انتخاب استراتژی مناسب نگهداری و تعمیرات توسط تکنیک تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

زهرا آقاسی زاده
دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی گرایش تحقیق در عملیات
Aghasizadeh_zahra@yahoo.com

چکیده

انتخاب استراتژی مناسب نگهداری و تعمیرات (نت) در یک واحد تولیدی دارای اهمیت بسیاری است و مستقیما در بهره وری و سوددهی تولید تاثیر دارد. نگهداری و تعمیرات نقش مهمی در حفظ قابلیت اطمینان، کیفیت تولید، کاهش ضایعات تولید، کاهش ریسک، افزایش بازدهی و ... را بر عهده دارد. از مهم ترین استراتژی های نگهداری و تعمیرات می توان به نگهداری و تعمیرات اصلاحی، پیشگیرانه، فرصتی، موقعیتی و پیشگویانه اشاره کرد که با توجه به موقعیت و شرایط محیطی، به کارگیری هر یک از مزایا و معایبی برخوردار است. هدف از این مقاله ارائه یک روش کلی برای انتخاب بهترین استراتژی نگهداری و تعمیرات در سازمان های تولیدی است. در این راستا سعی شده است با درنظرگیری شاخص هایی مانند هزینه، قابلیت اجرا، ایمنی و ارزش افزوده پنج استراتژی فوق در کارخانه تبرک مورد ارزیابی قرار گیرد . برای این منظور پرسشنامه ای تنظیم شده است و با استفاده از تکنیک تحلیل سلسله مراتبی (AHP) بهترین استراتژی نگهداری و تعمیرات برای این کارخانه انتخاب شده است.

واژگان کلیدی : استراتژی های نگهداری و تعمیرات، قابلیت اطمینان، تحلیل سلسله مراتبی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۱. مقدمه

دردنیای امروز و در زمانی که کارخانجات به دنبال ایجاد تغییرات مداوم در درون خویش هستند تا بتوانند خود را با تحولات جهانی شدن انطباق دهند موضوع نگهداری و تعمیرات است که می تواند به طور جدی و مؤثر مسیر و اســتراتژی تولیـد را در کارخانجات، معین و مشخص نماید. امروزه کارخانجات به شدت درگیر مباحثی چون کاهش هزینه ها، توان رقابت بالا، بهبود مستمر، افزایش کیفیت و کمیت محصول، کمبود منابع طبیعی، بحران انرژی و... هستند که در این راستا اندیشیدن به بحث نگهداری و تعمیرات به عنوان یک امر استراتژیک جهت رسیدن به اهداف فوق بسیار حیاتی و اجتناب ناپذیر است. [1]

در این مقاله به بررسی پنج نوع از مهم ترین استراتژی های نگهداری و تعمیرات که عبارتند از اصلاحی، پیشگیرانه، فرصتی، موقعیتی و پیش بینانه پرداخته خواهد شد. انتخاب مناسب ترین استراتژی نگهداری و تعمیرات معمولا پیچیده و دشوار است و نیازمند در نظر گرفتن مشخصه ها و عوامل بسیاری است که برخی از آنها غیر قابل دسترس می باشند. Triantaphyllou و همکارانش پیشنهاد استفاده از ساختار سلسله مراتبی را تنها با در نظر گرفتن چهار معیار هزینه، قابلیت

اطمینان، ایمنی و ارزش افزوده مطرح کردند. [2] Bevilacqua & Braglia به بیان کاربرد تکنیک تحلیل سلسله مراتبی جهت انتخاب استراتژی نگهداری و تعمیرات در یک پالایشگاه نفت در ایتالیا پرداخته اند.[3]

در این مقاله به کمک مرور ادبیات و نظر کارشناسان سعی شده است که مناسب ترین استراتژی تعمیر و نگهداری با در نظرگیری شاخص هایی مانند هزینه، قابلیت اجرا، ایمنی و ارزش افزوده در کارخانه تولیدی تبرک انتخاب شود.

۲. مرور ادبیات

فرامرز سپری و اسدی کیاپی (۱۳۹۱) برای اولویت بندی نمودن تجهیزات جهت تعمیرات مبتنی بر قابلیت اطمینان (RCM)از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)استفاده کردند. این روش روی یک شبکه نمونه (شبکه توزیع امور شهرستان نکاء استان مازندران) اعمال شده است . [4]

شهانقی و جعفریان (۱۳۸۷) در مقاله ای به بررسی موضوع انتخاب سیاست نگهداری و تعمیرات بر مبنای ریسک در صنعت نفت پرداخته و با استفاده از تکنیک فرایند تحلیل سلسله مراتبی یک مدل تصمیم گیری ارائه داده اند . [5]

ابراهیمی و همکاران(۱۳۸۹) در تحقیقی، ارزیابی و مقایسه راهبرد های نگهداری و تعمیرات در شرایط عدم قطعیت را با استفاده از شیوهی تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی گروهی انجام دادند. این تحقیق در شرکت تولیدی صنعتی کارا نوین نیکو پیاده سازی شده است . [6]

هونگزیا زی و همکاران مطالعه ی سیستماتیکی با روش فرایند سلسله مراتبی فازی بر اساس برنامه ریزی آرمانی در جهت انتخاب راهبردهای نگهداری در ترانسفورماتورها انجام دادند . [7]

کونال جین و همکاران (2013) در مقاله ای به دنبال انتخاب راهبرد بهینه نگهداری و نوسازی در بزرگ راه های چند خطه می باشند. آنها این کار را با مقایسه آلترناتیوهای گوناگون نگهداری و نوسازی به وسیله ابزار مدیریت و توسعه بزرگ راه در بزرگ راه های چند خطه در شمال هند انجام دادند[8]

قاضی نظامی و همکاران (2013) در مقاله ای بر اساس رویکرد پایداری به انتخاب راهبرد نگهداری در یک واحد تولیدی می پردازند. در قدم اول با استفاده از مفهوم تحلیل عاملی عوامل اصلی در هر کدام از ارکان پایداری مشخص می شود و در قدم دوم از تکنیک ویکور فازی برای انتخاب مناسب ترین راهبرد نگهداری استفاده می شود[9].

بشیری و همکاران (۲۰۱۱) یک رویکرد جدید برای انتخاب استراتژی بهینه نگهداری را با استفاده از داده های کیفی و کمی به واسطه تعامل با کارشناسان نگهداری ارائه دادند [10].

آرونراج و ماتی (۲۰۱۱) ترکیبی از روشهای فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و برنامهریزی آرمانی را برای انتخاب سیاست نت در واحد استخراج بنزین در یک شرکت شیمیایی به کار برده اند [11] .

چنگ و تسائو (۲۰۱۰) رویکردی را با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه ای در زمینه انتخاب استراتژی بهینه نت برای ترن های حمل و نقل پیشنهاد کردند[12] .

ساميل وهمکاران (۲۰۰۹) سیاست نت بهینه را برای یک سیستم چند ماشینه بدون تاثیرپذیری از محدودیتهای منابع به دست آوردند. مطالعه موردی قسمتی از یک خط مونتاژ خودکارمی باشد[13] .

۳. روش تحقیق

این مقاله به بررسی پنج نوع استراتژی نگهداری و تعمیرات می پردازد که در ادامه به آنها اشاره شده است.

نگهداری اصلاحی: فعالیت های تعمیر و نگهداری اصلاحی بصورت اضطراری، شفابخش و بصورت برنامه ریزی نشده است، تشخیص و کشف عیب و مجزا کردن آنها بیشتر زمان نگهداری را به خود اختصاص می دهد. نگهداری اصلاحی یک استراتژی ابتدایی محسوب می شود

نگهداری پیشگیرانه: این رویکرد جهت کاهش شکست های احتمالی طرح ریزی شده است . در این روش، نگهداری از تجهیزات در دوره های زمانی خاصی بر اساس یک برنامه زمانبندی منظم صورت می گیرد .در این سیاست سعی می شود تا با یک سری از بررسی ها و جایگزینی ها و بازرسی های مجدد برای اجزائی که نرخ خرابی بالایی دارند، تعداد خرابی های ناگهانی را کاهش دهند.

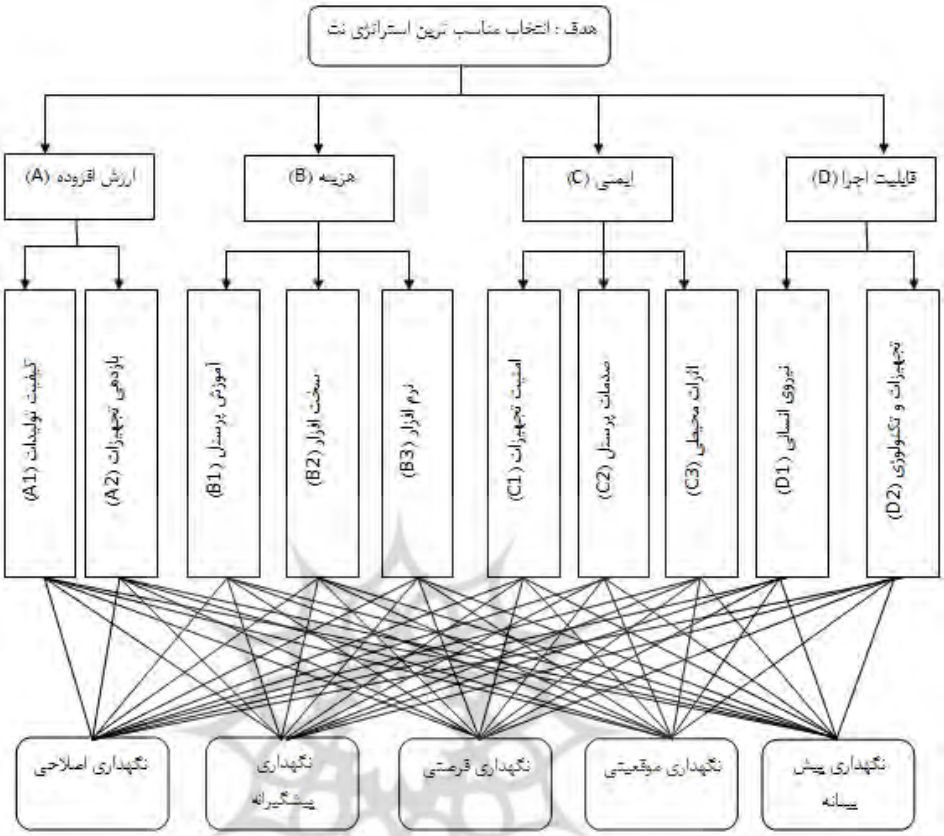
نگهداری فرصتی: این رویکرد به این صورت است که خرابی یک واحد را به عنوان فرصتی برای انجام نگهداری و تعمیرات روی سایر واحدها به منظور پیشگیری از خرابی های آینده در نظر گرفته می شود. این استراتژی با تاکید بر شکست هایی که نیازمند تعمیر و نگهداری است، فرصتی جهت انجام پیش عمل در مقابل عکس العمل را فراهم می نماید.

نگهداری موقعیتی: در این روش با مرور پیوسته از شرایط کار به راحتی می توان نقاط انحراف از حالت عادی را مشخص کرد و این امکان را فراهم می سازد که نظارت کننده فرایند به ارزیابی دقیق آنها بپردازد و در صورت نیاز از ادامه کار یک ماشین قبل از وقوع خرابی جلوگیری کند .

نگهداری پیش بینانه: در این سیستم ضمن تاکید بر روی اصلاح خرابی های اتفاقی و از کار افتادن غیرمنتظره تجهیزات با بهره‌گیری مناسب از علوم آمار و احتمالات و پژوهش عملیاتی، شبیه‌سازی، اقتصاد مهندسی، تئوری صف و نگرش های تحلیلی، تکنیک ها و مدل هایی برای حالات مختلف انواع دستگاه ها و تجهیزات به کاربرده می شود که متخصصین این رشته می توانند کلیه فعالیتها و عملیات نگهداری و تعمیرات را به نظم درآورده و خرابی ها را پیش‌بینی نمایند تا جهت نگهداری و تعمیر آنها برنامه‌ریزی انجام پذیرد.

هدف ما انتخاب مناسب ترین استراتژی با درنظرگیری معیارها و زیرمعیارهایی است که این معیارها شامل چهار معیار ارزش افزوده (A)، هزینه (B)، ایمنی (C) و قابلیت اجرا (D) است. معیار ارزش افزوده شامل ۲ زیر معیار، کیفیت تولیدات (A1) و بازدهی تجهیزات و پرسنل (A2) است. معیار هزینه شامل ۳ زیر معیار هزینه آموزش پرسنل (B1)، هزینه های سخت افزاری (B2) و هزینه های نرم افزاری (B3) است. معیار ایمنی شامل ۳ زیر معیار، امنیت تجهیزات (C1)، صدمان پرسنل (C2) و اثرات محیطی (C3) است. معیار قابلیت اجرا شامل ۲ زیر معیار، توانمندیهای نیروی انسانی (D1) و توانایی تجهیزاتی و تکنولوژی (D2) است.

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یکی از معروف ترین فنون تصمیم گیری چند شاخصه است که توسط توماس اِل ساعتی در دهه ۱۹۷۰ ابداع گردید [14]. این روش هنگامی که عمل تصمیم گیری با چند گزینه و شاخص تصمیم گیری روبرو است، می تواند مفید باشد. شاخص ها می توانند کمی و یا کیفی باشند. اساس این روش بر مقایسات زوجی نهفته است. فرایند تحلیل سلسله مراتبی، نیازمند شکستن مساله تصمیم با چندین شاخص به سلسله مراتبی از سطوح است. بدین منظور از درخت تصمیم استفاده می شود که از چهار سطح تشکیل شده است: سطح اول شامل هدف کلی از تصمیم گیری می باشد. در سطح دوم معیارهای کلی قرار دارند که تصمیم گیری بر اساس آنها صورت می گیرد. در سطح سوم زیرمعیارها قرار می گیرند و در آخرین سطح نیز گزینه های تصمیم [15] که در اینجا انواع استراتژی های نگهداری و تعمیرات است، مطرح می شوند. شکل ۱ نشان دهنده ساختار سلسله مراتبی برای انتخاب استراتژی نگهداری و تعمیرات می باشد.



شکل ۱ : ساختار سلسله مراتبی برای انتخاب استراتژی نگهداری و تعمیرات

۴. تجزیه و تحلیل داده ها

در این بخش به معرفی واحد صنعتی تبرک می پردازیم. مجموعه صنعتی تبرّک در سال ۱۳۷۷ فعالیت خود را در زمینه تولید رب گوجه فرنگی با ظرفیت مصرف ۲۰۰ تن گوجه فرنگی در شبانه روز آغاز نموده است. فعالیت های عمده این کارخانه شامل تهیه و تولید رب گوجه فرنگی، آبلیمو و انواع کمپوت، مربا و انواع سس، تولید وساخت قوطی های مخصوص رب گوجه فرنگی، تهیه و تولید انواع کنسرو، تولید وساخت کارتن، تهیه وتولید انواع آب میوه، ترشیجات، تولید انواع نوشابه های گازدار و بدون گاز و آب آشامیدنی و معدنی و تولید انواع کیک و کلوچه است. در حال حاضر استراتژی عمده نگهداری و تعمیرات در این واحد تولید اصلاحی و در تعداد محدودی از فعالیت ها پیشگیرانه است. اما در حال حاضر با توجه به تولید محصولات در حجم بالا و لزوم کاهش توقفات خط تولید و تبدیل بازار به یک بازار رقابتی ضرورت تغییر سیاست نگهدار ی و تعمیرات امری حیاتی به نظر می آید. زیرا یک استراتژ ی مناسب نگهداری وتعمیرات منجر به کاهش هزینه های سربار، حفظ قابلیت اطمینان، افزایش کیفیت تولیدات و رضایت مشتری می شود. با توجه به درخت تصمیم گیری رسم شده در شکل ۱ ماتریس مقایسات زوجی مربوط به چهار معیار اصلی از ۱۰ نفر خبره جمع آوری و نظرات افراد از طریق میانگین هندسی تلفیق شد. در تمام ماتریس های مقایسات زوجی، نرخ ناسازگاری کمتر از ۰,۰۵ است که نشان دهنده ناسازگاری ماتریس ها در حد مطلوب است. بر این اساس وزن معیارها و زیرمعیارها بعد از تلفیق نظرات در جدول زیر آمده است.

جدول۱: وزن معیارها پس از تلفیق نظرات

معیار اصلی	ارزش افزوده (A)	هزینه (B)	ایمنی (C)	قابلیت اجرا (D)
وزن	0.281	0.188	0.327	0.204

جدول۲: وزن زیر معیارها پس از تلفیق نظرات

	ارزش افزوده (A)	هزینه (B)	ایمنی (C)	قابلیت اجرا (D)
A1	0.557			
A2	0.443			
B1		0.284		
B2		0.319		
B3		0.397		
C1			0.237	
C2			0.569	
C3			0.194	
D1				0.267
D2				0.773

در جدول زیر وزن هر یک از زیرمعیارها در استراتژی ها پس از تلفیق نظرات (استفاده از میانگین هندسی) به دست آمده است.

جدول۳ : وزن هریک از زیرمعیارها در استراتژی ها پس از تلفیق نظرات

	اصلاحی	پیشگیرانه	فرصتی	موقعیتی	پیشگویانه
W_{A1}	0.051	0.228	0.249	0.137	0.335
W_{A2}	0.038	0.169	0.246	0.197	0.350
W_{B1}	0.249	0.364	0.192	0.142	0.053
W_{B2}	0.354	0.228	0.271	0.067	0.080
W_{B3}	0.314	0.241	0.177	0.187	0.081
W_{C1}	0.082	0.123	0.139	0.241	0.415
W_{C2}	0.045	0.138	0.219	0.243	0.355
W_{C3}	0.041	0.168	0.201	0.228	0.362
W_{D1}	0.382	0.192	0.180	0.192	0.054
W_{D2}	0.308	0.291	0.182	0.173	0.046

در ادامه با استفاده از وزن معیارها، زیرمعیارها و معیار ها در هر یک از استراتژی ها، وزن نهایی برای هر یک از استرتتژی ها محاسبه می شود. طریقه محاسبه وزن نهایی هر یک از استراتژی های نگهداری و تعمیرات در زیر آمده است:

(0.051) (0.557) (0.281) + . . . + (0.308) (0.773) (0.204) = 0.139 استراتژی اصلاحی

(0.228) (0.557) (0.281) + . . . + (0.291) (0.773) (0.204) = 0.223 استراتژی پیشگیرانه

(0.249) (0.557) (0.281) + . . . + (0.182) (0.773) (0.204) = 0.189 استراتژی فرصتی

(0.137) (0.557) (0.281) + . . . + (0.173) (0.773) (0.204) = 0.211 استراتژی موقعیتی

(0.335) (0.557) (0.281) + . . . + (0.046) (0.773) (0.204) = 0.238 استراتژی پیشگویانه

در میان این پنج استراتژی، استراتژی پیش بینانه و پیشگیرانه از لحاظ وزنی در رتبه های اول و دوم و استراتژی اصلاحی دارای کمترین وزن و در رتبه آخر قرار می گیرد. با توجه به اینکه استراتژی فعلی شرکت در زمینه نگهداری و تعمیرات، استراتژی عمدتا اصلاحی و در پاره ای از موارد پیشگیرانه است. توصیه می شود شرکت با بهره‌گیری مناسب از علوم آمار و احتمالات و پژوهش عملیاتی، شبیه‌سازی، اقتصاد مهندسی، تئوری صف و نگرش های تحلیلی از استراتژی های پیش بینانه و پیشگیرانه استفاده نماید، تا ضمن کاهش چشمگیر خرابی ها و فعالیت های اضافی، از مزیت های اقتصادی این روش‌ها نیز بهره مند شود.

نتیجه گیری

حفظ سرمایه های کشور از یک سو و هزینه های بالای خرید ماشین آلات و تجهیزات از سوی دیگر، استفاده عقلایی و برنامه ریزی شده و تعمیر و نگهداری به موقع ماشین آلات و تجهیزات را الزامی می سازد . یک استراتژی نگهداری و تعمیرات بهینه می تواند به طور قابل ملاحظه ای باعث کاهش هزینه عملیات، دردسترس بودن تجهیزات و افزایش بهره وری شود .در این مقاله، یک مدل جهت انتخاب بهترین استراتژی نگهداری و تعمیرات ارائه شده است .پنج نوع از مهم ترین استراتژی های نگهداری و تعمیرات که عبارتند از اصلاحی، پیشگیرانه، فرصتی، موقعیتی و پیش بینانه در این مقاله مورد توجه قرار گرفته است. در این مطالعه با استفاده از ادبیات موضوع و به کارگیری روش تحلیل سلسله مراتبی اقدام به ارزیابی استراتژی های نگهداری و تعمیرات با درنظرگیری فاکتورهای اثرگذار صورت گرفته است با بررسی یک مطالعه موردی در کارخانجات تولیدی تبرک مشهد نشان داده شده است که این مدل می تواند به نحو موثری سازمان ها را در انتخاب مناسب ترین استراتژی نگهداری و تعمیرات و بهره گیری از مزایای اقتصادی این انتخاب کمک نماید.

منابع

۱. سید حسینی.سید محمد، برنامه ریزی سیستماتیک نظام نگهداری و تعمیرات در بخش صنایع و خدمات، چاپ او ل، تهران، سازمان مدیریت صنعتی ۱۳۷۶

2. Triantaphyllou E, Kovalerchuk B, Mann L, Knapp GM.;*" Determining the most important criteria in maintenance decision making"*, Journal of Quality in Maintenance Engineering ,3(1):16–24, 1997.
3. Bevilacqua, M., Braglia, M.;" *The analytic hierarchy process applied to maintenance strategy selection*", Reliability Engineering and System Safety 70, 71–83,2000

۴. سپری، فرامرز واسدی کیاپی، محمد باقر.(۱۳۹۱) استراتژی تعمیرات و نگهداری قابلیت اطمینان محور به روش AHPدر شبکه های توزیع، بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق.

۵. شهانقی، کامران و جعفریان، مهدی. (۱۳۸۷) مقدمه ای بر برنامه ریزی نگهداری و تعمیرات، پنجمین کنفرانس بین المللی نگهداری و تعمیرات.

۶. ابراهیمی، سید کاظم، همتی، محمد و رستمیان، مهدی(۱۳۸۹) انتخاب استراتژی نگهداری و تعمیرات با استفاده از رویکرد MADM گروهی فازی، ششمین کنفرانس نگهداری و تعمیرات ایران

7. Xie, H. Shi, L.&Xu, H. (2013). Transformer Maintenance Policies Selection Based on an Improved Fuzzy Analytic Hierarchy Process. Journal of Computers.Vol 8. No 5.1343-1350.
8. Jain, K. Singh Jain, S.& Singh Chauhan, M. (2013).Selection of optimum maintenance and rehabilitation strategy for multiline highways.International Journal for Traffic and Transport Engineering. 3(3): 269 – 278.
9. Ghazi nezami, F.&Bayramyildirim M. (2013). A ustainability approach for selecting maintenance strategy,International Journal of Sustainable Engineering .Volume 6.Issue 4.
10. Bashiri,M. Badri,H.&Hejazi,T.(2011).Selecting optimum maintenance strategy by fuzzy interactive linear assignment method.Applied Mathematical Modelling 35.152–164
11. Arunraj,N.S. &Maiti,J.(2010).Risk-based maintenance policy selection using AHP and goal programming.Safety Science 48. 238–247.
12. Cheng, Y. H.&Tsao H. L. (2010). Rolling stock maintenance strategy selection, spares parts' estimation, and replacements' interval calculation. Int. J. Production Economics, 128:404–412.
13. Saumil, A.Li, L.&Jun, N. (2009). Condition-based maintenance decisionmaking for multiple machine systems.Journal of Manufacturing Science and Engineering. 131. 3:1-9.

۱۴. قدسی پور، سید حسن؛ تحلیل فرآیند سلسله مراتبی (AHP) انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، چاپ چهارم، ۱۳۸۴

15. Saaty TL. An exposition of the AHP in reply to the paper: remarks on the analytic hierarchy process. Management Science 1990;36(3):259–68.