Prioritization of technical indicators based on reliability using the SAWARA technique in order to monitor the status of maintenance and repair programs

Hossein Mohammadi[1]
Master's degree in industrial engineering, planning manager of Muslim Industries Net

Majid Hajizadeh[2]*
Master's degree in Mechanical Engineering, Vice-Chancellor of Technical and Engineering of Muslim Industries

Abstract
The purpose of presenting this article is to prioritize technical indicators based on reliability in order to monitor the status of maintenance and repair programs with the help of decision-making methods. For this purpose, the SAWARA technique has been used. In this way, in the first stage, the indicators are ranked by experts; the most important index is given the first rank and the least important index is given the top rank. Then, the final ranking of the indicators is done using the SAWARA technique. It shows that the indicators of average repair time, average operating time until failure and operational readiness have a higher priority in this industry.
Keywords: Net based on reliability, indicators, decision making techniques

[1] H.mohamadi2902@gmail.com
[2] M.hajizadeh68@yahoo.com- ORCID Code: 0009-0008-2734-4168

اولویت بندی شاخص های فنی نت مبتنی بر قابلیت اطمینان با استفاده از تکنیک SAWARA به منظور پایش وضعیت برنامه های نگهداری و تعمیرات

حسین محمدی[1]

اکارشناسی ارشد مهندسی صنایع، مدیر برنامه ریزی نت صنایع مسلمی

مجید حاجی زاده[2]*

کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک، معاونت فنی و مهندسی صنایع مسلمی

چکیده

هدف از ارائه این مقاله اولویت بندی شاخص های فنی نت مبتنی بر قابلیت اطمینان به منظور پایش وضعیت برنامه های نگهداری و تعمیرات به کمک روش های تصمیم گیری می باشد.برای این منظور از تکنیک SAWARA[1] استفاده شده است.بدین ترتیب که در مرحله اول شاخص ها توسط خبرگان رتبه بندی می گردند که به مهم ترین شاخص رتبه اول و به کم اهمیت ترین شاخص رتبه آخر داده میشود.سپس با استفاده از تکنیک SAWARA رتبه بندی نهایی شاخص ها صورت می گیرد.نتایج بدست آمده با بهره گیری از نظرات کارشناسان نگهداری و تعمیرات و تولید در صنعت پرسکاری بدست آمده که نشان می دهد شاخصهای میانگین مدت زمان تعمیر،میانگین مدت زمان کارکرد تا خرابی و آماده به کاری عملیاتی در این صنعت دارای اولویت بالاتری را دارا می باشند.

کلمات کلیدی: نت مبتنی بر قابلیت اطمینان،شاخص ها،تکنیکهای تصمیم گیری.

۱-مقدمه

امروزه در بازار کسب و کار،کاهش هزینه های تولید و باطبع رقابتی نگه داشتن هزینه ها و قیمت ها از دغدغه های مهم و اساسی مدیران صنایع می باشد. یکی از هزینه های عمده در صنایع هزینه های نگهداری و تعمیرات می باشد که با توجه به نوع صنعت و استانداردها حدود ۱۵ الی ۷۰ درصد هزینه ها را شامل می شود.بنابراین منطقی خواهد بود همانند دیگر فعالیت های مهندسی در زمینه نگهداری و تعمیرات نیز دوراندیشی و برنامه ریزی صورت پذیرد. وجود یک سیستم نگهداری و تعمیرات برنامه ریزی شده از آن رو الزام آور و ضروری می باشد که کنترل مستمر و اطلاع کامل از اوضاع و احوال،نحوه عملکرد و هزینه های بهره برداری را ممکن می سازد.لذا ارائه مطلوب ترین سرویس ها و خط مشی های نگهداری و تعمیرات و اتخاذ بهترین روشها برای تداوم کار با حداکثر بازده و تحمیل حداقل هزینه امکان پذیر می گردد.

برنامه های نگهداری و تعمیرات نقش کلیدی در اکثر پارامترهای موثر تولید مانند قابلیت اطمینان،دسترسی،ایمنی تجهیزات و... را دارا می باشد.صنایع مختلف با توجه به رویکردها و استانداردهای صنعت خود استفاده از استراتژی های نگهداری و تعمیرات را در دستور کار خود قرار می دهند و با توجه به شاخص های تعیین شده در بازه های زمانی مختلف به پایش وضعیت موجود پرداخته تا اثربخشی برنامه های نگهداری و تعمیرات خود را مورد پایش قرار دهند. یکی از بهترین و مهم ترین تکنیک ها،استفاده از نت مبتنی بر قابلیت اطمینان یا همان RCM[2] می باشد.تکنیک RCM با بهره گیری از استراتژی های مختلف مانند تعمیرات پیشگیرانه،تعمیرات اصلاحی،نت مبتنی بر وضعیت و... قابلیت اطمینان دستگاه در سطح مورد نظر نگه می دارد. در استاندارد BSI[3] برای نت مبتنی برقابلیت اطمینان سه نوع شاخص مدیریتی،مالی و فنی برای پایش وضعیت برنامه های نگهداری و تعمیرات تدوین شده که هر کدام حدودا دارای ۲۰ زیر مجموعه می باشند.انتخاب این شاخص ها با توجه به نوع صنعت متفاوت و با توجه به نظرات خبرگان صنعت صورت می گیرد. در این تحقیق برای یافتن پاسخی روشن،علمی و کاربردی و جلوگیری از قضاوت های مبهم کارشناسان از تکنیک SAWARA که یکی از تکنیک های نوین تصمیم گیری چند شاخصه است استفاده شده است (موحدی و دارایی،۱۳۹۵).

[1] H.mohamadi2902@gmail.com
[2] M.hajizadeh68@yahoo.com- ORCID Code: 0009-0008-2734-4168

تحلیل شکاف

در این متدولوژی سعی شده است با استفاده از نظرات خبرگان صنعت و ترکیب آن با تکنیک های تصمیم گیری به نتایج دقیق تر و کاربردی تری دست یافت،تا نتایج مربوطه منتهی به بهبود کسب و کار صنعت مورد نظر گردد.در اغلب مقالات با استفاده از تکنیک های تصمیم گیری مانند AHP,ANP و...به حل بهینه این مسایل پرداخته شده است.در این مقاله سعی شده است با یکی از تکنیک های نوین تصمیم گیری حل این مسئله انجام پذیرد. از ویژگی های این مدل می توان به مستقل بودن شاخص ها از یکدیگر اشاره کرد .تنها ورودی مدل ماتریس مقادیر اهمیت نسبی می باشد.

۲-۱-ضرورت انتخاب شاخص ها

به منظور پایش وضعیت دقیق جهت آگاهی از اثربخشی برنامه های نگهداری و تعمیرات در صنعت مشخص تعیین دقیق شاخص ها امری ضروری می باشد.زیرا با بهره گرفتن از تمامی شاخص ها انرژی و هزینه مازاد بر سازمان اعمال نموده و یا با انتخاب سلیقه ای شاخص ها توسط افراد مسئول در سیستم،نتایج پایش مبهم و قابل اتکا نمی باشد و باعث گمراهی سیستم در جهت بهبود و ارتقا شرایط می گردد.در نتیجه برنامه های نگهداری و تعمیرات به صورت سربار و غیراثربخش دیده می شود.

۳-متدولوژی تحقیق

تکنیک SAWARA توسط تورسکیس[۴] و همکاران در سال ۲۰۱۰ معرفی گردید.در این روش که با شیوه وزن دهی صورت می گیرد با نظر تصمیم گیرنده اهمیت نسبی و اولویت بندی اولیه صورت می گیرد.سپس وزن دهی نسبی برای کلیه شاخص ها صورت می گیرد و در نهایت اولویت بندی نهایی انجام می پذیرد.مراحل انجام این روش به صورت زیر می باشد.

۱ . رتبه بندی گزینه ها

ابتدا هر شاخص بر حسب اهمیت تعیین شده توسط تیم تصمیم گیرنده رتبه بندی می گردد.

۲ . میانگین گیری

با استفاده از روش میانگین حسابی از رتبه ها میانگین گیری می نماییم.

۳ . محاسبه اهمیت نسبی

پس از میانگین گیری حسابی و رتبه بندی شاخص ها،هر شاخص با نظر خبرگان نسبت به شاخص قبل خود وزن دهی می گردد.

۴.در نهایت با توجه به فرمول زیر میانگین گیری می شود

$$Sij = \frac{\text{Qij}}{\sum_{i=1}^{m} Aij} \qquad i = 1, \dots, n \ , \qquad j = 1, \dots, m$$

۵. تعیین ضریب K

با توجه به فرمول زیر برای هر شاخص محاسبه می گردد

$$Kij = \begin{cases} 1 \ , & i = 1 \\ Sij + 1, & i > 1 \end{cases} \qquad i = 1, \dots, n \ , j = 1, \dots, m$$

۶. تعیین وزن اولیه

با توجه به فرمول زیر محاسبه می گردد.

$$Wij = \begin{cases} 1 \ , & i = 1 \\ (Xj - 1)/Kij, & i > 1 \end{cases} \qquad K = i - 1 \ , i = 1, \dots, n$$

۷ .تعین وزن کلی شاخص ها

در این مرحله با روش میانگین هندسی از رابطه زیر می توان وزن کلی هر شاخص را بدست آورد.

$$Wi = \prod_{j=1}^{n} \tilde{w}ij1^{\frac{1}{n}} \qquad i = 1, \dots, n \quad , \quad j = 1, \dots, m$$

۸– رتبه بندی نهایی گزینه ها

با تعیین وزن کلی هر گزینه مقادیر به ترتیب نزولی مرتب می شوند و رتبه بندی نهایی صورت می گیرد (علی نژاد و خلیلی، ۱۳۹۵؛ هاشم خانی و بهرامی، ۲۰۱۴).

۴-جمع آوری اطلاعات و نتایج

این تحقیق بر روی یکی از صنایع پرسکاری که به تولید محصول با روش کشش عمیق می پردازد،صورت گرفته است. این شرکت دارای پرسهای هیدرولیکی با نیروی بسیار بالا می باشد که به صورت سری،برای تولید مرحله به مرحله محصول جایگذاری شده اند. نگهداری و تعمیرات این پرس ها با توجه به هزینه تعمیر اضطراری، توقف تولید و طولانی بودن روند عیب یابی امری حیاتی می باشد. در این شرکت به منظور ارتقای برنامه های نگهداری و تعمیرات از متد RCM استفاده شده است.به منظور انتخاب بهینه شاخص ها برای پایش وضعیت برنامه های نگهداری و تعمیرات در این تحقیق از تکنیک SAWARA استفاده شده است. در این تحقیق از نظرات ۷ نفر از کارشناس های نگهداری و تعمیرات و برنامه ریزی تولید برای اولویت بندی اولیه استفاده شده است.

- جدول زیر میانگین نسبی رتبه ۶ شاخص اول از ۲۰ شاخص کلی را نشان می دهد.

جدول (۱). میانگین حسابی ۶ شاخص اول

شاخص	میانگین حسابی رتبه
میانگین مدت زمان تعمیر MTTR[5]	۲.۷۱
میانگین مدت زمان کارکرد تا خرابی MTBF[6]	۳.۵۷
آماده به کاری عملیاتی OA[7]	۳.۵۷
آماده به کاری نت MA[8]	۴.۴۳
نسبت نت پیشگیرانه به کل توقفات PM[9]	۶.۱۴
نسبت نت پیشبینانه به کل توقفاتPM [۱۰]	۶.۱۴

- در مرحله بعدی اهمیت نسبی هر شاخص نسبت به شاخص دیگر وزن دهی می گردد.

جدول (۲). میانگین اهمیت نسبی ۶ شاخص اول

شاخص	**اهمیت نسبی نسبت به رتبه اول**
میانگین مدت زمان تعمیر MTTR	-
میانگین مدت زمان کارکرد تا خرابی MTBF	۰.۸۹
آماده به کاری عملیاتی OA	0.89
آماده به کاری نت AV	0.85
نسبت نت پیشگیرانه به کل توقفات PM	0.70
نسبت نت پیشبینانه به کل توقفاتPM	0.74

- در این مرحله ضریب K و تعیین وزن اولیه صورت می گیرد.

جدول(۳). ضریب K و وزن اولیه ۶ شاخص اول

شاخص	Kij	Wij
میانگین مدت زمان تعمیر MTTR	1	1
میانگین مدت زمان کارکرد تا خرابی MTBF	1.89	0.53
آماده به کاری عملیاتی OA	1.89	0.29
آماده به کاری نت MA	1.85	0.15
نسبت نت پیشگیرانه به کل توقفات PM	1.71	0.03
نسبت نت پیشبینانه به کل توقفاتPM	1.74	0.04

- تعیین وزن کلی شاخص ها

جدول (۴). تعیین وزن کلی ۶ شاخص اول

شاخص	Wi
میانگین مدت زمان تعمیر MTTR	۰.۴۵
میانگین مدت زمان کارکرد تا خرابی MTBF	۰.۲۴
آماده به کاری عملیاتی OA	۰.۱۳
آماده به کاری نت MA	۰.۰۷
نسبت نت پیشگیرانه به کل توقفات PM	۰.۰۱
نسبت نت پیشبینانه به کل توقفاتPM	۰.۰۲

- رتبه بندی نهایی گزینه ها

جدول (۵). رتبه بندی نهایی ۶ شاخص اول

شاخص	رتبه
میانگین مدت زمان تعمیر MTTR	۱
میانگین مدت زمان کارکرد تا خرابی MTBF	۲
آماده به کاری عملیاتی OA	۳
آماده به کاری نت MA	۴
نسبت نت پیشبینانه به کل توقفات PM	۵
نسبت نت پیشگیرانه به کل توقفاتPM	۶

۵-نتیجه گیری نهایی

ارزیابی و پایش برنامه های نگهداری و تعمیرات امری مهم برای پیشبرد اهداف استراتژیک هر صنعت می باشد.تجربه نشان داده است بسیاری از برنامه های نگهداری و تعمیرات بدلیل نبود شاخص های مناسب جهت پایش برنامه های نگهداری و تعمیرات ، متحمل شکست بوده و یا فقط به انجام برنامه های تعمیرات به صورت غیراثربخش و هزینه بر منجر می گردد. با توجه به نتایج بدست آمده نظر سه شاخص میانگین مدت زمان تعمیر، میانگین مدت زمان کارکرد تا خرابی و آماده به کاری عملیاتی مهم ترین شاخص ها برای کنترل وضعیت برنامه های نگهداری و تعمیرات در صنعت مورد نظر می باشد. متدولوژی SAWARA در این تحقیق منجر به انتخاب علمی و کاربردی شاخص ها شده است تا کارشناسان نت و مدیران مجموعه به طور دقیق تر و علمی تر به پایش وضعیت صنعت خود پرداخته و از اعمال سلیقه ای نظرها پرهیز گردد.

منابع

دارائی،موحدی؛ انتخاب استراتژی نگهداری و تعمیرات مناسب بویلرهای فایر تیوب در کارخانجات رنگرزی با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی؛ویژه نامه مجله مدیریت توسعه و تحول؛۱۳۹۵

علی نژاد، ع ر. خلیلی، ج. (۱۳۹۵). تکنیکهای نوین در تصمیم گیری چند شاخصه (جلد دوم) – انتشارات جهاد دانشگاهی.

Hashemkhani Zolfani, S. Bahrami, M. (2014). Investment prioritizing in high tech industries based on SWARA-COPRAS-, *Technological and Economic Development of Economy*.

[1] Stepwise Weight Assessment Raito Analysis
[2] Reliability-based maintenance
[3] British Standards Institute
[4] Turskis
[5] Mean time To Repair
[6] Mean Time Between Failures
[7] Operational Availability
[8] Maintenance Availability
[9] Preventive Maintenance
[10] Predictive Maintenance