



چهارمین کنفرانس شبکه‌های توزیع نیرو

پیرامون برنامه‌ریزی تعمیرات و نگهداری در صنعت برق

نظام‌الدین نقیبه
دانشگاه هیراز

چکیده :

در این مقاله موضوع اهمیت برنامه ریزی تعمیرات و نگهداری در افزایش قابلیت اطمینان و عمر مفید تجهیزات در صنعت برق و نیز تاثیرات و پیامدهای مثبت آن در سایر بخشهای اقتصادی ، تولیدی و خدماتی کشور بعنوان مصرف کنندگان برق ، مورد بحث و بررسی قرار میگیرد .

ابتدا ضرورت برنامه ریزی تعمیرات و نگهداری مطالعه می‌شود و سپس هزینه‌ها و عواید آن از نظر می گذرد . آنگاه چگونگی تهیه و تدوین برنامه بهینه تعمیرات و نگهداری ملاحظه میگردد و مسئله برنامه‌ریزی نامنتظمین با بهره گیری از دانش آمار و ریاضی و نظریه های علوم کاربردی ، برای طرح ریزی یک سیستم مناسب تعمیرات و نگهداری ، تبیین می‌شود .

شرح مقاله :

مدت چندان زیادی از عمر دانش برنامه‌ریزی تعمیرات و نگهداری نمی گذرد ، لیکن در همین مدت نسبتاً " اندک ، نواید بسیار زیادی از کاربرد آن در صنایع مهمود بوده است . اکنون اکثریت قریب به اتفاق مهندسين و مدیران صنایع ، توجه و علاقه فراوان نسبت به بهره‌گیری از این رشته دانش ابراز میدارند و در بخش‌های مهندسی تعمیرات و نگهداری آنها ، بیش از پیش استفاده از روشهای آمار و ریاضی در برنامه‌ریزیها مطرح گردیده است .

لنتون برنامه ریزی تعمیرات و نگهداری در سطوح آموزش و تحقیقات دانشگاهی دنیا جایگاه مناسبی را بخود اختصاص داده است . در حقیقت موضوع برنامه ریزی تعمیرات و نگهداری یکی از زمینه های جالب را برای بکارگیری روش های جدید محاسباتی در علوم ومهندسی فراهم آورده است .

به سبب سودآوری و برقرار بودن نتایج حاصل از اعمال دانش برنامه ریزی تعمیرات و نگهداری، همه ساله بودجه های قابل توجهی از طرف صنایع دنیا تامین و مصروف امر تحقیق و تتبع دانشگاهی در این رشته میگردد. در نتیجه، در سطح بین المللی، نوشخارها و مقالات علمی متعددی در این زمینه تدوین و انتشار می یابد. لیکن در کشورهای در حال توسعه متأسفانه کار کمتری در این باب انجام گرفته و میگردد. با این وجود شاید بتوان بدرستی ادعا نمود که در کشورهای در حال توسعه، بهره جویی از روشهای علمی برنامه ریزی در تعمیرات و نگهداری ماشین آلات بدلیل وابستگی های صنعتی و ارزی، حائز اهمیت و مثر به ثمرات ارزنده است.

این واقعیت بویژه در صنعت برق تجلی خاصی می یابد و حداقل از چهار جنبه مهم برخوردار میگردد: اول از نظر اقتصادی و افزایش عمر مفید تجهیزات [۱]، دوم از نظر افزایش قابلیت اطمینان سیستم تولید و توزیع نیروی برق [۲] و بویژه نقش آن در امکان گسترش تکنولوژی انفورماتیک [۳] و دیگر تکنولوژی های موثر در توسعه صنعتی و اقتصادی کشور بعنوان یک صنعت زیر بنایی [۴]، سوم از نظر ارتقاء ایمنی در مجموعه سیستم تولید و توزیع و انتقال برق [۵] و نهایتاً تأثیرات مثبت آن در ایمنی و کارایی مجموعه سیستم صنعتی خدماتی کشور، چهارم از نظر کاهش قیمت تمام شده تولید برق بعنوان یک محصول تولیدی [۶] و نتیجتاً کاهش قیمت تمام شده محصولات و خدمات در سطح کشور، با توجه به وابستگی اکثریت عظیم محصولات و خدمات به مصرف برق.

با توجه به جایگاه ویژه در برنامه ریزی های تعمیرات و نگهداری در صنعت برق کشور و ثمرات حاصل از اجرای یک برنامه مدون و بهینه، این مقاله به طرح مسئله برنامه ریزی تعمیرات و نگهداری و موضوعات مربوط خواهد پرداخت تا ضمن ارائه مفاهیم کلی و اهمیت و ضرورت برنامه ریزی تعمیرات و نگهداری، نحوه عملکرد و تدوین یک برنامه بهینه و ابعاد گوناگون آن مورد بررسی قرار گیرد.

۱- ضرورت برنامه ریزی تعمیرات و نگهداری :

نیاز صنعت برق به در اختیار داشتن یک سیستم مدون و مجهز تعمیرات و نگهداری به نسبت توسعه و افزایش حجم فعالیتهای آن فزونی می یابد. وجود یک سیستم مجهز و برنامه ریزی شده تعمیرات و نگهداری از آن روضوری و الزام آور است که کنترل مستمر و اطلاع کامل از اوضاع واحوال و نحوه عملکرد مجموعه صنعت، اینجبه، تاسیسات، ماشین آلات خطوط توزیع، انتقال و سرویسها را ممکن میسازد و لذا ارائه مطلوبترین خدمات تعمیراتی و اتخاذ بهترین روشها برای تداوم کار صنعت با حداقل هزینه امکان پذیر میگردد. [۱]

در هر نوع برنامه ریزی تعمیرات و نگهداری، میبایست به این واقعیت مسلم توجه داشت که خرابی و از کار افتادگی ماشین آلات و تاسیسات صنعتی مسئله ای نیست که بتوان بطور مطلق از آن جلوگیری و ممانعت نمود، بلکه میتواند با بهره وری از فنون برنامه ریزی، قابلیت اطمینان استفاده دستگاههای را اعتلا بخشید. بدینوسیله است که هر چه این قابلیت اطمینان از درجه و الاتری برخوردار باشد، بخش

تعمیرات و نگهداری نیز میبایست از برنامه ریزی دقیقتر و حساب شده تری برخوردار گردد. در واقع موضوع تعمیرات و نگهداری به منزله موضوع نگهداری قابلیت اطمینان و ثمر بخشی کل سیستم تولید مطرح خواهد بود و طرح ریزی آن تاثیر مستقیم بر کاهش هزینه های ناشی از خرابی دستگاهها و تاسیسات صنعتی خواهد داشت. (۱)

معمولا " از کار افتادگی و خوابیدگی ماشینها و دستگاهها میتواند پیامدهای زیبرادر برداشته و موجب تحمیل هزینه های مربوط گردد:

- کاهش ویاتوقف تولید و توزیع نیروی برق

- بیگاری نیروی انسانی بطور مستقیم و غیر مستقیم هم در صنعت برق وهم در خدمات و صنایع وابسته به برق

- تاخیر و تعطیل در سایر اموری که ممکن است به نوعی به برق بستگی داشته باشند

- هزینه تعمیر و یا تعویض دستگاهها و قطعات و افزایش در تعداد دستگاهها و قطعات غیر قابل استفاده، هم در صنعت برق وهم در سایر بخشهای مصرف کننده، صنایع و خدمات در سطح کشور به لحاظ قطع و وصل های غیر قابل پیش بینی برق

- نارضایی و تخریب روحیه عاملین دستگاهها و ماشینها، هم در صنعت برق وهم در بخشهای مصرف کننده برق

- مغایرت با اصول حفاظت صنعتی و ایجاد مخاطرات احتمالی

به این ترتیب قابل ملاحظه است که موضوع تعمیرات و نگهداری برنامه ریزی شده در صنعت برق به منزله موضوع نگهداری و صیانت از کل مجموعه خدماتی، تولیدی و سیستم صنعتی کشور جلوه گر میشود.

از جمله اهداف تعمیرات و نگهداری از یک طرف افزایش زمان قابلیت استفاده و بهره وری از سیستمهای تولیدی و صنعتی و کاهش نرخ و تواتر خرابی و از کار افتادگی این سیستمهاست و از طرف دیگر افزایش طول عمر مفید اقتصادی دستگاهها، ماشینها و قطعات مورد نظر میباشد. علیهذا اینگونه فعالیتهای میبایست طبق برنامه ریزی صحیح و علمی صورت انجام پذیرند و بر پایه اصول محاسبات آماری ریاضی مبتنی گردند. بمنظور نیل به مقاصد فوق، دوگونه فعالیت مد نظر و عمل قرار میگیرد:

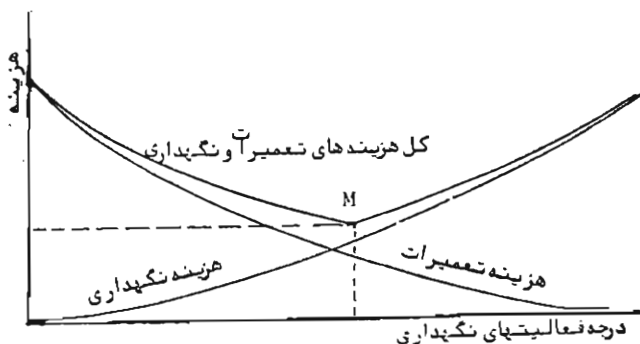
- تعمیرات اصلاحی که معمولا " تحت عنوان کلی " تعمیرات " مطرح میگردد و بمنظور خارج ساختن دستگاه از شرایط نامساعد صورت میگیرد، مثلا " لوله ای که جرم گرفته است پاک میشود، قطعه ای که شکسته است تعویض میگردد و یا معاینی که در یک دستگاه بوجود آمده مرتفع میگردد.

- نگهداری یا اقدامات پیشگیری که معمولا " تحت عنوان کلی " نگهداری " مطرح میگردد و در زمان عملکرد مطلوب دستگاهها، بمنظور صیانت از آنها و جلوگیری از بروز خرابی و از کار افتادگی و گلا " ایمنی از خوابیدگی دستگاهها و ماشینها صورت میگیرد، از قبیل روغنکاری تعویض تسمه ها، یاتاقانها، تعویض به موقع قطعات، تنظیم موتورها، تمیز کردن واحدهای سیستمهای تهویه، پیاده و

سوار کردن ماشینها بمنظور معاینات و تعمیرات ادواری . بدیسی است که زمان انجام فعالیتهای تعمیراتی عنداللزوم و در مقطعی خواهد بود که ماشینها و دستگاهها نیاز به عملیات درمانی و علاج بخش پیدا کنند . حال آنکه ، درمورد فعالیتهای نگهداری عملیات پیشگیری قضیه به اینصورت نیست و زمانهای اینگونه عملیات در مقاطع خاصی قرارمیگیرند که از قانونبندی ویژه ای پیروی میکنند و برطبق تجربیات ، محاسبات ریاضی - آماری و دستورالعملهای طراحی قابل تعیین خواهند بود . در قسمت بعد حتی با توجه به هزینه های و دخل و خرج عملیات تعمیرات و نگهداری ، میتوان بیش از پیش به ضرورت برنامه ریزی حساب شده در این زمینه پی برد .

هزینه ها و عواید تعمیرات و نگهداری :

علی الاصول ، هزینه های مربوط به اقدامات و فعالیتهای پیشگیری یا نگهداری و هزینه های مربوط به تعمیرات اصلاحی درجهت عکس یکدیگر تغییر مییابند . شکل (۱) این ارتباط معکوس را نشان میدهد .



شکل (۱) : هزینه تعمیرات و نگهداری در مقابل درجه فعالیتهای نگهداری

چنانکه در شکل (۱) نیز دیده میشود ، بدیسی است که هر چه میزان و درجه فعالیتهای نگهداری افزایش یابد ، هزینه های مربوط افزایش می یابد . البته در این صورت در نتیجه اجرای حفاظت و پیشگیریهای لازم نیایزه تعمیرات اصلاحی و لذا هزینه های مربوط کاهش خواهد یافت . در واقع با ازدیاد و اعتدالی درجه فعالیتهای نگهداری و اجرای " بهترین " طرح پیشگیری ، ابتدا هزینه کلی تعمیرات و نگهداری (مجموع هزینه تعمیرات و هزینه نگهداری) کاهش یافته و پس از رسیدن به یک مقدار حداقل (نقطه مینیمم) سپس مجدداً افزایش می یابد .

بنابراین در زمینه عملیات تعمیراتی و فعالیتهای نگهداری می بایست برنامه ریزی بنحوی صورت گیرد که حداقل کل هزینه های تعمیرات و نگهداری تحمیل گردد و درجه فعالیتهای نگهداری در انطباق با این حداقل مدنظر و عمل قرار گیرد . در فعالیتهای نگهداری معمولترین نوع هزینه ها عبارتند از :

- هزینه های اجرتی که بستگی به تعداد کارکنان مورد نیاز خواهد داشت و تابع تغییر در درجه نگهداری خواهد بود .

- هزینه های مربوط به قطعات و مواد مصرفی که با افزایش درجه نگهداری فزونی خواهد بیافت .

- هزینه های خوابیدگی ، یعنی هزینه ای که کلا" در اثر خوابیدن دستگاه (جهت تعویض قطعه و غیره) تحمیل میگردد. در این مورد میبایست برنامه ریزی صحیح چنان به عمل آید که زمان خوابیدگی دستگاه بر روی تولید و عملکرد کل سیستم تاثیر نداشته باشد و گرنه با افزایش درجه نگهداری هزینه خوابیدگی بطرز غیر قابل قبول افزایش خواهد بیافت .

حال که هزینه ها و خرجهای نگهداری مورد خلاصه قرار گرفته اند میبایست منابع و دخلهای نگهداری نیز مورد توجه قرار گیرند :

- کاهش درکل هزینه های تعمیراتی مشتمل بر هزینه های اجرتی ، هزینه های مربوط به قطعات و مواد مصرفی و هزینه خوابیدگی مربوط عملیات تعمیراتی .

- کاهش در هزینه های ناشی از لطمات وارد به کل سیستم و یادستگاه در اثر ازکارافتادگی و خرابی اتفاقی قطعات و قسمت های ازدستگاه بویژه آنکه عملیات تعمیراتی ، بر خلاف نگهداری ، قابل برنامه ریزی سیستماتیک و موثر نخواهد بود .

- افزایش عمر سیستم ها و دستگاهها و افزایش ارزش اسقاطی نهایی .
- اعتدالی کیفیت و میزان تولید برق

- افزایش راندمان و قابلیت اطمینان مجموعه سیستم تولید برق و مصرف کنندگان وابسته به آن

اکنون باید دید که چگونه میتوان میزان بهینه عملیات تعمیرات و نگهداری را با توجه به دخل و خرجهای مزبور تعیین و مشخص نمود . این موضوع در قسمت بعد مورد بررسی قرار خواهد گرفت .

۳- برنامه بهینه تعمیرات و نگهداری :

چنانکه ملاحظه گردید برای میزان معینی از درجه فعالیتهای نگهداری ، کل هزینه های تعمیر و نگهداری به حداقل مقدار ممکن خود میرسد . ولی به هر حال تعیین درجه فعالیتهای نگهداری بر حسب شرایط خاص صورت پذیراست و میتواند از یک انتهای منحنی کل هزینه تا دیگر انتهای آن تغییر یابد .

تعیین میزان فعالیتهای نگهداری بستگی کامل به قابلیت اطمینان مورد نیاز برای عملکرد مطلوب مجموعه سیستم صنعت برق خواهد داشت البته در حالت کلی و تحت شرایط عادی ، حد بهینه و اقتصادی میزان فعالیتهای نگهداری و تعمیراتی بین دو حد انتهایی مزبور قرار میگردد .

اصولا" در یک صنعت معین ، تعیین و تشخیص حد بهینه میزان عملیات تعمیرات و نگهداری امر ساده ای نیست و نیاز به مطالعه و بررسی در صنعت مورد نظر دارد ، ولی معمولا" در حالت کلی به طریق زیر عمل میگردد :

- انتخاب سطوح و درجات مختلف نگهداری که میبایست بررسی و ارزیابی شوند .
 - محاسبه و تعیین هزینه های نگهداری برای هر یک از درجات فوق الذکر .
 - تخمین هزینه های تعمیرات مربوط به هر یک از درجات مزبور .
 - بدست آوردن کل هزینه تعمیر و نگهداری متعلق به هر یک از درجات تحت بررسی .
 - تعیین و انتخاب آن درجه نگهداری که کمترین هزینه کل را در برداشته باشد .
- در طی مراحل فوق ، میبایست به دو نکته توجه داشت :

اول آنکه ارزیابی هر درجه دلخواه نگهداری ممکن است برای تحلیل دشوار و حتی غیرممکن باشد چه از نظر تکوریک بی نهایت درجه نگهداری قابل تصور خواهد بود . لذا تعداد منطقی و محدودی از درجات معقول نگهداری میبایست جهت بررسی و تحلیل انتخاب و مورد نظر قرار گیرند .

ثانیاً آنکه ، اگرچه هزینه نگهداری به طرز نسبتاً دقیقی قابل ارزیابی است ولی در مورد تخمین هزینه های تعمیراتی این وضعیت بنحو مطلوب حاکم نیست زیرا که در ارتباط با برنامه نگهداری عوامل مختلف از قبیل پیش بینی زمان عملیات ، طول مدت عملیات ، نیروی انسانی و مواد و قطعات مورد لزوم و غیره تقریباً بسولت قابل تشخیص هستند . در صورتیکه در خصوص ارزیابی هزینه های تعمیراتی و مواجه با آن ، در چارچوب یک درجه معین نگهداری ، اطلاعات زیرمورد نیاز میباشد :

- تعداد دفعاتی که دستگاه دچار خرابی و از کار افتادگی میگردد .
 - وضعیت خرابی و از کار افتادگی در هر بار .
 - زمان خرابی و در ارتباط با آن زمان خوابیدگی دستگاه از نظر محاسبه هزینه ناشی از خوابیدگی به لحاظ حجم کارها در آن مقطع زمانی .
 - سایر هزینه های ناشی از خرابیها و خوابیدگیهای دستگاه بویژه به لحاظ شدت و ضعف و نوع خرابی و از کار افتادگی .
- باتوجه به موارد فوق الذکر و دشواری در تخمین هزینه های تعمیراتی معمولاً " چاره ای جز آن باقی نمیمانند که بر اساس تجربیات و اطلاعات از قبل بایگانی شده عمل گردد .

مضافاً در مواردی که تخمین همه جانبه هزینه های تعمیراتی به سبب مشکلات فوق امکان پذیر نباشد ، عامل هزینه های اجرتی به عنوان شاخص مورد بررسی قرار میگیرد . بدیسی است که هر چه حجم نیروی انسانی و یا تعداد افراد مورد نیاز بعنوان گروه تعمیراتی افزایش یابد ، هزینه مربوط به تناسب با آن افزایش خواهد یافت ، حال آنکه این امر موجب تسریع در عملیات تعمیراتی میگردد و لذا هزینه ناشی از خوابیدگی دستگاه بالتبع کاهش می یابد .

مطالب و مسائل فوق الذکر به فضیل در منابع [۱]، [۲]، [۳]، [۴]، [۵]، [۶]، [۷]، [۸]، [۹]، [۱۰]، [۱۱] مورد بحث قرار گرفته است و برای صنعت برق کشوری می‌توان با مطالعه ویژگیها و تعیین مختصات آن، برنامه‌بهنه تعمیرات و نگهداری مورد نیاز را تهیه و تدوین نمود.

۶- برنامه ریزی متقین و نامتقین :

نخستین آرمان هرگونه برنامه‌ریزی تعمیرات و نگهداری عبارت است از کنترل شرایط عملکرد ابزارکار، دستگاهها و ماشین آلات. برخی مسائل توأم با این موضوعات عبارتند از تعیین مواردی از قبیل :
تواتر بازرسیها، عمق بازرسی، فواصل زمانی پیاده‌کردن دستگاهها و تعمیرات کلی، انجام یا عدم انجام تعمیرات پیشگیرانه، دستورالعملهای مربوط به تعویض قطعات، تصمیم‌گیریهای مربوط به تعویض و جانشینی ماشین آلات، ملاحظات مربوط به قابلیت اطمینان دستگاهها، تعداد گروههای تعمیراتی، تعداد نفرات گروههای تعمیراتی، سفارش وسایل و قطعات یدکی و امثالهم.

مسایلی از قبیل فوق ممکن است به دو صورت باشند : متقین و نامتقین. برنامه ریزی متقین شامل آن دسته از مسائلی میشود که در آنها روند پدیده‌ها (مانند عواقب و پیامدهای عملیات تعمیر و نگهداری) غیر تصادفی، غیر اتفاقی بوده و از قانونمندی مشخص تبعیت نماید. حال آنکه، برنامه ریزی نامتقین شامل آن دسته از مسائلی میشود که جنبه احتمالی داشته و پیامدهای ناشیه بطور قطع و یقین مشخص نباشد، بلکه بطور اتفاقی و تصادفی رخ دهند.

بعنوان مثال، محاسبات اقتصادی مربوط به عمر مفید ماشین‌آلات جنبه متقین دارند. چنانچه عمر قطعه‌ای (مانند یک قطعه اکتیو) تابع مشخصی از زمان عملکرد باشد، برنامه ریزی جهت تعویض آن دقیقاً قابل محاسبه و از نوع متقین خواهد بود. ولی از کارافتادن لامپ و یا شکست بسیاری از قطعات بگونه‌ای نامشخص و تصادفی رخ میدهد که برنامه‌ریزی مربوط به اینگونه موارد جنبه احتمالی داشته و ماهیتاً نامتقین خواهد بود.

چنانچه فرضیات معقول و مناسب درباره طبیعت خرابی و زمانهای از کارافتادگی و تعمیر مدنظر قرار گیرد، طرح ریزی یک سیستم مناسب تعمیرات و نگهداری، بآسره جویی از تئوریهای آماری امکان‌پذیر میگردد. [۱]

بدیهی‌است چنانچه زمان تعمیر یک دستگاه توسط گروه یا گروههای تعمیراتی قابل کاهش باشد، در این صورت مدت زمانی که سایر ماشینها و دستگاهها منتظر نوبت انجام تعمیرات می‌مانند، کاهش خواهد یافت. در نتیجه، رکود و توقف تولید و انتقال برق و پیامدهای ناشی از آن به حداقل مقدار ممکن خود خواهد رسید. البته واضح است که دستیابی به کاهش زمان تعمیرات، ظاهراً از طریق افزایش نفرات و گروههای تعمیراتی هم امکان‌پذیر می‌نماید. در عین حال میبایست به این واقعیت نیز توجه نمود که چنین روشی موجب افزایش هزینه‌ها خواهد شد و در حقیقت، در شرایطی، ممکن است صنعت با دو گونه افزایش هزینه مواجه گردد : یکی افزایش هزینه مربوط به نیروی انسانی بخش مهندسی تعمیرات و نگهداری و دیگری زیان ناشی از توقف هر چند کوتاه

مدت ماشین آلات. این قبیل مسائل را نیز میتوان با استفاده از تئوریهای آمار کاربردی (بطور اخص تئوری صف) به طریق بهینه حل نمود.

به هر تقدیر، برنامه ریزی تعمیرات و نگهداری معمولاً با مسائل نامتفقین روبرو است و برای حل اینگونه مسائل میبایست از شیوه ها و روشهای علم آمار کاربردی و تئوری احتمال بهره گرفت. اینگونه مسائل نیز در منابع [۱]، [۲]، [۳]، [۴]، [۵]، [۶]، [۷]، [۸]، [۹]، [۱۰]، [۱۱]، [۱۲] به تفصیل مورد بحث قرار گرفته است و میتواند در برنامه ریزیهای تعمیرات و نگهداری صنعت برق کشور مورد استفاده قرار گیرد.

۵- نتیجه :

در این مقاله، اهمیت برنامه ریزی تعمیرات و نگهداری در صنعت برق مورد مطالعه قرار گرفت. چنانکه ملاحظه گردید این برنامه ریزی میتواند از نظر اقتصادی و در افزایش عمر مفید تجهیزات، افزایش قابلیت اطمینان سیستم تولید و توزیع نیروی برق، ارتقاء ایمنی در مجموعه سیستم تولید و توزیع و انتقال برق، افزایش ایمنی و کارایی در مجموعه سیستم صنعتی و خدماتی کشور، امکان گسترش تکنولوژی انفورماتیک و دیگر تکنولوژیها، توسعه صنعتی و اقتصادی کشور، کاهش قیمت مصرف برق و نتیجتاً کاهش قیمت تمام شده محصولات و خدمات در سطح کشور موثر واقع گردد. لذا ضرورت برنامه ریزی تعمیرات و نگهداری در صنعت برق تشریح و هزینه ها و عواید حاصل از اجرای برنامه مقایسه شد. از این نظر میتوان درجه فعالیت های نگهداری را چنان تعیین و تنظیم نمود که مجموع هزینه تعمیرات و نگهداری حداقل مقدار ممکن باشد. به این ترتیب میتوان با محاسبه عوامل ذیل در برنامه ریزی، برنامه بهینه تعمیرات و نگهداری برای صنعت برق را تهیه و تدوین کرد. در غالب موارد، جنبه های نامتفقین و برخورد ارازمهت آمار در برنامه ریزیهای تعمیرات و نگهداری، عوامل عمده را تشکیل میدهند که میبایست از دانش آمار و ریاضی و نظریه های علوم کاربردی، برای طرح ریزی سیستم مناسب تعمیرات و نگهداری در صنعت برق، بهره لازم گرفته شود.

۶- منابع و مآخذ :

- ۱- نظام الدین فقیه، "مهندسی تعمیرات و نگهداری" انتشارات نوید، ۶۸
- ۲- نظام الدین فقیه "اپتیمال بازرسیهای نگهداری بمنظور افزایش قابلیت اطمینان در نیروگاهها و تاسیسات برق" مجموعه مقالات سومین کنفرانس شبکه سراسری برق، وزارت نیرو، تهران آبان ۶۷
- ۳- نظام الدین فقیه و سرفراز، لیلا، تکنولوژی انفورماتیک، برنامه ریزی رشد و توسعه " دومین کنفرانس الکترونیک و صنایع الکترونیک ایران، شیراز، خردادماه ۷۳
- ۴- نظام الدین فقیه و سرفراز، لیلا، انتقال، جذاب و تطبیق تکنولوژی "کنگره بین المللی پیشبرد علم و تکنولوژی در جهان اسلام، دانشگاه تهران، تهران اردیبهشت ماه ۷۳

- ۵- نظام الدین فقیه " حفاظت صنعتی " (زیر چاپ)
- ۶- نظام الدین فقیه " تعویض قطعات و دستگاهها در نیروگاهها و تاسیسات برقی رسانی " مجموعه مقالات دومین کنفرانس شبکه سراسری برق ، وزارت نیرو تهران ، آبانماه ۶۶
- ۷- نظام الدین فقیه " ارتقاء قابلیت اطمینان در سیستمهای صنعتی " گزارش بیستمین کنفرانس ریاضی کشور ، دانشگاه تهران ، فروردین ۶۸
- 8- Kelly, A. " Maintenance Planning and Control " , Butterworths 1984.
- 9- Cheng, P.C., " Managerial Control of Maintenance Cost " , Journal of Industrial Management , March- April 1979.
- 10- Corder, A.S. , " Maintenance Management Techniques " , Mc Graw Hill, 1975.
- 11- Kelly , A. and Hariss , M.J. " The Management of Industrial Maintenance " , Butterworths, 1978.
- 12- Jardine , A.K.S. , " Maintenance , Replacement and Reliability " , Pitman, 1973