰	۴۴۷۸۵۹۳۰۰	۵۳۷۴۳۱۱۶۰۰	۶۴۴۹۷۲۷۴۲۰	۷۷۳۹۳۲۰۲۰۴	۹۲۸۷۸۲۴۲۴۸	۱۱۱۴۵۱۲۵۵۶۰
۶	C2126	هزینه تولید از دست رفته	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۰۰۰۰۰۰۰	۰	۰	۰	۵۰۰۰۰۰۰۰	۰	۰	۰	۰
۷	C2127	هزینه خرید و ارتقاء نرم‌افزار CMMS	۲۵۰۰۰۰۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۷۰۰۰۰۰۰۰	۰	۰	۰	۰	۰
		مجموع هزینه‌ها	۲۵۰۰۰۰۰۰	۴۵۰۰۰۰۰۰	۵۴۰۰۰۰۰۰	۱۶۴۰۰۰۰۰۰	۵۲۵۰۰۰۰۰۰	۱۱۱۶۴۰۴۰۰	۱۳۶۵۵۴۴۴۰۰	۲۰۶۶۴۹۴۹۸۰	۱۱۶۴۲۶۲۷۶۰	۱۳۰۰۱۵۵۴۴۰۲	۱۴۵۲۰۱۵۵۸۵۰	۲۰۱۵۰۱۵۵۸۵۰	۲۶۰۵۲۰۲۲۴۵۵	۳۲۰۵۲۰۲۲۴۵۵	۴۰۲۵۲۴۶۴۰۵۵	۴۹۴۱۰۱۶۵۴۰۲

۲-۱-۳) هزینه عملیات

هزینه‌های عملیاتی شامل:

- ✓ هزینه‌های نیرو انسانی تعمیرگاه مرکزی،
- ✓ هزینه بیکاری نیروکار تولید،
- ✓ هزینه خرید قطعات پیش‌بینی نشده،

می‌شود که در ادامه مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

۲-۱-۳-۱) هزینه‌های نیرو انسانی تعمیرگاه مرکزی

هزینه‌های نیرو انسانی تعمیرگاه مرکزی یک سری از تعمیرات مورد نیاز کوره ذوب آلومینیوم است که توسط نیروی کار متخصص مرکز خریداری کوره ذوب آلومینیوم انجام می‌شود و تعمیرات را بر روی دستگاه انجام می‌دهند که این هزینه‌ها هم باید پیش‌بینی شوند و سالی ۲۰ درصد به عنوان تورم در این هزینه‌ها هم لحاظ می‌شود.

DOI: 10.22034/jsqm.2023.383703.1459

۲-۱-۳-۲) هزینه بیکاری نیروکار تولید

مدت زمانی که صرف بازرسی از دستگاه یا صرف نت پیشگیرانه می‌شود و دستگاه از کار افتاده است یا زمانی که صرف نت اصلاحی می‌شود نیروی کار تولید کاملاً بیکار است که این بیکاری نیروکار برای شرکت هزینه در بر دارد که در جدول (۷) لحاظ شده است و سالیانه ۲۰ درصد به عنوان تورم به این هزینه اضافه می‌شود و سال‌های بعدی این گونه پیش‌بینی می‌شود.

۲-۱-۳-۴) هزینه خرید قطعات پیش‌بینی نشده

شامل همان خرابی‌هایی است که در نت اصلاحی اتفاق افتاده و کاملاً پیش‌بینی نشده است و تمامی خرابی‌هایی که در قطعات اتفاق می‌افتد و باید قطعات جدید خریداری شود. این هزینه‌ها نیز باید پیش‌بینی شود.

جدول ۷: جدول هزینه‌های عملیاتی

ردیف	کد هزینه	سال / نام هزینه	۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
۱	C2131	هزینه نیرو انسانی تعمیرگاه مرکزی	۲۵۰۰۰۰۰۰	۳۰۰۰۰۰۰۰	۱۶۰۰۰۰۰۰	۳۲۰۰۰۰۰۰	۵۱۸۰۰۰۰۰	۶۲۵۰۸۰۰۰	۷۶۵۲۶۰۰۰	۵۸۷۲۷۵۰۰	۱۰۷۲۹۵۲۲۶	۱۸۸۹۲۲۶۵۰۸	۱۸۶۷۳۲۲۱۰۶	۱۸۵۷۵۵۰۰۲۷۷	۱۷۲۹۰۲۵۱۱۰۲	۲۳۰۷۷۵۶۵۰۲	۳۸۵۱۷۵۵۴۰۹
۲	C2132	هزینه بیکاری نیروکار تولید	۱۵۰۰۰۰۰۰	۱۸۰۰۰۰۰۰	۲۱۶۰۰۰۰۰	۱۵۵۲۰۰۰۰	۲۱۰۰۴۰۰۰	۲۷۳۲۹۸۰۰	۴۹۲۸۶۱۶۰	۵۶۱۴۴۷۱۲	۶۴۴۱۱۶۵۴۴	۲۷۶۷۶۷۰۵۸۸	۲۶۸۱۶۰۹۲۴	۱۱۱۶۳۱۲۵۵۶	۱۸۲۹۴۱۵۰۶۷	۱۸۰۳۸۱۶۰۸۱	۱۱۲۵۸۷۶۴۱۶۲	۲۲۱۱۰۵۲۴۶
۳	C2133	هزینه خرید قطعات پیش‌بینی نشده	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۲۰۰۰۰۰۰	۰	۰	۰	۷۵۰۰۰۰۰	۰	۰	۰	۰
مجموع هزینه‌ها			۴۰۰۰۰۰۰۰	۴۸۰۰۰۰۰۰	۵۷۶۰۰۰۰۰	۶۸۱۲۰۰۰۰	۸۶۱۳۴۰۰۰	۱۱۵۳۴۲۸۰۰	۱۱۱۴۲۱۶۶۰	۱۱۷۱۹۶۶۷۸۲	۱۷۱۲۹۶۶۷۸۲	۲۰۶۲۶۱۲۱۴۸۰	۲۳۶۶۶۲۹۵۴۸۰	۲۶۵۲۰۲۲۹۸۲	۲۶۵۶۴۴۰۱۸۶۰	۴۲۱۷۱۷۲۸۱۱۵	۵۲۲۶۶۳۳۸۵۸	۶۶۲۶۸۰۸۶۳

۲-۲) هزینه‌های غیر مستقیم

هزینه‌های غیر مستقیم شامل:

- ✓ تمیزکاری،
- ✓ اضافه‌کاری،
- ✓ تأخیر تا رسیدن قطعه،
- ✓ تورم،
- ✓ انرژی،
- ✓ انبار نگهداری و تعمیرات،
- ✓ اداری.

DOI: 10.22034/jsqm.2023.383703.1459

۳) هزینه تورم:

از نظر اقتصادی، تورم به افزایش سطح عمومی قیمت‌ها در یک بازه زمانی مشخص گفته می‌شود. تورم را می‌توان افزایش بی‌رویه قیمت کالاها و خدمات بدون پشتوانه و بدون برنامه‌ریزی دانست که باعث کاهش قدرت خرید می‌شود و تعادل میان تقاضای محصولات با نقدینگی موجود برای خرید محصولات را بر هم می‌زند. حال با توجه به این که در پروژه حاضر تورم سالیانه ۲۰ درصد در نظر گرفته شده است و این افزایش ۲۰ درصدی سال به سال بر روی تک‌تک هزینه‌های چرخهٔ عمر اعمال شده است پس دیگر نیاز به محاسبه هزینه تورم به صورت جداگانه نمی‌باشد.

با توجه به مشخص بودن سایر هزینه‌های غیرمستقیم، نیاز به توضیح نیست و تمامی هزینه‌ها در جدول (۸) آورده شده است.

جدول (۸): هزینه‌های غیر مستقیم

سال		۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
ردیف	کد هزینه	نام هزینه															
۱	C221	هزینه تعمیرکاری	۵۰۰۰۰۰۰	۶۰۰۰۰۰۰	۷۲۰۰۰۰۰	۵۶۲۰۰۰۰	۱۰۲۶۸۰۰۰	۱۲۹۱۹۲۲۰	۱۷۶۱۵۱۰۴	۲۱۲۹۱۰۵۳۸	۲۵۷۱۸۰۱۰۷۳	۳۰۱۵۶۵۸۲۱۱	۳۷۱۵۰۳۱۸۵۲	۴۴۵۸۰۵۰۵۲۶	۵۳۴۶۶۰۶۳۱	۶۴۱۱۵۲۷۳۴۳	۷۷۰۴۵۱۰۷۸۲
۲	C222	هزینه اضافه‌کاری	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۸۴۰۰۰۰۰	۰	۰	۰	۶۴۰۰۰۰۰۰	۰	۰	۰	۰	۰
۳	C223	هزینه تاخیر تا رسیدن قطعه	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۴	C224	هزینه تورم																
۵	C225	هزینه‌های انرژی	۲۰۰۰۰۰۰۰	۲۴۰۰۰۰۰۰	۲۸۸۰۰۰۰۰	۳۴۵۶۰۰۰۰	۴۱۴۷۵۲۰۰	۵۰۷۱۶۸۰	۷۱۶۶۰۶۱۶	۸۵۹۶۲۷۹۲	۱۰۳۱۹۵۴۰۷	۱۲۳۵۳۲۷۱۸۳	۱۴۸۲۰۱۶۷۴۱	۱۷۷۲۲۲۰۰۸	۲۱۲۸۶۴۱۰۸	۲۵۶۲۸۷۶۹۲۹	۳۰۸۱۴۰۳۱۱۵
۶	C226	هزینه انبار نگهداری و تعمیرات	۲۵۰۰۰۰۰۰	۳۰۰۰۰۰۰۰	۳۶۰۰۰۰۰۰	۴۲۰۷۵۰۰۰	۵۰۲۰۰۰۰	۶۰۴۵۰۰۰	۸۶۰۷۹۱۲۰	۱۰۳۵۰۹۲۴۰	۱۲۴۲۷۱۲۴۸	۱۵۰۴۲۵۶۵۴۶	۱۸۰۵۱۰۷۴۷۲۷	۲۱۶۰۰۶۴۵۱۰۷	۲۵۹۲۳۷۶۱۲۸۴۰	۳۱۱۰۴۶۵۱۰۵۷	۳۷۳۲۴۵۷۱۰۸۸	۴۴۷۷۴۵۱۵۵۰۵۱
۷	C227	هزینه‌های اداری	۶۰۰۰۰۰۰	۷۲۰۰۰۰۰	۸۶۴۰۰۰۰	۱۰۳۶۸۰۰۰	۱۲۴۲۱۶۰۰	۱۴۹۲۹۲۹۲۰	۱۷۹۱۵۹۱۰۴	۲۱۴۹۱۰۹۲۰۸	۲۵۷۹۸۲۰۱۰۳۴	۳۰۹۵۶۸۲۱۱	۳۷۱۵۰۲۱۸۵۳	۴۴۵۸۰۵۰۲۶۲۴	۵۳۴۹۶۰۶۲۶۱	۶۴۱۹۵۱۲۳۷۳۲	۷۷۰۳۵۱۰۷۸۲	۹۲۴۴۲۱۲۹۳۵
مجموع هزینه‌ها		۱۶۵۰۰۰۰۰	۱۹۸۰۰۰۰۰	۲۳۷۶۰۰۰۰	۲۸۵۱۲۰۰۰	۳۴۱۵۸۴۰۰	۴۱۰۵۷۲۸۰	۴۹۱۶۸۷۲۶	۵۹۱۲۷۴۵۲۷	۷۰۴۶۹۴۷۱۰۶۵	۸۴۹۱۲۴۳۵۸	۱۰۲۰۱۳۴۳۵۸	۱۲۲۵۶۶۳۸۱۲	۱۴۷۶۸۶۵۲۷۴	۱۸۱۰۳۸۸۰۸۶	۲۲۲۱۱۶۵۵۲۷۴	۲۷۲۵۳۷۵۸۰۹	۳۳۰۱۰۸۱۰۲۴۶

مجموع هزینه‌های مالکیت که در بالا معرفی شد در جدول (۹) آمده است که شامل هزینه‌های پشتیبانی و هزینه‌های غیر مستقیم می‌شود.

جدول ۹: مجموع هزینه‌های مالکیت

سال		۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
ردیف	کد هزینه	نام هزینه															
۱	C21	هزینه پشتیبانی	۱۴۶۵۰۰۰۰۰	۲۱۴۸۰۰۰۰۰	۲۵۷۶۰۰۰۰	۳۰۹۲۱۰۰۰	۴۸۱۱۴۴۰۰	۶۶۴۰۹۲۸۰	۷۷۵۰۷۱۴۱۰۲	۵۵۴۰۹۱۱۶	۴۹۴۶۵۱۷۶	۴۰۱۰۵۱۲۸۰	۳۴۱۱۴۴۰۰	۲۸۵۱۲۰۰۰	۲۳۷۸۷۵۰۰	۱۹۱۱۰۳۸۵۵	۱۶۰۱۰۲۸۸۸۵	۱۳۰۵۲۰۳۸۵۴
۲	C22	هزینه غیر مستقیم	۱۶۵۰۰۰۰۰	۱۹۸۰۰۰۰۰	۲۱۶۰۰۰۰۰	۲۵۵۱۲۰۰۰	۳۴۱۴۳۴۰۰	۴۱۰۵۷۲۸۰	۵۹۱۲۷۴۵۲۷	۷۰۴۶۹۴۷۱۰۶۵	۸۴۹۱۲۴۳۵۸	۱۰۲۰۱۳۴۳۵۸	۱۲۲۵۶۶۳۸۱۲	۱۴۷۶۸۶۵۲۷۴	۱۸۱۰۳۸۸۰۸۶	۲۲۲۱۱۶۵۵۲۷۴	۲۷۲۵۳۷۵۸۰۹	۳۳۰۱۰۸۱۰۲۴۶
مجموع هزینه‌ها		۳۱۳۶۰۰۰۰	۴۱۲۸۰۰۰۰۰	۴۸۳۷۰۰۰۰	۵۶۰۳۰۰۰۰	۷۲۳۳۰۰۰۰	۹۰۲۰۰۰۰۰	۱۱۰۴۰۰۰۰۰	۱۳۷۰۰۰۰۰۰۰	۱۶۰۴۰۰۰۰۰۰	۱۹۰۴۰۰۰۰۰۰	۲۲۰۴۰۰۰۰۰۰	۲۵۰۴۰۰۰۰۰۰	۲۸۰۴۰۰۰۰۰۰	۳۱۰۴۰۰۰۰۰۰	۳۴۰۴۰۰۰۰۰۰	۳۷۰۴۰۰۰۰۰۰	۴۰۰۴۰۰۰۰۰۰

۴) هزینه وارهایی

هزینه وارهایی شامل:

DOI: 10.22034/jsqm.2023.383703.1459

- ✓ هزینه خاموش شدن سیستم،
- ✓ هزینه دمونتاژ و حذف،
- ✓ هزینه بازیافت یا دفع امن،

می‌شود. موارد در جدول (۱۰) معرفی شده است.

جدول (۱۰): هزینه‌های وارهایی

سال		۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
ردیف	کد هزینه	تام هزینه															
۱	C31	هزینه خاموش شدن سیستم	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۷۵۰۰۰۰۰۰
۲	C32	هزینه دمونتاژ و حذف	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰۵۰۰۰۰۰۰
۳	C33	هزینه بازیافت یا دفع امن	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۲۵۰۰۰۰۰۰
مجموع هزینه‌ها		۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳۰۵۰۰۰۰۰۰

در جدول (۱۱) مجموع هزینه‌های خرید، مالکیت و وارهایی آورده شده است و همانطور که شرکت اعلام کرده باید با استفاده از روابط اقتصاد مهندسی که در فصل دوم توضیح داده شد، تورم را اعمال کرد و سپس تمامی هزینه‌ها را در سال صفر ثبت کرد تا بتوان در نمودار هزینه چرخهٔ عمر، نقطه سربه‌سر را جهت از رده خارج کردن و یا تعویض دستگاه، بدست آورد.

جدول (۱۱): کاربرگ هزینه چرخه عمر

قیمت اولیه کوره ذوب آلومینیوم		درصد کاهش سالیانه ارز دفتری		کاربرگ هزینه چرخه عمر کوره ذوب آلومینیوم										نرخ تنزیل		سال محاسباتی	
۳۰۰۰۰۰۰۰۰		۱۰٪												۲۰٪		۱۵ سال	
سال		۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
ردیف	کد هزینه	نام هزینه															
۱	C1	هزینه‌های مازاد خرید	۲۷۰۰۰۰۰۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۵۰۰۰۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۵۰۰۰۰۰۰۰	۰	۰
۲	C2	هزینه‌های مازاد مالکیت	۱۵۲۰۰۰۰۰۰	۳۳۶۰۰۰۰۰	۲۸۹۲۳۰۰۰۰	۳۳۶۷۸۶۴۰۰۰	۵۱۵۳۸۱۵۱۰۰	۵۰۴۴۶۵۳۶۰	۴۰۵۳۵۳۸۶۲۳	۵۳۲۱۳۴۲۷۸۶	۱۰۴۶۶۶۲۲۲۲	۷۳۰۰۹۹۳۸۸۵	۱۸۵۰۳۱۵۱۸۵	۱۲۹۶۱۵۴۲۲۲	۲۰۸۹۲۷۵۰۴۷	۲۰۲۰۱۵۱۰۴۹۶	۲۰۲۰۱۵۱۰۴۹۶
۳	C3	هزینه وارهایی	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳۷۵۰۰۰۰۰۰
مجموع هزینه‌ها		۴۵۷۰۰۰۰۰۰	۳۳۶۰۰۰۰۰	۲۸۹۲۳۰۰۰۰	۳۳۶۷۸۶۴۰۰۰	۵۱۵۳۸۱۵۱۰۰	۵۰۴۴۶۵۳۶۰	۴۰۵۳۵۳۸۶۲۳	۵۳۲۱۳۴۲۷۸۶	۱۰۴۶۶۶۲۲۲۲	۷۳۰۰۹۹۳۸۸۵	۱۸۵۰۳۱۵۱۸۵	۱۲۹۶۱۵۴۲۲۲	۲۰۸۹۲۷۵۰۴۷	۲۰۲۰۱۵۱۰۴۹۶	۲۰۲۰۱۵۱۰۴۹۶
F(P/F,i%,n)		۱	۰.۹۰۹۰۹	۰.۸۲۶۴۵	۰.۷۵۱۳۱	۰.۶۸۳۰۱	۰.۶۲۰۹۲	۰.۵۶۴۴۷	۰.۵۱۳۱۶	۰.۴۶۶۵۱	۰.۴۲۴۱۰	۰.۳۸۵۵۴	۰.۳۵۰۴۹	۰.۳۱۸۶۳	۰.۲۸۹۲۴	۰.۲۶۳۳۲	۰.۲۳۹۴۹
		۴۵۷۰۰۰۰۰۰	۳۰۸۱۸۱۸۱۸.۲	۲۳۸۵۱۲۴۷۱.۰۴	۲۵۳۰۳۴۰۲۱.۰۶	۳۵۱۹۳۰۲۱۰.۴۱	۳۱۲۵۲۰۱۰۱۸.۴۲	۲۴۵۰۲۰۱۰۱۸.۴۲	۲۷۳۰۳۴۵۰۲۱.۰۶	۲۰۲۰۳۴۵۰۲۱.۰۶	۲۰۲۰۳۴۵۰۲۱.۰۶	۲۰۲۰۳۴۵۰۲۱.۰۶	۲۰۲۰۳۴۵۰۲۱.۰۶	۲۰۲۰۳۴۵۰۲۱.۰۶	۲۰۲۰۳۴۵۰۲۱.۰۶	۲۰۲۰۳۴۵۰۲۱.۰۶	۲۰۲۰۳۴۵۰۲۱.۰۶
P(A/P,i%,n)		۱	۱.۰۴	۰.۵۴۵۴۵	۰.۵۴۹۴۲	۰.۵۴۳۶۹	۰.۵۴۰۰۱	۰.۵۴۳۶۷	۰.۵۴۷۶۲	۰.۵۴۸۸۰	۰.۵۴۸۰۵	۰.۵۴۸۰۱	۰.۵۴۸۰۱	۰.۵۴۸۰۱	۰.۵۴۸۰۱	۰.۵۴۸۰۱	۰.۵۴۸۰۱
		۴۵۷۰۰۰۰۰۰	۳۵۱۵۴۹۰۹۵.۸	۱۲۱۵۴۹۰۹۵.۸	۹۰۱۸۱۰۱۰.۷	۶۵۷۹۰۵۴۵.۷	۸۰۶۴۴۴۸.۷	۵۰۱۰۸۷۴۵.۴۲	۴۱۷۵۰۱۰۸.۴۲	۳۱۸۵۴۰۱۰۸.۴۲	۲۴۷۵۴۰۱۰۸.۴۲	۱۹۰۸۴۰۱۰۸.۴۲	۱۴۵۰۴۰۱۰۸.۴۲	۱۱۰۴۰۱۰۸.۴۲	۸۴۰۴۰۱۰۸.۴۲	۶۴۰۴۰۱۰۸.۴۲	۴۸۰۴۰۱۰۸.۴۲

حال باید ارزش دفتری کوره ذوب آلومینیوم را در نظر گرفت، همانطور که اول این فصل ذکر شد با توجه به نظر شرکت، ارزش این تجهیز سالیانه ۱۰ درصد افت می‌کند ولی قیمت این تجهیز کمتر از ۷۵۰,۰۰۰,۰۰۰ ریال نمی‌شود که در جدول (۱۲) آورده شده است.

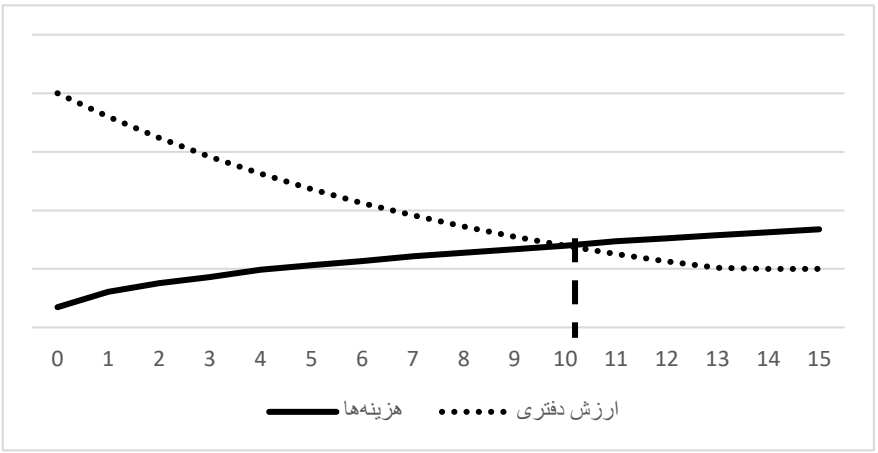
DOI: 10.22034/jsqm.2023.383703.1459

جدول (۱۲): ارزش دفتری تجهیز

سال	۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
قلت قیمت سالیانه	۰	۳۰۰٬۰۰۰٬۰۰۰	۲۷۰٬۰۰۰٬۰۰۰	۲۴۳۰۰۰۰۰۰	۲۱۸۷۰۰۰۰۰۰	۱۹۶۸۳۰۰۰۰۰	۱۷۷۱۴۷۰۰۰۰	۱۵۹۴۳۲۳۰۰۰	۱۴۳۴۸۹۰۷۰۰	۱۲۹۱۴۰۱۶۳۰۰	۱۱۶۲۶۱۶۴۶۷۰۰	۱۰۴۶۰۴۵۲۰۰۳۰۰	۹۴۱۴۱۶۸۰۲۷۰۰	۸۴۷۲۸۶۰۲۴۳۰۰	۷۶۲۵۷۴۷۵۰۰	۰
ارزش دفتری	۳۰۰٬۰۰۰٬۰۰۰	۲۷۰٬۰۰۰٬۰۰۰	۲۴۳۰۰۰۰۰۰	۲۱۸۷۰۰۰۰۰۰	۱۹۶۸۳۰۰۰۰۰	۱۷۷۱۴۷۰۰۰۰	۱۵۹۴۳۲۳۰۰۰	۱۴۳۴۸۹۰۷۰۰	۱۲۹۱۴۰۱۶۳۰۰	۱۱۶۲۶۱۴۶۷۰۰	۱۰۴۶۰۴۵۲۰۰۳۰۰	۹۴۱۴۱۶۸۰۲۷۰۰	۸۴۷۲۸۶۰۲۴۳۰۰	۷۶۲۵۷۴۷۵۰۰	۷۵۰٬۰۰۰٬۰۰۰	۷۵۰٬۰۰۰٬۰۰۰

۶ نتیجه‌گیری و پیشنهادات

با توجه به جداول (۱۱ و ۱۲) تمامی هزینه‌ها و ارزش دفتری بر روی نمودار می‌رود که در شکل (۳) آمده است.



شکل (۳): نمودار هزینه چرخه عمر

همانطور که در شکل (۳) مشاهده می‌کنید با توجه به اینکه کوره ذوب آلومینیوم در سال اول ۳,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰ ریال خریداری شده است. ارزش دفتری کوره سالیانه ۱۰ درصد کاهش می‌یابد و اینکه ارزش کوره از قیمت ۷۵۰,۰۰۰,۰۰۰ ریال کمتر نمی‌شود در شکل (۳) نمودار خط مشکی ارزش دفتری تجهیز است و با توجه به هزینه‌های خرید، مالکیت و وارهایی که هر کدام شامل هزینه‌های دیگری می‌باشد نمودار خط چین رنگ در شکل (۳) تشکیل شد.

همانطور که مشاهده شد این دو نمودار در سال دهم یکدیگر را قطع کردند که نقطه سربه‌سر را در سال دهم تشکیل دادند و در واقع برای کوره ذوب آلومینیوم سال دهم عمر اقتصادی است و

DOI: 10.22034/jsqm.2023.383703.1459

از سال دهم به بعد استفاده از تجهیز منفعتی برای سازمان مورد مطالعه ندارد و بهتر است که این تجهیز از رده خارج و یا تعویض شود.

۷ تقدیر و تشکر

در پایان از تمامی افرادی که ما را در انجام پژوهش حاضر کمک و مساعدت کردند، تشکر وقدردانی به‌عمل می‌آید.

۸ مراجع

۱. محمدحسین رهنمایی، محمود محمودی، محمدرضا حمیدی، نمونه مطالعاتی هزینه چرخهٔ عمر برای جایگزینی دستگاه UPS در یک سازمان نظامی، دوفصلنامه علمی پژوهش در مهندسی نگهداشت دفاعی دوره ۲، پیش شماره۳ (۱۳۹۹)، ۴۴-۵۶.

۲. مصطفی یوسفی، سعید رمضانی ، بهینه‌سازی زمان جایگزینی و تعویض تجهیزات با استفاده از هزینه چرخهٔ عمر (مطالعه موردی: ناوگان)، نشریه علمی ترویجی مدیریت زنجیره تامین سال، ۱۳۹۰.

۳. حمیدرضا عبدیان و مهدی کرباسیان، تعیین عمر اقتصادی تجهیزات با استفاده از رویکرد هزینه چرخهٔ عمر (LCC) مطالعه موردی ایمپلر فن پروسس واحد گندله سازی شرکت فولاد مبارکه، ۱۳۹۶.

4. Rd Rohmat Saedudin, Judi Alhilman, and Tatang Mulyana, Maintenance Task Optimization of the BTS using RCM and LCC Methods, INTERNETWORKING.

5. Weihan Li, Student Member, Han Zhao, Junjun Deng, Student Member,Siqi Li, Member,Chunting Chris Mi, Comparison Study on SS and Double-sided LCC Compensation Topologies for EV/PHEV Wireless Chargers, IEEE (2015).

6. Omia El Hadidi, Karim El-Dash, Mohamed Besiouny, Ahmed Meshref, EVALUATION OF BUILDING LIFE CYCLE COST (LCC) CRITERIA IN EGYPT.

7. Norme Internationale cei iec international standard, IEC-60300-3-3, 2004.

DOI: 10.22034/jsqm.2023.383703.1459

8. Omia El Hadidi, Karim El-Dash, Mohamed Besiouny, Ahmed Meshref, EVALUATION OF BUILDING LIFE CYCLE COST (LCC) CRITERIA IN EGYPT USING THE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP), International Journal of the Analytic Hierarchy Process.

9. A. Maharaj, I.E Davidson, Lifecycle Cost Optimization of Electric Utility Transmission and Distribution Assets, IEEE PES-IAS PowerAfrica (2017).

10. Mohammad Shahadat Hossai, Imtiaz Akber Chowdhury, Rocky Chakma, Ashraful Hoque, Design and Life Cycle Cost Analysis of a Forward Converter Feded Solar Powered 3-phase Water Motor, TRENDS IN SCIENCES 19(15) (2022).

11. Qingshan Gong, Yurong Xiong, Zhigang Jiang , Jinghong Yang, Chen Chen, Timing Decision for Active Remanufacturing Based on 3E Analysis of Product Life Cycle, Sustainability, 2022.

12. Julia Nilsson, Student Member, Lina Bertling, Member, Maintenance Management of Wind Power Systems Using Condition Monitoring Systems—Life Cycle Cost Analysis for Two Case Studies, IEEE TRANSACTIONS ON ENERGY CONVERSION 22(1) (2007).

DOI: 10.22034/jsqm.2023.383703.1459

Research paper

Determining and optimizing the economic life of equipment with the life cycle cost (LCC) approach (case study: aluminum smelting furnace)

Alireza sarafraz, Ommolbanin yousefi

Faculty of Industrial Engineering, Malik Ashtar University of Technology, Shahin Shahr, Isfahan (Alirezasarafraz.as@gmail.com)

Faculty of Industrial Engineering, Malik Ashtar University of Technology, Shahin Shahr, Isfahan (yousefi_1302@yahoo.com)

Received:2023/03/02

Accepted:2023/05/02

Abstract

One of the important issues in the field of decision-making of industrial organizations is determining the optimal time to use equipment. Because premature replacement, additional costs for the organization and late replacement will increase maintenance and repair costs. As a result, equipment management can be shown by using the useful life of the equipment. Now, calculating and identifying the life cycle is essential to determine the optimal life of the equipment. In the current research, the cost of the life cycle for the melting furnace of machines is implemented, the first article is to determine the life cycle cost model and the collection and cost of the costs, and then using the relations of engineering economy, the duration of use of this equipment with the help of the life cycle cost and point to be used. It comes to the head. Finally, after calculations and investigation, it was determined that the company's melting furnace should be removed after 10 years of use. In fact, the use of the life cycle, in addition to determining the time of equipment replacement, helps the managers of industrial organizations in making decisions.

Keywords: Life cycle cost (LCC), economic life, engineering economics, maintenance and repairs

DOI: 10.22034/jsqm.2023.383703.1459